

**T.C.
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
OKUL ÖNCESİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**



**ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK DESTEKLİ ÖĞRETİM
UYGULAMALARININ OKUL ÖNCESİ ÇOCUKLARIN ERKEN
GEOMETRİ BECERİSİNE ETKİSİ**

Büşra BİLİR ÇEVİK

DOKTORA TEZİ

GAZİANTEP - 2025



LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ DOKTORA TEZ KABUL VE ONAY FORMU

Okul Öncesi Eğitimi Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi **Büşra BİLİR** **ÇEVİK** tarafından hazırlanan “Artırılmış Gerçeklik Destekli Öğretim Uygulamalarının Okul Öncesi Çocukların Erken Geometri Becerisine Etkisi” başlıklı tez, **13/06/2025** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu **başarılı** bulunarak jürimiz tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

<u>Görevi</u>	<u>Unvanı, Adı ve Soyadı</u>	<u>Kurumu/Üniversitesi</u>	<u>İmzası:</u>
Tez Danışmanı	Prof. Dr. Yaşare Aktaş Arnas	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	
Jüri Başkanı	Prof. Dr. Nilüfer Darıca	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Durmuş Aslan	Çukurova Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi İrem Gürgah Oğul	İzmir Demokrasi Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Merve Yıldırım Seheryeli	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	

Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü
Doç. Dr. Ufuk AKBAŞ

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Büşra BİLİR ÇEVİK

Tarih: 13/06/2025

HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
OKUL ÖNCESİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK DESTEKLİ ÖĞRETİM
UYGULAMALARININ OKUL ÖNCESİ ÇOCUKLARIN ERKEN
GEOMETRİ BECERİSİNE ETKİSİ

Büşra BİLİR ÇEVİK

DOKTORA TEZİ

Danışman
Prof. Dr. Yaşare AKTAŞ ARNAS

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, artırılmış gerçeklik destekli öğretim uygulamalarının, 60-72 aylık düşük sosyoekonomik düzeydeki okul öncesi çocukların erken geometri becerisine etkisini incelemektir. Araştırmada, öntest-sontest-kalıcılık ölçümlerini içeren 4x3 karışık ölçümler desenine sahip, kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. 2024-2025 eğitim öğretim yılında Gaziantep İl Milli Eğitim Müdürlüğü'ne bağlı, bünyesinde anasınıfı olan ilkokullar ölçüt örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Bu ilkokullarda yer alan anasınıfları arasından gönüllülük esasına dayalı olarak deney ve kontrol grupları uygun örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırmanın örneklemini AR-EGOP'un araştırmacı tarafından uygulandığı deney1 (n=22), AR-EGOP'un öğretmen tarafından uygulandığı deney2 (n=13), EGOP'un öğretmen tarafından uygulandığı deney3 (n=13) ve kontrol grubu (n=14) oluşturmaktadır. Veriler, bu çalışmada geliştirilen Dijital Erken Geometri Testi (DEGT) aracılığıyla toplanmıştır. Kontrol grubuna AR-EGOP'un kazanımları, göstergeleri ve kavramları haftalık çizelge oluşturularak verilmiştir. AR-EGOP ve EGOP tüm deney gruplarına haftada üç gün dokuz hafta olmak üzere 27 oturumda uygulanmıştır. DEGT, uygulama öncesinde (öntest), uygulama sonrasında (sontest) ve uygulamadan iki hafta sonra (kalıcılık testi) olmak üzere üç kez uygulanmıştır. Elde edilen fark puanları üzerinden gerçekleştirilen analizlerde, grup değişkeninin (deney1, deney2, deney3 ve kontrol) bağımlı değişken üzerindeki etkisini incelemek amacıyla tek faktörlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Araştırma bulguları, çocukların DEGT fark puanı ortalamalarında anlamlı bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Bu artışın, kontrol grubuna kıyasla deney1, deney2 ve deney3 gruplarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Deney grupları arasında yapılan karşılaştırmalarda ise, deney1 ve deney3 grupları arasında deney 1 grubu lehine anlamlı bir fark bulunurken, deney2 ile deney3 grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ayrıca, etki büyüklüğü değerleri incelendiğinde; AR-EGOP'un ve EGOP'un uygulandığı gruplarda etki büyüklüğü geniş düzeydedir. Kalıcılık testi fark puanlarına dayalı analiz sonuçları ise, programların etkisinin zaman içinde sürdüğünü ortaya koymuştur. Sonuç olarak hem AR-EGOP'un hem de EGOP'un düşük sosyoekonomik düzeydeki okul öncesi çocukların erken geometri becerisinin gelişiminde etkili olduğu; AR-EGOP ile EGOP arasında da AR-EGOP lehine anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Artırılmış gerçeklik, erken geometri eğitimi, okul öncesi.

**HASAN KALYONCU UNIVERSITY
GRADUATE EDUCATION INSTITUTE
DEPARTMENT OF EARLY CHILDHOOD EDUCATION**

**THE EFFECT OF AUGMENTED REALITY-SUPPORTED
INSTRUCTIONAL APPLICATIONS ON PRESCHOOL
CHILDREN'S EARLY GEOMETRY SKILLS**

Büşra BİLİR ÇEVİK

PHD / THESIS

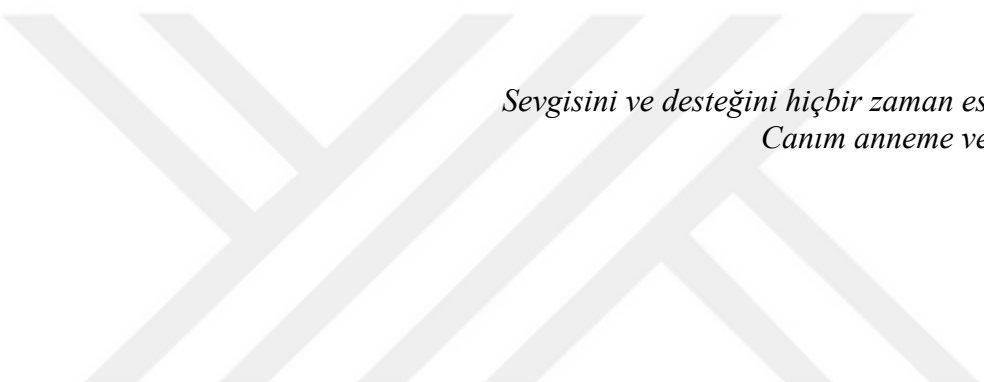
Advisor

Prof. Dr. Yaşare AKTAŞ ARNAS

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the effect of augmented reality (AR)-supported instructional practices on the early geometry skills of preschool children aged 60–72 months from low socioeconomic backgrounds. The study employed a quasi-experimental design with a control group and a 4x3 mixed measures design, including pretest, posttest, and retention test measurements. In the 2024–2025 academic year, primary schools affiliated with the Gaziantep Provincial Directorate of National Education that included preschool classrooms were identified using criterion sampling. Among the preschool classes in these schools, experimental and control groups were selected based on voluntary participation using purposive sampling. The sample consisted of four groups: Experimental Group 1, in which AR-EGOP (Augmented Reality–Supported Early Geometry Education Program) was implemented by the researcher (n = 22); Experimental Group 2, where AR-EGOP was implemented by the teacher (n = 13); Experimental Group 3, in which the non-AR version (EGOP) was implemented by the teacher (n = 13); and a Control Group (n = 14). The data were collected through the Digital Early Geometry Test (DEGT), developed specifically for this study. For the control group, the learning outcomes, indicators, and concepts targeted by AR-EGOP were provided through a weekly activity schedule without any AR or structured intervention. Both AR-EGOP and EGOP were implemented in the experimental groups three days a week over nine weeks, totaling 27 sessions. The DEGT was administered at three time points: before the intervention (pretest), immediately after the intervention (posttest), and two weeks following the intervention (retention test). To examine the effect of group (Experimental 1, Experimental 2, Experimental 3, and Control) on the dependent variable, a one-way analysis of variance (One-Way ANOVA) was conducted based on the difference scores. The findings revealed a statistically significant increase in the DEGT difference score means of children in the experimental groups compared to the control group. Specifically, the difference scores of Experimental Groups 1, 2, and 3 were significantly higher than those of the control group. Comparisons among experimental groups indicated a statistically significant difference in favor of Experimental Group 1 over Experimental Group 3, while no statistically significant difference was found between Experimental Groups 2 and 3. Moreover, the examination of effect size values indicated a large effect size in the groups where AR-EGOP and EGOP were implemented. The results of the retention test analysis, based on difference scores, demonstrated that the effects of the programs were sustained over time. In conclusion, both AR-EGOP and EGOP were found to be effective in enhancing the early geometry skills of preschool children from low socioeconomic backgrounds, with AR-EGOP showing a significantly greater impact compared to EGOP.

Keywords: Augmented reality, early geometry education, preschool.



*Sevgisini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen,
Canım anneme ve babama...*

ÖNSÖZ

Bir akademik yolculuğun en anlamlı durağında, bu satırları yazarken içimde derin bir minnet, gurur ve huzur var. Bu süreçte bana yol gösteren, destek olan ve her adımda yanımda hissedebildiğim kıymetli isimlere içtenlikle teşekkür etmek isterim.

Bilgisi, rehberliği ve desteğiyle her zaman yanımda olan; akademik liderliğiyle yalnızca çalışmamı değil, düşünme biçimimi de dönüştüren, etkili geri bildirimleri ve zamanında yönlendirmeleriyle motivasyonumu sürdürebilmemi sağlayan çok kıymetli danışmanım Prof. Dr. Yaşare Aktaş Arnas’a,

Akademik hayata adım atmamda büyük katkısı olan yüksek lisans danışmanım ve doktora tez savunma jürimde de yer alan, insani yönüyle akademide nezaketin ve zarafetin mümkün olduğunu bana gösteren Prof. Dr. Nilüfer Darıca’ya,

Tez izleme komitesi toplantılarında her sunumumu dikkatle dinleyen, her bir detay üzerinde titizlikle düşünerek nitelikli ve yönlendirici katkılar sunan Prof. Dr. Durmuş Aslan’a ve geri bildirimleri ile katkı sunan, nezaketi ile rol model olan Dr. Öğr. Üyesi İrem Gürgah Oğul’a,

Bilgi birikimi, akademik rehberliği ve yönlendirmeleri sayesinde tezimin bilimsel niteliğinin ve derinliğinin artmasına katkı sağlayan, her soruma içtenlikle yanıt veren, çalışmamın her bölümünü titizlikle okuyarak detaylı ve yapıcı geri bildirimlerde bulunan, aynı zamanda sürecin duygusal yükünü paylaşarak manevi olarak da yanımda olan Dr. Öğr. Üyesi Merve Yıldırım Seheryeli’ye,

Akademik duruşu, derin bilgi birikimi ve her zaman çözüm odaklı, pozitif yaklaşımıyla bana ilham veren; sadece akademik rehberliğiyle değil, aynı zamanda insani yönüyle de bu süreci benim için daha anlamlı kılan Prof. Dr. Şener Büyüköztürk’e ve Prof. Dr. Yaşar Özbay’a,

Bana inanan, akademik rehberlikten öte bir güvenle yanımda olan, özellikle zorlandığım anlarda psikolojik olarak destek veren, varlıklarıyla motivasyonumu ve kararlılığımı pekiştiren Doç. Dr. Burcu Gürkan Ercan’a, Doç. Dr. Ufuk Akbaş’a ve Dr. Öğr. Üyesi Özgür Osman Demir’e,

Hasan Kalyoncu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Okul Öncesi Eğitimi Anabilim Dalı öğretim üyeleri Doç. Dr. Şermin Metin, Dr. Öğr. Üyesi Esra Akgül, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ceylan, Arş. Gör. Zeliha Damla Kalyenci ve tüm Hasan Kalyoncu Üniversitesi Eğitim Fakültesi ailesine süreç boyunca sağladıkları akademik ve idari destekler için teşekkür ederim.

Yazılım ve teknik konularda her zaman yanımda olan, gece gündüz demeden desteğini esirgemeyen Barış Çamsarı ve Zeynep Çamsarı çiftine,

Uygulama sürecinde emeği geçen Ökkeş Hançer, İbrahim Tanış, Mustafa Sarıgül, Orhan Öztürk, Yeliz Yurdakal, Cansu Soylu, İsmail Yürütmen, Yasemin Kurt ve Seda Nur Totcu'ya,

Tez sürecimde büyük özveriyle yanımda olan öğrencim İrem Sarı'ya ve test geliştirme sürecinde destek veren öğrencilerim Cansel Geyik, Hatice Erkan, Şeyda Korkmazgil ve Duygunur Gözübüyük'e,

İyi günde kötü günde yanımda olan, motivasyonumu her daim yüksek tutan canım arkadaşlarım Esra Kaya, Leman Özkurt, Zekiye Ağca, Gizem Korkmaz, Ceren Söğüt, Büşra Nur Durmaz ve Mihriban Özcan'a içtenlikle teşekkür ederim.

Hayatım boyunca bana her zaman inanan ve her türlü desteği sunan sevgili annem Fatma Bilir ve babam Mehmet Bilir'e, üzerimdeki emekleri için minnettarım. Onlar sayesinde bugün buradayım. Varlıklarıyla hayatımı renklendiren kıymetli yeğenlerim Cemal, Çağatay, Kerem ve Defne'ye sevgilerimle...

Sevgisi ve desteğiyle beni güçlendiren canım eşim Yalçın Çevik'e... Bu yolculukta beni hep sarıp sarmaladığı için sonsuz teşekkürler.

Ve bu araştırmaya katkı sunan tüm çocuklara teşekkür ederim; onların varlığı, bu çalışmayı anlamlı kılmıştır.

Büşra BİLİR ÇEVİK
Gaziantep - 2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
EKLER LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	3
1.2. Çalışmanın Önemi	4
1.3. Özgün Değer ve Katkı	5
1.4. Varsayımlar.....	8
1.5. Sınırlılıklar	8
1.6. Tanımlar.....	8
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	10
2.1. Erken Çocuklukta Matematik Eğitimi	10
2.1.1. Erken çocukluk döneminde matematik öğrenme sürecini etkileyen faktörler	13
2.1.2. Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımı (Realistics mathematics education)	15
2.1.3. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) standartları	20
2.2. Erken Çocukluk Döneminde Geometri Eğitimi.....	24
2.2.1. Çocukta geometrik düşüncenin gelişimine ilişkin kuramsal bakış	28
2.2.2. Öğrenme rotaları yaklaşımı (Learning trajectories).....	33
2.2.3. EÇE Okul Öncesi Eğitim Programı'nda (2024) geometri	46
2.2.4. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı'nda geometri	47
2.3. Erken Çocukluk Eğitiminde Teknoloji Kullanımı.....	48
2.3.1. Teknoloji destekli erken geometri öğretimi.....	50
2.3.2. Erken çocukluk eğitiminde tabletlerin kullanımı.....	51
2.4. Erken Çocukluk Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi.....	53

2.4.1. Erken çocuklukta geometri eğitiminde artırılmış gerçeklik teknolojisi	57
2.5. Erken Çocukluk Eğitiminde Sosyoekonomik Düzeyin Etkileri	60
2.5.1. Erken çocukluk matematik eğitiminde sosyoekonomik düzeyin etkileri	61
2.6. İlgili Araştırmalar	63
2.6.1. Yurt içi yayınlarda erken çocuklukta geometri ile ilgili çalışmalar.....	63
2.6.2. Yurt dışı yayınlarda erken çocuklukta geometri ile ilgili çalışmalar.....	67
2.6.3. Yurt içi yayınlarda erken çocuklukta artırılmış gerçeklik teknolojisi ile ilgili çalışmalar	74
2.6.4. Yurt dışı yayınlarda erken çocuklukta artırılmış gerçeklik teknolojisi ile ilgili çalışmalar	78
3. YÖNTEM	87
3.1. Materyal	87
3.2. Yöntem.....	88
3.2.1. Çalışma grubu	91
3.2.2. Veri toplama araçları (Dijital Erken Geometri Testinin Geliştirilmesi)	97
3.3. İşlem.....	114
3.3.1. Artırılmış gerçeklik destekli öğretim uygulamalarının geliştirilmesi (AR-EGOP).....	115
3.3.2. Verilerin toplanması	148
3.4. Verilerin Analizi	153
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	158
5. SONUÇ ve TARTIŞMA	163
5.1. Artırılmış Gerçeklik Destekli Olan (AR-EGOP) ve Artırılmış Gerçeklik Destekli Olmayan (EGOP) Programların Okul Öncesi Çocukların Erken Geometri Becerisine Etkisine Yönelik Bulguların Tartışılması	163
6. ÖNERİLER	174
6.1. Araştırmacılara yönelik öneriler	174
6.2. Uygulamaya yönelik öneriler.....	175
KAYNAKÇA.....	176
EKLER	211
ÖZGEÇMİŞ	223

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

AR: Artırılmış gerçeklik

AR-EGOP: Artırılmış destekli erken geometri öğretim programı

DEGT: Dijital erken geometri testi

EGOP: Artırılmış destekli olmayan erken geometri öğretim programı

GME: Gerçekçi matematik eğitimi

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

NAEYC: National Association for the Education of Young Children (Ulusal Küçük Çocuklar Eğitimi Derneği)

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics (Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi)

TYMM-OÖEP: Türkiye yüzyılı maarif modeli okul öncesi eğitim programı

SED: Sosyoekonomik düzey

ZPD: Zone of proximal development (Yakınsak gelişim alanı)

TABLÖLAR LİSTESİ

- Tablo 1. 2B şekiller
- Tablo 2. 2B şekilleri oluşturma
- Tablo 3. Şekilleri ayırıştırma
- Tablo 4. 3B şekiller
- Tablo 5. 3B şekilleri oluşturma
- Tablo 6. Uzamsal görselleştirme ve imgeleme
- Tablo 7. Uzamsal yönelim
- Tablo 8. Öntest-sontest-kalıcılık kontrol gruplu yarı deneysel desen (4x3)
- Tablo 9. AFA demografik bilgi tablosu
- Tablo 10. DFA demografik bilgi tablosu
- Tablo 11. Dijital geometri testi öntest puanlarının betimsel istatistikleri
- Tablo 12. Çocukların öntest puanlarına ilişkin tek faktörlü ANOVA testi sonuçları
- Tablo 13. Dijital erken geometri testi KMO ve Bartlett testi değeri
- Tablo 14. Dijital erken geometri testi AFA sonucu elde edilen özdeğerler
- Tablo 15. Dijital erken geometri testinde yer alan maddelere ilişkin faktör yükleri
- Tablo 16. Dijital erken geometri testi DFA sonuçları
- Tablo 17. TEMA-3 GEAT ve DEGT'ten elde edilen toplam puanlara ilişkin betimsel istatistikler
- Tablo 18. DEGT, TEMA-3, GEAT ölçüt geçerliği sonuçları
- Tablo 19. Dijital erken geoemtri testi güvenilirlik kanıtları
- Tablo 20. Dijital Erken Geometri Testi örnek maddeler
- Tablo 21. AR-EGOP ihtiyaç analizinde görüşme yapılan öğretmenlerin demografik bilgileri
- Tablo 22. AR-EGOP ihtiyaç analizi soruları ve analiz sonuçları
- Tablo 23. AR-EGOP'un alt alanları ve özellikleri (Clements ve Sarama, 2004; NCTM, 2000).

Tablo 24. Alt alanlara ilişkin artırılmış gerçeklik destekli erken geometri programı kazanımları

Tablo 25. AR-EGOP etkinlik matrisi

Tablo 26. AR-EGOP örnek etkinlik planı

Tablo 27. AR-EGOP ve EGOP uygulama süreci öğretmen gözlem formu değerlendirme sonuçları

Tablo 28. Deney1, deney2, deney3 ve kontrol grubunun Dijital Erken Geometri Testi öntest, sontest ve kalıcılık testi ölçümlerine ait normallik testi sonuçları

Tablo 29. Deney1, deney2, deney3 ve kontrol grubunun Dijital Erken Geometri Testi fark puanları ölçümlerine ait normallik testi sonuçları

Tablo 30. Dijital Erken Geometri Testi ortalama ve standart sapma değerleri

Tablo 31. Dijital Erken Geometri Testi fark puanlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri

Tablo 32. Dijital Erken Geometri Testi fark puanları için tek faktörlü ANOVA sonucu

Tablo 33. Deney ve kontrol grupları ile fark puanlarının ikili karşılaştırmalarına ilişkin Bonferroni Testi sonuçları

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1. Gerçekçi matematik eğitiminin ilkeleri
- Şekil 2. NCTM standartları
- Şekil 3. Öğrenme rotaları, Clements ve Sarama (2009)
- Şekil 4. Erken dönem matematik alanlarına yönelik öğrenme rotaları
(Clements ve Sarama, [LT]², 2004)
- Şekil 5. Milgram ve Kishino'nun (1994) geliştirdiği "Gerçeklik-Sanallık Sürekliliği" modeli
- Şekil 6. Araştırma süreci
- Şekil 7. Çalışma grupları
- Şekil 8. Dijital erken geometri testi 27 madde için yamaç-birikinti grafiği
- Şekil 9. Dijital erken geometri testi DFA sonucu
- Şekil 10. Dijital Erken Geometri Testi giriş ekranı
- Şekil 11. Dijital Erken Geometri Testi soru ekranı-1
- Şekil 12. Dijital Erken Geometri Testi soru ekranı-2
- Şekil 13. Dijital Erken Geometri Testi kısmi puanlama anahtarı ekranı
- Şekil 14. Dijital Erken Geometri Testi sonuç ekranı
- Şekil 15. Deney1, deney2, deney3 ve kontrol gruplarının öntest, sontest ve kalıcılık ölçümlerinden elde edilen Dijital Erken Geometri Testi puan ortalamalarına ilişkin değişim grafiği

EKLER LİSTESİ

EK-1 AR-EGOP Kazanım-Gösterge-Kavram Tablosu

EK-2 AR-EGOP Gözlem Formu

EK-3 EGOP Gözlem Formu

EK-4 MEB İzni

EK-5 Etik Kurul İzni

EK-6 Bilgilendirilmiş Onam Formu

EK-7 Belirtke Tablosu (Dijital Erken Geometri Testi)

EK-8 Uzman Görüşü Formu-DEGT

EK-9 AR-EGOP İhtiyaç Analizi Formu



1. GİRİŞ

Dijital teknolojiler, eğer içeriği iyi tasarlanırsa ve çocuğun gelişim aşamasına uygun, sağlam ve iyi yapılandırılmış bir kuramsal temelde planlanırsa, hem öğretmenlere hem de çocuklara birçok alanda avantaj sağlayabilir (Kucirkova, 2014). Teknolojinin dahil edildiği eğitsel programların, küçük çocuklarda daha kalıcı öğrenmeler sağlayarak erken matematik becerilerinin gelişimine olanak tanıdığına ilişkin bazı kanıtlar mevcuttur (Moyer-Packenham vd., 2015; Zaranis vd., 2013). Bu bağlamda, dijital teknolojilerin eğitim ortamlarına entegrasyonuna yönelik çalışmaların artması gerekliliği dikkat çekmektedir. Bu teknolojiler arasında son yıllarda öne çıkan yenilikçi teknolojilerden biri de Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality, AR) teknolojisidir.

AR teknolojisinin eğitim ortamlarına entegre edilmesi, çocukların özellikle soyut kavramları anlamlandırma süreçlerine olumlu yönde katkı sağlamaktadır. Piaget'in bilişsel gelişim kuramına göre, okul öncesi çocuklar somut işlemler dönemindedir ve soyut kavramları zihinsel olarak anlamlandırmada güçlük yaşayabilmektedirler (Piaget, 1952). Bu durum, özellikle erken geometri bağlamında daha da belirgin hâle gelmekte; görsellerde kullanılan boyutlar, çocuklar için anlamlandırması karmaşık yapılar oluşturabilmektedir (Clements ve Sarama, 2009). Geleneksel öğretim yöntemleriyle sunulan iki boyutlu çizimlerin, çocukların üç boyutlu nesne ve kavramları anlamlandırma süreçlerinde sınırlı etki yarattığı bilinmektedir. Oysa AR uygulamaları aracılığıyla sunulan üç boyutlu görseller, çocukların kavramları anlamalarını daha etkili biçimde desteklediği ifade edilebilir (Criollo vd., 2021; Faridi vd., 2020). Yapılan çalışmalar da okul öncesi dönemde artırılmış gerçeklik ile sunulan geometri öğretiminin çocukların geometri becerisini desteklediğini ortaya koymaktadır (Aydoğdu ve Kelpšiene, 2021; Gecü-Parmaksız, 2017; Hassan vd., 2021; Zhu vd., 2017). Örneğin, Gecü Parmaksız (2017) okul öncesi dönemde geleneksel yöntemle ve Artırılmış Gerçeklik destekli tabletlerle geometrik şekillerin öğrenimini ve uzamsal becerileri karşılaştırmış ve deney

grubundaki çocukların geometrik şekil öğrenimi ve uzamsal becerilerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Çocukların erken yaşta geometri becerisinin gelişmesi, ilerleyen yıllardaki matematiksel başarıları açısından önemli bir belirleyicidir (Moss vd., 2015). Geometri eğitimi, çocukların fiziksel çevreyi algılama, anlamlandırma ve organize etme becerilerini desteklemenin yanı sıra, mantıksal muhakeme ve problem çözme gibi üst düzey bilişsel becerilerin gelişimine de katkı sunar (Copley, 2010; French, 2004; Jones ve Mooney, 2003). Ayrıca geometri öğreniminin, okula hazırbulunuşluk düzeyi, sayı ve aritmetik kavramlarıyla ilgili beceriler (Arcavi, 2003) matematiksel düşünme yetileriyle güçlü ilişkiler gösterdiği çeşitli çalışmalarda vurgulanmıştır. Nitekim geometri etkinliklerine katılan çocukların eleştirel ve yaratıcı düşünme eğilimlerinin geliştiği, matematik eğitime karşı daha olumlu tutum sergiledikleri de ifade edilmektedir (Saraçoğlu, 2015). Bu bağlamda çocukların erken geometri becerisinin gelişmesi için yapılan çalışmaların kapsamı, içerdiği kavramlar ve öğretim yaklaşımları ülkemizde de çeşitli araştırmalara konu olmuştur.

Türkiye’de erken geometri eğitime yönelik yapılan çalışmalarda, çoğunlukla şekil tanıma, şekil seçme ve sınıflandırma gibi temel kavramların ele alındığı dikkat çekmektedir (Aktaş Arnas ve Aslan, 2007; Çalıkoğlu Bali ve Boz, 2004; Kesicioğlu ve Tuncer, 2011; Kesicioğlu, 2013; Kesicioğlu ve Alisinanoğlu, 2014; Sancak, 2003; Yalım, 2009). Ancak alanyazında erken geometri öğretiminin yalnızca şekil tanımaya yönelik değil; aynı zamanda şekil seçimi, gruplandırma, iki ve üç boyutlu şekillerin oluşturulması, şekil kompozisyonları, ölçme ve karşılaştırma, örüntü oluşturma, yön kavramları (sağ-sol), paralel ve dik kenarları tanıma, zihinsel döndürme, perspektif alma, simetri, görsel oluşturma ile şekiller arasındaki ilişkileri anlama gibi çok boyutlu kavramları da kapsadığı görülmektedir (Aslan vd., 2024; Hung ve Fang, 2010; Koleza ve Giannisi, 2013; Xistouri ve Pitta-Pantazi, 2011). Bu çok boyutlu yapıya uygun biçimde, dijital ve etkileşimli yaklaşımların da öğretim sürecine dahil edilmesi gerekmektedir. Uluslararası alanyazında AR destekli öğretim uygulamalarının erken geometri eğitimi üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular giderek artmakla birlikte (Aydoğdu ve Kelpšiene, 2021; Hassan

vd., 2021; Zhu vd., 2017), Türkiye bağlamında bu tür araştırmalar, elde edilen etkinin AR teknolojisinden mi yoksa öğretim programının içeriğinden mi kaynaklandığını ayırtmakta yetersiz kalabilmektedir. Bu bağlamda, AR destekli öğretim programlarının etkililiğini daha kapsamlı şekilde değerlendirmek amacıyla yapılandırılmış çok gruplu deneysel tasarımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma, alanyazındaki bu eksiği gidermek amacıyla planlanmış olup; artırılmış gerçeklik destekli ve artırılmış gerçeklik destekli olmayan öğretim programlarının erken geometri becerileri üzerindeki etkisini, geleneksel uygulamalarla karşılaştırmalı olarak deneysel düzeyde ortaya koymayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda çalışma, okul öncesi eğitimde teknoloji entegrasyonuna yönelik alanyazına hem kuramsal hem de uygulamalı düzeyde katkı sunmayı amaçlamaktadır.

Bu bilgilerden yola çıkılarak bu çalışmada artırılmış gerçeklik destekli öğretim uygulamalarının, 60-72 aylık okul öncesi çocukların erken geometri becerisinin gelişimine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, artırılmış gerçeklik destekli öğretim uygulamalarının, 60-72 aylık okul öncesi çocukların erken geometri becerisinin gelişimine etkisini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda çalışma üç aşamalı olarak planlanmıştır. Birinci aşama çocukların erken geometri becerisini ölçebilmek amacıyla alanda bir ihtiyaç olan Dijital Erken Geometri Testi'nin geliştirilmesidir. İkinci aşama araştırmanın deney gruplarında ortak olarak uygulanacak olan AR destekli olan ve AR destekli olmayan programların oluşturulmasıdır. Üçüncü aşamada ise geliştirilen müdahale programlarının deneysel işlem ile test edilmesidir. Araştırma sorusuna aşağıda yer verilmiştir.

1. Artırılmış gerçeklik destekli öğretim uygulamaları, 60-72 aylık okul öncesi çocukların erken geometri becerisini geliştirmede etkili midir?"

1.2. Çalışmanın Önemi

Artırılmış gerçeklik destekli öğretim uygulamalarının, okul öncesi dönem çocukların erken geometri becerisinin gelişimine etkisini incelemeyi amaçlayan bu araştırma, çocukların teknolojik uygulamalar aracılığıyla geometri becerisinin desteklenmesine yönelik önemli katkılar sunacaktır. Özellikle düşük SED grubundaki çocukların erken yaşta teknolojik araçlarla desteklenmiş nitelikli eğitim deneyimlerine erişimlerinin sınırlı olduğu düşünüldüğünde, bu çalışmanın fırsat eşitliği ilkesine dayalı bir öğrenme ortamı sunma potansiyeli taşıdığı söylenebilir.

Araştırmadan elde edilecek sonuçlar, öğretmenlerin sınıf içi öğretim süreçlerine artırılmış gerçeklik teknolojisini nasıl dâhil edebilecekleri konusunda yol gösterici olacaktır. Öğretmenler, çocuklara doğal ve günlük yaşamla bağlantılı deneyimlerinden yola çıkarak AR destekli öğrenme ortamları sunabilecek; bu sayede çocukların geometriye ilişkin kavramları daha somut ve anlamlı şekilde yapılandırmalarına yardımcı olabileceklerdir.

Çalışmanın sonuçları aynı zamanda, program geliştirme uzmanları açısından da değerli veriler sunacaktır. Araştırma, erken geometri becerisine yönelik artırılmış gerçeklik destekli olan ve artırılmış gerçeklik destekli olmayan öğretim uygulamalarının etkisini ortaya koyarak, okul öncesi eğitim programlarına entegre edilebilecek AR ile öğretime yönelik program öğelerinin yapılandırılmasına rehberlik edecektir. Bununla birlikte, özellikle okul öncesi eğitime yönelik dijital içerik üreticileri ve öğretim tasarımı alanında çalışanlar için uygun modeller sağlayacaktır. Etkinliklerin pedagojik temellere dayandırılarak hazırlanması hem içerik hem de teknik açıdan örneklerin ortaya çıkmasına yardımcı olacak ve bu alanda yapılan ürün geliştirme çalışmalarına ışık tutacaktır.

Bu çalışmada geliştirilecek olan Dijital Erken Geometri Testi (DEGT), hem araştırmacılar hem de öğretmenler için önemli bir kaynak olacaktır. Çünkü geometri becerisini ölçmek için dijital ve etkileşimli bir ölçme aracı sunulacaktır. Bu testin

güvenilirliği ve geçerliliği kanıtlanmış olması, daha sonraki çalışmalarda benzer yaş gruplarıyla yapılacak dijital değerlendirmelere örnek teşkil edecektir.

Sonuç olarak, çocukların AR destekli geometri öğretimiyle tanışmaları onların ilkokula daha donanımlı bir şekilde başlamalarına, gelişimsel farklılıkların erken dönemde giderilmesine ve eğitsel fırsat eşitliğinin sağlanmasına katkı sunacaktır. İlgili yönleriyle, araştırmanın çocuklara, öğretmenlere, program geliştirme uzmanlarına, dijital eğitim materyali tasarlayanlara ve erken çocukluk döneminde teknolojinin kullanımı ile ilgili çalışan uzmanlara yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

1.3. Özgün Değer ve Katkı

Artırılmış gerçeklik destekli öğretim uygulamalarının, 60-72 aylık düşük SED'den gelen okul öncesi çocukların erken geometri becerisinin gelişimine etkisini incelemeyi amaçlayan bu araştırma pek çok açıdan özgün değere sahiptir.

Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte eğitimde yeni uygulamalar kullanılmaya başlanmıştır. Bu uygulamalardan biri olan Artırılmış Gerçeklik (AR) teknolojisi, görselleştirme, etkileşim ve deneyim boyutlarını öğrenme süreçlerine entegre eder. Araştırmalar, AR destekli eğitim uygulamalarının çocukların öğrenme süreçlerine ve eğitimsel çıktılarına fayda sağladığını göstermektedir (Cascales-Martínez vd., 2017; Huang vd., 2015; Radu vd., 2016; Rambli vd., 2013; Safar vd., 2017; Zhu vd., 2017). Bu sonuçlar, okul öncesi dönemde çocukların gelişimini çok yönlü olarak AR teknolojilerinin destekleyebileceğini göstermektedir. AR'ın eğitimde kullanılmasının gelecekte iyi bir öğrenme aracı olacağı konusunda hemfikir olan derleme çalışmaları yer almaktadır (Dalim vd., 2017; Liono vd., 2021). Bu nedenle, bu çalışmada geliştirilecek programın AR destekli olması, potansiyel olarak yenilikçi olması nedeniyle önemli bir farklılık değeri taşımaktadır. Bununla birlikte, erken çocukluk döneminde AR uygulamalarının çoğu dikkat, motivasyon, kavram öğretimi ve hikâye anlatımı gibi konulara odaklanmaktadır (Akçayır ve Akçayır, 2017; Yılmaz ve Göktaş, 2017; Aydoğdu, 2021). Geometrik şekilleri öğretmek için AR teknolojisinin kullanımı oldukça

sınırlıdır (Zhu vd., 2017). Bu nedenle bu çalışmada, artırılmış gerçeklik (AR) destekli olan (AR-EGOP) ve artırılmış gerçeklik destekli olmayan (EGOP) programların etkisini karşılaştırmak (etkinin AR'dan mı kaynaklandığını belirlemek) ve uygulayıcı etkisini kontrol altına almak amacıyla, üç deney ve bir kontrol grubu ile planlanmıştır. Bu nedenle, bu çalışma, erken çocuklukta geometri eğitimi bağlamında AR teknolojisinin pedagojik potansiyelini araştırarak literatüre özgün bir katkı sunmayı hedeflemektedir.

Erken çocuklukta geometri öğretimi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde bu çalışmaların çoğunlukla orta ve üst SED gruplarındaki çocuklar üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Seo ve Gingsburg, 2004). Oysaki SED kaynaklı dezavantajların erken dönemde ortadan kaldırılmasının dezavantajlı ailelerden gelen çocuklar için önemi pek çok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Clements ve Sarama, 2011; Heckman, 2006; Duncan vd., 2014). Bu nedenle bu çalışma, düşük SED ailelerden gelen çocuklarla yürütülecek olması açısından özgün bir değere sahiptir.

Üçüncüsü, metodolojik açıdan incelendiğinde teknoloji destekli araştırmaların pek çoğunun tek gruplu deneysel desende çalışmalardan oluştuğunu görmekteyiz (Barab vd., 2005; Dunleavy vd., 2009; Liu, 2009; Özel vd., 2025). Bu çalışmalar, özellikle artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ya da dijital oyun temelli öğrenme ortamlarının çocukların akademik başarıları, motivasyonları ve kavramsal anlayışları üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Ancak bu tür desenlerde kontrol grubu yer almadığı için, elde edilen kazanımların gerçekten uygulanan müdahale programına mı yoksa zamanla doğal olarak oluşabilecek gelişimler gibi dışsal etkilere mi bağlı olduğu net bir şekilde anlaşılamamaktadır. Bu çalışmaların çoğu çocukların müdahale programı sonunda eğitsel açıdan önemli kazanımlar elde ettiğini ortaya koymakla birlikte araştırmacılar deneysel çalışma tasarımlarının zamana eşdeğer bir kontrol grubu içermesi gerektiğini özellikle vurgulanmaktadır (Kucirkova, 2014). Tek gruplu gerçekleştirilen bu araştırmalarla ilgili üzerinde en çok tartışılan konulardan birisi çocukların başarı puanlarındaki artışın gelişimsel bir durumdan mı kaynaklandığı yoksa müdahale programının etkililiğinden mi kaynaklandığı yönündedir. Araştırmacılar, deney kontrol gruplarından oluşan karşılaştırma çalışmalarının dijital

teknolojilerin dahil edildiği eğitim programlarının etkililiğini ortaya koymada önemli olduğunu vurgulamaktadırlar. Bu amaçla ilgili araştırmada üç deney ve bir kontrol grubu aracılığıyla AR destekli öğretim uygulamalarının etkililiğini sınamak amacıyla öntest-sontest-kalıcılık kontrol gruplu desen (4x3) kullanılmıştır. Bu anlamda, araştırma yöntem açısından da özgün değere sahiptir.

Ülkemizde erken geometri becerisine yönelik test geliştirme çalışmaları incelendiğinde erken çocukluk eğitimi alanında Aslan ve Aktaş Arnas (2004) geliştirdiği Geometrik Şekilleri Tanıma Testi, Güven'in (2016) Erken Geometri Beceri Testi ve İvrendi, Erol ve Atan'ın (2018) geliştirdiği 5-6 Yaş Çocuklarına Yönelik Geometri ve Uzaysal Algı Testi bulunmaktadır. Mevcut bu testler bazı sınırlılıklar barındırmaktadır. Bu amaçla, çalışmada çocuklarda öğrenmenin anlamlı olup olmadığını anlamak ve tesadüfi sonuçların oluşumunu en aza indirmek amacıyla kısmi puanlama anahtarına sahip ve dijital ortamda uygulanan bir Dijital Erken Geometri Testi geliştirilmiştir. Erken Geometri Testi'nin dijital ortamda geliştirilmesi, çalışmanın hem yenilikçi hem de sürdürülebilir bir çerçevede ele alınmasını sağlamaktadır. Bu yaklaşımla, geleneksel kağıt kullanımı önemli ölçüde azaltılarak çevresel etkiler en aza indirgenmiş ve yanıtların otomatik olarak kaydedilmesiyle hem veri güvenliği hem de analiz süreçlerinde hız ve doğruluk sağlanmıştır. Ayrıca, test sonuçlarının anında raporlanabilir olması, uygulama süreçlerini kolaylaştırmış ve zaman yönetimini daha verimli hale getirmiştir. Bu çalışmanın, dijital araçların eğitim materyallerine entegrasyonu konusunda örnek teşkil ettiği ve ölçme değerlendirme süreçlerinde yenilikçi bir yöntem olarak özgün bir değer taşıdığı düşünülmektedir.

Son olarak, bu araştırmadan elde edilmesi planlanan bulguların, eğitimde teknoloji entegrasyonuna ilişkin müdahaleleri içeren yeni çalışmalar başlatılmasına temel oluşturması ve katkı sağlaması açısından da çalışma özgün bir değere sahiptir.

1.4. Varsayımlar

Araştırmanın temel varsayımları şunlardır:

1. Çocukların erken geometri becerisine ilişkin özelliklerinin “Dijital Erken Geometri Testi” ne nesnel yansıdığı;
2. Araştırmanın çalışma grubunu oluşturan çocukların hem okuldaki gelişim kayıt dosyaları hem de sınıf öğretmenlerinin gelişimsel gözlemleri doğrultusunda, yaşlarına uygun biçimde tipik gelişim özellikleri gösterdikleri varsayılmıştır.

1.5. Sınırlılıklar

- Deneyisel işlemin ön müdahale uygulaması sırasında, Ahşap Geometrik Şekiller adlı artırılmış gerçeklik uygulamasının sürümünün güncel olmadığı ve bu nedenle tablet cihazlara yüklenemediği tespit edilmiştir. Bu durum üzerine, uygulama sürecinde Geometry AR adlı alternatif artırılmış gerçeklik uygulaması kullanılmıştır.
- Kalıcılık testine ilişkin verilerin, son testten üç hafta sonra toplanması planlanmış olmakla birlikte; veri toplama süreci öğretmenlerin seminer haftalarına denk geldiğinden dolayı, uygulama takvimi yeniden düzenlenmiş ve kalıcılık verileri son testten iki hafta sonra toplanmıştır.

1.6. Tanımlar

Erken Geometri Eğitimi: Erken geometri eğitimi, okul öncesi çocukların şekil tanıma, uzamsal ilişkileri anlama, yön-kavramları ve örüntülerle ilgili temel matematiksel becerileri edinmelerini hedefleyen yapılandırılmış öğrenme süreçlerini kapsar. Bu eğitim, çocukların somut materyallerle etkileşim kurarak deneyimsel öğrenmelerine olanak tanır (Clements & Sarama, 2009).

Artırılmış Gerçeklik: Artırılmış gerçeklik, dijital içeriklerin (örneğin ses, görüntü, 3B model) gerçek dünya üzerine yerleştirilerek kullanıcıya hem fiziksel hem dijital unsurları içeren zenginleştirilmiş bir deneyim sunan teknolojidir. Eğitim bağlamında AR, soyut kavramların somutlaştırılmasına yardımcı olurken, çocukların motivasyonunu ve etkileşimini artırır (Akçayır ve Akçayır, 2017).

Öğrenme Rotaları: Öğrenme rotaları, çocukların belirli bir matematiksel kavrama ulaşmak için geçmeleri beklenen gelişimsel aşamaları ve bu aşamalarda etkili olan öğretim stratejilerini tanımlar. Clements ve Sarama (2004), bu kavramı belirli bir matematiksel hedef, çocuğun gelişimsel ilerlemesi ve bu seviyeyle eşleştirilmiş belirli matematiksel etkinlikler olmak üzere üç bileşenle açıklamıştır.

Gerçekçi Matematik Eğitimi: Gerçekçi Matematik Eğitimi, çocukların matematiksel kavramları günlük yaşamla ilişkili, anlamlı problemler aracılığıyla keşfetmelerini ve inşa etmelerini temel alan bir yaklaşımdır. Hollanda’da Freudenthal tarafından geliştirilen bu yaklaşım, çocukların aktif katılımını, keşfetmeye dayalı öğrenmeyi ve matematiğin yaşantısal temellerini vurgular (Gravemeijer, 1994).

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde, araştırmanın kuramsal temelini oluşturan temel kavramlar ve yaklaşımlar detaylı bir biçimde ele alınmaktadır. Erken çocukluk dönemi, bireyin bilişsel, sosyal ve duyuşsal gelişiminin temellerinin atıldığı, öğrenmeye en açık olduğu evrelerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda, özellikle matematik eğitiminin bu gelişimsel süreçle uyumlu bir şekilde yapılandırılması büyük önem taşımaktadır. Bu çerçevede öncelikle erken çocuklukta matematik eğitiminin genel ilkeleri, Gerçekçi Matematik Eğitimi, bu alanda uluslararası standartlar arasında yer alan NCTM Standartları ele alınmıştır. Ardından, erken çocukluk döneminde geometri eğitiminin önemi vurgulanarak bu sürece uluslararası literatürde yön veren Öğrenme Rotaları Yaklaşım'na yer verilmiştir. Türkiye'de uygulanan Okul Öncesi Öğretim Programı-Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde ve EÇE Okul Öncesi Eğitim Programı'nda (2024) erken geometri alanı açıklanmıştır.

Bununla birlikte, günümüz eğitim ortamlarında teknolojinin giderek artan etkisi göz önüne alınarak, erken çocuklukta teknoloji kullanımına ve özellikle geometri eğitiminde teknolojinin yeri ile birlikte artırılmış gerçeklik teknolojisine yer verilmiştir.

Ayrıca, çocuğun yaşadığı çevresel koşulların eğitim sürecine etkisi göz ardı edilemeyeceğinden, sosyoekonomik düzeyin erken çocukluk eğitime ve özellikle matematiksel gelişime etkileri de bu bölümde ele alınmaktadır. Bu bağlamda, fırsat eşitsizliğinin yarattığı öğrenme farklılıkları değerlendirilmektedir.

Son olarak hem yurt içi hem de yurt dışı literatürde erken çocuklukta geometri eğitimi ve artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımı ile ilgili gerçekleştirilen araştırmalar incelenerek mevcut çalışmanın kuramsal arka planı güçlendirilmiştir.

2.1. Erken Çocuklukta Matematik Eğitimi

Erken çocukluk matematik eğitiminin temel amacı, çocukların matematiğe olan doğal ilgilerini desteklemek ve onlara zengin ve gelişimsel olarak uygun öğrenme

deneyimleri sunmaktır (NAEYC ve NCTM, 2010). Küçük çocuklar, matematiksel kavramlara karşı doğuştan ilgi gösterebilmektedirler. Aynı zamanda küçük çocukların doğuştan matematiksel olarak düşünme ve öğrenme yeteneklerine sahip oldukları düşünülmektedir (Clements ve Sarama, 2009; Çelik, 2022). Bu doğal eğilim, erken çocukluk döneminde bilişsel gelişime katkı sunmak için yüksek kaliteli matematik deneyimi edinmenin önemini vurgulamaktadır (Clements ve Sarama, 2009).

Okul öncesi dönemde elde edilen matematiksel deneyimler, çocukları daha sonraki eğitim aşamalarına hazırlarken aynı zamanda çocukların ilkökula hazırbulunuşluk düzeylerini arttırmalarını da destekler. Erken çocukluk matematik eğitiminin birincil hedeflerinden biri, çocukların matematiğe karşı olumlu bir bakış açısı kazanmalarını sağlamaktır. Aynı zamanda özgüven geliştirme ve yaşam boyu sürecek bir matematik sevgisi aşılamak da bu hedefler arasında yer almaktadır (Erdoğan ve Baran, 2005; NAEYC ve NCTM, 2010; Özkan, 2023). Bu nedenle, matematikle erken yaşta tanışan bir çocuk, üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye başlamaktadır (Erdoğan ve Baran, 2005; NAEYC ve NCTM, 2010).

Çocukların ileriki yaşamlarında matematik alanlarında başarılı olabilmeleri için erken matematikte sağlam bir temel oluşturulması gerekmektedir (Clarke vd., 2017). Buna paralel olarak araştırmalar, erken çocukluk döneminde matematik öğrenmenin, çocukların bilişsel gelişimini ve gelecekteki akademik başarılarını önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymaktadır (Altan vd., 2021; Cragg ve Gilmore, 2014; Cross vd., 2009; Çelik, 2022; Duncan vd., 2007; Linder vd., 2011; NAEYC ve NCTM, 2010; Prehatiningsih ve Suparno, 2019). Matematik, fen ve okuma gibi diğer akademik alanları da etkilemektedir (Özkan, 2023). Örneğin, Duncan vd. (2007) meta-analiz çalışmasında, okumaya oranla okul başlangıcındaki matematik becerilerinin ileriki dönemlerdeki başarıyı daha güçlü bir şekilde yordadığı sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde, anaokulunda sayıları ve saymayı iyi öğrenen çocukların, ilkökul ve ortaokul matematik sınavlarında daha başarılı oldukları sonucuna ulaşılmıştır (Jordan vd., 2009). Bu sonuçlar, çocukların matematiksel becerilerini erken yaşta geliştirmelerine destek olmanın, çocukların uzun vadeli eğitim yaşamları üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu

göstermektedir. Erken yaşta matematikle olumlu deneyimler yaşayan çocukların daha güçlü bir matematik özgüveni ve ileride matematik öğrenmeye daha istekli oldukları alan yazında sıklıkla da dile getirilmektedir (Else-Quest vd., 2010; Kandır vd., 2016).

Erken çocukta matematik eğitimi ile çocukların sayı, geometri, ölçme ve veri analizi gibi temel kavramları günlük hayatta anlamalarına yardımcı olmak hedeflenmektedir (Charlesworth, 2012; Linder vd., 2011). Çünkü matematiksel kavramlar, çocukların dünyayı daha iyi anlamalarını ve fikirlerini daha sistematik bir şekilde ifade etmelerini sağlar (Cross vd., 2009). Temel matematik kavramlarını öğretmek, birçok ülkenin erken çocukluk müfredatında hedeflenmektedir (Clements ve Sarama, 2004; NAEYC ve NCTM, 2010). Örneğin, Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi tarafından belirlenen standartlar ve okul öncesinde önem taşıyan konular; sayı- işlem, ölçme, uzamsal düşünme, geometri gibi becerilerin erken yaşta geliştirilmesi gerektiğini önermektedir (Cross vd., 2009). Benzer şekilde, Singapur'un okul öncesi eğitim programında matematik için ayrı bir "Numeracy (Aritmetik) Rehberi" oluşturulmuş ve üç ila altı yaş grubundaki çocuklar için ayrıntılı öğrenme hedefleri belirlenmiştir (Bozkurt vd., 2020). Bu kılavuza göre, çocukların matematiksel düşünme becerileri, sayılar ve işlemler, şekiller ve uzay, örüntüler ve ilişkiler gibi alt alanlarda kapsamlı etkinliklerle sistematik olarak desteklenmektedir (Bozkurt vd., 2020). Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Early Learning Standards & Common Core State Standards'ta sayılar, toplama/çıkarma, örüntüler, sıralama, karşılaştırma, şekiller, ölçme yer almaktadır. İngiltere'de Early Years Foundation Stage (EYFS) müfredatında Sayı bilgisi, sayma, dört işlem farkındalığı, şekiller, uzamsal farkındalık, örüntüler yer almaktadır. İsveç'te Läroplan för förskolan (Okul Öncesi Müfredatı) sayılar, miktarlar, karşılaştırmalar, sıralamalar, uzamsal ilişkiler yer alırken Yeni Zelanda'da Te Whāriki (Erken Çocukluk Müfredatı) sayı farkındalığı, örüntüler, ölçme, uzamsal kavramlar, mantık yürütme konuları yer almaktadır. EÇE Okul Öncesi Eğitimi Müfredatında (2024) ölçme, sınıflandırma, karşılaştırma, sıralama, birebir eşleştirme, sayı-işlem, konumlandırma, grafik oluşturma ve geometri konuları yer alırken, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı'nda da sayı ve sayma bilinci, örüntü ve

sıralama, karşılaştırma ve ölçme, geometrik şekiller ve uzamsal farkındalık ve veri toplama ve yorumlama konuları yer almaktadır. Bu doğrultuda ülkelerin birleştiği nokta, çocukların erken yaşlarda matematik konusunda sağlam bir temel edinmeleri gerektiğidir. Bu sağlam temelin oluşturulmasında ise, çocukların matematik öğrenme sürecini etkileyen çeşitli bireysel, çevresel ve pedagojik faktörlerin rolü büyüktür.

2.1.1. Erken çocukluk döneminde matematik öğrenme sürecini etkileyen faktörler

Etkili erken çocukluk matematik eğitimi için çok yönlü bir yaklaşım gereklidir. Bu yaklaşım, çocuğun gelişimsel özelliklerini, bireysel farklılıklarını ve öğrenme stillerini dikkate alan sistematik bir yapıyı gerektirir. Bu bağlamda, erken çocukluk döneminde matematik öğrenme sürecini etkileyen faktörlerin çok boyutlu bir bakış açısıyla ele alınması önem arz etmektedir. Aşağıda, bu süreci şekillendiren temel değişkenler detaylı olarak açıklanmıştır.

Çocukların bireysel özellikleri, aile ortamı (Çakmak ve Darıca, 2012), öğretmen niteliği ve toplumsal çevre gibi erken çocukluk döneminde matematik öğrenme sürecini etkileyen birçok faktör vardır. Çocuğun ilgi ve motivasyonu, öğrenme stili, bilişsel gelişim seviyesi ve hatta doğuştan gelen bazı yatkınlıklar, bireysel faktörler arasında sayılabilir (Kandır vd., 2016). Dikkat, çalışma belleği ve dürtü kontrolü gibi bilişsel beceriler, matematik öğrenimini etkileyebilir (Cragg ve Gilmore, 2014). Örneğin çalışma belleği, bir çocuk sayı sayarken daha uzun dizileri veya bir örüntüyü tamamlarken önceki adımları hatırlayabilir. Bu, onlara matematikte daha hızlı ilerleme fırsatı verir (Cragg ve Gilmore, 2014). Bunun yanı sıra, yaş ve olgunluk düzeyi de matematik öğrenimini etkilemektedir. Örneğin, 5-6 yaş grubundaki çocuklar, 3-4 yaş grubuna kıyasla daha ileri matematik kavramlarını öğrenebilirler (Unutkan, 2007).

Cinsiyet faktörü, erken çocukluk matematik öğreniminde uzun süre tartışılmıştır. Ancak yeni araştırmalar, bu yaşlarda biyolojik cinsiyetin önemli bir rol oynamadığını göstermiştir (Mata vd., 2012; Papadakis vd., 2021). Ulusal ve uluslararası çalışmalarda,

okul öncesi dönemdeki kız-erkek çocukların matematik yetenekleri arasında anlamlı fark olmadığını gösteren bulgular yer almaktadır (Else-Quest vd., 2010; Polat, 2007; Unutkan, 2007). Bununla birlikte, toplumsal cinsiyet yargıları ve yetişkin beklentileri, çocukların matematiğe olan güvenlerini ve ilgilerini etkileyebilmektedir (Else-Quest vd., 2010). Bazı toplumlarda, erkek çocukların matematikte daha iyi olduğuna dair yaygın bir inanç vardır. Bu inanç, büyüme sürecinde kız çocuklarının matematik konusunda yetersiz olduğunu düşüncelerine yol açabilir (Kandır vd., 2016). Sonuç olarak, erken çocukluk eğitiminde tüm çocuklara cinsiyetten bağımsız eşit fırsatlar sağlamak, onları matematiksel etkinliklere katılmaya teşvik etmek ve önyargıları ortadan kaldırmak çok önemlidir (Else-Quest vd., 2010; Kandır vd., 2016).

Çevresel faktörler arasında ailenin duyguları (inançları, tutumları, özyeterlilikleri) ve olanakları, sosyoekonomik düzey, okul ve öğretmen kalitesi gibi değerler yer alır. Aile, çocukların ilk ve en etkili öğrenme ortamıdır. Bu nedenle, ailelerin çocuklarına sağladığı matematiksel deneyimler ve bakış açısı, çocukların erken matematik öğrenimini doğrudan etkilemektedir (Greensfeld ve Deutsch, 2016; Gürgah Oğul ve Aktaş Arnas, 2020; Gürgah Oğul ve Aktaş Arnas, 2022; Starkey vd., 2004; Young-Loveridge, 2004). Günlük etkinlikler sırasında çocuğa fırsat tanınması, evde sayma oyunları oynamak, birlikte yemek yaparken malzemeleri ölçmek ve alışverişte para üstü hesaplamak gibi matematiksel becerilerini geliştirir (Starkey vd., 2004). Okul öncesi dönemde aileleri tarafından sık sık matematiksel etkinliklere (örneğin sayı sayma, basit toplama ve şekil bulma oyunları) katılan çocukların, bu etkinliklere katılmayan akranlarına kıyasla sayılar ve işlemler konusunda daha iyi olabileceğini gösteren araştırmalar vardır (Young-Loveridge, 2004; Clements ve Sarama, 2004). Bununla birlikte, ailelerin sosyo-ekonomik statüsü ve eğitim seviyesi de önemli bir rol oynar (Aslan, 2013).

Eğitim seviyesi yüksek ve maddi kaynakları daha fazla olan aileler, çocuklarına daha fazla öğrenme materyali sağlayabilir ve onlarla daha fazla öğrenme etkinliği yapabilir (Starkey vd., 2004; Jordan vd., 2009). Düşük gelirli ailelerden gelen çocuklar genellikle yüksek kaliteli matematik eğitimine ve kaynaklara erişimde engellere maruz kalırlar. Bu nedenle, sosyo-ekonomik durum, matematik başarısının önemli bir

öngörüsüdür (Aslan, 2013; Liu vd., 2024; Özkan, 2023). Nitekim yapılan araştırmalar, düşük sosyoekonomik düzeyde yaşayan çocukların okul öncesi döneminde matematik becerilerinde daha düşük seviyelere sahip olduklarını göstermektedir. Bu fark, okul sürecinde de devam edebilir (Jordan vd., 2009; Unutkan, 2007). Bu sonuçlar, özellikle dezavantajlı gruplar için okul öncesi matematik eğitiminin ve erken müdahale programlarının önemli olduğunu göstermektedir.

Erken matematik öğrenimini şekillendiren en önemli faktörlerden biri de okul ortamındaki öğretmendir. Matematik etkinliklerine önem verilen okullarda, çocukların matematiksel yeteneklerinin gelişmesi için çeşitli ortamlar oluşturulmaktadır (Papadakis vd., 2021). Okul öncesi öğretmenlerinin tutumları, öz-yeterlik algıları ve pedagojik formasyonları, sınıftaki matematik etkinliklerinin düzeyini ve nasıl yürütüldüğünü etkiler (Chen vd., 2014; Chen vd., 2023; Kandır vd., 2016; Linder vd., 2011). Literatürde, öğretmenin matematik konusundaki kendine güveninin yüksek olması, çocukların matematikte başarılı olmalarıyla pozitif bir ilişki gösterilmiştir (Karaman ve İvrendi, 2015; Kandır vd., 2016). Bu doğrultuda, matematik eğitiminde içeriğin ve kullanılan yöntemin, okul öncesi yıllarda çok önemli olduğu düşünülmektedir (Ceylan ve Aslan, 2023). Deneyimsel öğrenme, uygulamalı etkinlikler, oyunla keşif ve gerçek dünya ile ilgili problem çözme senaryoları, matematiksel kavramları anlamlı ve küçük çocukların hayatlarına uygulanabilir hale getiren etkili pedagojik uygulamalardan bazılarıdır (Capraro ve Kopparla, 2018; Maulida vd., 2022). Ancak bu uygulamaların öğretim sürecine etkili biçimde entegre edilebilmesi, planlı ve yapılandırılmış bir öğretim anlayışını gerekli kılmaktadır. Bu doğrultuda, bir sonraki bölümde Gerçekçi Matematik Eğitimi Yaklaşımı'na yer verilmiştir.

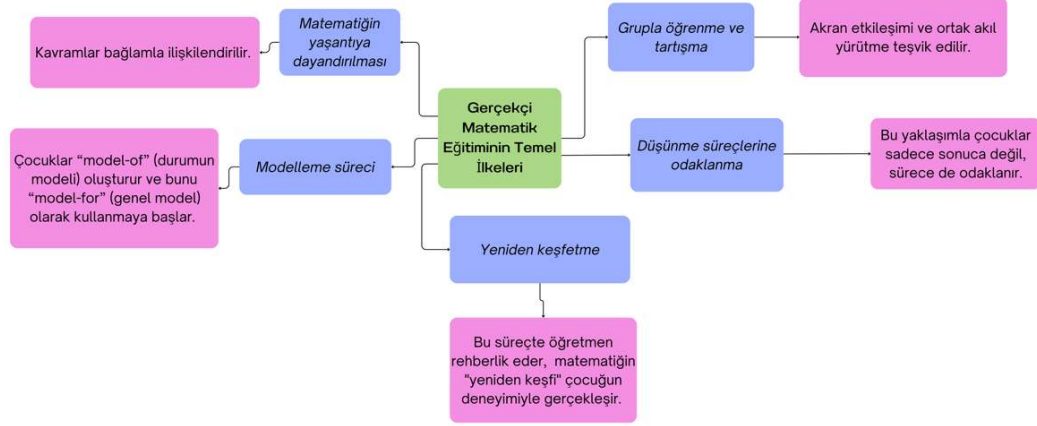
2.1.2. Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımı (Realistics mathematics education)

1970'lerde Hollanda'da Freudenthal Enstitüsü öncülüğünde geliştirilmiş bir matematik öğretim yaklaşımıdır. Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının (Realistics

mathematics education) (RME) kökenleri, 1960'larda "modern matematik" in soyut karakterine ve matematik öğretimindeki baskın mekanik yaklaşımına bir tepki olarak geliştirildiği döneme kadar uzanır (Alsina vd., 2016). Bu yaklaşımın temelini, matematiğin çocuklar için anlamlı hale getirilmesi düşüncesi oluşturur. Temelde, RME matematiksel fikirleri pratik bağlamlara yerleştirmeyi, çocukların katılımını teşvik etmeyi ve matematiksel modelleme sürecini önemsemektedir (Papadakis vd., 2021). RME'yi oluşturan Hans Freudenthal, "matematiğin bir insan etkinliği olduğunu" belirtmiş ve matematiği yeniden hayal etme sürecinde çocuğun katılımının gerekliliğini vurgulamıştır (Alsina vd., 2016). Freudenthal, matematiği soyut bilgi yığını olarak değil, insan etkinliği ve yaşamla iç içe geçmiş bir uğraş olarak tanımlamıştır (Gravemeijer, 1994).

Gerçekçi Matematik Eğitimi, matematiği gerçekçi bağlamlara yerleştirmeyi savunan bir öğretim teorisidir ve bu amaçla matematiği çocuklar için daha erişilebilir ve anlamlı hale getirir (Helma vd., 2018). RME matematiği "hazır bilgi" olarak değil, bireyin yeniden keşfetmesi gereken bir süreç olarak görür. Bu yaklaşımda sezgisel akıl yürütme ile başlayan süreç matematiksel genellemelere doğru kademeli olarak ilerler (Wardono vd., 2021). Çocuklar matematiksel kavramlara kendi yollarıyla ulaşır, öğretmen bu süreçte rehber rolündedir. Bu yaklaşımın temelinde, matematik öğreniminin ezberlenerek değil, çocuğun gerçek yaşamla bağlantılı problemleri çözme sürecinde kendi düşünme yollarını kullanarak anlam oluşturma yolu ile öğrenileceği vurgulanmaktadır (Freudenthal, 1991). Bu yöntem, matematiğin çevremizdeki dünyayı anlamak ve onunla etkileşimde bulunmak için bir araç olduğunu, sadece soyut kurallar ve prosedürlerden oluşmadığını belirtir (Alsina vd., 2016). Somut ve yaşamla bağlantılı etkinlikler sayesinde çocuklar matematikle daha olumlu ilişkiler geliştirirler (van den Heuvel-Panhuizen, 2003). RME'nin temel ilkeleri aşağıda yer alan Şekil 1.'de açıklanmıştır (Papadakis vd., 2021).

Gerçekçi Matematik Eğitimi (Realistic Mathematics Education (RME))



Şekil 1. Gerçekçi matematik eğitiminin ilkeleri

1. *Matematiğin yaşantıya dayandırılması:* Kavramlar bağlamla ilişkilendirilir. Bu ilke, çocukların matematiksel kavramları soyutlamadan önce somut yaşantılarla ilişkilendirmeleri gerektiğini savunur. Ancak "gerçekçi" terimi yalnızca gerçek hayatla sınırlı değildir; çocuğun zihninde canlandırabileceği hayali ya da bağlamsal durumları da kapsamaktadır (van den Heuvel-Panhuizen, 2003).
2. *Modelleme süreci:* Çocuklar "model-of" (durumun modeli) oluşturur ve bunu "model-for" (genel model) olarak kullanmaya başlar (Gravemeijer, 1999). RME'nin öğretim stratejileri arasında modelleme önemli bir yer tutar. Çocukların önce gerçek yaşamdan ya da bağlamsal problemlerden yola çıkarak bir "model-of" oluşturması ve ardından bu modeli, benzer problemlerde kullanabilecekleri "model-for" yapısına dönüştürmesi aracılığıyla ortaya çıkan bu geçiş, çocukların matematiksel genellemelere ulaşmalarını sağlar. Örneğin: Çocuklar bir alışveriş problemi çözerken bir tablo (alışveriş listesi) yapıyorlar. Bu tablo başta spesifik alışveriş problemini çözmek içindir (model-for). Sonra bu tabloyu farklı problemleri çözmede genel bir

strateji olarak kullanmaya başlıyorlarsa (örneğin, düzenli veri kaydı ve ilişki kurma aracı olarak), bu tablo artık bir model-of haline gelir.

3. *Yeniden keşfetme*: Çocuklar kendi yollarıyla matematiksel sonuçlara ulaşır. Çocuk, matematiksel kavramları hazır olarak almaz; bunları yapılandırma sürecinde etkin olarak yer alır. Bu süreçte öğretmen rehberlik eder, ancak matematiğin "yeniden keşfi" çocuğun deneyimiyle gerçekleşir (Treffers, 1987). Çocuklar matematiksel kavramları hazır bilgi olarak almak yerine, yapılandırma sürecinde aktif olarak yer aldıkları için anlamlı öğrenme gerçekleşir (Sembiring vd., 2008).
4. *Grupla öğrenme ve tartışma*: Akran etkileşimi ve ortak akıl yürütme teşvik edilir. Ayrıca, bu yaklaşım çocukların problem çözme becerilerini güçlendirir. RME, yalnızca işlem becerisine değil, problem durumunu analiz etme ve çözüm yolları üretme kapasitesine de odaklanır (Zulkardi ve Putri, 2006).
5. *Düşünme süreçlerine odaklanma*: Sadece sonuca değil, sürece de değer verilir. Bu yaklaşımla çocuklar sadece sonuca değil, sürece de odaklanır; böylece matematiksel anlam oluşturma süreci derinleşir (Bakker, 2004). Buna ek olarak, sezgisel düşünmeden biçimsel bilgiye geçiş RME'nin en önemli yönlerindendir. Çocuklar önce sezgisel olarak anlamlandırabildikleri bağlamlarla karşılaşır; zamanla bu anlayış, kavramsal düşünmeye ve soyutlamaya evrilir (Freudenthal, 1991).

Sutarni ve Aryuana'ya (2023) göre bu ilkeler, matematiksel araştırma ve sorgulama için öncü uyarıcılar olarak işlev görecek şekilde dikkatlice hazırlanmış bağlam temelli problemlerin kullanımı, çocuklara soyut kavramlarla etkileşimde bulunmaları için somut ve ilişkilendirilebilir bir başlangıç noktası sunulması ve çocukların kendi fikirlerine katkısını teşvik etmeyi içermektedir; bu fikirler, matematiksel bilginin inşasında aktif olarak yer almalarını motive eden bir temel olarak kabul edilmektedir.

Erken çocukluk dönemi, çocukların dünyayı somut yaşantılarla keşfettiği bir dönemdir. Erken yıllarda, RME yaklaşımı etkili olabilir, çünkü çocuklar doğal olarak çevrelerini keşfetmeye ve anlamaya eğilimlidirler (Papadakis vd., 2021). Bu yaş grubu için soyut matematiksel kavramlar çoğu zaman anlaşılmaz ve yabancı olabilir. RME, bu

noktada çocukların günlük yaşantılarından, oyunlarından ve çevrelerinden yola çıkarak matematiği anlamlandırmalarına yardımcı olur. Bu bağlamda, RME yaklaşımı, erken çocuklukta matematiksel kavramların öğretiminde etkili ve işlevsel bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

RME yaklaşımı, özellikle okul öncesi ve ilkokul düzeyinde somut materyallerle desteklenen öğretim süreçlerine uygundur. Hikayeler, oyunlar, parmak kuklaları, inşa blokları ve günlük yaşama dair problemler, erken çocukluk dönemindeki uygulamalarda yaygın olarak kullanılır (Agustina vd., 2019). Bu örnekler, RME'nin temelini oluşturan “gerçek yaşamla bağlantı” ilkesine hizmet etmektedir. Matematiksel kavramları gerçek yaşamla ilişkilendirmek, erken çocukluk döneminde matematiğin daha anlamlı öğrenilmesini sağlar (Sutarni ve Aryuana, 2023). Örneğin, bir hikayede geçen hayvanların sayılması, karşılaştırılması; Bloklarla kule yaparken yüksekliği ölçme, oyuncak arabaların uzunluğunu karşılaştırma; Kumla yapılan bir kalenin yüksekliği ya da bir masaya kaç çocuk oturabilir gibi “modelleme” yapılabilecek durumlar. Bu sayede çocuklar “matematik” kelimesini duymadan bile matematiksel düşünme becerilerini geliştirebilir.

RME'nin erken çocukluk döneminde uygulanabilirliğine dair yapılan çalışmalar, bu yaklaşımın çocukların sayılarla ilgili kavramları daha etkili bir biçimde anlamalarına, problem çözme ve akıl yürütme becerilerini geliştirmelerine katkı sunduğunu göstermektedir (Adjie vd., 2022; Ekowati vd., 2021). Çocuklar, RME bağlamında verilen görevlerde aktif katılım göstererek kendi çözüm yollarını oluşturmakta ve bu süreçte yaparak-yaşayarak öğrenmektedir. Bu öğrenme süreci aynı zamanda matematiksel okuryazarlığın ve işlem becerilerinin gelişmesine de katkı sağlamaktadır (Fauzan vd., 2024). Öte yandan, mobil uygulamalarla desteklenen RME temelli etkinliklerin, çocukların dikkatini çektiği ve matematik öğrenme süreçlerini daha eğlenceli hale getirdiği belirtilmektedir (Kurniasih ve Ngastiti, 2025). Bu doğrultuda, çocukların erken yaşta nitelikli matematik deneyimleri yaşamasını amaçlayan uluslararası standartlar da dikkat çekmektedir. Bu standartlardan biri olan National Council of Teachers of

Mathematics (NCTM), matematik öğretiminde kalite ve eşitliği teşvik eden temel ilkeleri ile ön plana çıkmaktadır.

2.1.3. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) standartları

National Council of Teachers of Mathematics (Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Derneği), matematik eğitiminde kalite ve eşitliği teşvik etmeyi amaçlayan bir kuruluştur. NCTM'nin standartları, çocukların matematiksel olarak ne bilmeleri ve neyi yapabilmeleri gerektiğini belirtmekte ve matematik öğretimi için bir çerçeve sağlamaktadır. Erken çocukluk deneyimlerinin matematiği anlamlandırmak için sağlam bir temel oluşturmadaki kritik rolüne güçlü bir vurgu ile, Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Derneği, tüm sınıf seviyelerinde matematik eğitimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olan yapılandırılmış bir standartlar çerçevesi sunmaktadır (NCTM, 2000).

NCTM standartları, matematik eğitiminin her seviyesinde çocukların başarıya ulaşabilmeleri adına gerekli olan bilgiyi, beceriyi ve anlayışı geliştirmelerine yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Her aşamada çocukların ne bilmesi ve ne yapabilmesi gerektiğine dair net beklentileriyle, bu standartlar hem matematiksel içerik hem de süreçleri kapsayan öğretmenlerin etkili öğretim stratejileri oluşturmalarına ve uygulamasına yardımcı olmaktadır (NCTM, 2000). NCTM Standartları içerik standartları ve süreç standartları olmak üzere iki ana kategoriden oluşmaktadır. Şekil 2.'de NCTM standartları yer almaktadır.

NCTM STANDARTLARI

İçerik Standartları



Sayılar ve
İşlemler



Cebir



Geometri



Ölçme



Veri ve
Olasılık

Süreç Standartları



Problem
Çözme



Akıl Yürütme
ve İspat



İletişim



Bağlantılar



Temsil

National Council of Teachers of Mathematics

Şekil 2. NCTM standartları

- İçerik standartları, matematikte yer alan konulardan oluşmaktadır (NCTM, 2000).

Sayılar ve İşlemler: Bu standart çocukların sayıları anlama, sayıların temsilleri, sayılar arasındaki bağlantılar ve sayı sistemleri üzerine odaklanmaktadır. İşlemlerin tanımları ve bunların ilişkileri de bu standartta ele alınmaktadır (NCTM, 2000).

Cebir: Çocukların, desenleri, ilişkileri ve fonksiyonları anlamasını; matematiksel durumları ve yapıları temsil edebilmesini ve analiz etmek için cebirsel semboller kullanmasını; matematiksel modeller kullanarak niceliksel ilişkileri anlamasını ve çeşitli bağlantılarda değişimi analiz etmesini içermektedir (NCTM, 2000).

Geometri: Çocuklar, bu standartta matematiksel yeteneğin temel bileşenleri olan geometri ve uzamsal akıl yürütme sayesinde fiziksel çevrelerini matematiksel bir bakış açısıyla anlayabilmekte ve eleştirel bir şekilde analiz edebilmektedirler (NCTM, 2000).

lme: Bu standart ölçüm birimlerini, sistemlerini ve prosedürlerini bilmenin yanı sıra nesnelerin ölçülebilir özelliklerini içermektedir (NCTM, 2000).

Veri Analizi ve Olasılık: Verilerle yanıtlanabilir sorular formüle edilmekte ve bu sorular için ilgili veriler toplanmakta, düzenlenmekte ve sunulmaktadır (NCTM, 2000). Ayrıca, ocuklar veri analizi için doğru istatistiksel teknikleri nasıl seçeceklerini ve uygulayacaklarını, veri tabanlı sonuçlar ve tahminler oluşturup değerlendirebileceklerini ve temel olasılık ilkelerini anlayıp uygulayabileceklerini öğrenmektedirler.

- Süreç standartları, matematik çalışırken ihtiyaç duyulan özelliklerdir (NCTM, 2000).

Problemleri zmek: Yeni matematiksel bilgi edinme süreci olarak tanımlanmaktadır (NCTM, 2000).

Akıl Yürütme ve Kanıt: Bu standartta göre, çocuklar akıl yürütme ve kanıtı matematiğin temel bileşenleri olarak tanıyabilmektedirler (NCTM, 2000).

İletişim: Bu standart çocukların matematiksel fikirlerini düzenlemek ve pekiştirmek için iletişimi kullanma kapasitesine odaklanmaktadır (NCTM, 2000).

Bağlantılar: Bu standart, matematiksel kavramlar arasındaki bağlantıları tanımlamayı ve uygulamayı içermektedir (NCTM, 2000).

Temsil: Bu standart matematiksel kavramları düzenlemek, belgelemek ve iletmek amacıyla temsiller geliştirme ve kullanmanın önemini vurgulamaktadır (NCTM, 2000).

İçerik standartları arasında yer alan geometri öğrenme alanına dair kapsamlı bilgilere aşağıda ayrıntılı biçimde yer verilmiştir.

2.1.3.1. NCTM standartlarına göre geometri öğretimi

NCTM standartları, çocuklara zengin, pratik deneyimler sunmanın değerini vurgular ve bu deneyimlerin geometrik düşünme ve uzamsal akıl yürütme yeteneklerini geliştirdiğini ifade eder, geometrik kavramlarla erken yaşta tanışmalarının daha karmaşık içerik standartlarına zemin hazırladığını belirtir. Ayrıca, standartlar okul öncesi eğitimde geometrinin önemini ve geometriyi okul öncesi müfredatta temel bir unsur olarak önceliklendirme konusuna güçlü bir vurgu yapmaktadır. Altakhneh'e (2018) göre, geometri ve uzamsal akıl yürütme, çocukların fiziksel çevrelerini matematiksel bir bakış açısıyla eleştirel bir şekilde incelemelerini ve anlamalarını sağlayan matematiksel yeterliliğin temel bileşenleridir.

NCTM Geometri standardına göre, erken çocukluk dönemi geometri eğitimi, şekillerin temel tanınması, seçimi ve sınıflandırılmasının ötesinde geniş bir yetenek ve kavram yelpazesini kapsamaktadır (Özturhan ve Arslan, 2021). Şekil adlarının ezberlenmesinden ziyade, çocukların çevrelerine karşı olan doğal meraklarını teşvik etmeye daha fazla vurgu yapar. Bu, çocukları geometrik şekillerin özelliklerini ve bağlantılarını aktif olarak araştırmaya teşvik ederken, aynı zamanda uzamsal akıl yürütme yeteneklerini de geliştirmektedir (Serin, 2018). NCTM, geometrinin okul öncesi

müfredatın temel bir bileşeni olarak öncelikli hale getirilmesini, erken eğitimdeki önemini vurgulamaktadır. Çocukların geometrik düşünme ve uzamsal akıl yürütme yeteneklerini geliştiren zengin ortamlar ve deneyimler sağlanması daha karmaşık matematik için bir temel oluşturmaktadır (Prehatiningsih ve Suparno, 2019). Matematiksel anlayış için sağlam bir temel elde etmek ve çocukların çevrelerindeki fiziksel dünyayı matematiksel bir bakış açısıyla kavrayıp eleştirel bir şekilde değerlendirmelerini sağlamak amacıyla, geometrik kavramlarla erken yaşta tanışmaları gerekmektedir.

NCTM Geometri standardını erken çocukluk eğitimine dahil etmek için, çocukların belirgin gelişimsel özelliklerini dikkate alan ve onların doğal ilgisini kullanan kapsamlı bir stratejiye ihtiyaç vardır. NCTM ayrıca şunu belirtmektedir: Çocukların geometrik şekiller ve uzamsal düzenlemelerle doğrudan etkileşimde bulunmalarını ve anlamlı matematiksel kavramlar oluşturmalarını sağlamak için; etkili öğretim stratejilerinin yer aldığı, çocuğun aktif olduğu ve etkinlik sürecinde keşiflerde bulunduğu çalışmalara öncelik verilmelidir (Jung ve Conderman, 2017). Bu tür etkinliklere eğitim programlarında yer verilmesi çocuklarda daha ileri düzeyde matematiksel anlayış geliştirmeleri için temel oluşturmaktadır (NCTM, 1979). Bu bağlamda, çocukların çevrelerinde gördükleri şekilleri tanımaları, sınıflandırmaları ve bu şekiller arasındaki ilişkileri kavramaları adına geometri, erken matematik eğitiminin vazgeçilmez bir bileşeni olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, aşağıdaki bölümde erken çocukluk döneminde geometri eğitiminin önemi ve temel bileşenleri ele alınmaktadır.

2.2. Erken Çocukluk Döneminde Geometri Eğitimi

Geometri, günümüz yaşamı ve gelecek için önemli bir bilimsel disiplindir (Inan ve Dogan-Temur, 2010). Copley'e (2000) göre şekil, boyut, konum, yön ve hareketi içeren geometri, matematiğin bir alt alanıdır ve içinde yaşadığımız dünyayı tanımlar ve sınıflandırır. Clements ve Battista (1992) geometriyi "uzaydaki nesnelerin uzamsal özelliklerinin, ilişkilerinin ve dönüşümlerinin incelenmesi" olarak ifade etmiştir.

Geometri genel olarak düşünme ve akıl yürütme yoluyla belirli ilişkiler kurmakla ilgilidir. Geometri şekil ve alan olarak adlandırılrsa da noktaları, çizgileri, düzlemleri ve diğer iki boyutlu ve üç boyutlu şekilleri de içermektedir (Cooke, 2007). Geometriyi kavramsal açıdan anlamak, çocuklara geometri becerisi kazandırma sürecinin en önemli adımlarından biridir.

Sayı ve işlemden sonra matematik eğitiminde geometri eğitimi, en önemli ikinci alandır. Sayılar kadar önemli olan uzamsal düşünme de bu alanda yer almaktadır (Aktaş Arnas, 2012). Geometrik şekiller ve uzamsal ilişkiler, erken matematik eğitiminde önemlidir. Geometri ve uzamsal algı, çocukların gerçek dünyayla ilgili ilk deneyimleri ile bağlantılıdır. Çocukların nesneleri ayırt edebilmesi ve ne kadar uzakta veya yakında olduğunu anlaması gibi ilişkileri içerir (Aktaş Arnas, 2012). Okul öncesi çocuklar, kare, daire, üçgen gibi temel geometrik şekilleri ve nesnelerin konumlarını (içinde, dışında, üzerinde, altında gibi) anlamaya başlar (Kesicioğlu ve Alisinanoğlu, 2017). Bu, çocukların uzamsal düşünme becerilerini ve şekiller arasındaki benzerlikleri/farklılıkları anlama yeteneklerini de geliştirir (Clements ve Sarama, 2004).

Yapılan araştırmalar, niceliksel büyüklükleri (sayılar (miktar), uzunluk, alan, hacim, mesafe, zaman aralığı, ağırlık) temsil etme yetisinin beyin parietal korteks bölgelerindeki görsel-uzamsal sistemlere bağlı olduğunu göstermektedir (Dehaene vd., 1999; Geary, 2007; Pinel vd., 2004; Zorzi vd., 2002). Bu doğrultuda geometri ve uzamsal akıl yürütme aynı zamanda matematiğin diğer konularının öğrenilmesi için kritik bir zihinsel temel oluşturur (Clements ve Battista, 1992; Olkun ve Sarı, 2016; Sarama ve Clements, 2009; Serin, 2018; The Spatial Reasoning Study Group, 2015; Vallortigara, 2012; Zacharos, vd., 2011; Zorzi vd., 2002).

Çocukların doğuştan gelen merakları ve günlük deneyimleri daha ileri matematik becerilerinin temelini oluşturur. Geometri etkinliklerine aktif olarak katılan çocukların, geometrinin çoğu zaman eğlenceli ve ilgi çekici görülmesi nedeniyle eleştirel ve yaratıcı düşünme kapasitelerinin daha yüksek olduğu ve matematiğe karşı olumlu tutum sergiledikleri gözlemlenmiştir (Arıcı vd., 2023; Kapofu ve Kapofu, 2020). Ayrıca geometride sağlam bir temel, çocukların uzamsal algısını geliştirerek onların fiziksel

dünyayı daha iyi anlamalarına yardımcı olur (Arıcı vd., 2023). Geometri, ileri matematik ve diğer konuları öğrenmek için temeldir (Clements vd., 2022; Keser ve Aktulun, 2021). Erken geometri eğitimi çocukların farklı bir bakış açısına sahip olmasını sağlar, bu da onların bilişsel gelişimlerini destekler ve akademik başarılarını gösterir (Altakhneh, 2018).

Çocukların geometrik kavramları anlamaları, bu kavramlara dair zihinsel şemalar geliştirmeleriyle mümkündür. Zihinsel şemalar, çocukların üç boyutlu nesneleri iki boyutlu düzlemde tasarlayabilme, farklı bakış açılarından değerlendirebilme ve nesneler arası ilişkileri anlayabilme kapasiteleriyle ilişkilidir (Newcombe ve Frick, 2010). Geometrik kavramların öğretimi, sadece kavramsal öğrenmeyi değil, aynı zamanda problem çözme ve muhakeme süreçlerini de etkiler. Bu zihinsel yapılar, geometrik şekillerin döndürülmesi, yeniden konumlandırılması ve parçalanması gibi becerileri içerdiğinden, soyut düşünme yetilerinin gelişimi açısından da önemlidir (Mix vd., 2017).

Araştırmalar, çocukların görsel-uzamsal becerilerinin hem akademik hem de günlük yaşam problemlerini çözme becerileriyle yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Verdine vd., 2017). Yine yapılan araştırmalar, erken yaşta geometri ile tanışan çocukların bilişsel esnekliklerinin, dikkat kontrolünün ve akademik başarılarının daha yüksek olduğunu göstermektedir (Clements ve Sarama, 2007; Verdine vd., 2014). Geometrik çalışmaların, özellikle şekilleri sınıflandırma, analiz etme ve oluşturma gibi süreçlerin, yürütücü işlevler üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir (Yıldızatan ve Temel, 2023). Yine araştırmalara göre çocukların geometrik şekilleri tanıma becerilerinde bazı sorunlar vardır. Bazı öğretmenler küçük çocuklara geometriyle ilgili bu becerileri öğretme konusunda yanılgılara sahiptirler. Örneğin, öğretmenler temel şekilleri tanımanın küçük yaştaki çocuklar için yeterli olduğuna inansa da (CitationLee ve Ginsburg, 2009), şekiller hakkında öğretim, çocuklara yaygın şekillerin isimlerini ezberletmekten ve onları tanımaktan çok daha fazlasını içermektedir (Clements ve Sarama, 2009). Diğer sorunlar arasında;

1) kurum, yetişkinler veya öğretmenler genellikle çocukların geometriyi tanıma becerilerinin sınırlı olduğunu göz ardı eder,

2) çocuklar 3-6 yaşlarında daire, kare, üçgen ve dikdörtgen gibi geometrik şekilleri sınıflandırmakta zorlanır ve geometrik şekillerin eğimini ve boyutunu tanımada sınırlılıklara sahiptir; ve

3) anaokulunda çocukların geometriyi tanımlarına yardımcı olmak için diğer yaklaşımlar yerine kitaplara ve çalışma sayfalarına yoğun bir şekilde yer verilmesidir (Conorlidi vd., 2016; Norton ve NurnbergerHaag, 2018; Sarama ve Clements, 2009).

Bu bağlamda eğlenceli ve ilginç öğrenme çocukların ilgisini çekmek için önemlidir (Aktaş, 2002; Erdoğan ve Baran, 2003; Henniger, 1987; Poyraz ve Turhan, 2006; Siswono, 2012; Yıldız, 2002). Bu doğrultuda, erken yaşta geometri ile tanışmak çocukların zihinsel gelişimini destekleyen önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Çocuklar geometriyle ilk olarak, genellikle ev ortamında ebeveynleri aracılığıyla tanışmaktadır. Bu süreçte, çocukların günlük yaşam deneyimlerinin zenginleşmesi ve anlamlı hale gelmesi için ebeveyn desteğinin yanı sıra akran etkileşimleri de kritik bir rol oynamaktadır.

Vygotsky Sosyokültürel Kuramında öğrenmenin, bireyin kendi başına yapamayacağı ancak bir yetişkin ya da daha yetkin bir akran yardımıyla başarabileceği alan olan yakınsak gelişim alanı içerisinde gerçekleşeceğini belirtmiştir (Clements vd., 2018; Vygotsky, 1978). Geometri öğretiminde, özellikle yeni kavramların tanıtımı, problem çözme ve yapı oluşturma etkinlikleri (zone of proximal development (ZPD)) ZPD desteğiyle çocukların anlamlı öğrenmesini sağlar. Bu nedenle öğretmenin rehberliği, ebeveyn desteği, akran etkileşimi çocuğun potansiyelini ortaya çıkarmada belirleyici bir rol oynamaktadır. Özellikle grup çalışmaları ve yapılandırılmış oyunlar aracılığıyla çocuklar birbirlerinden öğrenebilir, alternatif düşünme biçimleri geliştirebilirler (Bodrova ve Leong, 2007).

Vygotsky'nin teorisine göre, matematiksel kurallar ve içerik çocuklara hem etkili hem de eğlenceli bir şekilde aktarılmalıdır (Fouze ve Amit, 2023). Matematik eğitimi etkinlikleri çocukların günlük yaşam deneyimleri ile ilişkili olmalıdır (Hermanto vd., 2019). Öğretmenlerin stratejik sorular sorması, geri bildirim sağlaması ve çocuğu doğru yönde desteklemesi, kavramsal derinleşmeyi kolaylaştırır. Vygotsky, bilişsel gelişimde

sosyal etkileşim ve işbirliğinin rolünü vurgulamakta ve çocukların bilgi oluşturmak için öğretmenleri ve akranlarıyla aktif olarak etkileşime girebilecekleri öğrenme ortamları oluşturulması gerekliliğine değinmektedir (Sariyasa, 2017). Bu çerçevede, çocuklarda geometrik düşüncenin gelişimine ilişkin kuramsal yaklaşımların incelenmesi önem kazanmaktadır.

2.2.1. Çocukta geometrik düşüncenin gelişimine ilişkin kuramsal bakış

Küçük çocuklarda bilişsel gelişimi destekleyen temel matematiksel becerilerden biri, geometrik düşünmenin gelişimidir. Geometrik düşünme; bireyin uzamsal ilişkileri algılama, şekilleri tanıma, özelliklerini analiz etme ve bu kavramları soyut düzeyde ilişkilendirme becerilerini kapsayan bütüncül bir yapıdır. Bu becerinin gelişimi, çocukların hem günlük yaşamlarında uzamsal farkındalık kazanmaları hem de ileriki matematiksel düşünme düzeylerine hazırlanabilmeleri açısından kritik öneme sahiptir. Çocuklarda geometrinin gelişimine ilişkin Piaget, Van Hiele ve Clements'in bakış açısı önemli görülmektedir (Yıldız Altan, 2022). Bu çerçevede Piaget'nin Bilişsel Gelişim Kuramı, Van Hiele'nin Düzeyler Kuramı, Clements ve Sarama'nın Öğrenme Rotaları Yaklaşımı çocukların geometrik düşünme süreçlerini açıklamaya yönelik başlıca kuramsal yaklaşımlar olarak değerlendirilmiştir ve aşağıda ilgili alt başlıklarda ele alınmıştır.

2.2.1.1. Piaget'nin geometrik düşünceye ilişkin görüşleri

Piaget, çocukların büyüdükçe mekan algılarını geliştirmeye başladıklarını ileri sürmektedir. Piaget, çocukların uzamsal algılarını üç evrede açıklamaktadır: topolojik, projeksiyonel ve öklidyen evre (Piaget ve Inhelder, 1956). Topolojik evrede çocuklar nesneler arası yakınlık ve bağlantıları algılar. Çocukların ilk mekansal kavramları topolojik kavramlar olarak tanımlanmaktadır (Piaget ve Inhelder, 1967). Topoloji, geometrik şekillerin değişmesinin dışında, nesnelerin ve olayların mekansal ilişkilerini

ifade etmektedir. Topoloji, şekiller arasındaki ilişkileri gösterir. Topoloji, üçgen ve kare çizmek yerine, üçgen ile kare şeklinin ilişkisini inceler. Açık ve kapalı gibi kavramlar da dahil olmak üzere iç, dış, alt, üst, ön, arka, arada ve yanında gibi mekansal terimleri de içerir. Topolojik geometride kesin, düz çizgiler yoktur; bunun yerine şekiller bükülerek veya gerilerek dönüştürülebilir. Piaget ve Inhelder'e (1967) göre, küçük çocuklar ilk olarak dokunarak nesneleri algıladıktan sonra "topolojik" özellikleri kullanarak nesneleri ayırt edebilirler.

Projeksiyonel evrede çocuklar kendi bakış açılarını değiştirebilir ve farklı açılardan değerlendirme yapabilir. Öklidyen evre ise nesneler arası mesafe, açı ve ölçüm gibi daha soyut kavramların öğrenildiği dönemdir. Bu evrimsel yapı, geometrik kavramların gelişiminin doğrudan bilişsel olgunlaşmaya bağlı olduğunu göstermektedir. Piaget, çocukların şekilleri kavramsal olarak öğrenmeleri için onlara dokunmaları gerektiğini belirtmektedir. Bir çocuk, bir şeklin adını bildiği ve onu gördüğünde üçgen olarak adlandırdığı için onu öğrenmiş sayılmaz. Bir çocuk bir şeklin özelliklerini ancak elleriyle hissedebilir ve manipüle edebilir (Clements ve Sarama, 2009). Piaget'e göre, okul öncesi çocukların geometri eğitimlerinin temeli topoloji olmalı ve topolojik kaynaklar bu dönemde kullanılmalıdır. Oyun hamuru, erken çocukluk eğitim ortamlarında topolojik bir malzeme olarak görülmektedir çünkü uzatılabilir, bükülebilir ve eğilebilir malzemelerdir (Aktaş Arnas, 2012). Piaget'nin teorisine göre geometri eğitimi aktif öğrenme ve uygulamalı deneyimler gerektirir (Barrouillet, 2018).

Jean Piaget, çocukların bilişsel gelişimini dört evrede açıklamaktadır: duyu-motor dönem, işlem öncesi dönem, somut işlemler ve soyut işlemler (Aktaş Arnas, 2012).

İşlem Öncesi Dönem (2-7 yaş): Çocuklar şekilleri tanır, ancak geometrik özelliklerini anlamazlar. Görsellik önceliklidir.

Somut İşlemler Dönemi (7-11 yaş): Çocuklar, yön, konum ve basit geometrik ilişkileri analiz edebilir.

Soyut İşlemler Dönemi (11 yaş ve üzeri): Geometriyi mantıksal ve sistematik bir şekilde kavrayabilirler, hipotezleri ve kanıtları anlayabilirler.

Piaget'e göre, çocuğun çevresiyle etkileşimi ve yaşadığı deneyimler geometrik düşüncenin gelişmesine yol açar. Sonuç olarak, erken yaşlarda çocuklara somut malzemelerle zenginleştirilmiş deneyimler sunmak, bilişsel yapılarını inşa etmelerinde çok önemlidir.

2.2.1.2. Van Hiele'in geometrik düşüncenin gelişimine ilişkin kuramı

1950 yılında Hollandalı eğitimciler Pierre ve Diana van Hiele tarafından ortaokul öğrencilerine geometri öğretmenin zorlukları incelendi. Daha sonra, Pierre van Hiele bu çalışmayı genişletti ve çocukların geometrik düşünme gelişimiyle bağlantılı beş seviyeli bir geometrik düşünme modeli oluşturdu (Aktaş Arnas, 2012; Luneta, 2015). Van Hiele'ye göre her birey, geometrik düşünme düzeylerini belirli bir sıra dahilinde geçmektedir. Ancak bu düzeylerden geçiş süreci, bireysel farklılıklara bağlı olarak yaşa göre değişkenlik gösterebilmektedir (Sperry Smith, 2006). Bu aşamalar; seviye 0 görsel seviye, seviye 1 analiz etme, seviye 2 bilgi çıkarımı, seviye 3 sonuç çıkarma ve seviye 4 kesinlik düzeyidir (Van Hiele, 1986). Van Hiele, öğretimin bu aşamalara uygun biçimde yapılandırılmasını önerir. Van Hiele teorisine göre, öğrenme düzeyindeki ilerleme daha çok öğretim yöntemlerine ve yaşa bağlıdır (Dindyal, 2015). Erken çocuklukta genellikle ilk iki düzeyde (görsel ve analiz) bulunulurken, uygun öğretim stratejileri ile çocukların daha yüksek düşünme düzeylerine ulaşmaları mümkündür. Eğitimciler, bu düzeylere uygun etkinliklerle çocukların gelişimini destekleyebilir.

Seviye 0 (görselleştirme/görsel seviye): Van Hiele'ye (1999) göre, bu aşamadaki çocuklar şekiller hakkında dış görünüşlerine dayanarak fikirler oluştururlar. Bu yaşta, şekli bir bütün olarak görür ve kararlarını düşünmekten ziyade algıya dayandırır (Clements, 1998; Van Hiele, 1999). Bir çocuk, kare ile üçgeni ayırt edebilse de kareyi genel şekline göre adlandırır, açı ve kenar ilişkilerini göz ardı eder. Bu aşamadaki çocuklar, karar verirken mantıktan ziyade algıya daha fazla bağlı olarak karar verirler (Aktaş Arnas, 2012).

Seviye 1 (analiz etme): Çocuklar, bazı şekillerin özelliklerini tanımlayabilir ve bunları uzunluk, genişlik ve boyut gibi belirli standartlara göre kategorize edebilirler. Denemeler ve gözlemler yoluyla, çocuklar belirli şekil niteliklerine dikkat etmeye başlarlar, ancak bu özelliklerin birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunu anlayamazlar (Clements,1998; Sperry Smith, 2006; Van Hiele, 1999). Örneğin, bir dikdörtgenin açılarını aynı olduğunu ve karşıt kenarlarının eşit uzunlukta olduğunu gösterebilirler. Ancak, şekiller arasındaki ilişkiyi göremezler (Aktaş Arnas, 2012). Çocuklar, örneğin, bir dikdörtgenin belirli bir tür paralelkenar olduğunu veya bir karenin belirli bir tür dikdörtgen olduğunu anlayamazlar. Bu seviyede bir şekli tanımlamaları istendiğinde, bir çocuk muhtemelen tüm özelliklerini sayacaktır, ancak hangi özelliklerin şekli yeterince tanımlamak için yeterli olduğunu anlamayabilir. Çocuklar bu seviyeye ancak ilkokulun üçüncü ve dördüncü sınıflarında ulaşırlar.

Seviye 2 (Bilgi çıkarımı): Bu seviyede, çocuklar bilgiyi kullanabilme ve formların özelliklerinden mantıksal çıkarımlar yapabilme yeteneğine sahiptirler. Basit kanıtları anlarlar. Kanıtların tamamını anlamakta zorlanırlar. Örneğin, bir dörtgenin karşıt kenarlarından biri eşit ve paralel ise, diğer kenarın da eşit ve paralel olması gerektiğinin farkındadırlar. Çocuklar bu aşamaya ilkokulda, beşinci sınıf ve sonrasında ulaşabilirler (Aktaş Arnas, 2012).

Seviye 3 (Çıkarım): Bu seviyedeki çocuklar, sonuçlar çıkarırken kanıt, teorem ve ispatları anlarlar. Artık çalışmalarını için kanıt sağlayabilirler. Bu zaman dilimi, dokuzuncu-12.sınıfı temsil eder.

Seviye 4 (Kesinlik): Bireyler bu seviyede geometriye bir bilim olarak yaklaşabilir ve soyut sonuçlar çıkarabilirler.

Genel olarak, çocukların gelişimine bakıldığında, birçok okul öncesi çocuğunun Seviye 1'de ve ilkokul öğrencisinin Seviye 2'de olduğu varsayılmaktadır (George, 2017). Ancak, Van Hiele modelinin özelliklerinden biri, çocuğun seviyesinin üzerinde bir seviyede öğretmenin öğrenmeyi engelleyebileceği ve hayal kırıklığına yol açabileceğidir. Bu nedenle, öğretmenlerin çocuklar için gelişimsel aşamada geometri alıştırmaları tasarlamaları kritik öneme sahiptir (George, 2017). Van Hiele'nin geometrik düşünme

temelli çalışmasının, okul öncesi yılları ilkökul ve üstü eğitim seviyelerine kıyasla göz ardı ettiği belirtilmelidir (Sarama ve Clements, 2009). Clements ve Battista'ya (1992) göre, Van Hiele'nin teorisi daha büyük yaş grubundaki çocuklara odaklanmaktadır. Bununla birlikte, hipotez, çocukların geometrik düşünme süreçlerinin tüm yönlerini kapsamlı bir şekilde ele almaması nedeniyle de birçok araştırmacıdan eleştiri almıştır (Aslan vd., 2024). Teorinin katı ve hiyerarşik çerçevesi, geometri alanında çeşitli pedagojik yöntemleri ve çocukların öğrenme yolları ile ilgili potansiyelinin yetersizliği nedeniyle eleştirilmektedir.

Son araştırmalara göre hem Piaget'in hem de Van Hiele'in teorileri, okul öncesi çocukların geometrik kavramları anlama konusunda bazı eksikliklerinin olduğu, ancak hiçbir teorinin tek başına bu olguyu açıklamak için yeterli olmadığı ifade edilmektedir (Aktaş Arnas, 2012). Clements ve çalışma arkadaşlarına göre, Van Hiele'nin beş aşamalı modelinin bu bağlamda okul öncesi çocuklar için yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Araştırmacılar, çocukların kareler, üçgenler ve daireler gibi temel şekilleri ayırt etmekte zorluk çektiği, görsel seviyeden önce gelen "ön-tanıtma seviyesi" olarak bir gelişim aşamasının eklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir (Aktaş Arnas, 2012; Clements ve Battista, 1992; Clements vd., 1998; Hannibal ve Clements, 2000). Ön-tanıtma aşamasındaki çocuklar, şekillerin yalnızca belirli görsel yönlerine odaklanabilirler; aynı şekil sınıfına ait formlar arasında ayırım yapmakta zorluk çekerler. Nesnenin biçimi, konumu veya boyutu gibi belirleyici olmayan yönlerine odaklandıkları için bu çocuklar sık sık nesneleri yanlış sınıflandırır. Ayrıca, çalışmalar, aralarında net bir geçiş yerine hem görsel hem de analitik seviyelerden özellikler taşıyan bir geçiş aşaması olduğunu öne sürmektedir. Bu aşamada, "bütünleştirici seviye" olarak bilinen aşamada, çocuklar şeklin görünümüne ve ayırt edici özelliklerine (kenar sayısı gibi) aynı anda odaklanabilirler. Örneğin, bir üçgenin "üç kenarı olduğunu" ve "bir çatıya benzediğini" söyleyen çocuklar bu seviyededir. Bu görüşler, Türkiye'de yapılan araştırmalarla da desteklenmektedir. Aslan ve Aktaş Arnas'ın (2004; 2007) elde ettiği sonuçlar, Clements ve çalışma arkadaşlarının varsaydığı ön-tanıtma aşamalarının varlığını desteklemektedir.

Bu çalışmalara göre, birinci sınıf ilkokul öğrencileri ve beş ile altı yaş arasındaki okul öncesi çocuklar bu gelişim aşamalarının özelliklerini taşımaktadır.

Çocukların geometrik düşünme süreçlerine yönelik daha uyumlu, gelişimsel ve bireyselleştirilmiş bir stratejiye olan ihtiyaç duyulmuştur. Bu noktada, özellikle erken çocukluk döneminde geometrik öğrenmenin yapılandırılmasına yönelik olarak geliştirilen öğrenme rotaları (learning trajectories) yaklaşımı hem öğretim tasarımı hem de değerlendirme açısından alternatif ve bütüncül bir kuramsal çerçeve sunmaktadır.

Clements ve Sarama (2009), okul öncesi döneme özgü geometrik düşünme aşamaları geliştirerek Van Hiele modelini erken çocukluk için uyarlamışlardır. Bu modelde “ön tanıma”, “görsel analiz”, “ilişkisel düşünme” ve “genelleme” gibi aşamalar yer almaktadır. Ayrıca, bu yaklaşım öğrenme rotaları aracılığıyla çocuğun mevcut düzeyinden başlayarak ulaşması gereken hedef düzeye kadar olan süreci planlamaya olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, öğrenme rotaları öğretmenler için hem tanısal hem öğretimsel bir rehber niteliğindedir (Clements ve Sarama, 2009). Bir sonraki bölümde, öğrenme rotalarının kuramsal temelleri ve erken geometri eğitimi bağlamındaki yeri detaylı şekilde ele alınmaktadır.

2.2.2. Öğrenme rotaları yaklaşımı (Learning trajectories)

Öğrenme rotaları kavramı ilk kez Simon (1995) tarafından “matematik öğretim döngüsü” bağlamında ortaya konmuş ve sosyal yapılandırmacı bir yaklaşımla tanımlanmıştır. Bu yaklaşımda öğretmenin öğretim hedefi doğrultusunda çocukların izleyeceği öğrenme yolları "varsayımsal" olarak öngörülmektedir. Simon (1995), “varsayımsal öğrenme rotası” terimini kullanarak, öğretim planının katı değil esnek ve gelişmeye açık olması gerektiğini vurgular. Öğretim süreci tıpkı bir yolculuk gibi planlansa da karşılaşılan durumlara göre sürekli uyarlanmalıdır. Simon’a göre her çocuğun öğrenme rotası benzer yönelimler gösterebilir özgün farklılıklar taşır. Bu kavram daha sonra Clements ve Sarama (2004) tarafından bilişsel psikoloji perspektifiyle yeniden yapılandırılmış ve “hiyerarşik etkileşimcilik” kuramı çerçevesinde matematiksel

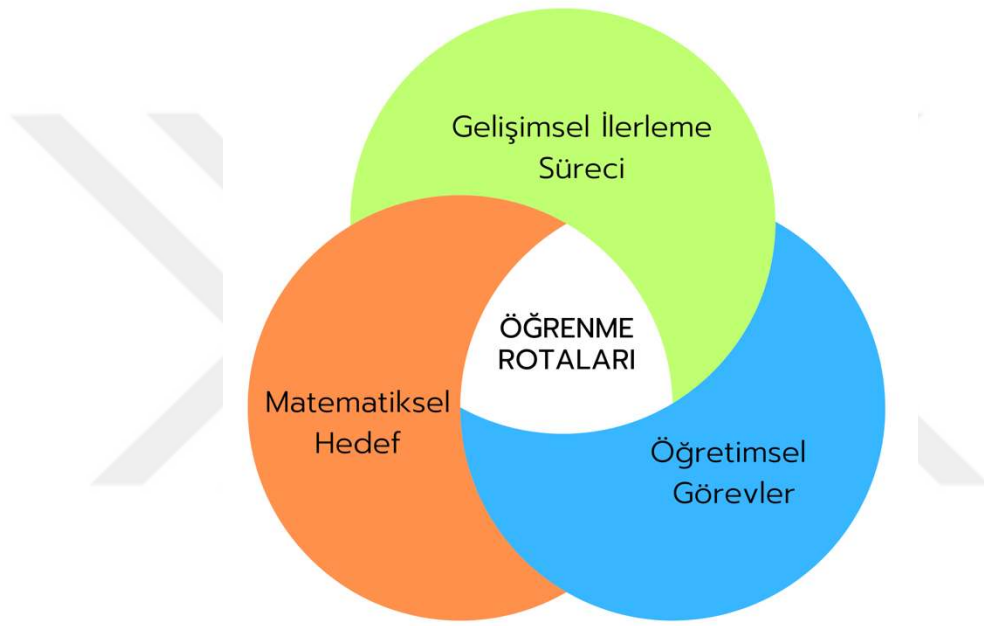
kavramların gelişimsel ilerleme düzeylerine göre nasıl öğrenildiğini açıklayan bir öğretim yaklaşımı haline gelmiştir. Geleneksel öğretim yaklaşımları çocukların matematiksel kapasitelerini yeterince yansıtamamakta; buna karşın öğrenme rotaları daha esnek, bireysel farklara duyarlı ve gelişimsel olarak destekleyici bir yapı sunmaktadır (Ginsburg vd., 2008). Öğrenme rotaları yaklaşımının eğitime dahil edilmesi, geleneksel ve tutarlı öğretim paradigmalarından bir kopuş anlamına gelmektedir.

Clements ve Sarama (2004) öğrenme rotalarını:

- çocukların matematik alanlarında yeterlilik kazanabilmesi (hedef);
 - mevcut bilgilerine uygun matematiksel etkinliklerden (eğitimsel etkinlikler) destek alması;
 - her bir seviyeyi başarılı olarak öğrenmesi (gelişimsel ilerleme)
- sonucunda daha yüksek seviyelerde düşünebilen, zihinsel eylemlerin yer aldığı yapılar olarak tanımlamaktadır.

Öğrenme rotaları, matematik eğitiminde öğrenme ve bilişsel gelişim teorilerinin pratik bir uygulamasıdır. Öğrenme rotalarının en önemli katkılarından biri, öğretmenlerin çocukların hazırbulunuşluk düzeylerine uygun şekilde öğretim planlamalarına olanak tanımasıdır (Clements ve Sarama, 2014). Özellikle erken çocukluk döneminde, çocukların bilişsel gelişimleri bireysel farklılıklar gösterdiğinden, öğretimin bu gelişimsel farklılıklara duyarlı olması öğrenme sürecinin verimliliğini artırır. Bu bağlamda, öğrenme rotaları çocuk merkezli bir yaklaşımı destekleyerek çocukların matematiksel düşünme becerilerinin gelişmesine olanak sağlar. Ayrıca, öğrenme rotaları, sadece çocuğun mevcut seviyesini değil, bir sonraki adımda hangi kavramı öğrenmeye hazır olabileceğini de öngörür. Bu yönüyle hem öğretmen hem de çocuk için öğrenmenin “nereye gittiğini” gösteren bir yol haritası işlevi de görür (Clements ve Sarama, 2004). Öğrenme rotaları, çocukların matematiksel kavramları öğrenirken gelişimsel yolları nasıl izlediğini tanımlar (Panjaitan ve Zuhri, 2020). Gelişimsel anlayışa dayanan sıralı bir öğretim yaklaşımı, öğrenme üzerinde olumlu sonuçlar göstermektedir (Clements vd., 2018). Böylelikle çocukların gelişimsel olarak uygun biçimde ilerlemesi ve matematiksel kavramları anlamlı bir şekilde yapılandırması da desteklenmiş olur.

Bu yaklaşıma göre çocuklar belirli bir matematiksel hedefe ulaşırken gelişimsel olarak hiyerarşik bir dizi aşamadan geçerler (Clements ve Sarama, 2004; Sarama ve Clements, 2009). Clements ve Sarama (2004) tarafından geliştirilen öğrenme rotaları yaklaşımı, bu aşamalar doğrultusunda yapılandırılmış üç temel bileşenden oluşmaktadır; matematiksel hedef, gelişimsel ilerleme süreci ve öğretimsel görevler. Bu bileşenler birbiriyle ilişkili olarak çalışır ve birlikte ele alındığında etkili bir öğretim planlaması için temel sağılar. Bileşenler arası ilişkiler Şekil 3.'te belirtilmiş ve aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 3. Öğrenme rotaları, Clements ve Sarama (2009)

Matematiksel Hedefler;

Her öğrenme rotasının bir hedefi vardır. Çocukların ulaşmaları beklenen matematiksel bilgi ve becerileri ifade eder. Bu hedefler, soyut ve ileri düzey kazanımlar yerine, çocuğun içinde bulunduğu gelişimsel seviyeye uygun olarak belirlenir (Clements ve Sarama, 2009). Hedeflerin açıkça tanımlanması, öğretmenin neyi öğretmesi gerektiğini ve çocuktan ne beklediğini netleştirir. Örneğin; sayılar, kaç tane olduğunu gösterir, sıralamayı tanımlar ve ölçmeye

yardımcı olur. Geometri, nesneler arası ilişkileri ve yönleri anlamamıza yardımcı olur.

Gelişimsel İlerleme Süreci;

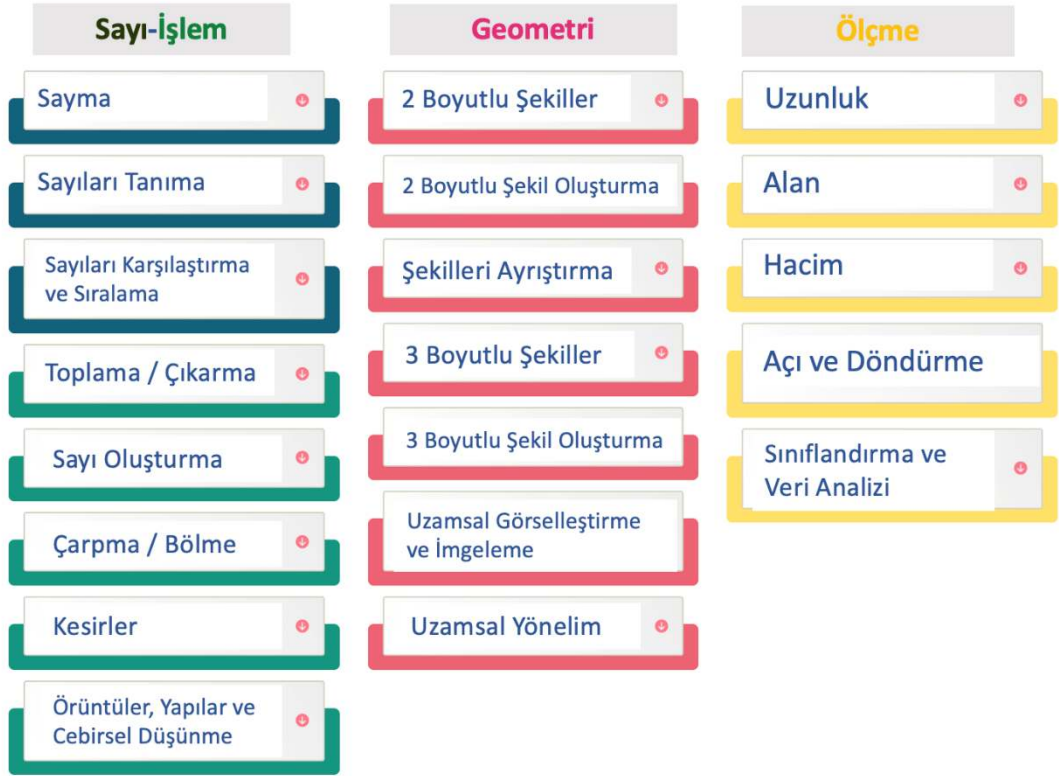
Çocukların bir kavramı anlaması, belirli aşamalar sonrasında gerçekleşir. Çocukların belirli bir kavrama ulaşana kadar geçmeleri muhtemel bilişsel aşamaları tanımlar. Her düzey, bir öncekinden daha gelişmiştir. Ancak bu aşamalar doğrusal olmak zorunda değildir; çocuklar bazen bir düzeyde takılabilir veya bazı aşamaları atlayabilirler. Ancak bu süreç, öğretmenin çocukların gelişimini gözlemleyerek öğretimi dinamik bir şekilde yönlendirmesine olanak tanır (Clements ve Sarama, 2014).

Öğretimsel Görevler;

Bu bileşen, her düzey için önerilen somut etkinlikler ve görevler bütünüdür. Öğretmenler, çocukları bir üst düzeye taşımak için bu görevleri seçip uygular. Belirlenen hedeflere ulaşmak için kullanılacak somut etkinlikler, stratejiler ve materyalleri kapsar. Bu destekler, öğrenme sürecini hem eğlenceli hem de anlamlı kılmak amacıyla çocukların yaşantılarıyla ilişkilendirilecek biçimde tasarlanmalıdır. Özellikle okul öncesi dönemde, oyun temelli etkinliklerin ve günlük yaşamla bağlantılı matematiksel durumların bu süreçte kullanılması önemlidir (Korkmaz ve Şahin, 2019).

Sonuç olarak, bu üç bileşen birlikte ele alındığında, hem çocuğun mevcut matematiksel bilgi düzeyine uygun hem de ileriye dönük bir öğretim planlaması yapılmasına olanak tanır. Bu yapılandırma, özellikle gelişimsel açıdan hassas olan erken çocukluk döneminde etkili matematik öğretiminin temelini oluşturur. Aşağıdaki şekil, bu bileşenlerin bir araya gelmesi ile birlikte, öğrenme rotalarının matematik yapısını ifade etmektedir (Şekil 4.).

Öğrenme Rotaları



Şekil 4. Erken dönem matematik alanlarına yönelik öğrenme rotaları (Clements ve Sarama, [LT]², 2004)

Yukarıda verilen şekilde öğrenme rotaları çerçevesinde yapılandırılmış erken çocukluk dönemi matematik alanlarını kapsamlı biçimde sınıflandırılmıştır. Üç temel bileşenden oluşan öğrenme rotaları, çocukların matematiksel düşünme süreçlerini sistematik bir biçimde desteklemeyi amaçlamaktadır. Söz konusu bileşenlere ilişkin açıklamalar aşağıda sunulmaktadır.

Sayı-işlem, çocukların sayılarla ilgili temel kavramları geliştirmesine yöneliktir. Bu rota kümesi, sayı kavramının gelişiminden işlem yapma becerilerine ve örüntü tanıma gibi daha soyut düşünme basamaklarına kadar uzanır. Bu beceriler, çocukların temel aritmetik işlemlerini anlamlandırmaları için temel oluşturur (Clements ve Sarama, 2004).

Ölçme, çocukların fiziksel özellikleri değerlendirme ve karşılaştırma becerilerini destekler. Bu öğrenme rotaları, niceliksel karşılaştırmalar yapmayı, ölçüm kavramını somutlaştırmayı ve verileri organize etme gibi ileri becerileri desteklemektedir. Özellikle erken yaşta sınıflandırma ve veri analizi gibi beceriler, ileride grafik okuma ve problem çözme becerilerine zemin hazırlar (Clements ve Sarama, 2004).

Geometri, çocukların şekil, konum ve uzamsal düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçlar. Çocukların çevrelerinde gördükleri şekilleri tanıma, bu şekillerle ilişki kurma ve zihinsel olarak hareket ettirme becerilerini destekler. Aynı zamanda, nesnelerin mekandaki konumunu anlama gibi uzamsal farkındalık gelişimini de içerir. Erken geometri eğitiminde, öğrenme rotaları çocukların gelişen geometrik düşüncelerini anlamak ve yönlendirmek için sistematik bir çerçeve sundukları için önemli kaynaklardır (Clements ve Sarama, 2011). Erken sezgisel anlayışlardan daha soyut geometrik kavramlara kadar, çocukların çeşitli bilişsel aşamalarda ilerlerken izledikleri yolları tanımlar (Clements ve Sarama, 2011; Mutaqin vd., 2021). Erken çocuklukta geometri becerisinin gelişimi, basit şekil tanımadan uzamsal ilişkileri anlama sürecine, şekilleri birleştirme ve ayırma yeteneğine ve geometrik nitelikler hakkında akıl yürütmeye kadar ilerlemeyi içerir (Clements vd., 2018). Çocuklar bu aşamada önce şekilleri keşfeder ve manipüle ederler, sonunda onları tanımayı ve isimlendirmeyi öğrenirler. İlerleyen aşamalarda, çocuklar şekilleri oluşturan unsurları, kenarlar ve açılar gibi, tanımlamaya başlarlar ve sonunda çeşitli şekil sınıflarını ayıran özellikleri kavrarlar (Clements vd., 2018). Öğrenme rotalarında erken geometri becerisi yedi alt alana ayrılmıştır. Bu alanlar; 2B şekiller, 2B şekil oluşturma, şekilleri ayırt etme, 3B şekiller, 3B şekil oluşturma, uzamsal görselleştirme ve imgeleme, uzamsal yönelimdir (Şekil 2.1.1.1.). Öğrenme rotaları kapsamında erken geometri becerisine ilişkin alt alanlar, yaş grupları ve gelişimsel boyutlara göre yapılandırılmıştır. Aşağıda yer alan tablolarda, her bir alt alana yönelik rota düzeyleri ve açıklamalarına yer verilmiştir (Öğrenme Rotaları (<https://www.learningtrajectories.org/math/learning-trajectories>, [LT]²), Clements ve Sarama, 2004).

1. 2B Şekiller

Tablo 1. 2B şekiller

Rota Seviyesi	Rota Açıklaması	
2B Şekiller	Şekillerin matematiksel özelliklerini giderek daha fazla kullanarak iki boyutlu ("düz") geometrik şekilleri eşleştirmeyi, adlandırmayı, tanımlamayı, inşa etmeyi ve sınıflandırmayı öğrenirler.	
<i>Yaş Aralığı</i>	<i>Boyut</i>	<i>Kazanım</i>
0-2 yaş	Şekiller: Aynı-Farklı Karşılaştırmalı Temeller	Gerçek dünya nesnelerini karşılaştırır.
1-2 yaş	Şekiller: Şekil Eşleştirici-Benzer, Boyutlar ve Yönlendirmeler	Aynı boyuttaki benzer şekilleri (daire, kare, tipik üçgen) eşleştirir. Farklı boyutlardaki benzer şekilleri eşleştirir. Farklı yönelimlerdeki benzer şekilleri eşleştirir.
2-3 yaş	Şekiller: Tipik Şekilleri Tanıma	Tipik bir daireyi, kareyi ve daha az sıklıkla üçgeni tanır ve adlandırır. Zihinsel olarak bir prototiple eşleştirmek için şekilleri atipik yönelimlerde fiziksel olarak döndürebilir.
3-3 yaş	Şekiller: Şekil Eşleştirici—Daha Fazla Şekil, Boyut ve Yönlendirme, Kombinasyonlar	Aynı boyut ve yönelime sahip daha geniş çeşitlilikteki şekilleri eşleştirir. Farklı boyut ve yönelimlere sahip daha geniş çeşitlilikteki şekilleri eşleştirir. Şekil kombinasyonlarını birbirleriyle eşleştirir.
4-4 yaş	Şekiller: Şekil Tanıyıcı—Daireler, Kareler ve Üçgenler	Bazı daha az tipik kareleri ve üçgenleri tanır ve bazı dikdörtgenleri tanıyabilir, ancak genellikle eşkenar dörtgenleri tanıyamaz. Genellikle kenarları/köşeleri ayırt etmez.
4-4 yaş	Şekiller: Parçalardan Şekil Oluşturucusu—Görünüşe Göre	Bir hedef şekline "benzeyen" bir şekil oluşturmak için kenarları gibi şekillerin parçalarını gösteren eden manipülatifleri kullanır. Açıları bir köşe (sivri) olarak düşünebilir.
4-5 yaş	Şekiller: Şekil Tanıyıcı-Tüm Dikdörtgenler	Her boyutta, şekilde ve yönelimde dikdörtgenleri tanır.
4-5 yaş	Şekiller: Kenar Tanıyıcı	Kenarları, özelliklere sahip farklı geometrik nesneler olarak tanımlar.
4-5 yaş	Şekiller: Özellik Karşılaştırmacı	Özelliklerdeki farklılıkları arar, tam şekilleri inceler, ancak bazı uzamsal ilişkileri göz ardı edebilir.
4-5 yaş	Şekiller: Köşe (Tepe Açısı) Tanıyıcı	Açıları, en azından "köşeler"in sınırlı bağlamında, ayrı geometrik nesneler olarak tanır.
5-5 Yaş	Şekiller: Şekil Tanıyıcı—Daha fazla şekil	Altıgen, eşkenar dörtgen ve yamuk gibi en bilindik şekilleri ve diğerlerinin tipik örneklerini tanır.
6-6 yaş	Şekiller: Şekil Tanımlayıcı	Örneğin eşkenar dörtgenler, altıgenler, sekizgenler ve yamuklar gibi en yaygın şekilleri, ovaleri (elips) "daireler" olarak adlandırmak gibi hatalar yapmadan adlandırır. (En azından) dik açıları tanır, bu nedenle dik açısı olmayan bir dikdörtgen ile paralelkenar arasında ayırım yapar.

2. 2B Şekilleri Oluşturma

Tablo 2. 2B şekilleri oluşturma

Rota Seviyesi	Rota Açıklaması	
2B Şekiller Oluşturma	Çocuklar bulmacaları çözerek, resim ya da tasarımlar yaparak diğer şekilleri oluşturmak için iki boyutlu şekilleri birleştirmeyi (bir araya getirmeyi) veya şekilleri parçalara ayırmayı (ayrıştırmayı) öğrenirler.	
<i>Yaş Aralığı</i>	<i>Boyut</i>	<i>Kazanım</i>
1-2 yaş	2B Şekiller Oluşturma: Ayrı Şekiller	Bebekler ve yürümeye başlayan çocuklar şekilleri ayrı ayrı şekillendirirler, ancak genellikle daha büyük bir şekil oluşturmak için onları birleştirmezler.
3-3 yaş	2B Şekiller Oluşturma: Parça Birleştirici	Her şeklin farklı bir rolü temsil eder (örneğin, her vücut parçası için bir şekil). Genellikle deneme yanılma yoluyla tüm şekillerin ana hatlarının çizildiği basit bulmacaları doldurular.
4-5 yaş	2B Şekiller Oluşturma: Resim Oluşturucu	Birkaç şekli bir araya getirerek bir resmin bir parçasını oluşturur (örneğin, bir kol için iki şekil). Deneme yanılma yöntemini kullanır ve yeni geometrik şekil oluşturmaya öngörmez. "Genel şekil" veya kenar uzunluğunu kullanarak şekilleri seçer. Her şeklin yerleşimini öneren "kolay" "Örüntü Blok Bulmacaları"nı doldurur.
4-5 yaş	2B Şekilleri Birleştirme: Basit Ayrıştırıcı	Açıkça ayırma ipuçları olan basit şekilleri daha küçük şekillere ayırır ("parçalar").
4-5 yaş	2B Şekiller Oluşturma: Şekil Oluşturucu	Şekilleri önceden tahmin ederek oluşturur ("Neyin uyacağını biliyorum!"). Şekilleri açılar ve kenar uzunluklarını kullanarak seçer. Şekilleri seçmek ve yerleştirmek için döndürme ve çevirme bilinçli olarak yapılır.
5-6 yaş	2B Şekiller Oluşturma: Yaratıcı yollarla yer değiştirme	Daha küçük şekillerden yeni şekiller oluşturur ve deneme yanılma yoluyla şekil gruplarını diğer şekillerle değiştirerek farklı şekillerde yeni şekiller oluşturur.
6-6 yaş	2B Şekiller Oluşturma: Şekil Ayrıştırıcı (Yardımla)	Görev veya ortam tarafından önerilen ve desteklenen görselleri kullanarak şekilleri ayrıştırır.
6-7 yaş	2B Şekillerin Oluşturulması: Karışık Şekil Tekrarlayıcı	Birimleri (başka şekillerden yapılmış şekiller) kasıtlı olarak oluşturur ve çoğaltır; her birini hem çok sayıda küçük şekil hem de daha büyük bir şekil olarak anlar. Bir şekil örüntüsünü sürdürebilir.
6-7 yaş	2B Şekiller Oluşturma: Görüntülerle Şekil Ayrıştırma-Birleştirme	Çocuk hangi şekli nasıl birleştireceğine kendi karar verir. Yani şekilleri ayırma ve birleştirme süreci çocuğun isteğine bağlıdır.

3. Şekilleri Ayırıştırma

Tablo 3. Şekilleri ayırıştırma

Rota Seviyesi	Rota Açıklaması	
Şekilleri Ayırıştırma (disseminatör)	Çocuklar karışık şekillerdeki yapıları tanımlamayı öğrenirler (daha karmaşık diyagramlar içerisinde "gizli şekilleri" bulmayı öğrenirler).	
<i>Yaş Aralığı</i>	<i>Boyut</i>	<i>Kazanım</i>
3-3 yaş	Şekilleri ayırma: Sezgisel Ayıklayıcı	Yalnızca bir ya da çok az sayıda, birbirine karışmamış ve ayrı duran şekli hatırlayıp yeniden oluşturabilir.
4-4 yaş	Şekilleri yerleştirme: Basit Yerleştirme	Karmaşık bir figürün çerçevesini belirler. Şekillerin üst üste geldiği düzenlemelerde bazı şekilleri bulur, ancak şekillerin diğerlerinin içine yerleştirildiği düzenlemelerde bulamaz.
5-6 yaş	Şekillerin yerleştirilmesi: Şekilleri Ayıklama	Eşmerkezli daireler ve/veya bir kare içindeki daire gibi diğer şekillerin içine yerleştirilmiş şekilleri tanımlar. Karmaşık şekillerdeki birincil yapıları tanımlar.
6-7 yaş	Şekilleri ayırma: İkincil Yapı Ayırıcı	Karmaşık şeklin herhangi bir birincil yapısıyla örtüşmeler bile gömülü şekilleri tanımlar.

4. 3B Şekiller

Tablo 4. 3B şekiller

Rota Seviyesi		
3 Boyutlu Şekiller		
<i>Yaş Aralığı</i>	<i>Boyut</i>	<i>Kazanım</i>
0-2 yaş	3B Algılayıcı: Temeller	Çocuklar 3B şekilleri bebeklikten itibaren doğru bir şekilde algılayabilirler, ancak bu yeterlilik aynı nesnenin tek veya birden çok sabit görünümü yerine sürekli hareket eden nesnelerle sınırlıdır.
3-4 yaş	3B Prototip Tanıyıcı	Çocuklar, küre ve küp gibi bazı prototipik 3B şekilleri formal veya informal isimler kullanarak tanıyabilir. Ancak, bazı 3B şekilleri adlandırmak ve katıları "kalınlık" veya "incelik" gibi çeşitli informal özellikler kullanarak tanımlamak için 2B kelime dağarcığını kullanabilirler.
5-6 yaş	3B Şekil Tanıyıcı	Daha fazla sayıda 3 boyutlu şekli (katı cisimleri), hem günlük (informal) hem de bazı akademik (formal) isimleriyle tanıır. Yüzleri 2D şekiller olarak tanıır.

5. 3B Şekilleri Oluşturma

Tablo 5. 3B şekilleri oluşturma

Rota Seviyesi	Rota Açıklaması	
3 Boyutlu şekiller oluşturma	Çocuklar, üç boyutlu şekilleri oluşturmaya (bir araya getirmeyi) öğrenirler.	
<i>Yaş Aralığı</i>	<i>Boyut</i>	<i>Kazanım</i>
0-2 yaş	3B şekillerin oluşturulması: Ayrı Bloklar	Blokları rastgele yerleştirir veya şekilleri tek tek düzenler, ancak daha büyük bir şekil oluşturmak için onları birleştirmez. Bir ev veya kamyon gibi bir nesneyi oluşturmak için şekilleri yan yana, üst üste koyarak kullanabilir.
0-2 yaş	3B şekillerin oluşturulması: Şekilleri birleştirerek büyük yapılar oluşturma	Blokları üst üste koymak için "üstünde" uzamsal ilişkisini kullanmayı gösterir, ancak blokların seçimi sistematik olmayabilir.
1-2 yaş	3B şekillerin oluşturulması: Çizgi Oluşturucu	Blokların (tek boyutlu) bir çizgisini oluşturmak için "yanındaki" ilişkisinin kullanımını gösterir.
2-2 yaş	3B Şekilleri Oluşturma: Benzer şekilleri birleştirerek büyük yapılar oluşturmak	Eşleşen blokları veya benzer şekilde ilişkili olan blokları birleştirerek büyük yapılar oluşturmak veya çizgiler oluşturmak için "üstünde" kavramını kullanabilir.
2-3 yaş	3B Şekilleri Oluşturma: Parça Montajcısı (3B)	Bir bina içinde dikey ve yatay bileşenler oluşturur, ancak sınırlı bir aralıkta, örneğin bir "zemin" veya basit bir "duvar" inşa etmek gibi. Bunlar, iki boyutlu yapılar olur.
3-4 yaş	3B şekiller oluşturma: Resim Oluşturucu (3B)	Birden fazla uzamsal ilişki kullanır, birden fazla yönde uzanır ve bileşenler arasında birden fazla temas noktası vardır, yapının parçalarını entegre etmede esneklik gösterir. Yay biçiminde yapılar, kapalı alanlar, köşeler ve çarpılar üretir, ancak sistematik olmayan deneme yanılma yolu ile üretim yapar.
4-5 yaş	3B şekiller oluşturma: Şekil Oluşturucu (3B)	2 veya daha fazla (basit, tanıdık) 3B şeklin bileşimiyle hangi 3B şeklin üretileceğini anlayarak şekilleri öngörüyle oluşturur. Yay biçiminde yapılar (dikey iç alanla), kapalı alanlar (iç yatay alanla), köşeler ve çarpılar sistematik olarak üretebilir. Birkaç blok yüksekliğinde kapalı alanlar ve yay biçiminde yapılar inşa eder. Bu seviyenin ilerleyen kısımlarında çocuklar 3B yapılar oluşturmak için derinlik ekler ve yapılara birkaç blok yüksekliğinde çatı eklerler (ancak iç alanları olmayabilir).
5-6 yaş	3B Şekilleri Oluşturma: Şekilleri yer değiştirerek birleştirme ve benzer şekil düzenlemelerini tekrar etme	Parçaları yalnızca yan yana koymak yerine, onları birleştirerek daha uyumlu bir bütün oluşturur. Uçlarında birden fazla rampa ya da merdiven bulunan karmaşık köprüler inşa edebilir. Bu yapılar genellikle

		çatı ve birden fazla iç alan içeren üç boyutlu düzenlemelerdir.
6-6 yaş	3B şekiller oluşturma: Şekil Oluşturucu - Birimler (3B)	Tavanları olan birden fazla seviye içeren karmaşık kuleler veya diğer yapılar (tavanları yerleştirerek) ve yay biçiminde yapılar ve diğer alt yapılar dahil olmak üzere bloklarla yetişkin benzeri yapılar oluşturur.

6. Uzamsal Görselleştirme ve İmgeleme

Tablo 6. Uzamsal görselleştirme ve imgeleme

Rota Seviyesi	Rota Açıklaması	
Uzamsal Görselleştirme	Çocuklar, iki ve üç boyutlu nesnelerin zihinsel görüntülerini oluşturma, sürdürme ve düzenleme süreçlerini geliştirirler; bunları hareket ettirme, eşleştirme ve birleştirme de buna dahildir. Bu kritik bir matematik konusudur!	
<i>Yaş Aralığı</i>	<i>Boyut</i>	<i>Kazanım</i>
0-1 yaş	Uzamsal Görselleştirme: Sezgisel Hareket Ettirici: Temeller	Nesnelerin uzayda hareket ederken onları gözlemleyerek boyutlarını ve şekillerini araştırır, uzayda nasıl göründüklerini keşfetmek için deneme yanılma yöntemini kullanır ve sonunda tüm olası çözümleri denemeden uzayda görüntüyü tahmin eder. Bu tür beceriler sonunda gelecekteki uzamsal görselleştirmeyi destekleyecektir.
1-2 yaş	Uzamsal Görselleştirme: Somut nesneyi kaydırmak, döndürmek, çevirmek	Fiziksel deneme yanılma yoluyla şekilleri bir yere taşıyabilir.
3-4 yaş	Uzamsal Görselleştirme: Kaydırmak ve Döndürmek	Basit görevlerde, nesneleri doğru bir şekilde kaydırır ve döndürür; bu sırada hareketin yönünü, hızını ya da miktarını anlık olarak ayarlayabilir.
5-5 Yaş	Uzamsal Görselleştirme: Somut nesneyi kaydırmak, döndürmek, çevirmek	Daha gelişmiş sezgiler tarafından yönlendirilen doğru hareketleri kullanır, ancak yön ve miktar açısından her zaman doğru değildir (bunları deneme yanılma yoluyla ayarlar). Bir şeklin başka bir şekille eşleşmesi için çevrilmesi gerektiğini bilir, ancak yanlış yöne çevirir.
6-6 yaş	Uzamsal Görselleştirme: Somut nesneyi kaydırmak, döndürmek, çevirmek	Manipülatifler kullanarak ancak bu hareketlerin (45, 90 ve 180° dönüşler ve dikey ve yatay çizgiler üzerinde dönüşler) zihinsel imgeleriyle yönlendirilerek, genellikle sadece yatay ve dikey olmak üzere kaydırma ve çevirme hareketleri gerçekleştirir. Yani, hareketi ve bunun sonucunu zihinsel olarak hayal edebilirler.

7. Uzamsal Yönelim

Tablo 7. Uzamsal yönelim

Rota Seviyesi	Rota Açıklaması	
Uzamsal Yönelim	Çocuklar uzaydaki farklı konumlar arasındaki ilişkileri öğrenirler (haritalar ve koordinatlar dahil).	
<i>Yaş Aralığı</i>	<i>Boyut</i>	<i>Kazanım</i>
0-0 yaş	Uzamsal Yönelim: Uzamsal Yönelimin Temelleri	Uzamsal yönelim için iki tür bilişsel sistemin en eskisini kullanır: nerede olduğunuzu ve dünyada nasıl dolaşacağınızı bilmek. 1. Tepki Öğrenmesi: İlk öz tabanlı sistemi kullanır; yani çocuğun kendi pozisyonu ve hareketleriyle ilgilidir. Bir hedefle ilişkilendirilmiş bir hareket örüntüsünü ifade eder. 2. İpucu Öğrenmesi: Çevresindeki tanıdık yer işaretlerine (dönüm noktalarına) dayanarak basit yön bulma sistemleri geliştirir.
0-2 yaş	Uzamsal Yönelim: Yol Bütünleyici	Yakın mesafeler ve yönler dahil olmak üzere yaptıkları hareketleri hatırlar ve tekrarlayabilir.
1-2 yaş	Uzamsal Yönelim: Yer Öğrenicisi	Konumları, mesafeleri ve dönüm noktalarına olan yönleri depolayarak "zihinsel haritalar" oluşturur ve uzamsal sorunları çözer. Bir odanın duvarlarını referans çerçevesi olarak kullanır; "içinde", "üzerinde" ve "altında" gibi uzamsal kelime dağarcığını ve "yukarı" ve "aşağı" gibi dikey yön terimlerini kullanır.
2-3 yaş	Uzamsal Yönelim: Yerel-Benlik Yapı Kullanıcısı	Hedef nesne önceden belirtilmişse, kendilerini yer işaretlerine göre hareket ettirdikten sonra bile, yakınlardaki nesneleri veya konumu bulmak için uzaktaki yer işaretlerini kullanır. Uzayda yatay veya dikey bir çizgiyi yönlendirir (Rosser, Horan, Mattson ve Mazzeo, 1984). "Yanında" ve "arasında" gibi daha zor terimler de dahil olmak üzere, dikkati uzamsal ilişkilere yönlendirmek için uzamsal kelime dağarcığını kullanır.
4-4 yaş	Uzamsal Yönlendirme: Küçük Yerel Yapı Kullanıcısı	Hedef önceden belirtilmemiş olsa bile, hareketten sonra nesneleri bulur. Genellikle dairesel bir arama deseni kullanarak küçük bir alanı kapsamlı bir şekilde arar. "Önünde" ve "arkasında" veya "sol" ve "sağ" gibi referans çerçevelerine atıfta bulunan sözcükleri kullanır. Anlamlı grafik bağlamlarında, her iki eksenindeki konumlardan (bir koordinat ızgarası gibi) çizgileri çıkarır ve bunların nerede kesiştiğini belirler.
5-5 Yaş	Uzamsal Yönlendirme: Yerel Çerçeve Kullanıcısı	Nesneleri hareket ettikten sonra bulur, nesnelerin düzenlenmesinin genel şeklini korur. Nesnelerin konumlarını dönüm noktalarına göre temsil eder (örneğin, iki dönüm noktasının yaklaşık ortasında) ve açık alanlarda veya labirentlerde kendi konumunu takip eder. Dikkatini uzamsal ilişkilere yönlendirmek için uzamsal kelime dağarcığını kullanır. Oyunlar gibi basit durumlarda koordinat etiketlerini kullanır.

6-6 yaş	Uzamsal Yönlendirme: Harita Kullanıcısı	Resimli ipuçları içeren haritalar kullanarak nesneleri bulur. İki koordinatı ve bunların tek bir konuma entegrasyonunu anlar ve basit durumlarda koordinat etiketlerini kullanır.
---------	---	---

Sonuç olarak, öğrenme rotalarının geometri boyutuna ilişkin yapılandırması, çocukların erken yaşlardan itibaren uzamsal düşünme, şekil tanıma ve geometrik ilişkileri kavrama becerilerini sistematik biçimde geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Bu rotalar, yalnızca temel geometrik kavramların kazandırılmasını değil, aynı zamanda çocukların görsel-uzamsal muhakeme, analiz etme ve zihinsel canlandırma gibi üst düzey bilişsel becerilerini de desteklemektedir. Gelişimsel basamaklara dayalı bu yapı, öğretmenlerin her çocuğun bireysel öğrenme düzeyine uygun öğretim stratejileri geliştirmesine katkı sağlarken, erken geometri eğitiminin daha etkili ve anlamlı bir şekilde yürütülmesine zemin hazırlar. Bu doğrultuda, öğrenme rotaları yaklaşımı, erken çocukluk eğitiminde geometri öğretimine yenilikçi, bütüncül ve bilimsel bir perspektif sunmaktadır.

Bu modelin geliştirildiği dijital platform olan [LT]² (Learning and Teaching with Learning Trajectories), öğretmenlerin öğrenme rotalarını kolaylıkla keşfetmesine, uygulamasına ve çocukların gelişimsel düzeylerine uygun öğretim stratejileri geliştirmesine olanak tanıyan güçlü bir öğretim aracıdır. Aşağıda bu platformun yapısı, işlevi ve erken matematik öğretiminde nasıl kullanılabileceği detaylı olarak ele alınmıştır. [LT]² Nedir?

[LT]², learningtrajectories.org adresinden erişilebilen, ücretsiz ve web tabanlı bir eğitim aracıdır. Erken çocukluk eğitimi alanında çalışan akademisyenler, öğretmenler ve aileler için hazırlanmış bu platform; 0-8 yaş arası çocukların matematiksel düşünmesini ve öğrenmesini desteklemeye yönelik dört boyutta (sayı, işlem, geometri, ölçüm) 20 farklı matematiksel içerik alanında gelişimsel bilgi sunar (Şekil 2.1.1.1.). [LT]² gibi dijital araçlar ise öğretmenlerin bu yaklaşımı sınıf içinde somut şekilde uygulayabilmelerini kolaylaştırmaktadır. Bu yapı, öğretmenlerin çocukların bilişsel gelişim düzeylerini dikkate alarak öğretimi bireyselleştirmelerini mümkün kılar (Clements ve Sarama, 2009). Öğretmenler bu yaklaşımla her çocuğun gelişimsel düzeyine uygun ilerlemesini sağlar, çocukların güçlü yönlerini fark eder, ezberden uzak, anlam temelli bir öğretim sunar.

learningtrajectories.org'ta;

- Matematik alanına dair gelişimsel bilgi,
- Gelişimsel düzeylere ait video örnekleri,
- Bireysel, küçük grup etkinlik önerileri,
- Dijital oyunlar,
- Yaşa ve konuya göre filtrelenebilir içerikler yer almaktadır.

Öğrenme rotalarına dayalı öğretim uygulayabilmek için öğretmenlerin öğrenme rotalarının bileşenlerini detaylı şekilde öğrenmesi gerekir. Bu sebeple [LT]² Mesleki Gelişim Programı, öğretmenleri bu konularda desteklemeyi amaçlar. Eğitim oturumları; Hedeflerin anlaşılması (sayma sistemleri, basamak değeri gibi temel kavramlar tartışılır.), gelişimsel düzeylerin anlaşılması (doğumdan 8 yaşına kadar olan düşünme düzeylerini gösteren videolar izlenir, çocukların zihinsel süreçleri analiz edilir.), öğretimsel görevlerin uygulanması (müfredatta yer alan etkinlikler incelenir, birlikte uygulanır ve sınıf içi örnek videolar analiz edilir.) bileşenlerinden oluşur. Ayrıca öğretmenler, öğrenme rotalarını biçimlendirici değerlendirme (formative assessment) sürecinde nasıl kullanacaklarını öğrenir. Yani, çocukların düşünme biçimini gözlemleyerek hangi etkinliğin onlar için en uygun olduğunu belirlemeyi öğrenirler. Bu doğrultuda, ülkemizde halihazırda uygulanan 2024 Okul Öncesi Eğitim Programı ile Türkiye Yüzyılı Maarfi Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı aşağıda açıklanmıştır.

2.2.3. EÇE Okul Öncesi Eğitim Programı'nda (2024) geometri

2024 yılında güncellenen Okul Öncesi Eğitim Programı, çocukların temel matematiksel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik sistematik bir yaklaşım benimsemekte; bu kapsamda geometri öğrenme alanına da özel bir yer ayırmaktadır. Programın bilişsel alan başlığı altında yer alan Matematiksel Kavramlar bölümünde, geometrik becerilere yönelik kazanımlar açıkça tanımlanmıştır.

Bu kapsamda çocuklardan beklenen temel kazanımlar arasında; şekil ve uzamsal farkındalığı geliştirme, temel geometrik şekilleri ve cisimleri tanıma ve

adlandırma (örneğin daire, üçgen, kare, dikdörtgen, küp, koni, silindir, küre), nesneleri konumlarına göre ayırt etme (örneğin üstünde, altında, arkasında), ve geometrik özelliklere göre karşılaştırma yapabilme gibi hedefler yer almaktadır.

Program, geometrik öğrenmenin yalnızca kavram öğretimi ile sınırlı kalmaması gerektiğini vurgulayarak, çocukların günlük yaşam deneyimlerinden beslenen, oyun temelli ve keşfetmeye dayalı etkinliklerle şekillere ilişkin farkındalıklarını artırmayı hedeflemektedir. Özellikle yapı-inşa oyunları, sınıf içi yön bulma etkinlikleri, doğada şekil avı gibi özgün uygulamalarla, çocukların uzamsal algı, görsel ayırım, konum belirleme ve problem çözme becerileri desteklenmektedir.

Sonuç olarak, 2024 Okul Öncesi Eğitim Programı'nda geometri, çocukların matematiksel düşünmeye ilişkin temel yapı taşlarını oluşturan ve farklı gelişim alanlarıyla bütünleşen bir öğrenme alanı olarak ele alınmaktadır. Program, erken yaşta şekil, uzamsal ve konum farkındalığı kazandırarak, çocukların ilkokula akademik olarak daha donanımlı geçiş yapmalarına katkı sağlamaktadır.

2.2.4. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı'nda geometri

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli çerçevesinde hazırlanan Okul Öncesi Eğitim Programı, çocukların bilişsel, sosyal-duygusal ve psikomotor gelişimlerini bütüncül bir yaklaşımla desteklemeyi hedeflemektedir. Bu bağlamda matematik öğrenme alanı, yalnızca sayma ve işlemsel becerilerle sınırlı kalmamakta; aynı zamanda geometrik düşünme becerilerinin de temellerini atmaktadır.

Programın Matematik Alanı kapsamında geometriye ilişkin kazanımlar, özellikle “matematiksel muhakeme”, “matematiksel temsil” ve “problem çözme” alt alanlarında somutlaşmaktadır. Geometrik düşünme; çocukların uzamsal farkındalıklarını geliştirmeyi, şekil ve cisimleri tanımayı, sınıflandırmayı, benzerlik-farklılık ilişkileri kurmayı ve bu kavramları günlük yaşamla ilişkilendirmeyi içerir. Bu yönüyle geometri, erken yaşta geliştirilen kavramsal becerilerle doğrudan ilişkilidir. Türkiye Yüzyılı Maarif

Modeli'nde çocukların öğrenme sürecine aktif olarak katılımı esas alınmakta, bu süreçte oyun temelli öğrenme stratejileri ön plana çıkarılmaktadır. Geometrik kavramlar da bu çerçevede çocukların yaşantılarına dayalı, keşfetmeye dayalı etkinliklerle yapılandırılmaktadır. Daire, üçgen, kare ve dikdörtgen gibi temel şekillerin kavramsal düzeyde ele alındığı görülmektedir.

Bununla birlikte, geometrik öğrenme süreçleri yalnızca alan becerileriyle sınırlı değildir. Kavramsal beceriler (örneğin, sınıflandırma, karşılaştırma, genelleme), eğilimler (örneğin, merak, sorgulama), ve sosyal-duygusal öğrenme becerileri (örneğin, iş birliği, empati) gibi programlar arası bileşenlerle desteklenmektedir.

Sonuç olarak, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı, geometrik düşünmeyi çocuğun çok yönlü gelişimini destekleyen disiplinler arası bir yapı içerisinde ele almakta; bu sayede çocukların hem akademik hem de yaşam becerilerini erken yaştan itibaren inşa etmelerine olanak tanımayı amaçlamaktadır.

2.3. Erken Çocukluk Eğitiminde Teknoloji Kullanımı

Günümüzde çocuklar dijital bir dünyaya gözlerini açmakta ve dijital araçlarla çok erken yaşlarda tanışmaktadırlar. Bu durum, eğitim ortamlarının da dijitalleşmesini zorunlu kılmakta ve özellikle okul öncesi dönemde teknolojinin eğitsel amaçlarla kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Erken çocukluk eğitiminde dijital teknolojilerin kullanımı, çocuğun gelişim düzeyine ve eğitim amaçlarına uygun olarak planlandığında, çok sayıda gelişimsel alanda olumlu katkılar sunabilmektedir (Bütün ve Aral, 2005; Tüzün, 2002). Bu doğrultuda, dijital teknolojilerin erken çocukluk eğitiminde gelişimsel açıdan uygun biçimde kullanılmasının gerekliliği, kuramsal bir dayanağa da sahiptir. Örneğin Engler (1972:62), teknolojiyi eğitimin vazgeçilmez bir unsuru olarak görmekte; Heinich (1970:56) ise teknolojinin yalnızca varlığının değil, yerinde ve amacına uygun kullanımının önemini vurgulamaktadır. Erken çocukluk eğitiminde teknolojinin nasıl yapılandırılması gerektiğine dair uluslararası standartlar da bulunmaktadır. National Association for the Education of Young Children (NAEYC, 2012), dijital teknolojilerin

gelişimsel olarak uygun kullanımını savunmakta; National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) ise teknolojinin matematik etkinliklerine entegre edilmesinin, çocukların öğrenme süreçlerine önemli katkılar sunduğunu belirtmektedir (Benning vd., 2023). Bu yaklaşımlar, standartlar teknoloji kullanımının eğitimsel hedeflerle tutarlı biçimde planlanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu görüşleri destekleyen Can-Yaşar vd. (2012), teknolojinin tüm yaş gruplarındaki çocukların gelişimine her alanda katkı sağlayacak şekilde eğitimin niteliğini artırmak amacıyla kullanılması gerektiğini ifade etmektedirler.

Bu kapsamda, kaliteli dijital eğitim içeriklerinin çocukların öğrenme ve gelişim süreçlerine olumlu katkı sağladığını ortaya koyan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Anderson ve Bushman, 2001; Chen, 2019; Fisch ve Truglio, 2001; Kermani ve Aldemir, 2015; McManis ve Gunnewig, 2012; Penuel vd., 2012; Shifflet vd., 2012; Wang vd., 2010; Vernadakis vd., 2006). Wouters vd. (2013) gerçekleştirdiği meta-analiz çalışmasında, 1990–2012 yılları arasında farklı yaş gruplarındaki çocuklarla yürütülen 39 araştırma incelenmiş; dijital uygulamaların geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla öğrenmeyi anlamlı düzeyde daha fazla geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlara paralel olarak teknoloji çocukların doğuştan gelen merak duygusunu ve oyuna olan ilgilerini destekleyen etkileşimli öğrenme deneyimleri sunmaktadır (Aslan vd., 2024). Aynı zamanda teknolojik araçlarla öğrenme ortamlarının zenginleştirilmesi, çocukların yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmekte ve öğrenmeyi daha eğlenceli hale getirmektedir (Arı ve Bayhan, 2003; Sivin-Kachala ve Bialo, 2000). Ancak, dijital uygulamaların bilinçsiz ve aşırı kullanımına bağlı olarak çocuklarda olumsuz etkiler yaratabileceğine dikkat çeken çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalar, özellikle dikkat dağınıklığı, sosyal etkileşimde azalma ve uyaran bağımlılığı gibi risklere işaret etmektedir (Anderson ve Bushman, 2001; Anderson vd., 2003; Christakis ve Zimmerman, 2007; Christakis vd., 2004; Nathanson vd., 2013; Vandewater vd., 2004).

2.3.1. Teknoloji destekli erken geometri öğretimi

Okul öncesi dönemde dijital teknolojiler kullanılarak gerçekleştirilen matematik uygulamalarının küçük çocukların matematiğe yönelik motivasyonu arttığı (Rosas vd., 2003) ve matematiğe karşı daha olumlu tutum sergiledikleri (Ke, 2008) sonucuna ulaşılmıştır. Putri (2020) bilgisayar öğrenimi yoluyla geometri şekillerinin öğretimi üzerine çalıştığı araştırmasında bilgisayarla öğrenme uygulamasının geometrik şekilleri tanıma becerisini geliştirebileceği sonucuna ulaşmıştır. Çünkü bilgisayarla öğrenme, görüntülenen animasyon ve görsellerle geometrik şekilleri tanımaya yönelik etkinlikler içeren bir yazılım sunmaktadır (Putri, 2020).

Teknolojiyle güçlendirilmiş erken dönem geometri öğretiminin faydalarını en üst düzeye çıkarmak için müfredat tasarımı, öğretmen eğitimi ve değerlendirme teknikleri gibi birçok unsuru dikkate alan kapsamlı bir yaklaşımın benimsenmesi gerekmektedir. Teknolojiyi etkinliklere entegre ederek, çocuklar için dinamik ve heyecan verici bir öğrenme ortamı oluşturulabilir. Bu entegrasyon geometrik kavramların anlaşılmasına yardımcı olur (Govender ve Govender, 2020). Öğretmenler, çocukların öğrenme deneyimlerini geliştirmek amacıyla teknolojiyi etkili bir şekilde kullanmak için gereken bilgi ve becerilerle donatılmalıdır (Clements vd., 2022). Öğretmenlerin, geometri eğitiminde teknolojiyi etkili bir şekilde kullanmak için pedagojik beceri, içerik bilgisi ve teknik olarak bilgilendirilmesi önem taşımaktadır. Öğretmenler, sınıf ortamında çocuklara istenen şeklin örneklerini ve çeldiricilerini sunmalıdır. Ayrıca çocukların şekiller oluşturmalarına, şekil kompozisyonu çalışmalarına katılmalarına ve uzamsal düşünme becerilerini geliştirmek için teknolojiyi kullanmalarına izin vermelidirler (Jung ve Conderman, 2017).

Logo ve Scratch gibi programlama dillerinde bulunan "kaplumbağa geometrisi", geometri eğitiminde önemli bir teknolojik araçtır (Clements vd., 2022). Kaplumbağa geometrisinin vurgulanan adımları, çocukları daha zengin geometrik kavramlar geliştirmeye teşvik eder ve komutlarının sonuçlarını gözlemlemelerine olanak tanır (Clements vd., 2022). Çocuklar altıgenler, eşkenar dörtgenler, dörtgenler, yarım daireler

ve yamuklar gibi çok çeşitli şekilleri tanımlamaya çalışmalıdır (Clements vd., 2018). "Building Blocks" gibi programlar, geometrik düşünme düzeylerine göre özelleştirilmiş dijital ve fiziksel malzemelerle çocukların gelişimini desteklemiştir (Clements ve Sarama, 2007). Benzer şekilde, "Young Mathematicians at Work" ve "Let's Count" gibi projeler, çocukların uzamsal düşünme, şekil tanıma ve öğrenme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan sistematik içerikler sunmaktadır. Bu bağlamda, erken çocukluk döneminde tablet gibi dijital araçların bu tür matematiksel öğrenme deneyimlerini destekleyici ve zenginleştirici bir rol üstlenebileceği görülmektedir.

2.3.2. Erken çocukluk eğitiminde tabletlerin kullanımı

Günümüzde birçok eğitim sistemi, özellikle sanayileşmiş ülkelerde, dokunmatik ekranlı tabletleri öğretim araçları olarak sınıf ortamlarında kullanmaya başlamıştır (Clements ve Sarama, 2009; Yerushalmy, 2005). Tablet kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, teknolojinin çocukların gelişimini, özellikle de erken yıllarda nasıl etkilediği konusunda bir dizi tartışma olmuştur (Greenfield, 2015; Palmer, 2007; Sigman, 2012). Öğretim aracı olarak kabul edilen tabletlerin, erken çocukluk eğitim ortamlarında diğer elektronik aletlere kıyasla tercih edilmesinin birçok önemli nedeni vardır. Öncelikle, tabletler küçük çocuklar için dizüstü bilgisayarlardan daha uygundur. Çünkü tabletler hafif ve taşınabilirdir. Dizüstü bilgisayarlar gibi ayrı giriş cihazlarına gerek duyulmamaktadır. İkincisi, klavye ve fare gibi ayrı cihazları taşımayı gerektirmemektedir. Üçüncüsü, belirli düzeyde ince ve kaba motor becerileri gerektiren, kullanımı kolay bir düzenle dokunmatik bölümlere sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Tabletlerin yardımıyla, çocuklar zengin ve dinamik öğrenme ortamlarına katılmakta ve kendi içeriklerini üretebilmektedirler (Kucirkova, 2014; Schacter ve Jo, 2015). Öğretmenler, çocuklara tablet teknolojisi ile bireysel ve küçük grup etkinliklerine katılma fırsatı vererek daha etkili ve verimli matematik eğitimleri gerçekleştirebilirler (Holmes ve Dowker, 2013).

Literatür incelemesine göre, küçük çocuklarda matematiksel başarı, dijital teknoloji destekli matematik öğretiminden olumlu şekilde etkilenmektedir (Dejonckheere vd., 2016; Kosko ve Ferdig, 2016; Moyer-Packenham vd., 2015; Outhwaite vd., 2017; Schacter ve Jo, 2015, 2017; van der Ven vd., 2017). Araştırmalar tablet kullanımının çocukların yaratıcılığını teşvik ettiğini ve kendilerini ifade etme yeteneklerini geliştirdiğini göstermiştir (Ergüleç ve Kiremit, 2019). Örneğin, Kosko ve Ferdig (2016), okul öncesi çocukları içeren bir araştırmada, çocukların akademik ilerlemesinin iyi tasarlanmış tablet destekli matematik uygulamaları tarafından önemli ölçüde tahmin edildiğini bulmuşlardır. Benzer şekilde, Outhwaite vd. (2019) çalışması, 4-5 yaşındaki çocuklarla yapılan 12 haftalık matematik eğitiminin ardından tablet destekli küçük grup etkinliklerine katılan çocukların kontrol grubuna göre matematik testinde daha yüksek puan aldığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonuçlara paralel olarak, Schacter ve Jo (2017) okul öncesi ve birinci sınıf çocukları için 22 haftalık tablet tabanlı bir matematik programının çocukların matematik yeterliliklerini önemli ölçüde artırdığını ortaya koymuştur. Haßler, Major ve Hennessy (2015), 23 çalışmanın meta-analizini gerçekleştirmiş ve bunlardan sadece 16'sının tabletlerin çocukların öğrenme sonuçlarını iyileştirdiği, beş çalışmanın önemli bir fark bulamadığı ve iki çalışmanın tablet kullanımının olumsuz etkilerini bildirdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Sonuç olarak, tabletler erken çocukluk eğitiminde yaygın olarak kullanılsa da bu cihazların çocukların akademik, sosyal ve bilişsel gelişimini nasıl etkilediğini tam olarak analiz etmek için daha fazla yüksek kalitede araştırmaya ihtiyaç vardır. Erken çocukluk eğitimi araştırmacıları ayrıca tabletlerin etkileri, özellikle akademik yetenekler üzerindeki etkileri konusunda daha fazla ampirik araştırmaya ve yüksek kaliteli metodolojik araştırma tasarımlarına ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır (Falloon, 2013; Kucirkova, 2014; Neumann ve Neumann, 2014; Orrin ve Olcese, 2011). Bu bağlamda, tabletlerin sadece eğlenceli içerik sunan araçlar olmaktan çıkarılarak, çocukların gelişim düzeylerine uygun, pedagojik olarak anlamlı ve etkileşimli içeriklerle donatılması gerekmektedir. Özellikle okul öncesi dönemde bilişsel gelişimin temellerinin atıldığı düşünüldüğünde, tablet destekli uygulamaların çocukların dikkatini çekme, odaklanma süresini artırma ve

öğrenme süreçlerine aktif katılım sağlama gibi avantajlarının sistematik biçimde araştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu tür araştırmalar, dijital teknolojilerin erken çocukluk eğitiminde nasıl daha etkili ve pedagojik açıdan anlamlı bir biçimde kullanılabileceğine yönelik yol gösterici bilgiler sunabilir. Bu doğrultuda, izleyen bölümde dijital teknolojiler arasında yer alan artırılmış gerçeklik teknolojisinin erken çocukluk eğitimiyle olan ilişkisi açıklanmıştır.

2.4. Erken Çocukluk Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi

Artırılmış gerçeklik (AR), gerçek dünya ortamını bilgisayar üretimi sanal öğelerle zenginleştiren ve bu iki unsuru etkileşimli bir şekilde bir araya getiren bir teknolojidir (Azuma, 1997; Milgram ve Kishino, 1994). İlk olarak 1990 yılında Caudell ve Mizell tarafından kullanılan bu kavram, günümüzde eğitimden mühendisliğe, sanattan tıba kadar birçok alanda etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Zhou vd., 2008). Milgram ve Kishino'nun (1994) geliştirdiği "gerçeklik-sanallık sürekliliği" modeli kapsamında, artırılmış gerçeklik teknolojileri ile artırılmış sanallık teknolojileri, gerçek ve sanal öğeler arasında bir geçiş sağlayarak "karma gerçeklik" çerçevesinde değerlendirilmektedir. Şekil 5.'te Milgram ve Kishino'nun (1994) "Gerçeklik-Sanallık Sürekliliği" modeline yer verilmiştir.



Şekil 5. Milgram ve Kishino'nun (1994) geliştirdiği "Gerçeklik-Sanallık Sürekliliği" modeli

Milgram ve Kishino (1994), bireylerin gerçek ve sanal ortamlarla etkileşimini açıklamak amacıyla "gerçeklik-sanallık sürekliliği" olarak adlandırdıkları bir model ortaya koymuşlardır. Bu model, kullanıcının deneyimlediği ortamın ne ölçüde gerçek ya da sanal olduğunu belirlemeye yönelik bir çerçeveye sunar. Sürekliliğin bir ucu tamamen fiziksel, duyuyla algılanabilen gerçek çevreyi temsil ederken, diğer ucu tamamen dijital olarak oluşturulmuş sanal ortamı göstermektedir. Bu iki uç arasında kademeli olarak ilerleyen ve birbirine geçişli dört temel aşama bulunmaktadır: gerçek çevre, artırılmış gerçeklik, artırılmış sanallık ve sanal gerçeklik.

Gerçek çevre, herhangi bir dijital unsurun müdahalesi olmadan algılanan fiziksel dünyayı ifade ederken; artırılmış gerçeklikte, sanal öğeler gerçek dünya üzerine yerleştirilir ancak temel bağlam hala fiziksel çevredir. Artırılmış sanallık aşamasında, baskın olan sanal ortam içerisine gerçek dünya unsurları entegre edilir. Sürekliliğin en uç noktası olan sanal gerçeklikte ise tamamen yapay bir çevre söz konusudur ve kullanıcı tümüyle dijital bir dünyada bulunur. Bu model, sanal ortamların kullanıcıya sunduğu deneyimin gerçeğe ne kadar yakın ya da uzak olduğunu kavramsallaştırmakta ve

gerçeklikten sanallığa doğru olan geçişin dinamik bir yapı içerisinde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır (Günçan, 2021).

Milgram ve Kishino, artırılmış gerçekliği yalnızca teknik bir kavram olarak değil, aynı zamanda belirli durumlarda anlam oluşturmaya destekleyen ve fiziksel dünyayı dijital verilerle zenginleştiren bir teknoloji olarak da değerlendirmişlerdir. Bu bağlamda, artırılmış gerçeklik, bilgisayar destekli görüntülerin gerçek çevreye entegre edilmesiyle öğrenme, deneyimleme ve etkileşim süreçlerini dönüştüren güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır. AR, bu bağlamda, gerçek dünyayı sanal nesnelerle zenginleştirerek öğrenmeyi daha dinamik, görsel ve etkileşimli bir hale getirmektedir (Marr, 2021; Papagiannis, 2017). Papagiannis (2017) Artırılmış Gerçeklik ile algılarımızın genişleyerek bizlere gerçeği daha iyi algılama ve deneyimleme olanağı sağladığını belirtmiştir.

Artırılmış Gerçeklik (AR) teknolojileri okul öncesi eğitimden yüksek öğrenime kadar etkin olarak kullanılmaktadır (Fan vd., 2020; Wu vd., 2013). Özellikle mobil cihazların, tablet türü araçların yaygınlaşmasıyla birlikte, AR teknolojisine erişim kolaylaşmış ve eğitim ortamlarında kullanımı hızla artmıştır (Johnson vd., 2010). Eğitimde AR'ın sunduğu en önemli katkılar arasında, soyut kavramların somutlaştırılması, öğrenmeye olan motivasyonun artırılması, görsel-işitsel etkileşimin güçlenmesi ve bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimlerinin desteklenmesi yer almaktadır (Bülbül ve Özdiç, 2022; Çevik vd., 2017; Duman ve Arıcı, 2023; Freitas ve Campos, 2008; Gecü-Parmaksız, 2017; Kaufmann ve Dünser, 2007; Uygun vd., 2024). Kullanılan teknoloji ile yeni öğrenme yöntemleri güncellenerek eğitim materyallerinin farklı açılardan ele alınması çocukların motive olmalarını sağlamaktadır (Bujak vd., 2013; Kerawalla vd., 2006). AR teknolojisinin hem varlık duygusu hem de dokunma hissi yaşıyor ve özgün bir öğrenme fırsatı yaratıyor olması, nesneleri gerçeğe yakın olarak göstermesinden ve nesnelerle dinamik etkileşim kurma fırsatı sağlamasından kaynaklanmaktadır (Kaufmann ve Dünser, 2007; Özdemir, 2017).

AR teknolojileri özellikle de eğitimde son zamanlarda okul öncesi eğitimde etkin bir şekilde kullanılan teknolojilerden biri haline gelmiştir (Cabero-Almenara ve Roig-Vila, 2019). Artırılmış gerçeklik, eğitim uygulamalarını dönüştürme potansiyeliyle ortaya çıkan yenilikçi bir teknoloji olarak öne çıkmakta ve özellikle erken çocukluk eğitiminin temel evrelerinde öğrenme deneyimlerini zenginleştirmek için yeni yollar sunmaktadır. Erken çocukluk eğitiminde teknolojik araçların etkili kullanımı, çocukların öğrenme süreçlerini daha etkileşimli ve anlamlı hale getirebilmektedir. Artırılmış gerçeklik teknolojisi, bu bağlamda eğitimde yenilikçi bir öğrenme ortamı sunarak özellikle okul öncesi dönemde dikkat çekici bir potansiyel taşımaktadır. AR teknolojisi, çocuklara kavramları daha derinlemesine öğrenme fırsatı sunarak yaratıcı ve etkileşimli sınıf ortamları oluşturulmasına olanak tanır. Bu da çocukların etkinliklere katılımını artırarak AR'ın öğretim alanındaki yerini güçlendirmektedir (Wei vd., 2021).

AR uygulamaları, çocukların çeşitli duyularını harekete geçiren ses, görüntü ve dokunma öğelerini uygun şekilde bir araya getirerek öğrenme sürecini daha etkili hale getirir (Cascales-Martínez vd., 2017). Bu sayede çocukların dikkat süresi, bilgiye erişimi, yaratıcı düşünme becerileri ve bilişsel gelişimleri desteklenmektedir (Chen vd., 2017b; Çıtak, 2024; Kelpšienė, 2020). Özellikle okul öncesi yaş grubu çocuklarının dikkat sürelerinin kısa olduğu ve somut deneyimlerle daha etkili öğrendikleri göz önüne alındığında, AR teknolojisinin çocukların öğrenme süreçlerine katkı sağladığını, öğrenilen içeriğin somutlaştırılmasına ve çocukların ilgisinin daha uzun süreli devam etmesine olanak tanıdığı düşünülmektedir. Aynı zamanda çocuklar, AR destekli materyalleri, soyut içerikleri içeren geleneksel materyallere kıyasla daha çok tercih etmekte ve bu teknoloji geleneksel öğretim yöntemleri ile kıyaslandığında çocukların öğrenmelerini arttırmaktadır (Freitas ve Campos, 2008; Yılmaz vd., 2017). Öğretmenler ve aileler de bu teknolojinin sınıf içi uygulamalarda kolaylık sağladığını ve çocukların daha aktif katılım gösterdiğini ifade etmektedir (Tanrıverdi, 2022).

Yapılan çalışmalar AR teknolojilerinin çocukların bilişim teknolojilerine yönelik yetilerini geliştirdiğini (Huang vd., 2015), çocukların ilgisini artırdığını, kavram yanlışlarını azalttığını ve eğlenerek öğrenme fırsatı yarattığını (Fleck ve Simon, 2013;

Rambli vd., 2013; Yılmaz vd., 2017), çocukların akranlarıyla etkileşimlerini arttırdığını ve işbirlikçi öğrenme ortamlarını teşvik ettiğini (Bülbül ve Özdiç, 2022; Hassan vd., 2021), üretkenliği arttırdığını (Huang vd., 2015) ve memnuniyet sağladığını (Han vd., 2015; Huang vd., 2015) ortaya koymuştur. AR teknolojisi, fiziksel dünyayı dijital öğelerle zenginleştirerek, çocukların çevreleriyle daha etkileşimli, keşfetmeye dayalı ve duysal açıdan zengin öğrenme deneyimleri yaşamalarını sağlamaktadır (Aydoğdu ve Kelpšiene, 2021). AR uygulamaları aynı zamanda çocukların kavramsal anlama, problem çözme, yaratıcılık ve hayal gücü gibi becerilerini geliştirmektedir (Chen, 2006; Klopfer ve Yoon, 2005). Renk, sayı, şekil gibi temel kavramların öğretiminde etkili bir araç olarak kullanılmakta; çocukların dikkatini çekmekte ve öğrenme sürecine aktif katılımı teşvik etmektedir (Cabero-Almenara ve Roig-Vila, 2019). Bu doğrultuda, özellikle erken çocukluk döneminde geometri eğitiminde soyut kavramların somutlaştırılmasında artırılmış gerçeklik teknolojisi önemli bir potansiyel sunmaktadır.

2.4.1. Erken çocuklukta geometri eğitiminde artırılmış gerçeklik teknolojisi

Erken çocukluk döneminde geometri eğitimi, çocukların uzamsal farkındalık, şekil tanıma ve görsel-uzamsal düşünme becerilerini geliştirmek açısından oldukça önemlidir. Geometrik kavramlar çocuklar için soyut olduğundan, geleneksel öğretim yöntemleriyle yeterince anlaşılması zor olabilmektedir (Sarode vd., 2019; Wu vd., 2024). AR teknolojisi, bu zorluklara etkili bir çözüm sunarak somut ile soyut arasındaki köprüyü dinamik bir şekilde kurar; çocukların sanal geometrik nesneleri gerçek dünya ortamında aktif olarak keşfetmelerine ve manipüle etmelerine olanak tanır (Jesionkowska vd., 2020). Artırılmış gerçeklik teknolojisi, çocukların uzamsal farkındalıklarını artırma ve soyut geometri kavramlarını görselleştirerek anlamlandırmalarını sağlama konusunda etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır (Gecu-Parmaksız ve Delialioğlu, 2018; Köse, 2008). Bu noktada artırılmış gerçeklik teknolojisi, çocuklara somut ve etkileşimli bir öğrenme ortamı sağlayarak geometri öğretimini desteklemektedir. Bu süreçte artırılmış gerçeklik teknolojisi, çocukların iki ve üç boyutlu şekilleri daha iyi anlamlandırmalarına yardımcı olacak etkileşimli bir öğrenme ortamı sunar (Al-Dokhny ve Drwish, 2021; Wu vd. 2024).

AR, şekillerin farklı açılardan incelenmesine, döndürülmesine ve manipüle edilmesine olanak tanıyarak çocukların geometrik kavramları yapılandırmalarını kolaylaştırır (Jesionkowska vd., 2020).

AR destekli geometri uygulamaları sayesinde çocuklar, küp, koni, silindir ve küre gibi temel geometrik şekilleri üç boyutlu olarak gözlemleyebilir ve bu şekillerin özelliklerini daha kolay kavrayabilirler. Örneğin, bir çocuğun kitapta yer alan durağan bir küp görselini pasif biçimde gözlemlemesi yerine, bir AR uygulaması aracılığıyla sanal bir küpü masasına yansıtıp, onu döndürerek yüzeylerini ayırması ve özelliklerini keşfetmesi mümkün hale gelir (Wu vd., 2024). Bu tür sürükleyici etkileşimler, yalnızca geometrik kavramların anlaşılmasını artırmakla kalmaz, aynı zamanda çocukların uzamsal akıl yürütme, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini de geliştirir (Palada vd., 2024). AR uygulamaları, çocuklara şekilleri farklı açılardan gözlemleme, hareket ettirme ve yeniden yapılandırma imkanı sunarak soyut bilgiyi somut hale getirir. Böylece çocukların yalnızca şekilleri isimlendirme değil; aynı zamanda bu şekillerin özelliklerini karşılaştırma, sınıflandırma, ilişkileri kurma, ve uzamsal becerileri de desteklenmekte ve gelişmektedir (Gecu-Parmaksız ve Delialioğlu, 2018).

Zhu vd. (2017) geliştirdikleri AR destekli eğitim oyunuyla 4-7 yaş arası çocukların 2B ve 3B geometrik şekilleri daha iyi öğrendikleri sonucuna ulaşmışlardır. Bir diğer önemli örnek olarak, Mohd Nadzri vd., (2023) yürüttükleri çalışmada, artırılmış gerçeklik modülü (GeomAR3) kullanılan deney grubundaki çocukların, geometri öğreniminde anlamlı başarı artışı gösterdiği belirlenmiştir. Bu başarı; görselleştirme becerilerinin artması, kavramsal anlama düzeyinin yükselmesi ve uzun süreli hatırlamanın sağlanması ile ilişkilendirilmiştir. Yine Çıtak'ın (2024) gerçekleştirdiği tasarım temelli araştırmada, Gerçekçi Matematik Eğitimi yaklaşımı ile desteklenen AR uygulamalarının sayılar, şekiller ve uzamsal ilişkiler konularında çocukların anlamlı öğrenmeler geliştirmelerine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen görüşleri ve odak grup görüşmeleri, AR uygulamalarının sınıf ortamında kullanılabilirliğinin yüksek olduğunu ve özellikle şekil tanıma, sıralama, karşılaştırma gibi becerilerde etkin öğrenme

sağladığını göstermiştir. Yapılan sistematik derlemelere göre artırılmış gerçeklik teknolojisi en çok üç boyutlu geometrik cisimlerin öğretiminde kullanılmakta ve bu sayede çocukların hem kavramsal anlayışları hem de ilgileri artmaktadır (Aydoğdu, 2021; Çetintav ve Yılmaz, 2022; Morales vd., 2019; Nadzri vd., 2023; Sudirman vd., 2022). Bu da, erken çocukluk döneminde geometri eğitimine AR destekli uygulamaların entegre edilmesinin öğrenme süreçlerini niteliksel olarak iyileştirdiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, artırılmış gerçeklik teknolojisi, erken çocukluk döneminde geometri öğretimini dönüştürme potansiyeli taşıyan umut verici bir yenilik olarak değerlendirilmektedir. AR uygulamaları, soyut geometrik kavramları çocuklar için daha erişilebilir ve ilgi çekici hale getiren, somut ve etkileşimli deneyimler sunabilir (Alam vd., 2019; Chang vd., 2020). AR tabanlı geometri uygulamalarının çocukların öğrenmeleri üzerindeki uzun vadeli etkilerinin değerlendirilmesi ve tasarım süreçlerinin en etkili şekilde nasıl gerçekleştirileceğine ilişkin daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir (Wei vd., 2021). Çocukların akademik ve duyuşsal durumları göz önünde bulundurularak geliştirilen AR tabanlı öğrenme ortamları, onların etkili bir şekilde öğrenmesi için gerekli tüm eğitsel ihtiyaçları karşılayabilir (Afnan vd., 2021). Eğitimde etkili bir şekilde kullanılabilmesi için pedagojik hedeflere uygun olarak tasarlanmalı, öğrenme bağlamına entegre edilmeli ve teknolojik altyapı unsurları göz önünde bulundurulmalıdır. Bununla birlikte, artırılmış gerçeklik gibi yenilikçi teknolojilerin erken çocukluk eğitiminde etkili ve yaygın bir şekilde kullanılabilmesi, yalnızca pedagojik uygunluk ve teknik altyapıyla sınırlı değildir; aynı zamanda çocukların yaşadığı çevrenin sosyoekonomik koşullarıyla da yakından ilişkilidir. Bu bağlamda, erken çocukluk eğitiminde teknolojik uygulamaların erişilebilirliği, kullanılabilirliği ve sürdürülebilirliği, büyük ölçüde ailelerin gelir düzeyi, eğitim durumu ve yaşam ortamları gibi sosyoekonomik faktörlerden etkilenmektedir. Bir sonraki bölümde erken çocukluk eğitiminde sosyoekonomik düzeyin etkileri açıklanmıştır.

2.5. Erken Çocukluk Eğitiminde Sosyoekonomik Düzeyin Etkileri

Bronfenbrenner (1984)'a göre ailenin gelir düzeyi çocuğun gelişiminde belirleyici bir rol oynamakta ve çocuk üzerinde büyük bir etki yaratmaktadır. Sosyo-ekonomik düzey (SED), bireylerin ve ailelerin toplum içindeki ekonomik, sosyal ve kültürel konumunu belirleyen çok boyutlu bir kavramdır. Bu düzey genellikle hane halkı geliri, ebeveynlerin eğitim seviyesi, mesleki statü ve yaşam koşulları gibi göstergelerle ölçülmektedir (Bradley ve Corwyn, 2002; Olokooba ve Owoyale-Abdulganiy, 2022). Sosyo-ekonomik düzey sadece ekonomik imkanları değil, aynı zamanda bireylerin sosyal ağlara erişimi, kültürel sermayeleri ve yaşam standartlarını da kapsamaktadır (Metin, 2024).

Türkiye’de düşük SED’e sahip aileler, genellikle gelir düzeyi düşük, eğitim seviyesi sınırlı ve güvencesiz mesleklerde çalışan bireylerden oluşmaktadır (Patrinos vd., 2021). Özellikle kırsal bölgelerde veya kentsel yoksulluk çeken mahallelerde yaşayan çocuklar için SED’in dezavantajları daha belirgin hale gelmektedir. Düşük SED’e sahip okul öncesi çocuklar fiziksel, dil, bilişsel ve sosyal gelişim gibi pek çok alanda gelişimsel gecikmeler yaşamakta ve bu anlamda sosyoekonomik düzeyleri akranlarına kıyasla dezavantajlı olmalarına sebebiyet göstermektedir (McLoyd, 1998). Araştırmacılar da düşük SED’e sahip okul öncesi çocukların, bu becerilerinin gelişmesinde orta ve üst SED'deki akranlarının gerisinde kalma eğiliminde olduklarını göstermektedir (Justice vd., 2003; Korat, 2005).

Düşük sosyo-ekonomik düzey, çocukların bilişsel gelişimini doğrudan ve dolaylı yollardan etkileyen temel faktörlerden biridir. Ebeveynlerin çocuklarıyla geçirdikleri kaliteli zaman, kitap okuma sıklığı ve sözel iletişim yoğunluğu, bilişsel gelişimi destekleyen unsurlardır. Ancak düşük SED’e sahip ailelerde bu tür etkileşimler daha sınırlıdır (Bradley ve Corwyn, 2002). Bu da çocukların bilişsel gelişimini yavaşlatmakta ve okul öncesi dönemdeki hazırbulunuşluk düzeylerini olumsuz etkilemektedir. Birçok öncü araştırma, sosyoekonomik zorlukların bilişsel gelişim üzerindeki etkisini ortaya koymuştur (Bakken vd., 2017). Hart ve Risley’nin (1995) çalışmasında, düşük gelirli

ailelerin çocuklarının, üç yaşına geldiklerinde yüksek gelirli ailelerin çocuklarına göre yaklaşık 30 milyon daha az kelime duyduklarını belirtilmiştir. Bu durum, çocukların dil gelişimi ve bilişsel kapasitesi üzerinde ciddi farklara yol açmaktadır. Hackman ve Farah (2009), düşük SED'in dikkat, yürütücü işlevler ve hafıza gibi bilişsel beceriler üzerinde önemli olumsuz etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Duncan vd. (1994) ise düşük gelirli ailelerden gelen çocukların okul performanslarında ciddi farklılıklar gözlemlendiğini, özellikle matematik ve okuma becerilerinde geri kaldıklarını belirtmektedir.

2.5.1. Erken çocukluk matematik eğitiminde sosyoekonomik düzeyin etkileri

Erken matematik becerileri çocukların daha ileride edinecekleri matematik kavramları için temel oluşturan becerilerdendir. Erken çocukluk döneminde matematik öğrenme konusunda ortaya çıkan güçlükler çocuklar açısından gelecek için de yüksek riskler oluşturur (Morgan vd., 2009). Erken dönemde ortaya çıkan düşük matematik başarısı daha sonraki yıllarda da genişleyerek devam eder (Bonifacci vd., 2021; Judge ve Watson, 2011; Morgan vd., 2009). Çünkü okul öncesi dönemde temel matematik becerilerinde ortaya çıkan eksiklikler ileri öğrenme fırsatlarını sınırlandırır ve bu durumda ileriye dönük kazanım boşluklarına neden olur (Aunola vd., 2004). Araştırmacılar düşük SED'e sahip çocukların okul öncesinde ve ilkokul yıllarındaki matematik performanslarının orta ve üst SED'e sahip akranlarına oranla daha düşük olduğunu ve bu etkinin çocuklar anaokuluna başlamadan daha erken dönemde başladığını ve de kalıcı şekilde devam ettiğini vurgulamaktadırlar (Starkey vd., 2004).

Düşük SED'e sahip ailelerin çocukları, özellikle geometri gibi somut materyallerle desteklenmesi gereken alanlarda da sınırlı deneyime sahip olabilmektedir (Bradley ve Corwyn, 2002). Düşük SED gruplarındaki çocuklar, yapı blokları, puzzle'lar, tangramlar gibi temel uyarıcı materyallere erişimde dezavantaj yaşamaktadır (Clements ve Sarama, 2007). Ev ortamında geometrik düşünmeyi destekleyen aktivitelerin eksikliği, çocukların şekil sınıflandırma, konumlandırma, yön tayini gibi becerilerinde gelişimsel

gecikmelere yol açabilmektedir (Chen vd., 2018). Bu eksiklikler, geometrik problemleri çözmede, uzamsal ilişkileri anlamada ve geometrik şekilleri hayal etmede zorluk olarak kendini gösterebilir (Weldeana, 2016). Bu tür gelişimsel gecikmelerin önüne geçebilmek amacıyla çeşitli müdahale programları geliştirilmiştir.

Geometrik düşünmeyi geliştirmek üzere erken yaşta yapılan müdahaleler, özellikle dezavantajlı çocuklar için büyük fayda sağlamaktadır. Örneğin, *Building Blocks* ve *Big Math for Little Kids* gibi programlar, oyun temelli etkinlikler aracılığıyla çocukların uzamsal becerilerini, şekil tanıma kapasitelerini ve problem çözme yeteneklerini desteklemektedir (Clements ve Sarama, 2007). Bu bağlamda, düşük SED bölgelerde geometrik öğrenmeye yönelik özel programların yaygınlaştırılması, öğretmen eğitimlerine bu konunun dahil edilmesi ve ev ortamında ebeveyn destekli etkinlik önerilerinin artırılması önerilmektedir (Doyle vd., 2009).

2.5.1.1. Sosyoekonomik düzey ve teknoloji ilişkisi

Araştırmacılar, alt SED'teki çocukların akranlarına oranla daha az matematik bilgisi ile okula başlama eğiliminde olduklarına ve bu boşluğun ilkokulun ilk dört yılında daha da genişleyerek devam ettiğine ilişkin kanıtlar sunmaktadırlar (Rathbun ve West, 2004). Bununla birlikte alanda yazında düşük sosyo ekonomik düzeyden gelen çocukların sınıf ortamında dijital teknolojiler ile desteklendiğinde, orta sosyoekonomik durumdaki akranlarına oranla daha fazla başarı gösterdikleri vurgulanmaktadır. Araştırmacılar, düşük SED'li okul öncesi çocukların sembolik sayı anlayışını geliştirmek için, çeşitli etkili erken matematik programları oluşturmuşlar (Dejonckheere vd. 2016; Haßler vd., 2015; Kosko ve Ferdig 2016; Outhwaite vd., 2017; Schacter ve Jo, 2015; Pitchford, 2015) ve bu programların çocukların matematik performanslarını artırdıklarını belirlemişlerdir.

Schacter ve Jo, (2015) düşük SED grubunda yer alan okul öncesi çocukların matematik performansını geliştirmek için tasarlanmış bir dijital uygulamanın etkililiğini incelemiştir. Araştırma sonucunda müdahale programının uygulandığı gruptaki çocukların kontrol grubundaki çocuklardan yaklaşık bir yıl daha fazla matematik

öğrendiklerini ve yapılan uygulamanın etkisinin anlamlı olduğunu belirlemişlerdir. Aunio ve Mononen (2017) da düşük SEDli ailelerden gelen çocuklara bilgisayar aracılığıyla oyun destekli erken matematik eğitimi vermiştir. Uygulanan eğitimin çocukların erken aritmetik performansını arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Genel olarak dijital teknolojilerin matematik eğitimi ile dezavantajlı çocukların erken matematik becerilerinin daha verimli, kalıcı ve etkili bir biçimde gelişebileceğini söylemek mümkündür (Lieberman vd., 2009). Bu anlamda çocukların sosyoekonomik düzeyleri bakımından dezavantajlı olma durumlarını ortadan kaldırmanın en iyi yolu onlara sunulan materyaller ve uygun öğrenme ortamlarıdır.

2.6. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde, erken çocukluk döneminde geometri eğitimi ile artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisinin kullanımı üzerine odaklanan ulusal ve uluslararası araştırmalara yer verilmiştir.

2.6.1. Yurt içi yayınlarda erken çocuklukta geometri ile ilgili çalışmalar

Aslan'ın (2004) yüksek lisans tezi, üç ila altı yaş arasındaki çocukların temel geometrik şekilleri tanıma ve ayırt etme yeteneklerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Adana il merkezindeki bir anaokuluna devam eden 100 çocuk araştırmaya katılmıştır. Çocuklarla yapılan kişisel görüşmeler yoluyla veri toplanmış; üçgen, dikdörtgen, kare ve daire gibi şekilleri tanıma testi uygulanmış ve şekilleri sınıflandırmaları istenmiştir. Çocukların şekilleri sınıflandırılmasında kullandıkları ayırt edici özellikler varyans analizi ve ki-kare testi kullanılarak incelenmiştir. Bulgular, çocukların tipik geometrik şekilleri tanımakta başarılı olduklarını göstermiştir. Ancak, şekillerin basıklık, çarpıklık, konum ve boyut gibi özellikleri değiştirildiğinde, şekilleri tanımakta zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Ek olarak, çocukların şekilleri sınıflandırırken belirleyici olmayan

özelliklere daha fazla dikkat ettikleri, ancak yaşları ilerledikçe belirleyici özelliklere daha fazla dikkat ettikleri sonucuna ulaşmıştır.

Aslan ve Aktaş Arnas (2007), geometrik şekillerin okul öncesi eğitim materyallerinde (kitaplar, dergiler ve eğitim CD'leri) tipik ve tipik olmayan örneklerinin kullanım sıklıklarının incelendiği çalışmalarında çeşitli yayınevleri tarafından yayınlanmış 93 dergi, 50 kitap ve 10 eğitim CD'sini incelemişlerdir. Veriler içerik analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, incelenen materyallerde çoğunlukla şeklin tipik örneklerine yer verildiği buna karşın farklı boyut, konum, basıklık ve çarpıklık örneklerini içeren çok az örneğin kullanıldığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, çocukların geometrik şekilleri daha doğru ve kalıcı bir şekilde öğrenmeleri için onlara sunulan materyallerde daha fazla tipik olmayan örnek kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Turan Topal (2010) yüksek lisans tezinde, okul öncesi dönem çocukların geometrik şekilleri nasıl algıladıklarını ve şekilleri ayırt etmek için kullandıkları kriterleri incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın örneklemini Ankara Keçiören'de bir devlet okulunun okul öncesi kademesinde öğrenim gören 48-60 aylık 25 çocuk oluşturmuştur. Nitel araştırma deseninde planlanan çalışmanın verileri içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmanın verileri görüşme ve yazılı dokümanlar kullanılarak elde edilmiştir. Çocuklara çeşitli geometrik şekilleri içeren testler verilmiş ve şekilleri sınıflandırmada kullandıkları kriterler incelenmiştir. Sonuçlar, çocukların şekilleri görsel algılama konusunda başarılı olduklarını ancak sözel tanımlamalarda zorlandıklarını, şekillerin tipik örneklerini tanıyabildiklerini ancak konum, boyut veya özellikleri değiştirildiğinde şekilleri tanımada güçlükler yaşadıklarını göstermiştir.

Kesicioğlu, Alisinanoğlu ve Tuncer (2011), çocukların geometrik şekilleri tanıma düzeylerini incelemeyi amaçlamaktadır. Tarama modelinde planlanan araştırmanın örneklemini Ankara'da yer alan beş farklı anaokulundan 123 çocuk oluşturmaktadır. Veri toplama aracı "Geometrik Şekilleri Tanıma Testi" kullanılmıştır. Sonuçlar, çocukların üçgen, kare, dikdörtgen ve daire şekillerini tanımada hatalar yaptığını; özellikle atipik şekillerde ve çeldiricilerde zorluk yaşadıklarını göstermektedir. Araştırma, öğretmenlerin

geometrik şekil öğretiminde yalnızca tipik örneklerle değil, atipik örneklerle de yer vermesi gerektiğini önermektedir.

Sezer (2015) doktora tezinde, 60-84 aylık çocukların geometri beceri düzeylerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda bir ölçme aracı geliştirmiş ve geometri becerilerini çeşitli değişkenler açısından incelemiştir. Araştırmanın örneklemini İstanbul'da bulunan 17 okuldan 754 çocuk oluşturmaktadır. Araştırma tarama modeline dayalı olarak tasarlanmıştır. Veri toplama aracı olarak Erken Geometri Beceri Testi kullanılmıştır. Analizler sonucunda Erken Geometri Beceri Testi geçerli ve güvenilir olduğu, yaş ve ebeveyn eğitim düzeyi değişkenlerinin geometri becerisini etkilediği, ancak cinsiyet değişkeninin anlamlı bir fark yaratmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, çocukların tipik geometrik şekilleri tanıyabildikleri, ancak atipik örneklerde zorluklar yaşadıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Sezer ve Güven (2019) çalışmalarında 60-84 aylık çocuklarda geometri becerisi, yaş ve cinsiyet arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın örneklemini İstanbul'da 754 okul öncesi ve birinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak Erken Geometri Beceri Testi kullanılmıştır. Bulgular, çocukların geometri becerisi ile cinsiyet değişkeni arasında ilişki olmadığını ancak yaş değişkeninin büyük ölçüde ilişkili olduğunu göstermektedir. Ek olarak sonuçlar, çocukların görsel eşleştirme sırasında şekillerin temel özelliklerine odaklandıklarını göstermekte ve Van Hiele'nin görsel seviyesinin yanı sıra ön-tanıma seviyelerinin varlığını destekleyen kanıtlar sunmaktadır.

Korkmaz ve Tekin (2020), çalışmalarında problem temelli etkinliklerin çocukların geometrik şekiller oluşturmaları için nasıl kullanıldığını araştırmıştır. Araştırmanın örneklemini 54-71 ay arasındaki 25 çocuk oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak Temel Geometrik Şekil Tanıma Envanteri ve yarı yapılandırılmış bir görüşme formu kullanılmıştır. Sonuçlar, çocukların geometrik şekiller oluşturma sürecinin çeşitli yöntemlerini öğrendiklerini ve onları desteklediklerinde daha fazla şekil oluşturdıklarını göstermiştir.

Özturhan (2021) doktora tezinde 6 yaşındaki okul öncesi çocukların erken matematiksel yeteneklerini, korunumu ve geometrik şekil tanıma becerilerini incelemeyi

amaçlamaktadır. Çalışmanın örneklemini Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı ilkokullardan 322 anaokulu çağındaki çocuk oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak, Erken Matematik Yetenek Testi-3 (TEMA-3), Geometrik Şekilleri Tanıma Testi (EGBT) ve Piaget Sayı Koruma Testi kullanılmıştır. Bulgular, erken geometri, sayı korunumu ve matematik becerileri arasında önemli ölçüde olumlu korelasyonlar olduğunu göstermektedir, ancak bu becerilerin cinsiyete göre değişmediğini göstermektedir.

Kılıç ve Tezel Şahin'in (2021) çalışmasında, Okul Öncesi Geometri Eğitim Programı'nın (OGEP) beş ila altı yaştaki çocukların şekilsel yaratıcılığı ve geometri becerilerini nasıl etkilediği araştırılmaktadır. Araştırmanın örneklemini Samsun'daki bir anaokulunda öğrenim gören 34 çocuk oluşturmaktadır. Araştırma yarı deneysel bir desende planlanmıştır. Veri toplamak için Torrance Yaratıcı Düşünce Testi (TYDT) ve Erken Geometri Beceri Testi (EGBT) kullanılmıştır. Deney grubundaki çocuklara on hafta boyunca her hafta üç gün OGEP uygulanmıştır. Sonuçlar, OGEP'in çocukların geometrik becerilerini ve şekilsel yaratıcılıklarını geliştirdiğini ve uygulamadan sonra da etkisinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

Yıldız Altan (2022) doktora tezinde, Üst Bilişsel Stratejilerle Desteklenen Geometri Eğitim Programı'nın (ÜSGEP) okul öncesi dönem çocuklarının üst biliş ve yürütücü işlev becerilerine etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın örneklemini 2021-2022 eğitim yılında Ankara'da bir anaokulunda öğrenim gören 27 çocuk oluşturmaktadır. Nicel ve nitel yöntemlerin kullanıldığı çalışma, deneysel desende tasarlanmıştır. Veri toplama araçları arasında Çalışma Belleği Ölçeği, Nesne Seçiminde Esneklik Görevi, Erken Geometri Beceri Testi ve öğretmen görüşmeleri yer almıştır. Sonuçlar, ÜSGEP'in çocukların üst bilişsel becerilerini ve yürütücü işlevlerini anlamlı düzeyde geliştirdiğini ve bu etkinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

Öğütçen ve Akman (2022) araştırmalarında, okul öncesi dönem çocuklarının geometrik şekil algılarını incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, nitel araştırma desenlerinden olgubilim yöntemiyle yürütülmüştür. Araştırmanın örneklemini Denizli'de Millî Eğitim Bakanlığına bağlı anaokullarında ve ilkokulların içerisinde yer alan anasınıflarında eğitim gören 48 ve 66 ay aralığındaki 100 çocuk oluşturmaktadır. Veri

toplama aracı olarak Geometrik Şekilleri Tanıma Testi kullanılmıştır. Sonuçlar, 4 yaş çocuklarının geometrik şekilleri tanımada daha çok görsel cevaplar, 5 yaş çocuklarının ise niteliksel cevaplar verdiklerini göstermektedir. Ayrıca, 5 yaş çocukları dikdörtgen ve daireyi tanıma boyutlarında daha fazla görsel ve niteliksel cevap verirken, 4 yaş çocukları daha çok anlamlı olmayan cevaplar vermiştir.

Durupınar (2024), yüksek lisans tezinde 60-72 aylık okul öncesi çocukların geometrik tasarım oluşturma süreçlerini ve akıl yürütme söylemlerini araştırmıştır. Araştırmanın deseni nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışması olarak planlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 13 çocuk oluşturmaktadır. Araştırma 10 haftalık bir çalışma ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplamak için araştırmacı tarafından geliştirilen geometrik tasarım alıştırmaları ve bireysel yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Veriler içerik analizi yoluyla incelenmiştir. Bulgulara göre, çocuklar görsel tanıma yoluyla geometrik şekilleri ve nesneleri öğrenmekte ve uzamsal düşünme süreçlerinde çeşitli açıklama teknikleri geliştirmektedirler. Çocukların akıl yürütme söylemleri, çıkarımsal, tümevarımsal, ilişkisel, nedensel, görsel-uzamsal ve matematiksel akıl yürütmeyi içermektedir.

2.6.2. Yurt dışı yayınlarda erken çocuklukta geometri ile ilgili çalışmalar

Clements, Battista ve Sarama (2001) çalışmalarında, Logo programlama dili kullanılarak geliştirilen geometri müfredatının ilkökul çocuklarının geometrik düşünme becerileri üzerindeki etkisini incelemektedir. ABD'de K-6 (anaokulundan 6. sınıfa) seviyesinde uygulanan Logo Geometry projesi, çocukların uzamsal düşünme, şekil tanıma ve problem çözme becerilerini geliştirmek amacıyla tasarlanmıştır. Ulusal Bilim Vakfı (NSF) tarafından desteklenen proje, çocuklara Logo'nun kaplumbağa grafikleri ile açılar, çokgenler ve dönüşümler gibi temel geometri konularını keşfetme fırsatı sunmuştur. Çalışmada, Logo programlamanın çocukların geometriye yönelik sezgisel anlayışlarını ve analitik düşünme becerilerini geliştirdiği, ancak etkili olabilmesi için öğretmen rehberliği ve yapılandırılmış etkinliklerin gerekli olduğu bulunmuştur.

Araştırma, teknoloji destekli geometri eğitiminin, ilkokul seviyesinde kavramsal öğrenmeyi destekleyebileceğini vurgulamaktadır.

Clements ve Sarama (2011), erken çocukluk eğitiminde geometri ve uzamsal düşünmenin önemi üzerine odaklanarak, öğretmenlerin mesleki gelişiminin bu alanda çocukların başarısı üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, çok sayıda erken çocukluk eğitimcisinin katıldığı çeşitli araştırma ve geliştirme projeleri (özellikle "Building Blocks" ve "TRIAD") kullanarak veri toplanmıştır. Bu projeler, öğretmenlerin öğrenme rotaları temelinde oluşturulan materyallerle desteklenmesini ve sınıf içi uygulamaların izlenmesini içermektedir. Öğretmenlerin, özellikle şekilleri özelliklerine göre analiz etme ve sınıflandırma gibi temel becerilerde yetersiz bilgiye sahip oldukları, bununla birlikte, uzun süreli mesleki gelişim programlarına katılan öğretmenlerin hem geometrik içerik bilgilerinde hem de pedagojik becerilerinde önemli bir gelişme yaşadıkları ve bu gelişimin çocukların geometrik düşünme becerilerine de yansıdığı sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak, araştırma, geometriyi erken çocukluk döneminde etkili bir şekilde öğretmek için öğretmenlerin eğitiminin önemli bir rol oynadığını vurgulamaktadır.

Dindyal (2015), çalışmasında erken çocukluk döneminde geometrinin öğretilmesi ve öğrenilmesi ile ilgili temel sorunları ele alarak, alanda yapılan çeşitli çalışmaları yorumlamayı ve kuramsal bir çerçeve sunmayı amaçlamıştır. Derleme araştırması olan makale, dokuz ampirik çalışmanın sonuçlarına dayalı olarak yapılandırılmıştır. Bu çalışmalar, genellikle 4 ila 8 yaş arası çocuklarla yapılmış ve farklı ülkelerdeki uygulamaları incelemiştir. Bu çalışmalardan yola çıkarak, Dindyal, erken yaşta geometri eğitiminin yalnızca şekil tanımakla sınırlı olmaması gerektiğini vurgulamıştır. Bunun yerine, çocukların görselleştirme, uzamsal akıl yürütme, perspektif alma ve geometrik dönüşümler gibi bilişsel becerilerini geliştirmeleri gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca, geometrik kavramların, öğretim stratejileri, teknolojinin kullanımı ve öğretmen yeterlilikleri üzerine yapılan çalışmalarda, öğretmenlerin pedagojik içerik bilgisi ve mesleki gelişiminin bu süreçte çok önemli olduğunu belirtmiştir. Makale, erken yaşlarda geometri eğitiminin bütüncül ve yapılandırılmış bir yaklaşımla ele alınması

gerektiği sonucuna varmıştır. Özellikle, değerlendirme sürecinin çocuğun duyuşsal yönlerini de içermesi gerektiğini ve bu sürecin öğretmen-çocuk etkileşimli bir şekilde yürütülmesinin önemini vurgulamıştır.

Alsina, Novo ve Moreno (2016), Gerçekçi Matematik Eğitimi (GME) yaklaşımını temel alarak erken çocukluk döneminde geometri öğretiminin daha anlamlı hale getirilmesinin yollarını araştırmaktadır. Çalışmanın bir parçası olarak, İspanya'nın Palencia kentinde Matematiksel Gözlerle Ana Caddenin Yeniden Keşfi adlı uygulamalı bir öğretim etkinliği düzenlenmiştir. Çalışmanın örneklem grubu 5-6 yaş grubundaki çocuklardan oluşmaktadır. Çocuklar, etkinlikler aracılığıyla geometrik şekilleri tanıma, simetri ve örüntü kavramlarını keşfetme yeteneklerini geliştirmişlerdir. Çalışma, GME yöntemine dayanan bu öğretim sürecinin çocukların geometrik düşünme yeteneklerini geliştirdiğini ve matematiksel kavramları anlamalarına yardımcı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, yapılandırılmış gözlemler ve öğretmen rehberliğinde sorulan açık uçlu sorulardan alınan cevaplar analiz edildiğinde çocukların problem çözme, analiz yapma becerilerinde gelişme gözlemlenmiştir. Araştırmanın sonucuna göre, erken yaşta geometri öğretiminin somut bağlamlarla bağlantılı olarak verilmesi, çocukların kavramsal öğrenmelerini ve matematiksel farkındalıklarını desteklemektedir.

Elia, van den Heuvel-Panhuizen ve Gagatsis (2018), çalışmalarında çocukların geometrik şekil ve uzamsal ilişkileri kavrama süreçlerinde görselleştirmenin rolünü araştırmayı amaçlamaktadırlar. Karma yöntemde bir araştırma yaklaşımı benimseyerek, nitel ve nicel veriler bir arada kullanılmıştır. Her bir araştırma yaklaşımı, farklı veri toplama ve analiz teknikleriyle desteklenmiş, böylece çocukların geometrik düşünme süreçleri derinlemesine incelenmiştir. 1.Şekil Dönüşümleri Üzerine Araştırma: Bu bölümde, çocukların iki boyutlu geometrik şekilleri nasıl dönüştürdükleri ve bu süreçte hangi stratejileri kullandıkları incelenmiştir. Özellikle, çocukların şekilleri büyütme veya küçültme gibi optik dönüşümler sırasında kullandıkları stratejiler ve bu stratejilerin yaş ve şekil tanıma becerileriyle ilişkisi analiz edilmiştir. 2.Hayali Perspektif Alma (Imaginary Perspective Taking - IPT): Bu bölümde, çocukların farklı bakış açılarından nesneleri nasıl algıladıkları ve bu yeteneklerinin gelişimi üzerine odaklanılmıştır.

Araştırma, Hollanda ve Kıbrıs'taki okul öncesi çocuklarıyla gerçekleştirilmiş ve çocukların IPT performansları kültürel bağlamda karşılaştırılmıştır. 3. DSpace Dil ve Jestlerin Rolü: Bu bölümde, çocukların geometrik kavramları ifade ederken kullandıkları dilsel ve jestsel ifadeler analiz edilmiştir. Özellikle, öğretmenlerin jestlerinin ve konuşmalarının çocukların geometrik düşünme süreçlerine etkisi incelenmiştir. Veri toplama sürecinde, çocuklara iki boyutlu şekillerin dönüşümü, hayali bakış açısı ve şekillerle ilgili jestsel ve sözel ifadeler yapmaları istenmiştir. Sonuçlar, çocukların şekilleri zihinsel olarak dönüştürme ve uzamsal ilişkileri kavrama becerilerinin yaşa, deneyime ve öğretmen rehberliğine bağlı olarak geliştiğini göstermektedir. Ek olarak, jest ve sözlü açıklamaların birlikte kullanılması, çocukların geometrik şekilleri daha iyi anlamalarına yardımcı olduğunu ortaya konmuştur. Çalışma, konumlandırma, şekil döndürme ve jestler gibi görselleştirme tekniklerinin ve öğretmenin rehberliğindeki anlatımının erken geometriyi öğretmek için önemli olduğunu göstermiştir.

Jung ve Conderman (2017) araştırmalarında, erken çocukluk döneminde geometri öğretimi için etkili stratejileri incelemektedir. Çalışma, çocukların şekilleri genellikle görsel ipuçlarına dayanarak tanıdığını ve tanımlayıcı özellikleri kullanmada zorlandığını göstermektedir. Bu nedenle öğretmenler için beş etkili yöntem önerilmektedir: (1) tipik ve atipik örneklerle öğretim, (2) şekilleri inşa etme, (3) şekil bileşimi, (4) teknoloji kullanımı ve (5) uzamsal düşünmeyi geliştirme. Sonuçlar, yapılandırılmış ve etkileşimli öğrenme ortamlarının çocukların geometri becerilerini geliştirmede kritik olduğunu vurgulamaktadır.

Clements, Sarama, Swaminathan, Weber ve Trawick-Smith (2018) çalışmalarında, erken çocukluk döneminde geometri öğretimi ve öğrenimi üzerine üç farklı araştırmayı incelemektedir. İlk çalışmada, AGAM programının görsel biliş öğelerini sentezleyen bir geometri müfredatının etkileri değerlendirilmiştir. İkinci çalışma, öğrenme rotalarına dayalı bir erken matematik müfredatının etkisini ele almıştır. Üçüncü çalışmada ise öğretmenlerin matematik konuşmalarının çocukların genel matematik kavramlarını edinmeleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuçlar, erken çocukluk döneminde geometri öğretiminin en etkili şekilde, çeşitli görevler içeren

öğrenme rotalarına dayalı, analitik düşünmeye yönlendiren ve matematik konuşmalarını içeren bir müfredat ile gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Çalışma, geometri eğitiminde görsel biliş, zenginleştirilmiş matematik konuşmaları ve çok yönlü öğretim yaklaşımlarının önemini vurgulamaktadır.

Van der Aalsvoort, Van der Zee ve De Wit (2020) araştırmalarında, anaokulundaki çocukların fen becerilerini geliştirmek için geometri ve ölçme etkinliklerini içeren bir müdahale programının etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini 10 farklı anaokulundan altı yaşında 40 çocuk ve öğretmenleri oluşturmaktadır. Üç deney grubu ve bir kontrol grubu oluşturulmuş; her deney grubuna 12 hafta boyunca küçük grup çalışmalarıyla ölçme ve geometri becerilerini geliştirmesi amaçlanan etkinlikler uygulanmıştır. Deney gruplarından birinde öğretmenlere bireysel geri bildirim verilmiş, diğerinde aylık mesleki gelişim toplantıları yapılmış, üçüncüsünde ise sadece etkinlikler verilmiştir. Sonuçlar, matematik ve fen becerilerinde anlamlı gelişmeler olduğunu, ancak öğretmen rehberliğinin küçük grup çalışmalarındaki etkisini artırmak için daha fazla destek gerektirdiğini göstermektedir.

Pangestu Putri ve Suparno (2020) araştırmalarında, erken çocukluk döneminde bilgisayar destekli öğrenmenin, çocukların geometrik şekilleri tanıma becerileri üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın örneklemini Yogyakarta'daki bir anaokuluna devam eden 24 çocuk oluşturmaktadır. Araştırmanın deseni eylem araştırması olarak planlanmıştır. İki araştırma döngüsünde toplam beş oturum gerçekleştirilmiş ve çocukların şekil adlandırma, gruplama ve taklit etme becerileri değerlendirilmiştir. Her döngüde, çocuklara bilgisayar yazılımları aracılığıyla geometrik şekilleri tanıma, sınıflandırma ve taklit etme etkinlikleri sunulmuştur. İlk döngüde, çocuklara videolar izletilmiş ve soru-cevap oturumları düzenlenmiştir. İkinci döngüde ise, çocuklar bireysel olarak bilgisayar yazılımlarıyla etkileşimde bulunmuşlardır. Ön test sonuçlarında çocukların sadece %29,2'si şekilleri tanıyabilirken, bilgisayar destekli öğrenme sürecinin sonunda bu oran %79,2'ye yükselmiştir. Sonuçlar, bilgisayar öğrenme uygulamalarının animasyon ve görsel destekle çocukların

geometri becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Çalışma, erken matematik eğitiminde teknoloji destekli öğrenme yöntemlerinin önemini vurgulamaktadır.

Clements, Sarama ve Joswick (2022) çalışmalarında, çocukların şekil kavramlarını nasıl geliştiğini ve uzamsal düşünme becerilerinin nasıl şekillendiğini incelemektedir. Çocukların geometrik düşünme ve uzamsal akıl yürütme becerilerinin gelişimini desteklemek amacıyla çeşitli araştırma projelerinin bulgularını ve öğretim stratejilerini bir araya getirmektedir. Çalışma, literatür taraması ve önceki araştırma projelerinin bulgularının sentezi yoluyla yürütülmüştür. Özellikle, “Agam Programı” ve “Learning Trajectories” gibi programların etkileri değerlendirilmiştir. Bu programlar, çocukların görsel bilişsel yeteneklerini ve geometrik düşünme becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir. Öğretmenlerin çocukların geometrik kavramları anlamalarını desteklemek için görsel bilişi teşvik eden, zengin matematiksel dil kullanan ve yapılandırılmış öğretim programlarını uygulamalarının önemini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, erken çocukluk eğitiminde geometri öğretiminin etkinliğini artırmak için öğretmen eğitim programlarının ve müfredatların bu doğrultuda geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Keser ve Uyanık Aktulun (2021) çalışmasında, Türkiye’de 2000-2020 yılları arasında erken geometri becerisi üzerine yayımlanan yüksek lisans ve doktora tezlerini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma, metodolojik değerlendirme araştırması olarak tasarlanmış ve veri toplama yöntemi olarak doküman analizi kullanılmıştır. Türkiye Ulusal Tez Merkezi veri tabanından ulaşılabilen 20 tez incelenmiş, çalışmalar yayın yılı, dil, üniversite, araştırma yöntemi, konu ve örneklem türü açısından analiz edilmiştir. Sonuçlar, çalışmaların büyük çoğunluğunun yüksek lisans tezleri olduğunu, doktora tezlerinin 2011 yılından itibaren yayımlandığını göstermektedir. Araştırmaların çoğunluğu nicel yöntemleri kullanmış olup, erken geometri becerisinin erken çocukluk eğitimi programlarında daha fazla yer alması gerektiği vurgulanmıştır. Çalışma, alanyazındaki boşluğu doldurmayı ve erken geometri becerisinin eğitimde daha sistematik olarak ele alınmasını önermektedir.

Yazıcı Arıcı, Yiğit ve Uyanık Aktulun (2023) araştırmalarında, Web 2.0 destekli geometri etkinliklerinin okul öncesi dönem çocukların geometri becerisine etkisini incelemiştir. Araştırmanın örneklemini Aydın'da MEB'e bağlı anaokullarına devam eden 61-66 aylık 43 çocuk oluşturmaktadır. Araştırma öntest-sontest-kontrol gruplu yarı deneysel desende planlanmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak Erken Geometri Beceri Testi (EGBT) kullanılmıştır. Deney grubuna 10 haftalık Web 2.0 destekli geometri etkinlikleri uygulanırken, kontrol grubuna MEB okul öncesi matematik programı uygulanmıştır. Sonuçlar, Web 2.0 destekli etkinliklerin çocukların geometri becerilerini anlamlı düzeyde geliştirdiğini ve geleneksel programlara kıyasla daha etkili olduğunu göstermektedir. Çalışma, erken çocukluk döneminde teknoloji destekli matematik eğitiminin önemini vurgulamaktadır.

Aslan, Dağaynası ve Ceylan (2024) çalışmalarında, robotik kodlama programının okul öncesi çocukların geometrik kavramları anlama düzeylerine etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Yarı deneysel desende yürütülen araştırmaya, Mardin'deki bir anaokulundan beş yaşında 52 çocuk katılmıştır. Müdahale-1 grubu (n=18) robotik kodlama programına, müdahale-2 grubu (n=16) kodlama içermeyen bir programa, kontrol grubu (n=18) ise MEB okul öncesi müfredatına devam etmiştir. Çocukların geometrik kavramları anlama düzeyleri Geometrik Şekiller Sınıflandırma Testi (GSCT) ile ölçülmüş ve veriler analiz edilirken Hiyerarşik Doğrusal Modellemeden (HLM) yararlanılmıştır. Sonuçlar, her iki müdahalenin de anlamlı bir gelişme sağladığını, ancak robotik kodlama programının daha etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, kalıcılık testleri her iki müdahalenin de kalıcı etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Zhao ve Roberts (2024), Avustralya'da erken çocukluk eğitimi veren dört öğretmenin dijital teknolojileri geometri öğretmek için nasıl kullandıklarını incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma nitel desende tasarlanmıştır. Veri toplamak için yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Katılımcılar, 3 ila 5 yaş arası çocuklara dijital geometri öğretmede en az bir yıllık deneyime sahip öğretmenlerden seçilmiştir. Veriler tematik analiz yöntemiyle incelenmiştir. Bulgular, öğretmenlerin dijital teknolojileri çocukların kendi öğrenmelerini desteklemek için stratejik olarak kullandığını

göstermiştir. Öğretmenler, çocukların ilgi alanlarına ve kültürel bağlamlarına göre öğretimi uyarlamışlar ve dijital materyalleri etkileşimli ve pratik yollarla öğrenmeyi desteklemesi için kullanmışlardır. Bununla birlikte, öğretmenler, anlamlı öğrenme deneyimleri planlama ve dijital ortamda bazı uzamsal kavramların (örneğin konum ve yönelim) etkili bir şekilde öğretilmesi gibi sorunlarla karşılaşmışlardır. Sonuç olarak çalışma, dijital teknolojilerin erken geometri öğretiminde büyük bir potansiyele sahip olduğunu vurgulamaktadır. Ancak bu potansiyelin etkili bir şekilde kullanılması için öğretmenlerin eğitimi ve pedagojik destek gerekli olduğunu ifade etmektedir.

2.6.3. Yurt içi yayınlarda erken çocuklukta artırılmış gerçeklik teknolojisi ile ilgili çalışmalar

Çevik, Yılmaz, Göktaş ve Gülcü (2016) çalışmalarında, erken çocukluk eğitiminde artırılmış gerçeklik teknolojisinin İngilizce kelime öğrenme başarısına etkisini incelemektedir. Araştırma deneysel desende planlamıştır. Araştırmada deney ve kontrol grupları yer almaktadır. Araştırmanın örneklemini 31 okul öncesi çocuğu oluşturmaktadır. Araştırmada 21 hayvan adının İngilizce karşılıkları öğretilmiştir. Deney grubunda AR teknolojisi destekli tabletlerle birlikte hareketli görsellerle öğretim yapılmıştır. Kontrol grubunda ise geleneksel olarak resimler ve plastik oyuncaklar kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, deney grubundaki çocuklar, kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha iyi kelime öğrenmiştir. Ayrıca gözlemler, deney grubunun mobil cihazlarla etkin bir şekilde katılım gösterdiğini ve uygulamaya yüksek motivasyonla katıldığını ortaya koymuştur. Sonuçlar, AR destekli uygulamaların okul öncesi dönemde İngilizce kelime öğrenme başarısını artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Araştırmada, gelecekte bu tür uygulamaların okul öncesi dil öğretiminde daha geniş çapta kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

Gecü-Parmaksız (2017) doktora tezinde, okul öncesi dönem çocukları ile çalışmış ve artırılmış gerçeklik etkinliklerinin geometrik şekilleri anlamada ve uzamsal becerileri geliştirmede nasıl bir etki yarattığını araştırmıştır. Araştırmanın örneklemini 72 çocuktan

oluşmaktadır. Çocuklar deney ve kontrol gruplarına rastgele atanmış ve her iki grup için geometrik şekiller ve uzamsal becerilerin gelişimini değerlendiren testler (Resim Döndürme Testi, Uzamsal Algı Ölçeği), geometrik şekil tanıma görevleri ve çocuklar, öğretmenler ve ebeveynlerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Deney grubuna tabletler aracılığıyla AR uygulamaları sunulurken, kontrol grubunda geleneksel somut manipülatifler kullanılmıştır. Araştırma sonunda, AR destekli sanal manipülatiflerin deney grubundaki çocukların geometrik şekil tanıma görevlerinde ve uzamsal beceri testlerinde anlamlı bir fark yarattığı bulunmuştur. Ayrıca, öğretmenler ve ebeveynler, sanal manipülatiflerin çocukların öğrenme deneyimlerini olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Bu çalışma, AR teknolojisinin okul öncesi eğitimde etkili bir araç olabileceğini ve çocukların geometrik şekilleri öğrenme süreçlerini destekleyebileceğini göstermektedir.

Kuzgun (2019) yüksek lisans tezinde, artırılmış gerçeklik teknolojisinin okul öncesi dönemde kullanımını incelemektedir. Araştırma durum çalışması deseninde planlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 2017-2018 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi'ne bağlı bir anaokulunda öğrenim gören 18 çocuk ve 2 öğretmen oluşturmaktadır. Beş hafta süren uygulama sürecinde, veri toplama araçları olarak yarı yapılandırılmış görüşmeler, gözlem notları, ses ve video kayıtları kullanılmış ve veriler içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Sonuçlar, artırılmış gerçeklik uygulamalarının çocukların ilgisini çektiğini, etkinliklere katılımı artırdığını, akran ilişkilerini desteklediğini ve öğrenme sürecini eğlenceli hale getirdiğini göstermektedir. Ancak, bazı durumlarda çocukların dikkatini dağıtabileceği ve kalabalık sınıflarda sınıf yönetimi açısından zorluklar yaratabileceği belirtilmiştir.

Tanrıverdi (2022) tezsiz yüksek lisans projesinde, artırılmış gerçeklik ile desteklenmiş kitap okumanın okul öncesi çocukların dil gelişimine etkisini incelemektedir. Araştırmanın örneklemini Denizli'de bir anaokuluna devam eden 12 çocuk oluşturmaktadır. Araştırma eylem araştırması deseninde planlanmıştır. Veriler gözlem notları ve çocuklarla yapılan görüşmeler ile toplanmıştır. Dört hafta boyunca artırılmış gerçeklik içeren hikaye kitapları okunmuş ve çocukların dinleme ve konuşma

becerilerindeki gelişimler gözlemlenmiştir. Sonuçlar, AR destekli kitap okumanın çocukların dikkatini çektiğini, katılımı artırdığını, dinleme becerilerini güçlendirdiğini ve yeni kelime öğrenmeye katkı sağladığını göstermektedir. Çocukların büyük çoğunluğunun AR içeren kitapları tercih ettiğini belirtmiş, ancak bazı durumlarda dikkat dağınıklığı yaratabileceği de gözlemlenmiştir.

Çetintav ve Yılmaz'ın (2022) çalışması, matematik ve geometri öğretiminde artırılmış gerçeklik kullanımını inceleyen 36 makaleyi sistematik olarak analiz etmektedir. Bu çalışmada, Web of Science veritabanında yer alan 2016-2021 yılları arasında yayımlanan makaleler değerlendirilmiştir. Araştırmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Veriler doküman analizi ile incelenmiştir. Çalışma kapsamında, AR'ın öğrenci başarıları, motivasyon, uzamsal beceriler ve öğrenme ortamları üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Sonuçlar, AR destekli öğretim yöntemlerinin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığını, öğrenme ortamlarını eğlenceli hale getirdiğini ve öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, AR teknolojisinin öğretim materyallerine entegrasyonunun, öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarını artırdığı ve soyut kavramları somutlaştırmada etkili olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada, AR teknolojisinin eğitimde yaygınlaştırılması için öğretmen eğitimlerinin güçlendirilmesi ve teknik altyapının iyileştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Duman ve Arıcı (2023) araştırmalarında, erken çocukluk eğitiminde artırılmış gerçeklik teknolojisine yönelik akademik çalışmaların bibliyometrik analizini yapmayı amaçlamışlardır. Web of Science veri tabanında yer alan 95 çalışma incelenmiş ve artırılmış gerçeklik, erken çocukluk eğitimi, İngilizce öğretimi, etkileşim, motivasyon ve ilgi gibi kavramların sıkça ele alındığı belirlenmiştir. Çalışmaların çoğunun okul öncesi çocuklar örneklemiyle yürütüldüğü ve lisans düzeyindeki çalışmaların daha az tercih edildiği görülmüştür.

Altınkaynak (2023) yüksek lisans tezinde, artırılmış gerçeklik teknolojisinin okul öncesi fen öğretimine etkisini incelemektedir. Araştırmanın örneklemini Burdur'daki bir okulda öğrenim gören 40 çocuk (20 deney, 20 kontrol grubu) oluşturmaktadır. Araştırma deneysel desende planlanmıştır. Araştırmada, deney grubuna Quiver artırılmış gerçeklik

uygulamasıyla, kontrol grubuna ise geleneksel yöntemlerle fen eğitimi verilmiştir. Suyun döngüsü, bitkilerin yaşam döngüsü, deniz canlıları, kurbağanın yaşam evreleri ve besin zinciri olmak üzere beş fen teması ele alınmıştır. Veri toplama aracı olarak kontrol listeleri kullanılmıştır. Sonuçlar, artırılmış gerçeklik uygulamalarının geleneksel yöntemlere kıyasla öğrenmeyi anlamlı düzeyde artırdığını göstermektedir. Özellikle suyun döngüsü, bitkilerin yaşam döngüsü ve besin zinciri konularında deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuş, ancak kurbağanın yaşam evreleri ve deniz canlıları temalarında gruplar arasında anlamlı fark oluşmamıştır.

Okatan (2024) doktora tezinde, Artırılmış Gerçeklik destekli STEAM etkinliklerinin okul öncesi çocukların bilim öğrenmeleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmanın örneklemini 69 çocuk oluşturmaktadır. Araştırma karma yöntem olarak planlanmıştır. Araştırma; mevcut müfredat (21 çocuk), STEAM etkinlikleri (25 çocuk) ve AR destekli STEAM etkinlikleri (23 çocuk) olmak üzere üç grup olarak planlanmıştır. Nicel veriler Bilim Öğrenmeyi Değerlendirme Testi ile, nitel veriler ise öğretmen ve aile görüşleri ile toplanmıştır. Sonuçlar, STEAM etkinliklerinin çocukların bilim öğrenmelerini anlamlı şekilde artırdığını, AR destekli STEAM uygulamalarının ise en yüksek başarıyı sağladığını ve kalıcı öğrenme etkisi yarattığını göstermektedir. Öğretmenler ve aileler, bu uygulamaların çocukların ilgisini çektiğini, bilimsel kavrayışlarını geliştirdiğini ve etkileşimli öğrenmeyi teşvik ettiğini belirtmiştir.

Algül (2024) yüksek lisans tezinde, Artırılmış Gerçeklik destekli drama eğitim programının 60-72 aylık çocukların sosyal bilgi işleme süreçlerine etkisini incelemektedir. Araştırmanın örneklemi 56 çocuktan oluşmaktadır. Araştırma deneysel desende planlanmıştır. Araştırmada deney grubunda 28, kontrol grubunda 28 çocuk yer almaktadır. Deney grubuna 8 hafta boyunca toplam 16 oturumluk AR destekli drama eğitimi uygulanmış, kontrol grubuna ise müdahale yapılmamıştır. Veriler toplama aracı olarak Sosyal Bilgi İşleme Süreci Testi (SBİST) kullanılmıştır. Sonuçlar ön test, son test ve kalıcılık testi ile değerlendirilmiştir. Bulgular, AR destekli drama eğitiminin çocukların sosyal bilgi işleme becerilerini anlamlı düzeyde geliştirdiğini ve bu gelişimin

uzun vadede kalıcı olduğunu göstermektedir. Özellikle tepkilerin çeşitlendirilmesi, tepki kararı ve değerlendirme boyutlarında deney grubunda önemli ilerlemeler gözlemlenmiştir. Sonuçlar, AR ve drama tabanlı eğitim programlarının okul öncesi çocukların sosyal becerilerini geliştirmede etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

Tekindemir Gedik (2024) yüksek lisans tezinde, artırılmış gerçeklik destekli ters yüz sınıf modelinin okul öncesinde deprem eğitimi üzerindeki etkisini incelemektedir. Araştırmanın örneklemini Erzurum'un Pasinler ilçesinde bağımsız bir anaokulunda öğrenim gören 30 çocuk oluşturmaktadır. Araştırmada karma yöntem araştırma deseni kullanılmıştır. Deney grupları ters yüz eğitim modeli (Deney 1) ve artırılmış gerçeklik destekli ters yüz eğitim modeli (Deney 2) olarak belirlenmiş, kontrol grubuna ise mevcut program uygulanmıştır. Deprem Eğitimi Performans Testi, Gözlem Formu ve Görüşme Formu veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Bulgular, artırılmış gerçeklik destekli ters yüz eğitimin, geleneksel eğitim yöntemlerine ve yalnızca ters yüz eğitime kıyasla daha etkili olduğunu göstermiştir. Özellikle çocukların performansında anlamlı bir artış sağlandığı, ters yüz eğitimin ise mevcut programa kıyasla daha olumlu sonuçlar oluşturduğu tespit edilmiştir.

2.6.4. Yurt dışı yayınlarda erken çocuklukta artırılmış gerçeklik teknolojisi ile ilgili çalışmalar

Yılmaz, Küçük ve Göktaş'ın (2016) çalışmasında, AR destekli resimli kitapların okul öncesi çocukların hikaye anlama becerileri üzerindeki etkisini değerlendirmek ve çocukların bu tür kitaplara karşı tutumlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın örneklemini beş ve altı yaşındaki 92 çocuk oluşturmaktadır. Araştırmada, tutum formu, hikaye anlama testi ve görüşme formları kullanılmıştır. Çocukların çoğu, AR kitaplarıyla yapılan etkinlikten "çok mutlu" olduklarını ve bu etkinlikleri ilginç ve eğlenceli bulduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, çocukların hikaye anlama performanslarının da yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Cascales-Martínez, Martínez-Segura, Pérez-López ve Contero (2017) çalışmalarında, özel eğitim gereksinimi olan çocukları matematik öğrenimlerini desteklemek amacıyla artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisiyle zenginleştirilmiş bir sistemin etkisini incelemişlerdir. Geliştirilen sistem, çocukların temel matematiksel kavramları keşfetmelerine olanak tanıyan etkileşimli uygulamalar içermektedir. Çalışma, İspanya’da özel gereksinimli 10 çocuğun katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma nitel desende durum çalışması olarak tasarlanmıştır. Veri toplama araçları olarak gözlem, video kayıtları ve öğretmen görüşmeleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, AR destekli sistemin çocukların dikkatini çektiğini, matematiksel kavramları daha kolay kavramalarına yardımcı olduğunu ve öğrenme sürecini daha motive edici hale getirdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, öğretmenler bu teknolojinin çocukların katılımını artırdığını ve soyut kavramların somutlaştırılmasına katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Oranç ve Küntay (2019) çalışmasında, okul öncesi eğitimde artırılmış gerçeklik (AR) uygulamalarının öğrenmeye katkılarını incelemektedir. AR, çocukların gerçek ve sanal dünyalar arasındaki bağlantıları kurarak, dikkatlerini öğrenme materyallerine çekmekte ve bilgilerin gerçek dünyada uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. Çalışma, AR uygulamalarının okul öncesi eğitimde etkili bir öğrenme aracı olabileceğini ve çocukların öğrenme süreçlerini destekleyebileceğini vurgulamaktadır.

Abrar, Islam, Hossain, Islam, ve Kabir (2019) çalışmalarında, Bangladeş'teki okul öncesi çocuklara Bangla alfabesi ve hayvanlar hakkında eğitim vermek amacıyla Android tabanlı iki artırılmış gerçeklik (AR) uygulamasının geliştirilmesini ve bu uygulamaların etkilerinin incelenmesini amaçlamaktadırlar. Her iki uygulama da öğrenme testleri içermektedir. Araştırmanın örneklemi 25 çocuk, 13 ebeveyn ve 3 öğretmen oluşturmaktadır. Araştırma deneysel desende planlanmıştır. Çocukların öntest sontest sonuçları, AR tabanlı uygulamaların en az %30 oranında öğrenme iyileşmesi sağladığını göstermektedir. Ebeveynler ve öğretmenler, AR teknolojisinin eğitimdeki potansiyelinin yüksek olduğunu ve bu tür uygulamaların çocukların öğrenme süreçlerine büyük katkı sağladığını ifade etmiştir. Çalışma, AR uygulamalarının özellikle gelişmekte olan

ülkelerde, okul öncesi eğitimde etkili bir öğrenme aracı olabileceğini ve bu tür teknolojilerin eğitim materyallerine entegre edilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Vivianti ve Ratnawati'nin (2020) çalışmasında, okul öncesi çocuklar için artırılmış gerçeklik teknolojisiyle geliştirilen "Aku Suka Sayur" adlı eğitsel mobil oyunun etkisini incelemişlerdir. Bu oyun, çocukların sebzeleri öğrenmelerine yardımcı olmak amacıyla, sebze isimlerini tanıma, sebze resimleri tahmin etme, "Aku Suka Sayur" şarkısını söyleme ve AR özellikleriyle sebze resimlerini boyama gibi çeşitli özellikler sunmaktadır. Çalışmanın örneklemini 3-5 yaş arasında 8 çocuk ve onların ebeveynleri oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak gözlem ve görüşmeler yapılmıştır. Sonuçlar, hem çocukların hem de ebeveynlerin AR uygulamasına karşı olumlu tutumlar sergilediğini göstermektedir. Çocuklar, oyun sayesinde daha mutlu ve heyecanlı bir şekilde öğrenmiş, bu da öğrenme sürecini daha ilginç ve eğlenceli hale getirmiştir. Ayrıca, AR teknolojisinin çocukları sebzelerle tanıştırmada etkili olduğu ve çocukların bu oyunla sebzelere karşı ilgilerinin arttığı bulunmuştur. Ebeveynler, uygulamanın çocuklarının öğrenme sürecine katkıda bulunduğunu ve onların sebzeleri daha çok sevdiğini belirtmişlerdir.

Syahidi, Tolle, Supianto ve Arai (2020) çalışmalarında, İngilizce olarak hayvanlar ve meyveler hakkında bilgi edinmeleri için geliştirilen AR-Child adlı artırılmış gerçeklik (AR) uygulamanın okul öncesi çocuklar için öğrenme üzerindeki etkilerini analiz etmek ve değerlendirmek amaçlanmıştır. Bu kapsamda, uygulamanın çocukların öğrenme motivasyonu, etkileşimi ve bilgi edinme süreçlerine katkısı incelenmiştir. Araştırma deneysel desende planlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 5-6 yaş aralığındaki 30 çocuk oluşturmaktadır. Veri toplama sürecinde, çocukların AR-Child uygulamasına yönelik tutumları, öğrenme motivasyonları ve etkileşim düzeylerini değerlendirmek amacıyla anketler ve gözlem formları kullanılmıştır. Ayrıca, uygulamanın kullanım sürecinde çocukların davranışları ve tepkileri gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, AR-Child uygulamasının tüm fonksiyonlarının beklentilere uygun şekilde çalıştığı, çocukların uygulamadan çok memnun kaldığı ve uygulamanın öğrenme süreçlerine büyük katkı

sağladığı bulunmuştur. AR-Child'in öğrenme sonuçları üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu ve çocukların bu uygulama ile daha iyi öğrenme sağladığı belirlenmiştir.

Aydoğdu (2021) çalışmasında, okul öncesi çocukların motivasyon, dikkat ve kavram gelişimi üzerinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının etkisi incelenmiştir. Araştırma öntest-sontest-kontrol gruplu yarı deneysel desende planlanmıştır. Çalışmanın örneklemini, okul öncesi eğitim kurumlarında öğrenim gören 5-6 yaş arası çocuklardan oluşmaktadır. Çocuklar rastgele şekilde deney (AR uygulaması kullananlar) ve kontrol (geleneksel yöntem) gruplarına atanmıştır. Veri toplama aracı olarak Okul Öncesi Dönem Çocukları İçin Gündülenme Ölçeği (motivasyonu ölçmek için), Dikkat Testi (çocukların dikkat düzeyini ölçmek için), Kavram Gelişimi Testi (hedef kavram bilgilerini değerlendirmek için) kullanılmıştır. Deney grubundaki çocuklar, artırılmış gerçeklik destekli etkinliklerle 8 hafta boyunca eğitim almıştır. Kontrol grubundaki çocuklara geleneksel öğretim yöntemleri uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, deney grubundaki çocukların motivasyon, dikkat ve kavram bilgileri açısından anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Bu bulgular, AR uygulamalarının okul öncesi eğitimde çocukların öğrenme süreçlerini geliştirmede etkili bir araç olabileceğini göstermektedir.

Moral-Sánchez ve Cabello-Fortes (2021) çalışmasında, okul öncesi dönemde matematiksel öğrenmeyi desteklemek amacıyla artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisinin manipülatif materyallerle entegrasyonunu araştırmaktadır. Çalışmada, çocukların mantıksal-matematiksel becerilerini geliştirmek ve bağımsız öğrenme süreçlerini teşvik etmek için AR uygulamaları (Arloopa) somut materyallerle birleştirilmiştir. Araştırmanın örneklemini, İspanya'da 4 yaş grubundaki okul öncesi çocuklardan oluşan 25 kişilik bir sınıf oluşturmuştur. Uygulama süreci boyunca dört etkinlik gerçekleştirilmiştir: (1) hayvanların boylarını bloklarla ölçme ve sıralama, (2) sayıların kökeni ve kartlarla sayı eşleme, (3) 2B-3B farkını öğrenme ve uzamsal görselleştirme, (4) edinilen kazanımları içeren bir değerlendirme etkinliği. Araştırma bulgularına göre, çocukların %98'i AR destekli materyallerle hayvanların boylarını doğru hesaplamış, %95'i doğru sıralama yapabilmiş ve %85'i 2B-3B farkını kavrayabilmiştir. Ayrıca AR teknolojisinin çocuklarda öğrenme motivasyonunu artırdığı, matematiksel kavramların kalıcı ve anlamlı

biçimde öğrenilmesini sağladığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, AR ile manipülatif materyallerin birleşiminin okul öncesi eğitimde etkili bir öğretim aracı olabileceğini göstermektedir.

Aydoğdu ve Kelpšiene (2021) çalışmasında, okul öncesi eğitimde artırılmış gerçeklik (AR) uygulamalarının kullanım alanları ve bu alandaki araştırma eğilimleri incelenmiştir. Çalışmada, son yıllarda teknoloji kullanımının artmasıyla birlikte AR uygulamalarının erken çocukluk eğitiminde de yaygınlaştığı ve farklı beceri alanlarına yönelik etkinliklerde kullanıldığı vurgulanmıştır. Araştırmada literatür taraması yapılarak AR uygulamalarının erken okuryazarlık, yabancı dil öğretimi, uzamsal beceriler, sanatsal beceriler ve müziksel beceriler gibi alanlarda kullanıldığı belirlenmiştir. Çalışmada, erken çocukluk döneminde AR destekli etkinliklerin çocukların motivasyon, dikkat, bilgi edinimi, yaratıcılık ve memnuniyet düzeylerini artırdığı; soyut kavramların somutlaştırılmasına, dikkat süresinin uzamasına ve etkileşimli öğrenme süreçlerine katkı sağladığı ifade edilmiştir. Ayrıca, AR uygulamalarının çocukların çevresel farkındalığını artırdığı, öğrenmeyi eğlenceli hale getirdiği ve duyuşsal uyarımı güçlendirdiği belirtilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, okul öncesi dönemde AR uygulamaları en çok erken okuryazarlık ve yabancı dil öğretimi alanlarında kullanılmakta olup, sanatsal ve müziksel becerilere yönelik çalışmaların sayıca daha sınırlı olduğu görülmüştür. Bu bulgular doğrultusunda, gelecekte sanat ve müzik etkinliklerine yönelik daha fazla AR uygulaması geliştirilmesi ve öğretmenlerin AR araçlarının eğitim süreçlerine entegrasyonu konusunda desteklenmesi gerektiği önerilmiştir.

Bülbül ve Özdiç (2022) çalışmasında, okul öncesi dönemde artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisinin kullanımının çocukların öğrenme süreçlerine etkisi incelenmiştir. Araştırma, nitel bir araştırma modeli olan durum çalışması deseninde planlanmıştır. Çalışmanın örneklemini, bağımsız anaokuluna devam eden, 59-72 ay aralığındaki 18 çocuk oluşturmuştur. Katılımcılar uygun ve ölçüt örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşmeler, gözlemler, ses ve video kayıtları kullanılmış; veriler içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Uygulama süreci 4 hafta sürmüş; çocuklarla hayvanlar, meyveler ve meslekler temalı AR destekli ve

geleneksel materyalli etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Kullanılan AR materyalleri arasında "3D Magic Educational Cards" ve "Octaland 4D+" uygulamaları yer almıştır. Araştırmanın sonucunda, AR teknolojisinin çocukların dikkatini çektiği, öğrenme motivasyonlarını artırdığı, içeriği somutlaştırdığı, akran ilişkilerini olumlu etkilediği ve çocukların etkinliklere istekli katılımını desteklediği bulunmuştur. Bununla birlikte, AR uygulamalarının zamanla etkisini kaybedebildiği, teknolojik zorluklar (tablet ağırlığı, uygulama gecikmesi, el-göz koordinasyonu sorunları) yaşandığı da gözlemlenmiştir. Ayrıca, çocukların gerçek hayata doğrudan bağlantı kurabilen materyalleri (örneğin gerçek meyveler) bazen AR materyallerine tercih ettiği belirlenmiştir.

Düzyol, Yıldırım ve Özyılmaz (2022) çalışmasında, artırılmış gerçeklik uygulamasının okul öncesi çocukların uzay bilgisi üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmanın örneklemini İzmir Buca'daki bir anaokulunda 60-72 ay arasındaki 24 çocuk oluşturmaktadır. Araştırma deneysel desende planlanmıştır. Çalışmada, deneysel grup AR destekli kart setiyle uzay öğretimi alırken, kontrol grubuna ise 2D görsellerle öğretim yapılmıştır. Çocukların uzay konusundaki bilgileri, uzman görüşlerine dayalı 10 soruluk bir testle ölçülmüştür. Çalışma sonucunda, AR uygulaması yapılan deneysel grubun bilgi seviyesinin arttığı, bunun da kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca, çocuklar, AR uygulamasının dikkatlerini çektiğini, gerçeklik duygusu yarattığını ve uygulamanın daha heyecan verici olduğunu belirtmişlerdir.

Zhufeng ve Sitthiworachart (2023) çalışmasında, artırılmış gerçeklik teknolojisinin okul öncesi çocukların bilimsel etkinliklerdeki öğrenme davranışları ve tutumları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmanın örneklemini Çin'in Ningbo şehrindeki 166 okul öncesi çocuğu oluşturmaktadır. Araştırma deneysel desende planlanmıştır. Araştırmada 82 çocuk AR tabanlı eğitim alırken, 84 çocuk geleneksel yöntemlerle eğitim almıştır. Çocukların öğrenme başarıları ve tutumları, Preschool Learning Behaviors Scale (PLBS), Attitude on Science in School Assessment (ATSSA) ve Attitude on AR Activities Scale (ARAAS) kullanılarak değerlendirilmiştir. Okul Öncesi Öğrenme Davranışları Ölçeği (PLBS) çocukların öğrenme davranışlarını

değerlendirmek için kullanılmıştır. Okulda Fen Bilimlerine Yönelik Tutum Değerlendirmesi (ATSSA) çocukların fen bilimlerine yönelik tutumlarını ölçmek amacıyla uygulanmıştır. AR Etkinliklerine Yönelik Tutum Ölçeği (ARAAS) çocukların AR etkinliklerine karşı tutumlarını belirlemek için geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Veriler, varyans analizi (ANOVA) yöntemiyle analiz edilmiştir. AR tabanlı fen öğrenme sistemi, çocukların daha aktif öğrenme davranışları sergilemesini sağlamış ve öğrenme tutumlarını iyileştirmiştir. Analiz sonuçları, AR'a yönelik olumlu tutumların öğrenme davranışlarını anlamlı şekilde etkilediğini göstermiştir. Çocuklar, fen etkinliklerinde AR teknolojisini yüksek düzeyde kabul etmiş ve olumlu tepkiler vermiştir.

Nadzri, Ayub ve Zulkifli (2023) çalışmalarında, artırılmış gerçeklik teknolojisinin geometri öğretiminde ilköğretim çocuklarının matematiksel başarıları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmanın örneklemini 59 çocuktan oluşmaktadır. Araştırma deneysel desende planlanmıştır. Araştırmada, deney grubunda 29, kontrol grubunda 30 çocuk yer almaktadır. Deney grubu, AR destekli GeomAR3 modülünü kullanırken, kontrol grubu Geom3 modülünü kullanmıştır. Çocukların performansları, ön test, son test ve kalıcılık testi ile değerlendirilmiştir. Bulgular, AR destekli modül kullanan deney grubunun, hem son test hem de kalıcılık testinde kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek puanlar aldığını göstermektedir. Çalışma, AR teknolojisinin çocukların geometri konularını daha iyi görselleştirmelerini sağlayarak, kavramsal anlayışlarını güçlendirdiğini ve öğrenme süreçlerini geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Gözüm ve Yılmaz (2023) çalışmalarında, okul öncesi eğitimde artırılmış gerçeklik uygulamasının çocukların hayvanlar hakkındaki bilgileri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmanın örneklemini Kilis ilindeki bir anaokulunda eğitim alan 37 çocuk oluşturmaktadır. Araştırma deneysel desende planlanmıştır. Deney grubundaki 18 çocuğa AR uygulanırken, kontrol grubundaki 19 çocuğa geleneksel öğretim yöntemleri uygulanmıştır. Çocuklara, uygulama öncesi ve sonrası, hayvan tanıma testi uygulanmış ve uygulamanın öğrenmeye etkisi ölçülmüştür. Sonuçlar, AR uygulaması kullanılan grubun, diğer gruptan daha fazla hayvan tanıdığını göstermiştir.

Yao, Wang ve Liu (2024) çalışmasında, okul öncesi çocukların İngilizce dil bilgisi ve temel matematik becerilerini geliştirmeye yönelik iki farklı AR uygulaması geliştirilmiştir: "Language Course" ve "Math Course". Bu uygulamalar, 3D modelleme, animasyonlar ve multimedya videoları içeren içeriklerle çocukların öğrenme süreçlerini daha eğlenceli ve etkileşimli hale getirmeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın örneklemini 26 çocuk ve 5 öğretmen oluşturmaktadır. Çocuklar rastgele şekilde deney (AR uygulaması kullananlar) ve kontrol (geleneksel yöntem) gruplarına atanmıştır. Veri toplama araçları olarak, öğretmenlerin ve çocukların AR uygulamalarına yönelik tutumlarını ölçmek amacıyla anketler kullanılmıştır. Ayrıca, çocukların öğrenme başarılarını değerlendirmek için ön test ve son testler uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, AR uygulamalarının çocukların dil ve matematik becerilerinde anlamlı bir gelişim sağladığı ve çocukların bu uygulamalarla daha uzun süre dikkatlerini etkinliklere verdikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca, öğretmenler ve çocuklar uygulamanın kullanıcı dostu ve eğlenceli olduğunu belirtmişlerdir.

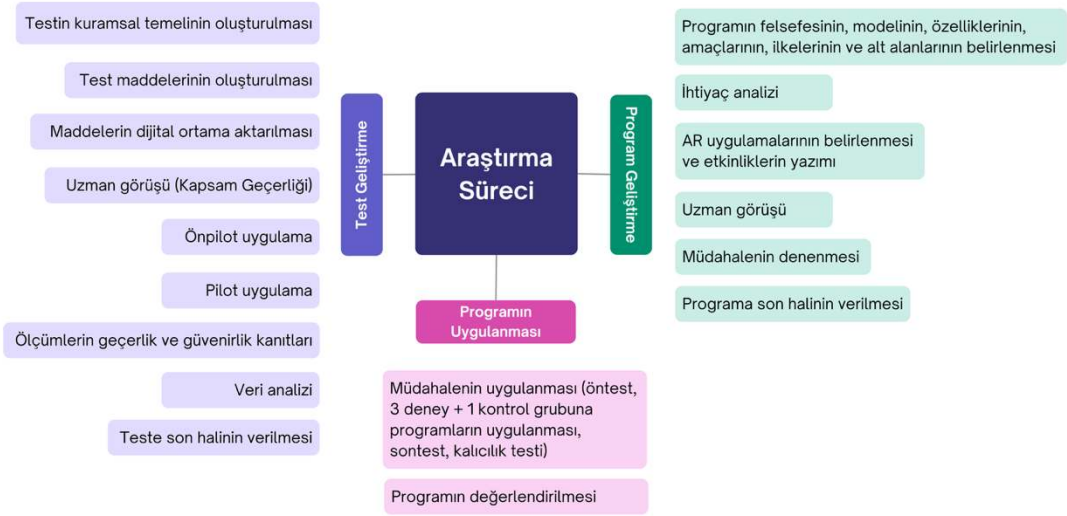
Wu, Jiang, Long ve Zhang (2024) çalışmasında, artırılmış gerçeklik destekli matematiksel resimli kitapların, ilkökul çocuklarının geometrik düşünme düzeylerini, bilişsel yüklerini ve akış deneyimlerini nasıl etkilediği incelenmiştir. Araştırmanın örneklemini Çin'deki 83 dördüncü sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma, yarı deneysel desende planlanmıştır. Veri toplama araçları arasında geometrik düşünme testi, bilişsel yük ölçeği ve akış deneyimi ölçeği yer almıştır. AR destekli matematiksel resimli kitaplar, geleneksel matematiksel resimli kitaplar ve matematiksel metinler kullanılmıştır. Deney1 AR destekli resimli kitapları kullanırken, deney2 geleneksel matematiksel resimli kitapları kullanmaktadır. Kontrol grubu ise sadece matematiksel metinlerle çalışmıştır. Sonuçlar, AR destekli matematiksel resimli kitapları okuyan çocukların geometrik düşünme düzeylerinde, akış deneyimlerinde önemli bir artış gösterdiğini ve bilişsel yüklerinde azalma olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, AR destekli resimli kitaplar, çocukların geometrik düşüncelerini geliştirmede daha etkili bulunmuş ve akış deneyimlerini iyileştirmiştir.

Uygun, Şendur, Top ve Coşgun-Başegmez (2024) çalışmasında, artırılmış gerçeklik destekli yapay zeka (AI) etkinliklerinin, okul öncesi öğretmen adaylarının (PST'ler) geometrik düşünme gelişimi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmanın örneklemini 15 öğretmen adayından oluşmaktadır. Araştırma deneysel desende planlanmıştır. Çalışmada, ChatGPT, Blender ve MyWebAR gibi araçları içeren bir etkileşimli öğrenme ortamı tasarlanmış ve bu ortam 5 hafta süresince uygulanmıştır. Veri toplamak için testler, odak grup görüşmeleri, anekdotlar ve etkinlik formları kullanılmıştır. Sonuçlar, AR destekli AI etkinliklerinin okul öncesi öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerinde iyileşme sağladığını göstermiştir. Öğrencilerin, geometrik katı cisimlerin tanımları ve özellikleri konusunda daha derin bir anlayış geliştirdiği belirlenmiştir. Ayrıca, AI'nin eğitimdeki kullanımının, öğretmen adaylarının teknolojiyle ilgili güvenlerini artırdığı ve teknik problemlerin çözülmesinde yardımcı olduğu vurgulanmıştır. Çalışma, AI destekli AR etkinliklerinin öğretmen adaylarının geometrik düşünme becerilerini geliştirmede etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

Sunulan araştırmalar, artırılmış gerçeklik teknolojisinin erken çocukluk dönemindeki geometri eğitimi bağlamında hem öğretimsel hem de gelişimsel açıdan önemli katkılar sağladığını ortaya koymaktadır. AR destekli uygulamaların, özellikle soyut geometrik kavramların somutlaştırılmasında ve çocukların öğrenme süreçlerine aktif katılım göstermelerinde etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca bu teknolojilerin, çocukların dikkatini çekme, motivasyonlarını artırma ve kalıcı öğrenmeyi destekleme potansiyeline sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, çalışmaların çoğu deneysel tasarımlara dayansa da uzun vadeli etkiler, uygulama süreçlerinde karşılaşılan zorluklar ve farklı sosyoekonomik düzeylerdeki çocuklar üzerindeki etkiler henüz yeterince kapsamlı şekilde ele alınmamıştır. Bu nedenle, gelecekte yapılacak araştırmalarda artırılmış gerçeklik temelli uygulamaların daha geniş örneklemlemlerle ve çeşitli bağlamlarda incelenmesi hem teoriye hem de uygulamaya katkı sunacaktır.

3. YÖNTEM

Bu araştırma, araştırmacı tarafından geliştirilen “Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı (AR-EGOP)”nın 60-72 aylık çocukların erken geometri becerisine etkisinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Tüm araştırma sürecinde izlenen adımlar şu şekildedir;



Şekil 6. Araştırma süreci

Şekil 6.’da sunulan işlem adımları doğrultusunda; araştırmanın bu bölümünde araştırma modeli, çalışma grubu, veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenirlik çalışmalarına ilişkin kanıtlar, Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programının (AR-EGOP) tasarlanması (hazırlık, uygulama, değerlendirme), deneysel işlemin gerçekleştirilmesi, verilerin toplanması ve verilerin analizi sunulmuştur.

3.1. Materyal

Araştırma üç aşamalı olarak planlanmıştır. Birinci aşama çocukların erken geometri becerisini ölçebilmek amacıyla alanda bir ihtiyaç olan Dijital Erken Geometri

Testi'nin (DEGT) geliştirilmesidir. İkinci aşama araştırmanın deney gruplarında ortak olarak uygulanacak olan Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programının (AR-EGOP) ve Artırılmış Gerçeklik Destekli Olmayan Erken Geometri Öğretim Programının (EGOP) oluşturulmasıdır. Üçüncü aşamada ise AR-EGOP ve EGOP'un etkililiğinin değerlendirilmesidir.

3.2. Yöntem

Araştırmanın amacı; artırılmış gerçeklik destekli öğretim uygulamalarının okul öncesi dönem çocukların erken geometri becerisine etkisini test etmektir. Bu çerçevede araştırma problemine yanıt aramak amacıyla, 3 deney ve 1 kontrol grubundan oluşan, öntest, sontest ve kalıcılık testi (4x3) uygulamalarını içeren nicel bir araştırma deseni olan yarı deneysel desen kullanılmıştır. Davranış bilimlerinde sıklıkla kullanılan ön test-sontest-kalıcılık testi kontrol gruplu yarı deneysel desen, bağımlı değişken üzerinde deneysel işlemin etkisinin test edilmesinde istatistiksel güç sağlayan ve elde edilen bulguların neden sonuç ilişkisi çerçevesinde yorumlanmasına olanak sağlayan güçlü bir desendir (Büyüköztürk, 2019).

Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı (AR-EGOP) deney1 grubuna araştırmacı tarafından uygulanırken, deney2 grubunda sınıfın öğretmeni tarafından uygulanmıştır. Program uygulamasında; araştırmacının bilgi birikiminin etkisini ortadan kaldırmak; eğitim programının öğretmene eğitim verildiğinde de etkililiğini ortaya koymak ve yaygın etkinin öğretmenler tarafından oluşturulacağı düşünüldükçe hem araştırmacının hem de sınıf öğretmenin uygulama yapacağı iki farklı deney grubu oluşturulmuştur. Deney3 grubuna ise Artırılmış Gerçeklik Destekli Olmayan Erken Geometri Öğretim Programı (EGOP) yine sınıf öğretmeni tarafından uygulanmıştır. Deney1, deney2, deney3 ve kontrol gruplarının tamamında doğrudan çocuklardan yanıt alınan ve dijital bir araç olan, araştırma kapsamında geliştirilen “Dijital Erken Geometri Testi (DEGT)” ile ön-test/son-test/kalıcılık testi uygulanmıştır. Bu bağlamda desende bağımlı değişken, okul öncesi eğitim kurumuna devam eden 60-72

aylar arasında yer alan çocukların “erken geometri becerisi”; bağımsız değişken ise “Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı”dır. Tablo 8.’de araştırmanın deneysel sürecinde izlenen aşamalara yer verilmiştir.

Tablo 8. Öntest-sontest-kalıcılık kontrol grubu yarı deneysel desen (4x3)

Gruplar	Öntest	Deneysel İşlem	Sontest	Kalıcılık Testi
Deney Grubu 1	Dijital Erken Geometri Testi	AR-EGOP (AR Desteği Olan)	Dijital Erken Geometri Testi	Dijital Erken Geometri Testi
Deney Grubu 2	Dijital Erken Geometri Testi	AR-EGOP (AR Desteği Olan)	Dijital Erken Geometri Testi	Dijital Erken Geometri Testi
Deney Grubu 3	Dijital Erken Geometri Testi	EGOP (AR Desteği Olmayan)	Dijital Erken Geometri Testi	Dijital Erken Geometri Testi
Kontrol Grubu	Dijital Erken Geometri Testi	-	Dijital Erken Geometri Testi	Dijital Erken Geometri Testi

Tablo 8.’de görüldüğü gibi araştırmanın deneysel sürecinde izlenen aşamalar; Deney1, deney2, deney3 ve kontrol grubunda yer alan çocuklara öntest olarak “Dijital Erken Geoemtri Testi” uygulanmıştır. Deney1 grubunda yer alan çocuklara araştırmacı tarafından ve deney2 grubunda yer alan çocuklara sınıfın öğretmeni tarafından dokuz hafta süreyle haftada üç gün olmak üzere 27 oturumdan oluşan AR-EGOP uygulanmıştır. Deney3 grubunda yer alan çocuklara ise sınıfın öğretmeni tarafından EGOP yine dokuz hafta süreyle haftada üç gün olmak üzere 27 oturumda uygulanmıştır. Kontrol grubunun öğretmenine ise geliştirilen AR-EGOP’un kazanımları ve göstergeleri ile ele alınacak geometri kavramları listesi verilmiştir. (EK-1 AR-EGOP Kazanım-Gösterge-Kavram Tablosu). Kontrol grubu rutin programlarına 9 hafta süresince devam etmiştir. Uyguma süreci bittikten sonra deney1, deney2, deney3 ve kontrol grubunda yer alan çocuklara sontest olarak “Dijital Erken Geoemtri Testi” uygulanmıştır. Son test uygulamasından iki hafta sonra deney1, deney2, deney3 ve kontrol grubunda yer alan çocuklara kalıcılık testi olarak “Dijital Erken Geoemtri Testi” tekrar uygulanmıştır.

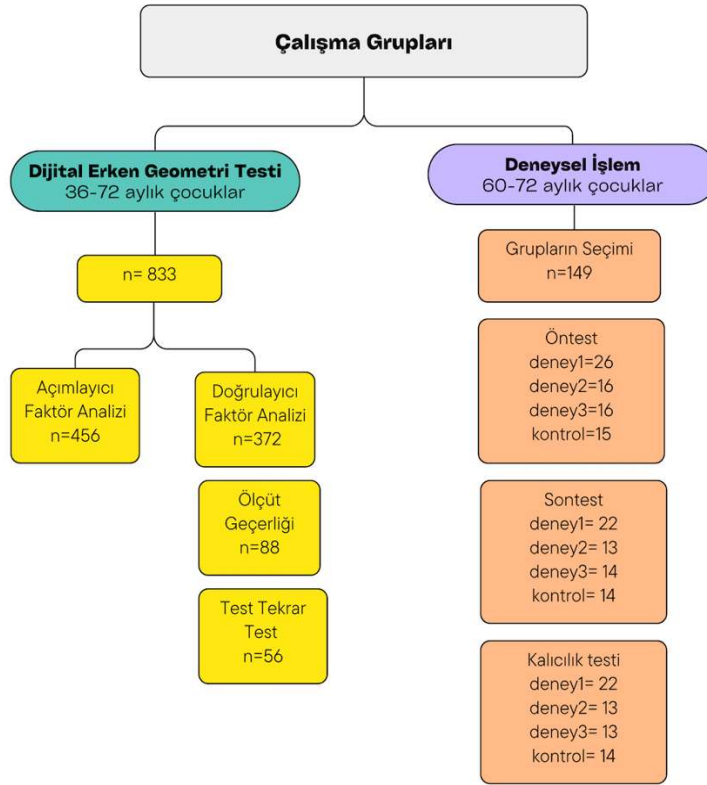
Uygulamaların başlangıç aşamasında deney2 grubunun öğretmenine hazırlanan AR-EGOP ile ilgili programının özellikleri, amaç ve kazanımları, amaçlara ulaşabilmek için yaratılacak öğrenme süreçleri/egitim durumları, çocuklarla iletişim kurma yolları, bu iletişimin kurulabilmesi için gerekli bir fiziksel ortamın oluşturulması, bu ortamın hangi

uyarıcılarla gerçekleşeceği, yöntem ve tekniklerin nasıl kullanılacağı ve artırılmış gerçeklik teknolojisi ile ilgili eğitim verilmiştir.

Deney 3 grubundaki öğretmene de hazırlanan EGOP (AR olmayan) ile ilgili programının özellikleri, amaç ve kazanımları, amaçlara ulaşabilmek için yaratılacak öğrenme süreçleri/eğitim durumları, çocuklarla iletişim kurma yolları, bu iletişimin kurulabilmesi için gerekli bir fiziksel ortamın oluşturulması, bu ortamın hangi uyarıcılarla gerçekleşeceği, yöntem ve tekniklerin nasıl kullanılacağı ile ilgili eğitim verilmiştir. Uygulanması planlanan her etkinlik araştırmacı tarafından bir hafta önce deney2 ve deney3 gruplarının öğretmenlerine iletilmiştir. Uygulamala sürecinde hem araştırmacının uygulama yaptığı deney1 grubundaki müdahale hem de öğretmenlerin uygulama yaptığı deney2 ve deney3 gruplarındaki müdahale okul öncesi öğretmenliği 4. sınıf öğrencilerinden gönüllü katılım ile belirlenen bir öğretmen adayı tarafından izlenerek uygulama güvenilirliği incelenmiştir. Uygulama güvenilirliği, uygulayıcının uygulama planına ne ölçüde bağlı kaldığının belirlenmesidir (Peterson vd., 1982). Uygulama güvenilirliği için deney1 grubunda uygulama yapan araştırmacı, deney2 ve deney3 grubunda uygulama yapan öğretmenin hazırlanan programı takip edip etmediğini belirlemek amacıyla iki farklı kontrol listesi kullanılmıştır Bu amaçla, AR-EGOP için ayrı bir gözlem formu (EK-2 AR-EGOP Gözlem Formu), EGOP için iki farklı gözlem formu (EK-3 EGOP Gözlem Formu) hazırlanmıştır. Hazırlanan gözlem formları, üç alan uzmanı tarafından incelenmiş ve alınan geri bildirimler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Tüm gruplarda farklı uygulayıcılar tarafından yürütülen etkinlikler, aynı dış gözlemci tarafından izlenmiş ve gözlem formları bu doğrultuda doldurulmuştur. Gözlem sürecinde tutarlılığı sağlamak amacıyla, her üç deney grubunda da gözlemler aynı kişi tarafından gerçekleştirilmiştir. Gözlemciye, uygulamalar öncesinde ilgili formlar teslim edilmiş ve gözlem sürecine yönelik ön inceleme yapması istenmiştir. Gözlemci her bir uygulama grubunu üç kez gözlemlemiştir.

3.2.1. Çalışma grubu

Araştırmada birden fazla aşama yer aldığı için birden fazla çalışma grubu belirlenmiştir. İlk aşamada, ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirlik kanıtları için iki grup, ikinci aşamada deneysel işlem için gruplar belirlenmiştir. Araştırmanın deneysel işlemi 2024-2025 eğitim öğretim yılında Gaziantep İl Milli Eğitim Müdürlüğündeki merkez anasınıflarına devam eden okul öncesi çocukları ile yürütülmüştür. Araştırmanın test geliştirme aşaması 2024-2025 eğitim öğretim yılında Gaziantep İl Milli Eğitim Müdürlüğündeki merkez anasınıflarına ve anaokullarına devam eden okul öncesi çocuklar ile yürütülmüştür. Bu okulların tamamından veri toplayabilmek için İl Milli Eğitim Müdürlüğünden ve Hasan Kalyoncu Üniversitesi Etik Kurulu'ndan gerekli izinler alınmıştır (EK-4 MEB İzni, EK-5 Etik Kurul İzni). Araştırmanın çalışma gruplarına ilişkin bilgiler Şekil 7.'de verilmiştir:



Şekil 7. Çalışma grupları

Şekil 7. incelendiğinde; Dijital Erken Geometri Testi'ne ilişkin çalışma grubu; yapının keşfedilmesi (AFA) için 456 çocuktan, yapının doğrulanması (DFA) için AFA'da veri toplanan çocuklar dışındaki 372 çocuk olmak üzere toplamda 833 çocuktan veri toplanmıştır. Ölçüt Geçerliği kanıtları için 88 çocuktan, test tekrar test güvenilirliği kanıtları için 56 çocuktan veri toplanmıştır. Bu çocukların tamamı DFA için ulaşılan çocukların bir alt grubudur. Başlık 3.2.1.1. 'de detaylı bilgiye yer verilmiştir. Deneysel çalışma için 10 gruba ulaşılmıştır. Bu gruplar arasından gönüllü olan dört öğretmenin sınıfında çalışılmıştır. Deney1:22 çocuk, deney2:13 çocuk, deney3:13 çocuk, kontrol grubu:14 çocuk araştırmaya katılmıştır. Başlık 3.2.1.2. 'de detaylı bilgiye yer verilmiştir.

Araştırmada, amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ölçüt örnekleme, belirli bir standardı veya özelliği karşılayan bireylerin ya da durumların seçildiği, amaçlı bir örnekleme türüdür (Büyüköztürk vd., 2023). Örnekleme oluşturan okullar, belirli ölçütler dikkate alınarak seçilmiştir. Bu ölçütler şu şekilde belirlenmiştir:

- Maarif modeli uygulayan,
- Düşük sosyoekonomik düzeye sahip bölgede bulunan,
- İlkokul bünyesinde yer alan ve anasınıfına sahip olan okullar.

Deneysel işlem 2024-2025 Eğitim Öğretim Yılı Bahar Döneminde uygulanmıştır. Bu dönemde bağımsız anaokullarında Maarif Modeli'nin henüz uygulanmaması nedeniyle, yalnızca ilkokul bünyesindeki anasınıfları örnekleme dahil edilmiştir. Belirlenen ölçütleri karşılayan anasınıfı şubelerinden veri toplanmıştır. Öntestlerin analizi sonucunda gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda gönüllülük esasına dayalı olarak dört öğretmen ile çalışılmıştır. Araştırmaya katılacak çocukların ailelerine Bilgilendirilmiş Onam Formu (EK-6) gönderilmiş, yalnızca katılım izni veren ailelerin çocukları araştırma kapsamına alınmıştır.

3.2.1.1. Dijital erken geometri testi geçerlik ve güvenilirlik kanıtları için belirlenen çalışma grubu

Çalışmanın evrenini 2024-2025 eğitim öğretim yılında Gaziantep il merkezinde bulunan MEB'e bağlı anaokullarına/anasınıflarına devam eden ve hem okuldaki gelişim kayıt dosyalarından hem de sınıf öğretmenlerinin gelişimsel gözlemlerine göre tipik

gelişim gösteren 3-6 yaş grubu çocuklar oluşturmuştur. “Dijital Erken Geometri Testi” nin geçerlik ve güvenirlik çalışması için Gaziantep ili merkez ilçelerinde belirlenen okulların yöneticileri ve öğretmenleri ile araştırmanın amacı, önemi, uygulama sürecine yönelik toplantılar ve bireysel görüşmeler yapılarak araştırmaya katılmaya davet edilmiştir. Araştırmaya katılmayı gönüllü olarak kabul eden okulların öğretmenleri ile görüşmeler yapılmış ve araştırmanın amacı, önemi ve uygulama süreci hakkında bilgi verilmiştir. Araştırmaya gönüllü olan anaokulları ve ilkokulda yer alan anasınıfları (11 okul) veri toplama sürecine dahil edilmiştir. Araştırmada yer alan okulların adları O1, O2, O3... gibi kodlarla ifade edilmiştir.

Pilot uygulama öncesinde değerlendirme aracında yer alan maddelerin ve yönergelerin anlaşılabilirliğini belirlemek amacıyla tipik gelişim gösteren 35 çocuk ile ön pilot yapılmıştır. Önpilot çalışmada veri toplanan çocuklar pilot çalışma sürecine dahil edilmemiştir. Dijital Erken Geometri Testi’nin geçerlik ve güvenirlik kanıtları için toplamda 833 çocuğa ulaşılmıştır. Form ilk hali ile önce 456 çocuğa uygulanmış ardından AFA yapılmıştır. AFA’da yapının belirlenmesinin ardından değerlendirme aracına son hali verilerek farklı 377 çocuğa yeniden uygulanmıştır. Dijital Erken Geometri Testi için AFA ve DFA verileri farklı çocuklardan toplanmıştır. Dijital Erken Geometri Testi tüm çocuklara tek oturumda uygulanmıştır. Çalışma grubuna dahil edilen çocukların demografik bilgilerine aşağıda yer alan Tablo 9. ve Tablo 10.’da yer verilmiştir.

Tablo 9. AFA demografik bilgi tablosu

Değişkenler		Çocuk sayısı	
		f	%
Cinsiyet	Kız	225	49,3
	Erkek	231	50,7
Yaş	3 Yaş	64	14
	4 Yaş	108	23,7
	5 Yaş	141	30,9
	6 Yaş	143	31,4
SED	Düşük	106	23,2
	Orta	182	39,9
	Yüksek	168	36,9

Açımlayıcı Faktör Analizi grubunda yer alan katılımcıların cinsiyet dağılımı incelendiğinde, kız çocukların (%49,3) ve erkek çocukların (%50,7) sayılarının birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Bu dağılım, cinsiyet temelli sistematik bir yanlılık riskini en aza indirerek analiz sonuçlarının güvenilirliğini artırmaktadır. Yaş değişkeni açısından değerlendirildiğinde, 3 yaş grubunda %14,0 oranında katılımcı yer alırken; 4 yaş grubunda %23,7, 5 yaş grubunda %30,9 ve 6 yaş grubunda %31,4 oranında katılımcı bulunduğu görülmektedir. Sosyoekonomik düzey (SED) dağılımı dikkate alındığında, düşük SED grubunun %23,2, orta SED grubunun %39,9 ve yüksek SED grubunun %36,9 oranında temsil edildiği görülmektedir.

Tablo 10. DFA demografik bilgi tablosu

Değişkenler		Çocuk sayısı	
		f	%
Cinsiyet	Kız	180	48,3
	Erkek	192	51,7
Yaş	3 Yaş	63	16,9
	4 Yaş	94	25,3
	5 Yaş	106	28,4
	6 Yaş	109	29,4
SED	Düşük SED	98	26,4
	Orta SED	137	36,8
	Yüksek SED	137	36,8

Doğrulayıcı Faktör Analizi grubuna ilişkin cinsiyet dağılımı incelendiğinde, kız çocukların %48,3, erkek çocukların ise %51,7 oranında yer aldığı görülmektedir. Yaş değişkeni açısından 3 yaş grubunun %16,9, 4 yaş grubunun %25,3, 5 yaş grubunun %28,4 ve 6 yaş grubunun %29,4 oranında temsil edildiği görülmektedir. Her bir yaş grubunun dengeli bir şekilde örnekleme yer alması, geliştirilen yapının yaş gruplarına göre geçerliliğini test etme açısından avantaj sağlamaktadır. Bu bağlamda, DFA grubunun yaş dağılımı analizdeki yapısal geçerlilik testleri açısından güçlü bir temel sunmaktadır. Sosyoekonomik düzey bakımından değerlendirildiğinde, düşük SED grubunun %26,4, orta SED grubunun %36,8 ve yüksek SED grubunun %36,8 oranlarında temsil edildiği görülmektedir. Bu durum, üç farklı sosyoekonomik düzeyin dengeli bir biçimde örnekleme yer aldığını ve DFA sonuçlarının sosyoekonomik çeşitliliği yansıtabilecek potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Ölçüt Geçerliği kanıtları için

88 çocuktan, test tekrar test güvenilirliği kanıtları için 56 çocuktan veri toplanmıştır. Bu çocukların tamamı DFA için ulaşılan çocukların bir alt grubudur.

3.2.1.2. AR-EGOP ve EGOP'un uygulamasında deneysel işlem için çalışma grubu

Araştırmada deneysel çalışmanın evrenini, 2024-2025 eğitim öğretim yılında Gaziantep il merkezinde bulunan MEB'e bağlı anasınıflarına devam eden tipik gelişim gösteren 60-72 aylık çocuklar oluşturmuştur. Araştırmanın çalışma grubunu ise, 2024-2025 eğitim öğretim yılında ölçüt örnekleme yöntemi ile belirlenen MEB izni alınan ilkokullardaki anasınıflarına devam eden, düşük SED'e sahip, tipik gelişim özellikleri gösteren, daha önce "Artırılmış Gerçeklik" ya da herhangi bir ek program uygulamasına katılmamış okullardaki çocuklar oluşturmaktadır. Bu çocuklara öntest olarak Dijital Erken Geometri Testi uygulanmıştır. Dijital erken geometri testinden aldıkları puanların betimsel istatistikleri Tablo 11.'de ve ortalamalar arasındaki farka ilişkin Tek Faktörlü Varyans Analizi (ANOVA) sonuçları Tablo 12.'de verilmiştir.

Tablo 11. Dijital geometri testi öntest puanlarının betimsel istatistikleri

Grup	n	$\bar{X}$	SS
1 (Deney2)	15	20,333	5,960
2	13	19,769	4,323
3	14	19,143	5,972
4	14	21,929	5,903
5 (Kontrol)	15	19,533	6,379
6	12	21,250	5,833
7 (Deney3)	16	23,063	6,340
8	13	20,000	5,196
9 (Deney1)	26	17,269	4,936
10	11	17,273	5,569

Tablo 11.'de deneysel uygulamaya gönüllü olarak katılmak isteyen öğretmenlerin grubu deney1, deney2, deney3 ve kontrol grubu olarak belirtilmiştir. 1. grup (deney2) 15 çocuk, 2. grup 13 çocuk, 3. grup 14 çocuk, 4. grup 14 çocuk, 5. grup (kontrol) 15 çocuk, 6. grup 12 çocuk, 7. grup (deney3) 16 çocuk, 8. grup 13 çocuk, 9. grup (deney1) 26 çocuk ve 10. grup 11 çocuk olmak üzere öntestte toplam 149 çocuktan veri toplanmıştır.

Tablo 11. incelendiğinde, 1. grupta (Deney2) puan ortalaması 20,333; standart sapma değeri 5,960; 2. grupta puan ortalaması 19,769; standart sapma değeri 4,323; 3. grupta puan ortalaması 19,143; standart sapma değeri 5,972; 4. grupta puan ortalaması 21,929; standart sapma değeri 5,903; 5. grupta (Kontrol) puan ortalaması 19,533; standart sapma değeri 6,379; 6. grupta puan ortalaması 21,250; standart sapma değeri 5,833; 7. grupta (Deney3) puan ortalaması 23,063; standart sapma değeri 6,340; 8. grupta puan ortalaması 20,000; standart sapma değeri 5,196; 9. grupta (Deney1) puan ortalaması 17,269; standart sapma değeri 4,936; 10. grupta puan ortalaması 17,273; standart sapma değeri 5,569 olarak görülmektedir. Bu ortalamalar arasındaki farkın anlamlılığına ilişkin Tek Faktörlü ANOVA testi sonuçları Tablo 12.'de verilmiştir.

Tablo 12. Çocukların öntest puanlarına ilişkin tek faktörlü ANOVA testi sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p
Gruplararası	507,605	9	56,401	1,770	0,079
Gruplariçi	4428,502	139	31,860		
Toplam	4936,107	148	88,261		

Tablo 12. incelendiğinde, çocukların “Dijital Erken Geometri Testi”nden aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir ($p=0,079$) $p>0,05$). Deneysel işlem öncesi alınan bu ölçüm, grupların öntest puanlarının birbirine denk olduğunu ifade etmektedir.

3.2.2. Veri toplama araçları (Dijital Erken Geometri Testinin Geliştirilmesi)

Araştırmaya katılan çocukların erken geometri becerisini değerlendirmek amacıyla, bu çalışma kapsamında araştırmacı tarafından geliştirilen “Dijital Erken Geometri Testi” kullanılmıştır.

Erken Matematik Yeteneği Testi-3

TEMA-3 Erken Matematik Yeteneği Testi Herbert P. Ginsburg ve Arthur J. Baroody tarafından 2003 yılında geliştirilmiştir. Ölçeğin Türkçeye uyarlaması Prof. Dr. Serap Erdoğan tarafından 2006 yılında gerçekleştirilmiştir. Uyarlama çalışmasında testin güvenilirliği ile ilgili olarak iç tutarlılık katsayısı hesaplanmış ve KR-20 değeri Form A için .92, Form B için .93 olarak bulunmuştur. Erken Matematik Yeteneği Testi (Test of Early Mathematics Ability, TEMA-3)", A ve B formunda materyal olarak resimler, matematiksel semboller, küçük nesneler (küp ve jetonlar) kullanılarak uygulanmaktadır. Test çocuklara bireysel olarak uygulanmakta ve uygulamaya kronolojik yaş hesaplanarak o yaşa karşılık gelen sorudan başlanmaktadır. Çocukların, doğru cevap verdikleri her soru 1 puan olarak belirlenmektedir ve küçük yaş gruplarına yönelik sorular, doğru olarak kabul edilmektedir. Her çocuk için bir ham puan (raw score) hesaplanır. Testin uygulama kitapçığında, hesaplanan ham puanın, "matematik yetenek puan"ına dönüştürülmesini gösteren "Ham Puanların Matematik Yeteneği Puanına Dönüştürülmesi" başlıklı tablo bulunmaktadır. Bu tablodan, her bir çocuk için, çocuğun testten almış olduğu ham puan ve çocuğun içinde bulunduğu ay aralığının kesişim noktasında, hesaplanmış olan 'matematik yetenek puanı' belirlenir.

Güncellenmiş Erken Aritmetik Testi

Güncellenmiş Erken Aritmetik Testi (GEAT), 4–7 yaş arası çocukların sayı ve işlem becerilerini değerlendirmeye yönelik geliştirilmiş bir ölçme aracıdır. Test, Van Rijt, Van Luit ve Pennings (1999) tarafından çocukların matematiksel performanslarını ölçmek amacıyla hazırlanmış, zamanla eğitim alanındaki gelişmeleri yansıtacak şekilde Van Rijt ve Van Luit (2009) tarafından güncellenmiştir. GEAT, A ve B olmak üzere iki paralel formdan oluşmaktadır. Testin Türkçeye uyarlaması Kaçıra (2019) tarafından

gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonucunda, testin KR-20 güvenirlik katsayısı .749, Spearman korelasyon katsayısı .786 ve Guttman güvenirlik katsayısı .782 olarak hesaplanmıştır. Yapılan madde analizleri, hem A hem de B formlarının geçerli ölçümler sunduğunu; elde edilen güvenirlik katsayıları ise testin sonuçlarının güvenilir olduğunu ortaya koymuştur.

3.2.2.1. Dijital erken geometri testinin geliştirilmesi

Araştırmada, çocukların erken geometri becerisini belirlemek amacıyla dijital bir test geliştirilmiştir. Test geliştirme aşamalarına aşağıda yer verilerek açıklanmıştır (Özçelik, 2010; Yıldırım Seheryeli ve Gören, 2025).

1. Testin amacının belirlenmesi ve kuramsal altyapının incelenmesi

“Dijital Erken Geometri Testi”nde (DEGT), 3-6 yaş grubunda yer alan çocukların erken geometri becerisinin test edilmesi esas alınmıştır. DEGT’in geliştirilmesi sürecinin en başında erken geometrinin tanımı üzerinde çalışılmış ve literatürdeki diğer erken geometri testleri incelenerek geliştirilmesi amaçlanan testin benzerlikleri ve farklılıklarının neler olacağı belirlenmiştir. Ayrıca, testin kullanılabilirliğini artırmak, kâğıt-kalem formuna olan bağımlılığı azaltmak ve uygulamayı çocuklar için daha dikkat çekici, motive edici ve eğlenceli hale getirmek amacıyla, testin dijital bir ortamda geliştirilmesine karar verilmiştir. Bu sayede, erken çocukluk dönemine uygun, etkileşimli ve görsel açıdan zengin bir değerlendirme süreci tasarlanması hedeflenmiştir.

Testin geliştirilmesine karar verme sürecinde alanda daha önce geliştirilen erken geometri becerisinin test edildiği Geometrik Şekilleri Tanıma Testi (Aslan, 2004); Erken Geometri Beceri Testi (Sezer ve Güven, 2016) ve Geometri ve Uzaysal Algı Testi (İvrendi, Erol ve Atan 2018) incelenmiştir. Erken geometri becerisinin belirlenmesi için yukarıda adı geçen testlere farklı kavramların, konuların eklenmesi ve uzman görüşleri doğrultusunda kısmi puanlama ile ölçüm yapılması gerekliliği sonucuna ulaşılmıştır. Kuramsal alt yapı için erken geometri kavramı, bu kavramın bileşenleri, özellikleri ve çocuklardaki gelişim süreci hakkında alan yazın taraması yapılarak, Türkiye’de ve dünyada yapılan ilgili

araştırmalar incelenmiştir. Gelişim ve öğrenme kuram ve yaklaşımlarının yanı sıra erken geometri ile ilişkili kuram ve modeller de incelenmiştir. Geometri becerisi gelişim ve öğrenme yaklaşımları incelenerek bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Testin geliştirilme sürecinde, Ulusal Matematik Öğretim Konseyi (NCTM) tarafından belirlenen standartlar ile öğrenme rotaları (learning trajectories) yaklaşımı temel alınmıştır. Bu kapsamda, testin kuramsal dayanakları ve içerik çerçevesi, tez kapsamında Bölüm 2.1.1'de NCTM standartlarına ve Bölüm 2.2.1'de öğrenme rotalarına ilişkin açıklamalarda ayrıntılı olarak sunulmuştur.

2. Testin hazırlanmak istendiği alana, konuya ve hedef kitleye karar verilmesi

Testin erken geometri alanında geliştirilmesi planlanmıştır. Testin hedef kitlesi 3-6 yaş aralığındaki çocuklardır. Çocukların erken geometri becerisini ölçmeyi amaçlayan bu testin Belirtke Tablosuna EK-7'de yer verilmiştir.

3. Test kapsamının belirlenmesi (Belirtke tablosunun hazırlanması)

Testin geliştirilme amacına uygun olması sebebiyle Belirtke Tablosu hazırlanırken Bloom Taksonomisi kullanılmıştır. Her bir yeterliliğin bilişsel seviyenin belirtildiği Belirtke Tablosu'na EK-7'de yer verilmiştir. Test için 29 kazanım oluşturulmuştur. Hedef davranışlarla/kazanımlarla konuları ve testteki maddelerin taksonominin düzeylerine göre dağılımı tabloda belirtilmiştir.

4. Kullanılacak madde türüne karar verilmesi

Testin geliştirilme sürecinde madde türüne karar verilirken ölçülecek beceriler ve daha önce geliştirilmiş ve alanda kullanılmakta olan olan testlerin sınırlılıkları temel alınmıştır. Çocukta anlamlı öğrenmelerin gerçekteşip/gerçekteşmediğinin anlaşılması ve ölçülecek becerinin özelliğine göre maddeler kısmi puanlamaya imkân sağlayan çoktan seçmeli ve kısa cevaplı madde biçiminde hazırlanmıştır.

5. Maddelerin yazılması, madde havuzu ve puanlama anahtarının oluşturulması

Testin maddeleri, çocukların bireysel farklılıklarını ortaya çıkarabilecek şekilde yazılmıştır. Maddeler çoktan seçmeli ve kısa cevaplı olarak hazırlanmıştır ve her bir madde için holistik kısmi puanlama anahtarı oluşturulmuştur. Maddelerin açık ve anlaşılır

olmasına dikkat edilmiştir. Maddelerin sırası konuları açısından kolaydan zora doğru ve kavram gelişimine uygun biçimde oluşturulmuştur.

Testin tüm maddeleri, ilgili alan yazın dikkate alınarak araştırmacı tarafından hazırlanmış ve görsel materyaller araştırmacı tarafından çizilmiştir. Hazırlanan bu içeriklerin dijital ortama aktarılması ve etkileşimli bir test arayüzü oluşturulması amacıyla bir yazılım şirketi ile iş birliğine gidilmiştir. Yazılım geliştirme süreci boyunca araştırmacı, şirket ile düzenli iletişim hâlinde kalarak hazırlanan arayüz tasarımı, madde yerleşimi, puanlama sistemi ve kullanıcı deneyimiyle ilgili geri bildirimlerde bulunmuş; gerekli görülen durumlarda madde çıkarma, düzenleme ve yeniden yapılandırma işlemlerini gerçekleştirmiştir. Bu iş birliği, testin nihai dijital formuna ulaşmasına kadar devam ettirilmiştir. Son durumda madde havuzunda 106 madde yer almıştır. "Maddelerin her birinin puanlanmasında 0-1-2 şeklinde puanlamaya olanak tanıyan holistik bir rubrik kullanılmıştır. Bu doğrultuda, bir maddeye verilen cevap; çocuğun ilgili maddeyi tamamen doğru yanıtlaması durumunda 2, kısmen doğru yanıtlaması durumunda 1, yanlış ya da yanıtsız bırakması durumunda ise 0 puan olarak değerlendirilmiştir.

6. Madde havuzuna ilişkin uzman görüşünün alınması

Kapsam geçerliği kanıtı olarak, testte bulunan maddelerin ölçülmek istenen alanı temsil edip etmediğini ortaya koymak amacıyla test altısı erken çocukluk eğitimi alanında akademisyen ve ikisi okul öncesi öğretmeni olan toplamda sekiz uzmanın görüşüne sunulmuştur. Uzmanlardan ilgili maddenin ölçülmek istenen kapsamı temsil edip etmediğine ilişkin görüş istenmiş ve uzmanlar arasındaki uyum incelenmiştir. Uzmanların "DEGT"i amaca uygunluk, anlaşılabilirlik ve gelişim seviyesine uygunluk açısından değerlendirmeleri amacıyla araştırmacı tarafından "Uzman Görüşü Formu-DEGT" hazırlanmıştır (EK-8). Uzmanlardan değerlendirme amacıyla her maddeyi "Uygun", "Uygun Değil", "Kısmen Uygun/Düzeltilmeli" şeklinde değerlendirmeleri istenmiştir. Uzmanlardan gelen görüşlerin değerlendirilmesinde, Yurdugül (2005) tarafından önerilen Lawshe tekniği kullanılmıştır. Öncelikle her bir maddeye ait kapsam geçerliği oranı (KGO) hesaplanmıştır. Ardından hesaplanan KGO'ların ortalaması alınarak kapsam geçerliği indeksi (KGİ) belirlenmiştir. KGO her bir madde için uzmanların o

maddeyi gerekli görüp görmediklerinin belirlenmesinde kullanılan istatistiksel bir araçtır. Bu değer, maddelerin uygunluk düzeyi için hesaplanır. Her maddenin KGO'sunun tespitiyle testte kalmasına karar verilen maddelerin KGO değerlerinin ortalaması hesaplanarak değerlendirme aracının tamamı için KGİ değeri elde edilir (Yurdugül, 2005). Dijital Erken Geometri Testi toplamda 106 madde ile uzman görüşüne gönderilmiştir. 106 madde ile uzman görüşüne gönderilen testten uzmanların geri bildirimleri doğrultusunda çıkarılan madde olmamıştır. Maddeler uzmanların geri bildirimine göre düzenlenmiştir ve uygulamaya hazır hale getirilmiştir. 8 uzman için minimum kabul edilebilir KGİ değeri 0.75'tir (Ayre ve Scally, 2014). Testin KGİ değeri de 0.85 olarak hesaplanmıştır. Teste son hali verildiğinde (27 Madde) hesaplanan KGİ 0.89 olarak hesaplanmıştır. Tüm maddelerin test formunda kalmasına karar verilmiştir.

7. Testin deneme/taşlak formunun oluşturulması ve ön pilot çalışmanın yapılması

Uzman görüşleri sonrasında DEGT'e son şekli verilmiş ve 106 madde ile uygulamaya hazır hâle getirilmiştir. Pilot uygulamanın yapılacağı gruba benzer bir grupta ön pilot çalışması yapılmıştır. Önpilot çalışmada 35 çocuktan veri toplanmıştır. Bu çocukların verisi asıl veri setine dahil edilmemiştir. Testin uygulamasında herhangi bir aksaklık olup olmadığı, maddelerin çocuklar tarafından anlaşılabilirliği kontrol edilmiş ve bu doğrultuda gerekli düzenlemeler yapılarak testte tekrar eden sorular testten çıkarılmış maddelerin anlaşılır olabilmesi için düzenleme çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda test 85 maddeye düşürülmüştür. Ancak bazı soruların anlaşılabilirliğinin düşük olduğu soru köklerinde değişiklikler yapılması gerektiği kararı alınmıştır. Örneğin, ekrana gelen şekle dikkatli bak. Aynı şekli bul ve seç. Hangi geometrik şekli seçtin?" biçiminde yöneltilen bir soruda, çocukların büyük çoğunluğunun seçtikleri geometrik şeklin adını belirtmek yerine, yalnızca "bu" gibi işaret sözcükleriyle yanıt verdikleri gözlemlenmiştir. Bu durumun, soru yönergesinin çocuklar tarafından isimlendirme beklentisini yeterince açık bir biçimde yansıtmamasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Bu nedenle, ilgili madde yönergesi "Seçtiğin şeklin adını söyle" biçiminde yeniden

yapılandırılarak çocukların hedeflenen sözel yanıtı vermeleri teşvik edilmiştir. Bunun yanında bazı soruların çok fazla tekrar etmesi (örneğin, köşe ve kenar sayısına ilişkin soruların birden fazla şekil üzerinden yöneltilmesi ya da çubuklarla şekil oluşturma sorularının sayıca fazla olması, bazı çocuklarda bilişsel yükü artırarak dikkat dağınıklığına ve motivasyon kaybına yol açmıştır.) ve testin kullanılabilirliğini arttırmak için tekrar eden maddelerin çıkarılmasına karar verilmiştir.

8. Test formunun düzeltilmesi, uygulama süresi ve uygulanacak gruba karar verilmesi

Ön pilot çalışma sonrasında test, pilot çalışmanın yapılacağı şekilde yazılım şirketi ile iş birliği içerisinde düzenlenmiştir. Testin örnekleminin sosyoekonomik düzey, yaş ve cinsiyet açısından heterojen bir yapıya sahip olmasına özen gösterilmiştir. Çocuk sayısı testteki madde sayısına göre belirlenmiştir. Madde sayısı $\times$ 5 (Kline, 1994; Nunnally, 1978) hesaplaması yapılarak veriler toplanmıştır.

9. Pilot uygulamanın yapılması

Pilot uygulamada veriler dört uygulayıcı tarafından toplanmıştır. Araştırmacı uygulamaya geçmeden önce veri toplayacak olan araştırmacılara uygulama eğitimi vermiştir. Ardından 26 çocukla okulun sessiz bir ortamı olan rehberlik servisinde test uygulaması bireysel olarak gerçekleştirmiş ve çocuğun yanıtları çocuğun yüzü görünmeyecek şekilde video ile kayıt altına almıştır. Ardından video kayıtları uygulayıcılar ile paylaşmış ve çocukların yanıtlarını puanlamalarını istemiştir. 26 çocuk için dört uygulayıcı tarafından elde edilen puanların puanlayıcı güvenilirliği için Intraclass Correlation Coefficient (ICC) hesaplanmıştır. ICC kat sayısı 0.986 olarak bulunmuştur. Bu sonuç, dört puanlayıcı arasında mükemmel düzeyde tutarlılık olduğunu göstermektedir (Koo ve Li, 2016). Puanlama güvenilirliğinin hesaplanmasının ardından esas uygulamaya geçilmiştir.

“Dijital Erken Geometri Testi”nin uygulanması okulun sessiz alanlarından olan rehberlik servisi ve çok amaçlı salonda gerçekleştirilmiştir. Bu ortamlarda çocukların boyuna uygun bir masa, 2 sandalye ve bir tablet yer almıştır. Test çocuklara bireysel olarak uygulanmıştır. Uygulayıcı çocuğun bulunduğu sınıfa giderek çocukları sırasıyla

uygulama yapacakları odaya getirmiş daha sonra çocuğa “Sana şimdi bazı sorular soracağım. Tablete bakmanı ve sorduğum sorulara göre ekranda doğru olduğunu düşündüğün seçeneğe dokunmanı istiyorum. Benimle bu çalışmayı yapmak ister misin?” diye sorarak çocuklardan da uygulama öncesi sözlü onay alınmıştır. Araştırmaya katılmayı kabul eden çocuklara Dijital Erken Geometri Testi uygulanmıştır. Uygulama sırasında yönerge bir kez okunmuştur, çocuğun yönergeye tepki vermesi beklenmiştir. Gerekli durumlarda yönerge ikinci kez tekrarlanmıştır. Çocuk ikinci yönergeye de tepki vermediğinde maddeyi yanıtlamadığı kabul edilmiştir. Çocuğun verdiği yanıtlar dijital ortamda tasarlanan yazılım aracılığıyla sisteme direkt kaydedilmektedir. Test her çocuk için tek oturumda tamamlanmıştır. Değerlendirme aracının uygulanması her çocuk için ortalama 85 maddede 25-30 dakika, 27 maddede 10-12 dakika sürmüştür. Uygulama sırasında yönergelerin net ve anlaşılır olarak okunmasına özen gösterilmiştir. Pilot uygulama sonucunda 85 madde ve 456 çocuktan elde edilen verilere açımlayıcı faktör analizi uygulanmış ve değerlendirme aracının faktör yapısı belirlenmiştir.

Yapı Geçerliği Kanıtları: Dijital Erken Geometri Testi’nin geçerlik kanıtlarını incelemek için Açımlayıcı Faktör Analizi (AFA) ve Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) yapılmış ve analiz sonuçları detaylı olarak ayrı başlıklarda verilmiştir. AFA Sonuçları: “DEGT”in faktör yapısını belirlemek amacıyla Açımlayıcı Faktör Analizi yapılmıştır. Açımlayıcı faktör analizi, değişkenler arasındaki ilişkiler doğrultusunda faktör bulmaya yönelik gerçekleştirilen bir işlemdir (Büyüköztürk, 2019). Maddeler 0-1-2 şeklinde puanlanan sıralı veri olduğu için Tetrachoric korelasyon matrisi kullanılarak analizler JASP’ta gerçekleştirilmiştir. Faktör sayısını belirlemek amacıyla, öz değerlere bakılmış, yamaç birikinti grafiği incelenmiş ve Paralel Analiz yöntemi kullanılmıştır. Verilerin analizi uygunluğu için KMO ve Bartlett Küresellik Testi sonuçları incelenmiştir. 456 okul öncesi çocuğundan veri toplanmıştır. Bu analizler sonucunda elde edilen KMO, Bartlett’s Küresellik testi Tablo 13.’te, paralel analiz sonuçları Tablo 14.’te gösterilmiştir.

Tablo 13. Dijital erken geometri testi KMO ve Bartlett testi değeri

<i>KMO Değeri</i>		0,50
<i>Bartlett Testi Sonuçları</i>	X^2	10,094061
	<i>Sd</i>	351
	<i>p</i>	< .001

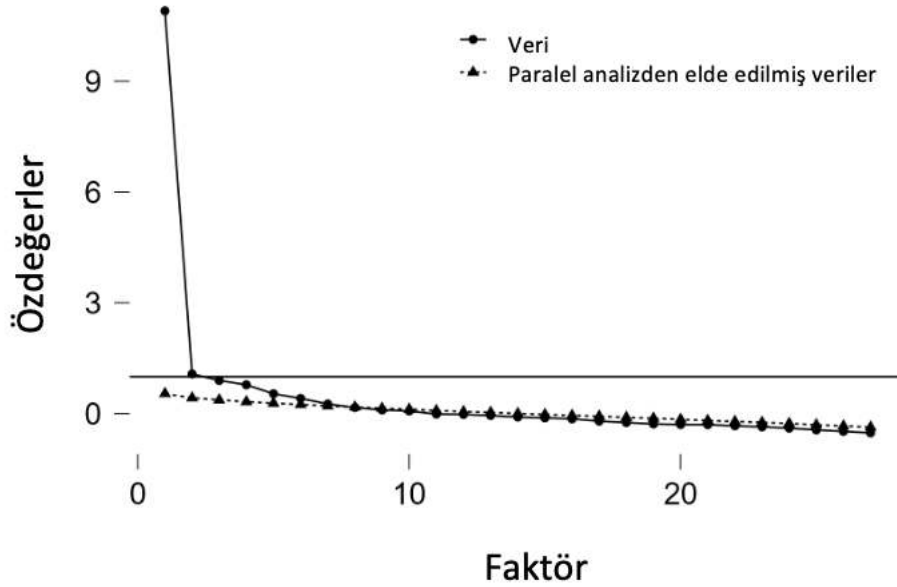
Tablo 13. incelendiğinde, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) değeri Bu bağlamda, elde edilen 0.50 KMO değeri minimum kabul edilebilir sınırdan yavaş yavaş uzaklaşmaktadır (Kaiser, 1974). Çalışma içerisinde yapılan analiz sonucunda Bartlett Sphericity testi anlamlı bulunmuştur $p=0,00$; $p<0.05$). Açıklayıcı Faktör Analizi ile yapı incelenmiştir. Paralel Analiz, temel alınan bir veriye ilişkin öz değerler ile bu veriye paralel olarak üretilmiş verinin öz değerlerinin karşılaştırılmasına dayalı olarak faktör sayısına karar vermenin bir yoludur (Horn, 1965). Pallant (2020) ise eğitim ve psikoloji alanındaki çalışmalarda paralel analiz yöntemine yer verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. 85 madde ile yapılan Açıklayıcı Faktör Analizi sonucunda birinci öz değer 10,903 ikinci öz değer 1,075 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerin oranının üçten büyük olması yapının en fazla iki faktörlü olduğunun bir göstergesidir (Büyüköztürk, 2019). Paralel analiz sonuçları da iki faktörlü yapıyı desteklemiştir. “DEGT”e ilişkin Açıklayıcı Faktör ve Paralel Analiz sonuçları Tablo 14.’te sunulmuştur.

Tablo 14. Dijital erken geometri testi AFA sonucu elde edilen özdeğerler

Faktör	Özdeğerler Toplam	Paralel Analiz Sonuçları*	Açıklanan Varyans Yüzdesi
1	11,462	10,903	0,404
2	1,669	1,075	
3	1,467	0,896	
4	1,384	0,780	
5	1,170	0,538	
...	...	...	

*Paralel analiz sonucunda bulunan özdeğerler.

Tablo 14. incelendiğinde, Kaiser ölçütüne göre 1'in üzerindeki özdeğer sayısı 5'tir. Paralel analizden elde edilen ortalama özdeğerler ve orijinal verilerden elde edilen özdeğerler karşılaştırıldığında ise en fazla iki faktörlü bir yapının uygun olduğu görülmektedir. Yamaç birikinti grafiği Şekil 8.'de verilmiştir.



Şekil 8. Dijital erken geometri testi 27 madde için yamaç-birikinti grafiği

Tablo 14.'te en fazla iki faktörlü bir yapı ortaya çıkmıştır, Şekil 8. sadece bir faktörün anlamlı olduğunu açıkça göstermektedir. Çünkü yalnızca ilk faktörün özdeğeri, paralel analiz sonucu simüle verilerden daha yüksektir. Bu da demektir ki: Veri setindeki yapının tek faktörlü olduğu yönünde güçlü bir kanıt vardır. Bu sonuç, uzmanların maddelerin tek faktörlü yapıya uygun olduğu yönündeki görüşünü de istatistiksel olarak desteklemektedir. Minimum faktör yükü 0,50 olarak kullanılmıştır. Tek faktörlü yapıya ilişkin incelenen çözümlerde kapsam geçerliği de dikkate alındığında değerlendirme aracının 27 madde ile kullanılması uygun görülmüştür. Bu nedenle tek faktörlü yapıya karar verilmiştir 27 maddeden oluşan tek faktörlü yapının toplam varyansın %40,4 ünü

açıkladığı görülmektedir. “Dijital Erken Geometri Testi” maddelerine ilişkin faktör yüklerine Tablo 15.’te yer verilmiştir.

Tablo 15. Dijital erken geometri testinde yer alan maddelere ilişkin faktör yükleri

Maddeler	Faktör1	Maddeler	Faktör1 devamı
26. Soru	0,830	15. Soru	0,618
25. Soru	0,791	58. Soru	0,618
39. Soru	0,766	8. Soru	0,608
60. Soru	0,739	50. Soru	0,603
27. Soru	0,726	71. Soru	0,600
65. Soru	0,701	20. Soru	0,581
64. Soru	0,694	72. Soru	0,563
17. Soru	0,686	18. Soru	0,554
7. Soru	0,675	74. Soru	0,535
24. Soru	0,671	41. Soru	0,516
54. Soru	0,649	85. Soru	0,500
30. Soru	0,636	46. Soru	0,424
19. Soru	0,635	42. Soru	0,400
40. Soru	0,621		

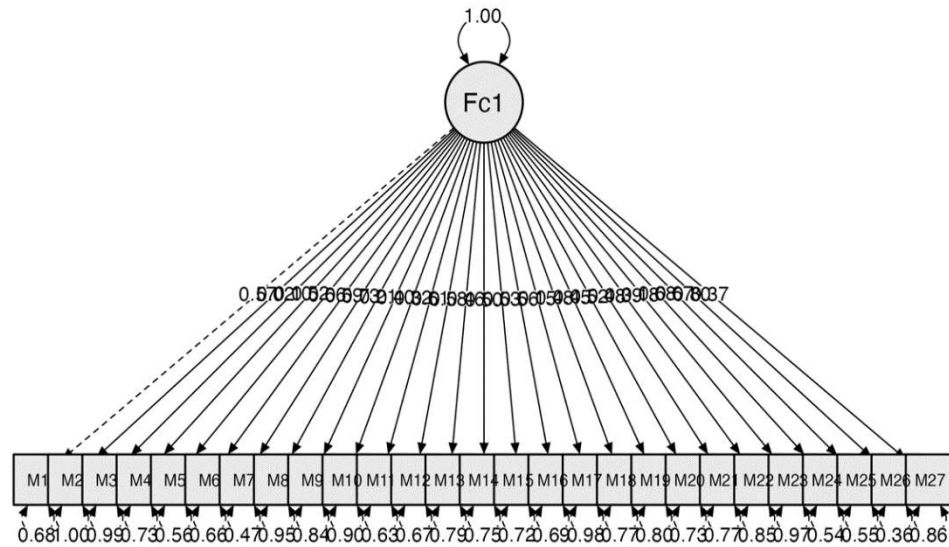
Tablo 15. incelendiğinde minimum faktör yükünün 0,40 maksimum faktör yükünün 0,83 olduğu görülmektedir. Faktör yükü 0,50’nin altında olan 46. ve 42. sorular kapsam geçerliği sonucu uzman görüşlerine göre testten çıkarılmamıştır. AFA sonucu elde edilen bu yapının yeni bir örnekleme test edilmesi amacıyla DFA yapılmıştır. Doğrulayıcı faktör analizinde değişkenler arasındaki ilişkiye dair saptanan bir hipotezin ya da kuramın test edilmesine dayanan istatistiksel bir analizdir (Büyüköztürk, 2009). Verilerin sıralı kategorik yapıda olması nedeniyle analizlerde DWLS (Diagonally Weighted Least Squares) yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntem, özellikle kategorik veri ile yapılan doğrulayıcı faktör analizlerinde tercih edilmekte ve modelin uyum iyiliğini güvenilir biçimde değerlendirmeye olanak tanımaktadır (Güler vd., 2020; Li, 2016).

Verinin tek faktörü yapıya uygunluğunu test etmek için DFA analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda 27 maddenin tek boyutta yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçlar Tablo 16.'da verilmiştir.

Tablo 16. Dijital erken geometri testi DFA sonuçları

	X^2/ sd	RMSEA	SRMR	CFI	TLI
Model	1,498	0,037	0,065	0,935	0,93

Tablo 16.'da araştırma verisinin modele uyum sağlayıp sağlamadığını incelemek üzere farklı model uyum indeksleri verilmiş ve modelin doğrulanıp doğrulanmadığı incelenmiştir. Uygulanan Dijital Erken Geometri Testi verilerinden elde edilen hata ve uyum indeksleri göz önüne alındığında model-veri uyumunun iyi uyum olduğu söylenebilir. Tek faktörlü yapı Şekil 9.'da gösterilmiştir:



Şekil 9. Dijital erken geometri testi DFA sonucu

Şekil 9. incelendiğinde yapı geçerliğine ilişkin analizler sonucunda Dijital Erken Geometri Testi'nde 27 maddelik tek faktörlü yapının doğrulandığı görülmüştür ve uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

Ölçüt Geçerliği Kanıtları: Bir yapıyı ölçen testin, aynı yapıyı ölçtüğü bilinen geçerliliği kanıtlanmış bir başka test ile korelasyonu ölçüt geçerliğidir (Çelik, 2000: 51).

Dijital Erken Geometri Testinin, TEMA-3 Erken Matematik Yeteneği Testi ve Güncellenmiş Erken Aritmetik Testi ile korelasyon sonuçlarına bakılmıştır. Bu işlem için 126 çocuktan veri toplanmıştır. TEMA-3, DEGT ve GEAT'ın betimsel istatistikleri Tablo 17.'de verilmiştir.

Tablo 17. TEMA-3 GEAT ve DEGT'ten elde edilen toplam puanlara ilişkin betimsel istatistikler

<i>İstatistikler</i>	<i>Ölçme araçları</i>		
	<i>TEMA</i>	<i>GEAT</i>	<i>DEGT</i>
N	117	118	125
aritmetik ortalama	12,026	13,797	20,344
ortanca	7,000	11,000	20,000
tepe değer	0,000 ^a	4,000 ^a	14,000 ^a
standart sapma	12,113	10,079	7,751
varyans	146,715	101,582	60,082
çarpıklık	0,966	0,567	0,072
çarpıklık sh	0,224	0,223	0,217
basıklık	0,201	-0,812	-0,673
basıklık sh	0,444	0,442	0,430
ranj	55,000	40,000	35,000
en büyük değer	55,000	40,000	37,000
en küçük değer	0,000	0,000	2,000

Betimsel istatistikler incelendiğinde ortalama, medyan ve tepe değerlerin birbirine çok yakın değerler aldığı görülmektedir. Çarpıklık ve basıklık değerleri +1 ile -1 aralığındadır. Bu istatistikler ışığında normal dağılım varsayımının karşılandığı söylenebilir (Büyüköztürk, 2018: 40) Ölçeklerden elde edilen toplam puanlar sonrasında ölçüt geçerliği için Pearson's korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Sonuçlar Tablo 18.'de verilmiştir.

Tablo 18. DEGT, TEMA-3, GEAT ölçüt geçerliği sonuçları

	DEGT	TEMA-3	GEAT
DEGT	-	-	-
TEMA-3	0,639	-	-
GEAT	0,796	0,827	-

Tablo 18. incelendiğinde DEGT ve TEMA-3 arasında yüksek düzeyde pozitif yönde, GEAT ve DEGT arasında yüksek düzeyde pozitif yönde bir korelasyon olduğu görülmektedir. Bu sonuç, çocukların DEGT puanları arttıkça TEMA-3 ve GEAT puanlarının da arttığını göstermektedir.

Güvenirlik Kanıtları: Dijital Erken Geometri Testi'nin geliştirilme süreci için, güvenilirlik kanıtları kapsamında test-tekrar test güvenilirliği ve Cronbach Alpha güvenilirliği incelenmiştir. Araştırmanın güvenilirliği kapsamında esas uygulama bittikten sonra test-tekrar test uygulaması yapılmıştır. Test-tekrar test uygulanan değerlendirme aracının zamana bağlı olarak kararlılığının belirlenmesinde kullanılan bir tekniktir (Büyüköztürk vd., 2023). Pilot uygulama bittikten 3 hafta sonra 56 çocuğa tekrar DEGT uygulanmıştır. Test tekrar test için uygulamalar pilot uygulama ile aynı koşullarda gerçekleştirilmiştir. “Dijital Erken Geometri Testi”nin güvenilirlik kanıtları kapsamında toplam güvenilirliğine ilişkin Cronbach Alfa iç tutarlık güvenilirlikleri incelenmiştir. Tablo 19.’da güvenilirlik kanıtları verilmiştir.

Tablo 19. Dijital erken geoemtri testi güvenilirlik kanıtları

Maddeler	AFA (Cronbach Alfa)	DFA (Cronbach Alfa)	TTT
DEGT	0,904	0,792	0,867

Tablo 19. incelendiğinde, Dijital Erken Geometri Testi'nin test-tekrar test güvenilirlik katsayısının 0,86 olduğu görülmektedir. Bu değer, testin zaman içinde tutarlı sonuçlar verdiğini ve ölçtüğü yapının kararlılığını koruduğunu göstermektedir. Literatürde güvenilirlik katsayılarının 0,70 ve üzerindeki değerlerin kabul edilebilir düzeyde olduğu belirtilmektedir (Büyüköztürk, 2022). Bu bağlamda, elde edilen güvenilirlik kat sayılarının tamamı ölçümlerin yüksek güvenilirliğini göstermektedir.

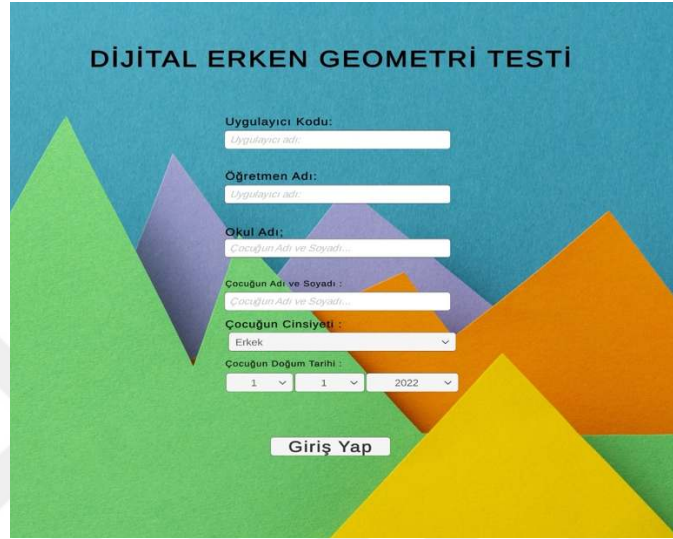
Dijital Erken Geometri Test'inin Nihai Hali

DEGT nihai formunda 27 maddeden oluşmaktadır ve tek faktörlü bir yapıya sahiptir. Açıklanan varyans oranı %40,4 olup, ölçme aracının iç tutarlılığına ilişkin Cronbach's Alpha katsayısı 0,792 olarak hesaplanmıştır. Testte yer alan örnek maddelere Tablo 20.'de yer verilmiştir.

Tablo 20. Dijital Erken Geometri Testi örnek maddeler

Dijital Erken Geometri Testi		
Madde No.	Maddeler	Kısmi Puanlama Anahtarı
1.	Açık şekilleri seç. Neden bu şekilleri seçtin?	Açık şekilleri seçer ve tüm kenarları birbirine bağlı değil/açıklık aralıklar var, çünkü açık gibi açıklama yaparsa=2 puan Açık şekilleri seçer/açıklayamazsa=1 puan Tüm açık şekilleri seçmezse/tüm şekilleri seçerse=0 puan
6.	Yukarıdaki şekle dikkatlice bak. Aynı şekli aşağıda bul ve seç. Seçtiğin geometrik şeklin adını söyle.	Benzer şekli seçip kare olduğunu söylerse=2 puan Benzer şekli seçer, adını söylemezse/adını söyler benzer şekli seçmezse=1 puan Benzer şekli seçmez adını söylemezse/hiç şekil seçmezse=0 puan
12.	Ekrana sırayla gelecek olan şekilleri kenar sayısına uygun olan gruplara yerleştir.	6-5 tane şekli doğru yerleştirirse=2 puan 4-3 tane şekli doğru yerleştirirse=1 puan 2-1 tane şekli doğru yerleştirirse/hiç yerleştiremezse= 0 puan
18.	Yukarıdaki şekli oluşturmak için aşağıdaki şekillerden hangilerini birleştirmelisin? Şekilleri birleştir.	Doğru şekilleri seçip birleştirirse=2 puan Doğru şekilleri seçip birleştiremezse=1 puan Şekli oluşturmaz/yanlış oluşturursa/yanlış şekilleri seçerse=0 puan
24.	Şekil tavşanın kuyruğuna bağlanmış. Tavşanın havucu yiyebilmesi için şekli ok yönünde döndürmemiz gerekiyor. Tavşan havuca ulaştığında şekil hangisi gibi görünür? Şeklin döndürülmüş halinde tavşanla havuç hangi köşede olmalı yerleştir.	Hem doğru seçeneği seçer hem de tavşanla havucu doğru köşeye yerleştirirse=2 puan Doğru seçeneği seçer tavşanla havucu yerleştiremezse=1 puan Yanlış şekli seçerse=0 puan

Testin başlangıcında çocuğa ait ad, doğum tarihi, cinsiyet, öğretmenin adı ve okulun adı gibi demografik bilgiler uygulayıcı tarafından dijital platform üzerinden sisteme girilmektedir. Ayrıca, veri toplama sürecinin izlenebilirliğini sağlamak amacıyla, her uygulayıcıya özel bir uygulayıcı kodu girilmektedir. Bu kod sayesinde toplanan veriler, sistem üzerinde kimin tarafından toplandığı bilgisiyle eşleştirilmekte ve analiz sürecinde veri bütünlüğü sağlanmaktadır (Şekil 10.).

The image shows a login screen for the 'Dijital Erken Geometri Testi'. The background is a blue gradient with colorful geometric shapes (triangles) in green, purple, orange, and yellow. The title 'DİJİTAL ERKEN GEOMETRİ TESTİ' is at the top. Below it, there are several input fields: 'Uygulayıcı Kodu:' with a text box, 'Uygulayıcı Adı:' with a text box, 'Öğretmen Adı:' with a text box, 'Uygulayıcı Adı:' with a text box, 'Okul Adı:' with a text box, 'Çocuğun Adı ve Soyadı:' with a text box, 'Çocuğun Cinsiyeti:' with a dropdown menu showing 'Erkek', and 'Çocuğun Doğum Tarihi:' with three dropdown menus for day, month, and year (showing 1, 1, and 2022 respectively). At the bottom, there is a 'Giriş Yap' button.

Şekil 10. Dijital Erken Geometri Testi giriş ekranı

DEGT, tablet cihazlarda kullanılmak üzere geliştirilmiş bir test olup kullanıcı dostu bir arayüze sahiptir. Test, Android işletim sistemine sahip tabletlerle uyumlu olacak biçimde geliştirilmiştir. Test ekranının sol üst köşesinde yer alan mavi, sarı ve kırmızı yıldız ikonları, puanlama işlemini destekleyen etkileşimli simgeler olarak tasarlanmıştır. Mavi yıldıza tıklanması durumunda sistem otomatik olarak 2 puan, sarı yıldıza tıklanması hâlinde 1 puan, kırmızı yıldıza tıklanması ile de 0 puan vermektedir. Her işlem sonrası sistem bir sonraki soruya otomatik olarak geçmektedir.



Şekil 11. Dijital Erken Geometri Testi soru ekranı-1

Şekil 11.'de *Dijital Erken Geometri Testi*'ne ait örnek bir soru olan 27. soru yer almaktadır. Sorular ekrana ilk geldiğinde yalnızca soru ve onay butonu (ok ile belirtilmiştir) görünmekte olup yıldızlar henüz görünmemektedir. Çocuk soruyu yanıtladıktan sonra onay butonuna tıklanır, Şekil 12.'de görüldüğü üzere; yıldız simgeleri, yenileme butonu, anasayfaya dönme butonu, ikinci soru ve kısmi puanlama anahtarı ekrana gelir. Bu alanlar, görselde ok işaretleriyle belirtilmiştir.

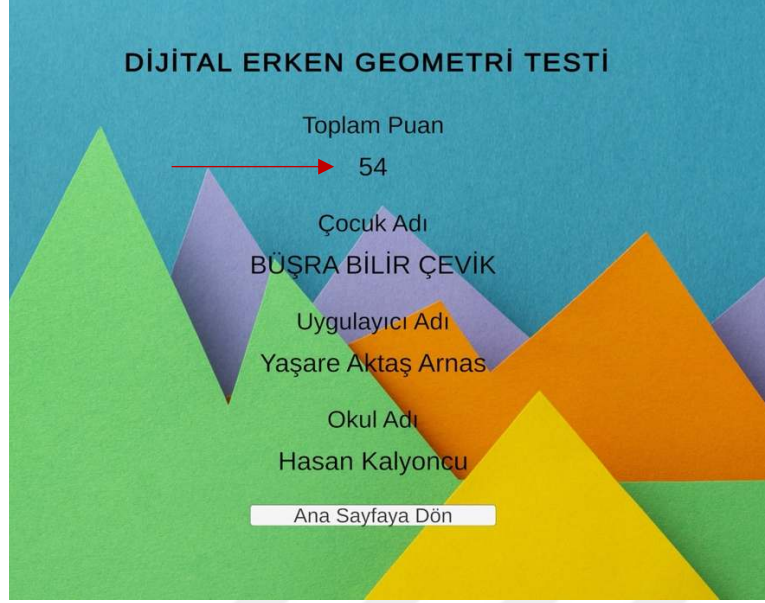


Şekil 12. Dijital Erken Geometri Testi soru ekranı-2

Testin sonunda, çocuğa ait toplam puan ile birlikte girilen demografik bilgiler sistem ekranında görüntülenmektedir. Ayrıca, test uygulayıcısı için özel olarak tasarlanmış bir “cevap anahtarı” butonu (görselde yer alan “?”=kısmi puanlama cevap anahtarı) da sistem arayüzünde yer almaktadır (Şekil 12.’de ok ile gösterilmiştir.). Uygulayıcı, çocuğun açık uçlu açıklamalarını değerlendirirken bu butona tıklayarak maddelere ilişkin doğru yanıt örneklerini görüntüleyebilmekte ve ihtiyaç duyduğu durumlarda bu içerikleri referans alabilmektedir. Şekil 13.’te kısmi cevap anahtarına yer verilmiştir.

Şekil 13. Dijital Erken Geometri Testi kısmı puanlama anahtarı ekranı

Test sonunda toplam puan anlık olarak sunulmakta ve sonuçlar hızlı biçimde elde edilebilmektedir (Şekil 14.). Böylece süreç yalnızca zaman ve kaynak açısından değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik açısından da uygulayıcıya avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, testin dijital formatta sunulması, geniş kullanıcı kitlelerine ulaşılmasını kolaylaştırmakta ve uygulama sürecini daha sistematik hâle getirmektedir.



Şekil 14. Dijital Erken Geometri Testi sonuç ekranı

DEGT'nin dijital formda tasarlanmış olması, veri toplama sürecinde önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Teste verilen tüm yanıtlar, sistem tarafından otomatik olarak kayıt altına alınmakta ve bu sayede veri kaybı riski en aza indirilmektedir. Ayrıca, sistemin sunduğu özellikler sayesinde tüm yanıtlar toplu olarak dışa aktarılabilmekte; böylece araştırmacının manuel veri girişi yapmasına gerek kalmaksızın analiz sürecine doğrudan geçilebilmektedir. Bu durum, hem zaman yönetimi açısından verimlilik sağlamak hem de veri girişinden kaynaklanabilecek olası hataların önüne geçmektedir.

3.3. İşlem

Bu bölümde, araştırmada kullanılan Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı'nın (AR-EGOP) ve Artırılmış Gerçeklik Detekli Olmayan Erken Geometri Öğretim Programı'nın (EGOP) geliştirilme süreci ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. Öncelikle programın dayandığı kuramsal temel ve eğitsel felsefe açıklanmış, ardından programın amacı, ilkeleri ve genel yapısına yer verilmiştir. Programın teorik modeli ile uygulama bağlamında öne çıkan temel özellikleri sunulmuş, erken geometri öğretiminde hedeflenen alt alanlar detaylandırılmıştır. Son olarak,

program kapsamında geliştirilen öğretim etkinliklerinin oluşturulma süreci açıklanarak uygulamaya yönelik kapsamlı bir çerçeve ortaya konmuştur. Bu bütünsel yaklaşım, programın hem teorik arka planını hem de uygulama basamaklarını yansıtarak araştırmanın işlem boyutunu oluşturmaktadır.

3.3.1. Artırılmış gerçeklik destekli öğretim uygulamalarının geliştirilmesi (AR-EGOP)

AR-EGOP ile erken çocukluk eğitimine devam eden çocukların erken geometri becerisinin gelişimine destek olunması amaçlanmıştır. AR-EGOP'un geliştirilme sürecinde okul öncesi öğretmenleri ile ihtiyaç analizi için görüşme yapılmıştır. İhtiyaç analizi için görüşme soruları oluşturulmuş ve iki uzmandan görüş alınmıştır. İhtiyaç analizi formuna (EK-9) son hali verilerek sekiz öğretmenle görüşme yapılmıştır. Öğretmenlerin demografik bilgileri Tablo 21.'de yer almaktadır.

Tablo 21. AR-EGOP ihtiyaç analizinde görüşme yapılan öğretmenlerin demografik bilgileri

Öğr. Sayısı	Yaş	Öğrenim Düzeyi	Kıdem	Mezuniyet	Yaş Grubu	AR Eğitimi Alıp/Almama Durumu
8	30 yaş altı (4)	Lisans (7)	10 yıl üstü (4)	Okul Öncesi (7)	3-4 Yaş (3)	Hiçbiri almamış
	30 yaş üstü (4)	YL (1)	10 yıl altı (4)	Çocuk Gelişimi (1)	4-5 Yaş (1)	
					5-6 Yaş (4)	

Çalışmaya katılan sekiz öğretmenin yarısı 30 yaş altı, diğer yarısı 30 yaş üstüdür. Öğretmenlerin çoğu lisans mezunudur (7 kişi) ve yalnızca biri yüksek lisansını tamamlamıştır. Kıdem açısından da dengeli bir yapı gözlenmektedir; dört öğretmenin mesleki deneyimi 10 yılın üzerindeyken, diğer dört öğretmen 10 yılın altındadır. Mezuniyet alanı sadece bir öğretmen çocuk gelişimi, diğer öğretmenler olarak okul öncesi öğretmenliği mezunudur. Öğretmenler farklı yaş gruplarına (3-6 yaş) hitap eden sınıflarda görev yapmaktadır. Öğretmenlerin AR-EGOP ihtiyaç analizi için hazırlanan sorulara ilişkin analiz sonuçları Tablo 22.'de sunulmuştur.

Tablo 22. AR-EGOP ihtiyaç analizi soruları ve analiz sonuçları

Sorular	Analiz Sonuçları
Geometri eğitiminde hangi becerilere yer veriyorsunuz?	Şekil tanıma, şekillerin özellikleri, şekilleri benzetme, şekilleri birleştirerek yeni şekiller oluşturma, şekilleri karşılaştırma
Geometri eğitimi için kullandığınız özel materyaller veya kaynaklar var mı? Varsa bunlar neler?	Tangram, geometrik şekil kartları, geometrik şekiller, web2 araçları
Eğitim verirken hangi geometrik şekillere yer veriyorsunuz?	[Üçgen, daire, çember, kare, dikdörtgen, elips] (7) [Altıgen ve beşgen] (1)
Çocukların geometri becerilerini değerlendirirken hangi yöntemleri kullanıyorsunuz?	Soru-cevap, gösterip yaptırma, istasyon, gelişim gözlem formu
Geliştirilecek yeni bir geometri programı sizce hangi konuları içermeli?	Proje temelli, yaparak yaşayarak öğrenme, üç boyutlu şekiller, altıgen, dörtgen, silindir
Artırılmış Gerçeklik ile Geometri Eğitimi birlikte düşündüğünüzde ne gibi çalışmalar yapılabileceğini düşünüyorsunuz?	Tasarım
Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Programı ilgili olarak hangi konuda/konularda desteklenmeye ihtiyaç duyuyorsunuz?	<i>Planlama</i> Yöntem-teknik Uygun materyali seçebilme ya da geliştirme Erken geometri becerisini geliştirmede bir araç, yöntem olarak kullanabilme
	<i>Uygulama</i> Çocukların ilgisini çekme Aktif katılımını sağlama Eğitim ortamını hazırlayabilme
	<i>Değerlendirme</i> Yöntem-teknik Dokümantasyon süreci Yeniden planlamalar için elde edilen verileri tasnifleme

Yeni geliştirilecek bir geometri programında yer alması gereken konuların proje tabanlı öğrenme, yaparak yaşayarak öğrenme, üç boyutlu şekiller ve özellikle çokgenler (altıgen, dörtgen) ile silindir gibi cisimler öne çıkmaktadır. Bu, programın sadece iki boyutlu değil, uzamsal farkındalık ve boyut kavramlarına da yer vermesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Artırılmış Gerçeklik ile geometri eğitimi entegre edildiğinde, öğretmenlerin bu teknolojiyi daha çok tasarım odaklı etkinliklerde kullanabileceklerini düşündükleri görülmektedir. Bu düşünce, yaratıcı uygulamaların ve teknoloji destekli öğrenme ortamlarının pedagojik bir zemine oturtulabileceğini göstermektedir. Son

olarak, öğretmenlerin planlama, uygulama ve değerlendirme aşamalarında ihtiyaç duydukları destek konuları detaylı olarak belirlenmiştir. Planlama sürecinde uygun materyal seçimi, erken geometri becerilerini geliştirmede bir araç olarak AR'ı kullanabilme ve yöntem-teknik bilgisi ön plana çıkarken; uygulama sürecinde çocukların ilgisini çekme, aktif katılımı sağlama ve uygun eğitim ortamı hazırlama önemli görülmüştür. Değerlendirme sürecinde ise dokümantasyon, yöntem-teknik bilgisi ve yeniden planlamalar için verilerin sınıflandırılması gibi konuların desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu bulgular, geliştirilecek programın sahadan gelen ihtiyaçlara doğrudan yanıt vermesi açısından büyük önem taşımaktadır.

3.3.1.1. Programın felsefesi

Programın Kuramsal Temelleri ve Felsefesi; Artırılmış Gerçeklik (AR) destekli erken geometri eğitim öğretim programının dayandığı temel felsefi yaklaşım, ilerlemecilik. İlerlemecilik, öğrenme sürecini bireyin deneyimlerine dayalı olarak yapılandırmayı vurgulayan bir eğitim felsefesidir. Bu yaklaşımda, çocukların aktif katılımı, eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi ve problem çözme süreçlerine dahil edilmesi esastır (Dewey, 1938). Programın, ilerlemecilik eğitim felsefesine dayalı olarak yapılandırılması; çocukların matematiksel düşünme becerilerini erken yaşlarda geliştirmelerine ve yaşam boyu öğrenme yeterlikleri kazanmalarına katkı sunmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda, “erken geometri” kavramı, bu kavramın bileşenleri ve özellikleri ile çocuklarda gelişimsel süreci kapsamında kuramsal bir çerçeve oluşturmak amacıyla kapsamlı bir alan yazın taraması gerçekleştirilmiştir. Türkiye ve uluslararası düzeyde yapılmış güncel araştırmalar incelenmiş; gelişim ve öğrenme kuramları ile birlikte geometri öğretimi ve artırılmış gerçeklik teknolojisiyle ilişkili kuramlar ve modeller detaylı olarak ele alınmıştır.

Geometri ve artırılmış gerçeklik (AR) ile ilişkili kuramsal yaklaşımlar bütüncül bir bakış açısıyla ele alınarak değerlendirilmiştir. Programın geliştirilme sürecinde; Clements ve Sarama'nının Öğrenme Rotaları Yaklaşımı, NCTM

standartları (geometri ve teknoloji entegrasyonu), Gerçekçi Matematik Eğitimi (RME), Vygotsky'nin Sosyokültürel Kuramı (özellikle bilişsel gelişim ve Yakınsak Gelişim Alanı (ZPD)), Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı kapsamında geometri öğretimine ilişkin kazanımlar ve Gerçeklik-Sanallık Sürekliliği Modeli (Milgram ve Kishino, 1994) bağlamında artırılmış gerçeklik temel alınmıştır. Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı'nın (AR-EGOP) kuramsal çerçevesi, matematik eğitimi, bilişsel gelişim ve eğitim teknolojileri alanındaki öncü kuram ve modellerin bütüncül olarak değerlendirilmesiyle oluşturulmuştur. Programın yapılandırılmasında hem ulusal hem de uluslararası ölçütler dikkate alınarak çocukların erken yaşta matematiksel düşünme becerilerini destekleyecek çok katmanlı bir öğrenme ortamı hedeflenmiştir.

Geometri öğretimindeki gelişimsel farklılıkları dikkate almak amacıyla, Clements ve Sarama'nın öğrenme rotaları yaklaşımı temel alınmıştır. Bu yaklaşım doğrultusunda, çocukların zihinsel temsil düzeylerine uygun hedefler belirlenmiş ve öğrenme süreci aşamalı olarak yapılandırılmıştır. AR destekli etkinlikler, bu gelişimsel aşamalara uygun biçimde kurgulanarak çocukların şekil tanıma, konumlandırma ve karşılaştırma gibi becerileri adım adım edinmeleri sağlanmıştır. Bu yapı, bireysel farklılıklara duyarlı, esnek ve uyarlanabilir bir program oluşturulmasına olanak tanımıştır.

AR-EGOP'un geliştirilme sürecinde, NCTM tarafından belirlenen geometri öğretim standartları temel alınmıştır. Bu standartlar doğrultusunda, çocukların şekilleri tanıma, konumlandırma, yönlendirme ve uzamsal ilişkileri kavrama gibi temel becerileri kazanmaları hedeflenmiştir. Aynı zamanda, NCTM'nin teknoloji entegrasyonuna verdiği önem doğrultusunda, artırılmış gerçeklik uygulamaları aracılığıyla çocukların etkileşimli öğrenme deneyimleri yaşamaları sağlanmıştır. Bu sayede teknoloji, matematiksel kavramların somutlaştırılmasına katkıda bulunan bir araç olarak programın merkezinde konumlandırılmıştır.

Programda kullanılan etkinliklerin tasarımında, Gerçekçi Matematik Eğitimi yaklaşımının ilkeleri temel alınmıştır. Bu doğrultuda, çocukların günlük yaşamla ilişkilendirebilecekleri gerçekçi senaryolardan yola çıkılmış ve matematiksel kavramların

soyut düzeyden somut deneyimlere indirgenmesi sağlanmıştır. AR uygulamaları bu süreci destekleyerek, çocukların matematiksel düşünme becerilerini gerçek yaşam bağlamlarında anlamlandırmalarına olanak tanımıştır. Bu da kavramların ezberlenmeden, deneyim yoluyla içselleştirilmesine katkı sunmuştur.

Programın pedagojik çerçevesi, Vygotsky'nin sosyokültürel kuramından ve özellikle Yakınsak Gelişim Alanı (ZPD) kavramından hareketle oluşturulmuştur. Etkinlikler, çocuğun mevcut bilişsel düzeyinin biraz üzerinde olacak şekilde yapılandırılmış ve öğretmen rehberliğiyle bu düzeye ulaşmasına destek olacak biçimde kurgulanmıştır. AR teknolojisi, çocuğun bireysel keşif yapabilmesine olanak tanırken, öğretmen yönlendirmesi ve akran etkileşimi yoluyla sosyal öğrenmeyi de desteklemiştir. Bu yaklaşım, çocukların aktif katılımı ile anlamlı öğrenme süreçlerine dahil olmalarını kolaylaştırmıştır.

Program, Türkiye'de yürürlüğe giren Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı'ndaki erken çocukluk dönemi kazanımlarıyla uyumlu olarak yapılandırılmıştır. Geometri alanına ilişkin belirlenen hedefler doğrultusunda, çocukların temel kavramları edinmeleri ve öğrenmeyi yapılandırmaları amacıyla geliştirilen etkinlikler, program içeriğine birebir entegre edilmiştir. Bu uyum, programın ulusal bağlamla ilişkili ve öğretmenlerin kullanabileceği uygulanabilir bir yapıya sahip olmasını sağlamıştır.

Artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitimsel bağlamda anlamlı bir şekilde kullanımı, Gerçeklik-Sanalık Sürekliliği modeli temel alınarak yapılandırılmıştır. Bu model doğrultusunda, çocukların tamamen sanal bir ortamdan ziyade, gerçek dünya ile etkileşim kurmalarını sağlayan artırılmış gerçeklik destekli bir öğrenme ortamında bulunmaları hedeflenmiştir. Programda kullanılan AR uygulamaları, çocukların fiziksel materyallerle doğrudan teması sürdürürken aynı zamanda dijital içeriklerle desteklenmesini sağlamıştır.

Bu bütüncül yapı, AR-EGOP'un teorik olarak sağlam temellere dayanmasını, uygulamada ise pedagojik ve teknolojik olarak etkili bir model sunmasını sağlamaktadır. Program, çocukların erken geometri becerisini gelişimsel olarak desteklerken, aynı

zamanda dijital çağın gerekliliklerini de karşılayan yenilikçi bir öğretim modeli olarak öne çıkmaktadır.

3.3.1.2. Programın amacı ve ilkeleri

Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı (AR-EGOP), okul öncesi dönemdeki çocukların erken geometri becerisini geliştirmeyi ve bu becerileri somut deneyimlerle destekleyerek anlamlı öğrenme süreçleri oluşturmalarını sağlamayı amaçlamaktadır. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin sunduğu olanaklar doğrultusunda, çocukların soyut geometri kavramlarını somutlaştırmalarına, keşfetmelerine ve bu süreçte aktif olarak yer almalarına olanak tanıyan etkileşimli öğrenme ortamları oluşturulmuştur. Programın temel amaçları şunlardır:

- Temel geometrik kavramların (şekil, yön, konum, boyut, uzamsal ilişki vb.) çocuklar tarafından tanınması, ayırt edilmesi ve kullanılması,
- AR teknolojisi yoluyla öğrenmenin çok duyulu, görsel-işitsel ve etkileşimli hale getirilmesi,
- Çocukların hazır bulunuşluk düzeylerine uygun, kademeli ve gelişimsel içerik sunulması,
- Öğrenmenin eğlenceli, merak uyandırıcı ve çocuk merkezli bir yapı ile ilişkilendirilmesi amaçlanmaktadır.

Bu hedefler doğrultusunda AR-EGOP'ta aşağıdaki ilkeler temel alınmıştır:

Çocuk Merkezlilik: Program, çocukların bireysel farklılıklarını, ilgi alanlarını ve gelişimsel düzeylerini merkeze alır.

Somuttan Soyuta Geçiş: Soyut kavramlar, somut materyaller ve AR destekli uygulamalarla anlaşılır hale getirilir.

Hazırbulunuşluk ve Kademelilik: Etkinlikler, çocukların hazırbulunuşluk düzeyleri gözetilerek basitten zora ilkesiyle sıralanır.

Aktif Katılım: Çocuğun öğrenme sürecine fiziksel, bilişsel ve duyuşsal olarak etkin biçimde katılımı sağlanır.

İlgi ve Dikkat Sürekliliği: Etkinlikler çocuğun ilgisini canlı tutacak şekilde dinamik, etkileşimli ve görsel olarak zengin içeriklerle sunulur.

Yapılandırmacılık: Çocukların bilgiyi pasif olarak almaması, önceki deneyimleriyle bağlantı kurarak aktif biçimde inşa etmesi sağlanır.

Gerçek Yaşamla Bağlantı: Öğrenme yaşantıları, çocukların günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri durumlarla ilişkilendirilerek anlamlandırılır.

Sistematik ve Esnek Yapı: Program, belirli hedeflere dayalı sistematik bir yapı sunarken, uygulayıcının sınıf içi ihtiyaçlara göre esneklik gösterebilmesine olanak tanır.

İşbirlikli ve Sosyal Öğrenme: Akran etkileşimi ve grup içi etkinliklerle sosyal gelişim desteklenir.

Teknoloji Entegrasyonu: AR teknolojisi, pedagojik bir araç olarak sistematik ve bilinçli bir biçimde kullanılarak öğrenme deneyimini zenginleştirir.

Bu ilkeler doğrultusunda tasarlanan Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı (AR-EGOP), okul öncesi dönemde çocukların geometriyle olumlu ve kalıcı bir ilişki kurmalarını amaçlamaktadır. Program, çocukların matematiksel kavramlara yönelik olumlu tutum geliştirmelerini, merak ve keşif duygularını harekete geçirerek öğrenme sürecine aktif biçimde katılmalarını teşvik etmektedir. Erken yaşta kazanılan bu olumlu deneyimlerin, çocukların yaşam boyu sürecek olan öğrenme motivasyonlarını desteklemesi ve ileriki akademik başarılarına temel oluşturması hedeflenmektedir.

3.3.1.3. Programın Modeli

Taba-Tyler Modeline Dayalı Program Geliştirme Süreci: AR-EGOP eğitim programı, Taba-Tyler modeli çerçevesinde yapılandırılmıştır. Tyler (1949) ve Taba'nın (1962) önerdiği model, program geliştirme sürecinde belirli öğrenme hedeflerinin tanımlanmasını, içerik düzenlemesini, uygun öğretim yöntemlerinin seçilmesini ve öğrenme çıktılarına dayalı değerlendirme yapılmasını önermektedir. Taba-Tyler modeli, yapılandırılmış bir süreç sunarak programın sistematik bir şekilde geliştirilmesini sağlar.

AR destekli erken geometri eğitim programında, çocukların bireysel öğrenme ihtiyaçları ve erken çocukluk dönemine uygun pedagojik yaklaşımlar dikkate alınmıştır. Bu modelin kullanımı, programın hem teorik temellere dayanmasını hem de uygulamada etkili ve ölçülebilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.

3.3.1.4. Programın özellikleri

Hazırlanan Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı (AR-EGOP), kuramsal temeller, çağdaş öğrenme yaklaşımları ve gelişimsel özellikler dikkate alınarak yapılandırılmıştır. Programın tasarımında, çocukların bilişsel gelişim düzeylerine uygunluk, pedagojik etkililik, teknoloji entegrasyonu ve öğrenme deneyimlerinin oluşturulması esas alınmıştır. Aşağıda programın temel özelliklerine yer verilmiştir:

- AR-EGOP, 60-72 ay aralığındaki çocuklara yönelik olarak geliştirilmiş, erken çocukluk dönemine uygun içerik ve uygulamalara sahip bir öğretim programıdır.
- Programda yer alan kazanımlar, erken geometri becerisinin gelişimini doğrudan desteklemeyi,
- Etkinliklerin büyük bir kısmı bilişsel alanı hedeflemekte olup, çocukların şekil tanıma, sınıflandırma, karşılaştırma ve uzamsal ilişkileri anlama gibi temel kavramları yapılandırmalarını,
- Uygulanan etkinlikler, çocukların erken geometri becerisini aktif ve anlamlı biçimde kullanmalarını,
- Program, uygulamaya geçmeden önce ön hazırlık gerektiren bir yapıya sahiptir; materyal, ortam ve teknik destek açısından planlama yapılmasını,
- Programda yer alan etkinliklere artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisi entegre edilerek hazırlanmıştır. Çocuklar, AR uygulamaları aracılığıyla geometri kavramlarını görselleştirerek daha kalıcı ve anlamlı öğrenme yaşantıları oluşturulmasını,

- Program sarmal bir yapıya sahiptir. Erken geometriye ilişkin kazanım ve göstergelere süreç boyunca farklı etkinliklerde tekrar tekrar yer verilerek, öğrenmenin pekişmestirilmesini ve derinleştirilmesini,
- Program kapsamında kullanılan şekiller, semboller ve görseller, çocukların pedagojik açıdan (örneğin, tipik şekiller, atipik şekiller, çeldiriciler, topolojik ilişkiler) geometri kavramlarını doğru ve etkili biçimde öğrenmelerinin sağlanması,
- Gelişimsel bir yapıya sahip olan program, etkinlikleri basitten karmaşığa doğru sıralanarak çocukların kavramları adım adım yapılandırmasını,
- AR-EGOP, çocukların öğrenme sürecinde aktif rol üstlenmesini hedefleyen, çocuk merkezli bir öğretim yaklaşımı benimsemektedir. Bu sayede çocukların yalnızca bilgiyi alan değil, aynı zamanda bilgiyi yapılandıran ve dönüştüren bireyler olarak konumlandırılmasını,
- Program kapsamında geliştirilen etkinliklerde, çeşitli görsel düzenleyicilere yer verilmiştir. Bu kapsamda; T-Tablosu, karşılaştırma şeması, kavram tablosu ve gözlem tablosu gibi yapılandırılmış görsel düzenleyiciler kullanılarak çocukların bilgiyi sınıflandırma, ilişkilendirme ve yapılandırma becerilerinin geliştirilmesini
- Programda yer alan etkinliklerde, çocukların geometrik kavramları somut materyallerle deneyimleyebilmelerini sağlamak amacıyla geometri kutusu kullanılmaktadır. Bu kutuda yer alan çeşitli tipik-atipik-çeldiriciler, şekil kartları, bloklar, tangram, pentomino ve geometri tahtası aracılığıyla çocukların kavramları keşfetmelerini,
- Ayrıca programda, her hafta haftalık öğrenme hedeflerinin pekiştirilmesine yönelik tekrar ve değerlendirme etkinlikleri planlanmıştır. Bu etkinliklerde, çocukların kazanımları ne düzeyde edindikleri gözlemlenerek öğrenmenin kalıcı olmasını,
- Değerlendirme etkinlikleri sırasında öğretmen/araştırmacı tarafından yapılandırılmış geri bildirimler verilmekte; çocuklar desteklenmekte ve gelişim alanları yönünde rehberlik sağlanmaktadır. Bu süreç, hem öğrenme sürecinin

izlenmesini hem de öğretim sürecinin uyarlanabilmesini aynı zamanda çocukların öğrenmeye yönelik motivasyonlarını da artırmalarını amaçlamaktadır.

Bu özellikler doğrultusunda AR-EGOP, erken çocukluk döneminde geometri öğretimine yönelik yenilikçi, gelişimsel, teknoloji destekli ve bütüncül bir öğretim programı sunmaktadır.

3.3.1.5. Artırılmış gerçeklik destekli erken geometri öğretimi programının alt alanları

Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı (AR-EGOP), çocukların erken yaşta geometriye ilişkin kavramsal farkındalıklarını geliştirmek amacıyla yapılandırılmış olup, programın içerik yapısı belirli alt boyutlar çerçevesinde organize edilmiştir. Bu alt boyutlar, hem ulusal eğitim programlarındaki kazanımlar hem de uluslararası standartlar doğrultusunda belirlenen gelişimsel hedefler dikkate alınarak tasarlanmıştır. Her bir alt boyut, çocukların farklı düzeydeki geometrik düşünme becerilerini desteklemeye yönelik olarak hazırlanmış etkinlikleri içermekte ve bilişsel gelişimi çok yönlü olarak desteklemektedir. Bu bağlamda AR-EGOP'un alt alanlarına ve bu alt alanların özelliklerine Tablo 23.'te yer verilmiştir.

Tablo 23. AR-EGOP'un alt alanları ve özellikleri (Clements ve Sarama, 2004; NCTM, 2000).

Alt Alanlar	Özellikleri
Topolojik İlişkiler	-Nesnelerin topolojik özelliklerini ayırt etmek ve ifade etmek; -Nesnelerin şekilsel bütünlüklerinin dışında, yerleşim ve konumsal ilişkilerine dair farkındalık geliştirmek; -Bir nesnenin kapalı mı açık mı olduğu, nesnelerin birbirine göre konumları gibi özelliklerini ayırt etmek ve bunları sözlü ya da eylemsel olarak ifade etmek.

Konum ve Uzamsal İlişkiler	- Uzaydaki göreceli konumları tanımlamak, adlandırmak ve yorumlamak ve göreceli konum hakkındaki fikirleri uygulamak; - Uzayda gezinirken yön ve mesafeyi tanımlamak, adlandırmak ve yorumlamak ve yön ve mesafe hakkındaki fikirleri uygulamak; - "Yakın" gibi basit ilişkilerle ve haritalar gibi koordinat sistemlerinde konumları bulmak ve adlandırmak.
Dönüşümler ve Simetri	- Kaydırma, çevirme ve dönüşümleri tanımak ve uygulamak; - Simetriye sahip şekilleri tanımak ve oluşturmak.
Geometrik Şekillerin Özellikleri ve Geometrik Şekilleri Oluşturma	- İki boyutlu şekilleri (daire, çember, üçgen, kare, dikdörtgen, elips, beşgen, altıgen, yamuk, paralelkenar) tanımak, adlandırmak, inşa etmek, çizmek, karşılaştırmak; - İki boyutlu şekillerin niteliklerini ve parçalarını tanımlamak; - İki boyutlu şekilleri bir araya getirmenin ve parçalara ayırmanın sonuçlarını araştırmak ve tahmin etmek; -Şablon, çizim ya da serbest el kullanarak temel geometrik şekilleri oluşturmak; -Şekil birleştirerek yeni desen ve düzenlemeler oluşturmak (örneğin üçgenlerden altıgen tasarlamak gibi); -Yapboz parçalarını birleştirerek bütün-parça ilişkisini kavramak; -Geometrik şekilleri farklı yönlerde çizmek veya farklı yönlere yerleştirmek; -Aynı şekli çeşitli materyallerle üretmek (hamurla, kağıtla, dijital araçla vb.); -Geometrik şekilleri oluşturarak anlatmak (hikayeler, ev resmi, yol haritası vb.) tasarlamak.

	-Üç boyutlu geometrik cisimleri (küp, silindir, koni, küre) tanımak ve isimlendirmek; - Üç boyutlu şekilleri tanımak, adlandırmak, inşa etmek, çizmek, karşılaştırmak; - Üç boyutlu şekillerin niteliklerini ve parçalarını tanımlamak; - Üç boyutlu şekilleri bir araya getirmenin ve parçalara ayırmanın sonuçlarını araştırmak ve tahmin etmek; -Cisimlerin yüzey, köşe ve kenar gibi temel özelliklerini ayırt etmek; -Cisimleri yuvarlanma, devrilme, sabit durma gibi fiziksel özelliklerine göre karşılaştırmak;
Geometrik Cisimlerin Özellikleri ve Geometrik Cisimleri Oluşturma	-Aynı cismi farklı materyallerde tanımak (örneğin top → küre, şişe → silindir); -Cisimleri “düz yüzeyi var / yok”, “ucu sivri / düz”, “köşesi var / yok” gibi özelliklerle açıklamak; -Günlük nesnelerle geometrik cisimleri eşleştirmek; -Küp, silindir, küre ve koni gibi cisimleri oyun hamuru, kil, blok gibi materyallerle inşa etmek; -Farklı geometrik cisimleri birleştirerek yeni yapılar tasarlamak (köprü, kule, roket vb.); -Yapı materyalleriyle denge, yükseklik, genişlik ilişkilerini dikkate alarak tasarım yapmak; -Aynı cismin farklı boyutlarda ve malzemelerde üretimini denemek; -Tasarladığı yapıları açıklayarak geometrik özelliklerine değinmek; -Geometrik yapılarla ilgili sorunları çözmek (örneğin kule neden devrildi, köprü neden çöktü).
Uzamsal Görselleştirme	- Uzamsal hafıza ve uzamsal görselleştirme kullanarak geometrik şekillerin zihinsel imgelerini oluşturmak; - Şekilleri farklı perspektiflerden tanımak ve temsil etmek;

- Geometri fikirlerini sayı ve ölçüm fikirleriyle ilişkilendirmek;
- Çevredeki geometrik şekilleri ve yapıları tanımak ve bulundukları yeri belirlemek.

Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı (AR-EGOP) kapsamında belirlenen alt alanlar ve bu alanlara ilişkin temel özellikler bütüncül bir biçimde ortaya konmuştur. Bu kapsamda, bir sonraki tabloda alt alanlara ilişkin Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı kazanımlarına ve göstergelerine yer verilmektedir. Bu kazanımlar, her alt alanın öğretim hedeflerine uygun olarak yapılandırılmıştır ve AR destekli öğretim süreçleriyle bütünlük içinde çocuklara sunulmaktadır.

Tablo 24. Alt alanlara ilişkin artırılmış gerçeklik destekli erken geometri programı kazanımları

Alt Boyutlar	Kazanımlar	Göstergeler
<i>Topolojik İlişkiler</i>	Nesnelerin topolojik özelliklerini ayırt eder ve ifade eder.	-Nesnelerin açık veya kapalı olma durumunu fark eder ve ifade eder. -Nesnelerin kenarlarını ve köşelerini tanır ve gösterir. -Oval ve köşeli şekilleri ayırt eder. -Nesnelerin yüzeylerini tanımlar ve karşılaştırır.
<i>Konum ve Uzamsal İlişkiler</i>	Nesnelerin uzaydaki konumlarını belirler ve konumlarını doğru terimlerle ifade eder (üstünde, altında, yanında, arkasında, önünde, içinde, dışında).	-Nesneleri bir referans noktasına göre yerleştirir ve açıklama yapar. -Artırılmış gerçeklik etkinliklerinde sanal nesneleri doğru bir şekilde konumlandırır.
<i>Dönüşüm ve Simetri</i>	Şekillerin döndürme, yansıtma (ayna görüntüsü) ve kaydırma gibi dönüşüm özelliklerini tanır.	-Bir şeklin yansıtılmış veya döndürülmüş halini tanır ve açıklar. -Artırılmış gerçeklik etkinliklerinde simetri çizgileri oluşturur ve gösterir.

<i>Geometrik Şekillerin Özellikleri ve Geometrik Şekilleri Oluşturma</i>	Temel geometrik şekilleri (kare, üçgen, daire, dikdörtgen, çember, elips, beşgen, altıgen, paralel kenar, yamuk) tanır ve adlandırır. Basit geometrik şekilleri çizim, kesme veya birleştirme yoluyla oluşturur.	-Görsel materyallerdeki farklı geometrik şekilleri doğru bir şekilde tanımlar. -Şekillerin kenar, köşe ve yüz özelliklerini basit terimlerle açıklar. -Oyun hamuru veya bloklarla verilen şekilleri oluşturur. -Düz çizgi ve eğri çizgilerle geometrik şekiller çizer.
<i>Geometrik Cisimlerin Özellikleri ve Geometrik Cisimleri Oluşturma</i>	Temel geometrik cisimleri (küp, küre, silindir, koni) tanır ve özelliklerini ifade eder. Temel geometrik cisimleri modelleme araçlarıyla oluşturur.	-Cisimlerin günlük hayattaki karşılıklarını (örneğin, küp → kutu, silindir → boru) eşleştirir. -Geometrik cisimlerin şekil, kenar ve yüzey sayısı gibi özelliklerini basitçe tanımlar. -Oyun hamuru, kağıt veya blokları kullanarak küp, küre ve silindir gibi cisimler yapar. -Artırılmış gerçeklik uygulamalarında sanal geometrik cisimleri oluşturur ve boyutlarını değiştirir.
<i>Uzamsal Görselleştirme</i>	Nesnelerin uzaydaki konumlarını farklı açılardan hayal eder ve açıklar.	-Şekilleri ve cisimleri farklı perspektiflerden doğru bir şekilde tarif eder. -Artırılmış gerçeklik ortamında nesnelerin döndürülmüş hallerini tanır.

Tablo 24.'de Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretimi Programı'nın altı temel alt alanına yönelik olarak yapılandırılmış özgün kazanımları sistematik biçimde sunmaktadır. Her kazanım, ilgili alt alanın kavramsal ve gelişimsel hedefleri doğrultusunda belirlenmiş; çocukların geometrik düşünme, uzamsal farkındalık, görsel-uzamsal algı ve teknolojiyle etkileşim becerilerini destekleyecek şekilde tasarlanmıştır. Bu kapsamda, bir sonraki bölümde Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken

Geometri Öğretim Programı'nda kullanılan etkinliklerin oluşturulma sürecine ilişkin açıklamalara yer verilmektedir.

3.3.1.6. Etkinliklerin oluşturulması

Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı (AR-EGOP) kapsamında geliştirilen 27 etkinlik, programın kuramsal temelleri, hedef kitlenin gelişimsel özellikleri ve erken çocukluk dönemine özgü pedagojik ilkeler doğrultusunda yapılandırılmıştır. Etkinlik tasarım süreci, altı temel alt boyut (Topolojik İlişkiler; Konum ve Uzamsal İlişkiler; Dönüşüm ve Simetri; Geometrik Şekillerin Özellikleri ve Geometrik Şekilleri Oluşturma; Geometrik Cisimlerin Özellikleri ve Geometrik Cisimleri Oluşturma; Uzamsal Görselleştirme) esas alınarak hazırlanmıştır. Etkinlikler, Maarif Modeli'ndeki matematik kazanımları, AR-EGOP özgül hedefleri, gelişimsel göstergeler ve kavram listeleri doğrultusunda bütüncül bir planlamayla oluşturulmuştur. Her etkinlikte belirli kazanımlar, kavramlar, göstergeler ve uygun artırılmış gerçeklik uygulamaları ile ilişkilendirilerek hem pedagojik hem de teknolojik bütünlük sağlanmıştır. Etkinlik planları, okul öncesi dönemdeki çocukların geometri becerilerini AR destekli öğretim uygulamaları ile geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu doğrultuda etkinlikler hem gelişimsel açıdan çocukların seviyesine uygun olarak yapılandırılmış hem de teknoloji destekli bir yapıda hazırlanmıştır.

AR uygulamaları olarak Quiver, AR Geometry, Bir Çocuk Bir Mucize, Planets AR, CoSpace, SketchAR ve Geometry AR araçları kullanılmış, somut materyallerle etkileşimi artıran dijital içerikler etkinliklere entegre edilmiştir (AR uygulamalarının özelliklerine başlık 3.3.1.7.'de yer verilmiştir.)

Etkinliklerde “geometri kutusu” önemli bir öğrenme aracı olarak kullanılmıştır. Kutuda yer alan nesneler çocukların keşfetmelerine, şekil oluşturma ve dönüştürme işlemleri yapmalarına olanak tanımaktadır. Her hafta bir gün, “haftalık tekrar ve değerlendirme günü” olarak belirlenmiş ve bu günlerde kazanımların pekiştirilmesine yönelik özel etkinlikler planlanmıştır. Bu değerlendirme etkinlikleri, aynı zamanda

öğretmenin yapılandırılmış geri bildirim sunmasını sağlamaktadır. Etkinlikler, yalnızca matematik alanını değil; Sanat, Türkçe ve Fen gibi disiplinlerarası temaları da içine alacak şekilde çeşitlendirilmiştir.

Çocukların kavramsal bağlantı kurmalarını desteklemek amacıyla etkinliklerin oluşturulma sürecinde çeşitli görsel düzenleyiciler kullanılmıştır. Bu düzenleyiciler:

- T-Tablosu (karşılaştırma ve ayırt etme),
- Karşılaştırma Şeması (benzerlik ve farkları belirleme),
- Kavram Tablosu (temel özellikleri listeleme),
- Gözlem Tablosu (çocukların etkinlik sürecinde tüm duyularını kullanarak veri toplaması) gibi yapılarla çocukların görsel düşünme, analiz etme ve sınıflandırma becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Tüm bu unsurlar dikkate alınarak oluşturulan etkinliklerle, erken çocukluk döneminde geometrik düşünmenin temellerini atmak; çocuklara hem soyut düşünme becerilerini geliştirmek hem de teknolojiyle etkileşimli öğrenme fırsatı sunmak amaçlanmıştır. Program kapsamında geliştirilen etkinliklerin sistematik bir şekilde sunulabilmesi amacıyla aşağıdaki Tablo 25. oluşturulmuştur.

Tablo 25. AR-EGOP etkinlik matrisi

Etkinlik Num.	Alt Boyutlar	Kavramlar	Etkinlik Türü	AR Uygulaması	Görsel Düzenleyiciler
1	Topolojik İlişkiler	Açık, kapalı	Matematik ve Sanat	Quiver	x
2		Kenar, köşe, oval, yüzey	Matematik	Geometry AR	Kavram Tablosu
3		Açık, kapalı, kenar, köşe, oval, yüzey	Geometri Kutusu (Haftalık Değerlendirme ve Geri Bildirim)		
4	Konum ve Uzamsal İlişkiler	Yakın, uzak	Matematik ve Sanat	Quiver	Gözlem Tablosu
5		Altında, üstünde, arkasında, önünde	Matematik ve Türkçe	Bir Çocuk Bir Mucize (AR Destekli Hikaye Kitabı)	Karşılaştırma Şeması
6		Yakın, uzak, altında, üstünde, arkasında, önünde	Geometri Kutusu (Haftalık Değerlendirme ve Geri Bildirim)		
7		İçinde, dışında, yanında, arasında	Matematik ve Fen	Planets AR ve Quiver	x

8		Birleştirme, ayrıştırma	Matematik ve Sanat	AR Geometry	x
9		İçinde, dışında, yanında, arasında, birleştirme, ayrıştırma	Geometri Kutusu (Haftalık Değerlendirme ve Geri Bildirim)		
10	Dönüşüm ve Simetri	Dönüşüm	Matematik ve Sanat	Quiver	x
11		Simetri	Matematik	CoSpace	Karşılaştırma Şeması
12		Dönüşüm, simetri	Geometri Kutusu (Haftalık Değerlendirme ve Geri Bildirim)		
13	Geometrik Şekillerin Özellikleri ve Geometrik Şekilleri Oluşturma	Daire, çember, elips	Matematik	Quiver	T Tablosu
14		Üçgen	Matematik	CoSpace	T Tablosu
15		Daire, çember, elips, üçgen	Geometri Kutusu (Haftalık Değerlendirme ve Geri Bildirim)		
16	Geometrik Şekilleri Oluşturma	Kare, dikdörtgen	Matematik	Sketch AR	T Tablosu
17		Beşgen, altıgen	Matematik	CoSpace	x
18		Kare, dikdörtgen, beşgen, altıgen	Geometri Kutusu (Haftalık Değerlendirme ve Geri Bildirim)		
19		Yamuk, paralelkenar	Matematik	Sketch AR	T Tablosu
20		Silindir	Matematik ve Sanat	CoSpace	x
21	Geometrik Cisimlerin Özellikleri ve Geometrik Cisimleri Oluşturma	Yamuk, paralelkenar, silindir	Geometri Kutusu (Haftalık Değerlendirme ve Geri Bildirim)		
22		Koni	Matematik ve Türkçe	Quiver	x
23		Küp	Matematik	CoSpace	x
24	Geometrik Cisimleri Oluşturma	Koni, küp	Geometri Kutusu (Haftalık Değerlendirme ve Geri Bildirim)		
25		Küre	Matematik ve Türkçe	CoSpace	x
26	Uzamsal Görselleştirme	Uzamsal algı, görselleştirme, örüntü	Matematik	CoSpace	Karşılaştırma Şeması
27		Küre, uzamsal algı, görselleştirme, örüntü	Geometri Kutusu (Haftalık Değerlendirme ve Geri Bildirim)		

Hazırlanan tüm etkinlik planlarında, çocuğun aktif öğrenme sürecine katılması, kavramları deneyimleyerek keşfetmesi ve teknolojiyi anlamlı bir şekilde kullanması esas alınmıştır. Bu sayede, soyut matematiksel kavramlar çocukların yaş ve gelişim düzeyine uygun olarak somut hale getirilmiş; erken yaşta geometri öğrenimini desteklemesi hedeflenmiştir. Tablo 26.'da AR-EGOP'ta yer alan örnek bir etkinlik planına ve görsellere yer verilmiştir.

Tablo 26. AR-EGOP örnek etkinlik planı

Etkinlik Adı	Simetrimi Tasarlıyorum
AR Desteği	CoSpace
Yaş	5

Alan Türü	Matematik
Kazanımlar	MEB - Şekillerin döndürme, simetri ve kaydırma gibi dönüşüm özelliklerini tanır. AR-EGOP Bir şeklin yansıtılmış halini tanır ve açıklar. Artırılmış gerçeklik etkinliklerinde simetri çizgileri oluşturur ve gösterir.
Kavramlar	Simetri
Materyaller	Tablet Renkli kağıtlar Tabletlerin şarjları kontrol edilir.
Öğretmenin Etkinliğe Hazırlığı	CoSpace uygulaması açılır. Kağıtlardan kareler, üçgenler, daireler hazırlanır.
Öğrenme Süreci	• Çocuklara birer kağıt dağıtılır kağıdın bir yarısına (karşılaştırma şeması) çizim yapmaları istenir. “Simetri deyince aklınıza ne geliyor? Simetri ile ilgili bildiklerinizi çizer misiniz?” denir. Çizimler bittikten sonra çizimlerini anlatmaları için çocuklar teşvik edilir ve çizimler toplanır. • Sınıfta öğretmen çocuklarla birlikte aynada çalışır. Aynadaki görüntüleri hakkında konuşulur. • Çocuklar ikili olarak eşleştirilir. Bir çocuk ayna diğer çocuk da ayna karşısındaki kişi olur. Örnek olarak öğretmen bir çocukla eşleşerek gösterir. Basit hareketler gerçekleştirir ve aynanın bu eylemleri yansıtması istenir. Sonra aynalar kişi kişiler ayna olarak oyuna devam edilir. Çocuklara “Ayna oyununu neden oynadığınızı düşünüyorsunuz?” Sorusu sorulur. Simetri kavramı ile ayna oyunu ilişkilendirilerek açıklanır. • Çocuklar masalarına geçer. Renkli kağıttan daireler, kareler ve üçgenler gibi çeşitli şekiller kesilir. Çocukların şekilleri katlamasına ve simetrik tasarımlar oluşturmak için kenarları eşleştirerek simetriyi keşfetmesine olanak sağlanır. • Çocuklara tabletler dağıtılır. CoSpace https://edu.cospaces.io/QWP-EGL bu uygulamayı keşfetmelerine olanak sağlanır. Uygulamada yer alan karakterler hareket etmektedir. İçlerinden birini seçmeleri istenir. Ardından çocuklardan seçtikleri karakterin ayna görüntüsünü oluşturmaları istenir. (Ek.1) • Çocuklara etkinliğin ilk kısmında dağıtılan kağıtlar tekrar verilir ve şimdi diğer yarısına “simetri deyince aklınıza ne geliyor? Simetri ile ilgili bildiklerinizi tekrar çizer misiniz?” denir. Çizimler bittikten sonra ilk çizimleri ile son çizimleri karşılaştırılır (Karşılaştırma Şeması Ek.2).
Etkinlik Sonu Değerlendirme	Ayna olmak size ne hissettirdi? CoSpace uygulamasındaki karakterlerden birini seçtiniz ve simetrisini oluşturdunuz. Neden bu karakteri seçtiniz?

Görseller



AR-EGOP ve EGOP programları, içerik açısından aynı hedef ve kazanımlara dayalı olarak yapılandırılmıştır. Her iki programda da çocukların erken geometri becerilerini desteklemek amacıyla planlanan etkinlikler haftalık olarak benzer bir sıra ve tema doğrultusunda sunulmuştur. Bu çerçevede, aşağıda hem AR-EGOP hem de EGOP programlarında uygulanan 9 haftalık sürece ilişkin içerik bilgisi sunulmuştur.

1. Hafta: Topolojik İlişkiler (Açık, Kapalı, Kenar, Köşe, Oval ve Yüzey Kavramları)

Bu haftanın temel amacı, çocukların topolojik ilişkiler bağlamında “açık-kapalı” kavramlarını ayırt etmelerini sağlamak ve geometrik şekillerin temel özelliklerini (kenar, köşe, oval, yüzey) tanımalarına yönelik bilişsel farkındalık kazandırmaktır. Hafta boyunca planlanan etkinliklerde, çocukların şekil özelliklerini somut deneyimlerle keşfetmeleri ve bu kavramları günlük yaşam nesneleriyle ilişkilendirmeleri hedeflenmiştir. İlk etkinlikte, “açık” ve “kapalı” şekillerin sanat etkinliği yoluyla ayırt edilmesi amaçlanmıştır; bu doğrultuda Quiver artırılmış gerçeklik uygulaması kullanılarak çocukların kendi boyadıkları görsellerin üç boyutlu yansımalarını izlemeleri sağlanmıştır. İkinci etkinlikte ise Geometry AR uygulaması aracılığıyla kenar, köşe, oval ve yüzey gibi temel kavramlar somutlaştırılarak çocukların görsel-uzamsal düşünme becerilerinin

desteklenmesi hedeflenmiştir. Bu süreçte kavram tablosu gibi görsel düzenleyicilerden faydalanılmış, çocukların kavramlar arası ilişki kurmaları teşvik edilmiştir. Haftanın sonunda ise “Geometri Kutusu” etkinliği kapsamında çocukların kazandıkları kavramsal bilgileri sergileyebilecekleri ve öğretmenden geri bildirim alabilecekleri yapılandırılmış bir değerlendirme oturumu gerçekleştirilmiştir.

2. Hafta: Konum ve Uzamsal İlişkiler (Yakın, Uzak, Altında, Üstünde, Önünde, Arkasında)

Bu haftanın temel amacı, çocukların günlük yaşamda karşılaştıkları nesnelerle olan uzamsal ilişkileri tanımlayabilmelerini sağlamak ve konum belirten kavramları işlevsel biçimde kullanmalarını desteklemektir. Hafta, “yakın” ve “uzak” kavramlarının sanatsal bağlamda yapılandırıldığı bir etkinlikle başlamıştır. Quiver uygulaması aracılığıyla çocukların boyadığı nesneler dijital ortamda canlandırılarak konum değişimlerine göre gözlemlenmiş, çocukların uzamsal farkındalıkları artırılmıştır. Bu etkinlikte Gözlem Tablosu kullanılarak çocukların uzamsal ilişkileri ifade etme düzeyleri öğretmen tarafından sistematik olarak takip edilmiştir. Haftanın ikinci etkinliğinde, “altında, üstünde, önünde, arkasında” gibi temel yön ve konum kavramları, Bir Çocuk Bir Mucize adlı artırılmış gerçeklik destekli hikaye kitabı üzerinden işlenmiştir. Bu etkinlikte çocukların hem Türkçe dil gelişimleri hem de konum bildiren ifadeleri kullanma becerileri eş zamanlı olarak desteklenmiş, Karşılaştırma Şeması ile çocukların pozisyonlara ilişkin değerlendirmeleri karşılaştırmalı biçimde yapılandırılmıştır. Haftanın sonunda “Geometri Kutusu” aracılığıyla çocuklar etkinliklerde öğrendikleri uzamsal kavramları yansıtmaya fırsatı bulmuş, öğretmen geri bildirimi ile öğrenme süreci pekiştirilmiştir.

3. Hafta: Uzamsal ve Parça-Bütün İlişkisi (İçinde, Dışında, Yanında, Arasında, Birleştirme, Ayırıştırma)

Bu haftanın amacı, çocukların nesneler arasındaki uzamsal ilişkileri kavrayabilmeleri ve temel parça-bütün ilişkilerini anlayarak yapı oluşturma becerilerini geliştirmeleridir. Haftanın ilk etkinliğinde “içinde, dışında, yanında, arasında” gibi uzamsal kavramların

fen ve matematik bütünleşik yapıda ele alınması hedeflenmiştir. Planets AR uygulaması ile gezegenlerin uzaydaki konumları incelenmiş; çocukların uzamsal ilişkilere dair çıkarımlar yapmaları sağlanmıştır. Ardından Quiver uygulaması ile çocuklar kendi boyadıkları objelerin dijital yansımaları üzerinden bu kavramları farklı açılardan gözlemlemişlerdir. İkinci etkinlikte “birleştirme” ve “ayrıştırma” kavramları matematik ve sanat entegrasyonu yoluyla ele alınmış, çocukların şekilleri birleştirerek yeni şekiller oluşturma ve mevcut bir bütün şekli parçalara ayırma becerileri AR Geometry uygulaması aracılığıyla desteklenmiştir. Bu uygulama, çocukların zihinsel canlandırma ve yeniden yapılandırma becerilerini harekete geçirmeye yönelik olarak tasarlanmıştır. Görsel destekleyici olarak dijital etkileşim ortamı öne çıkarılmıştır. Haftanın sonunda, “Geometri Kutusu” değerlendirme etkinliğiyle çocukların kavramsal farkındalıkları gözlemlenmiş ve öğretmen geri bildirimleri aracılığıyla öğrenme süreci desteklenmiştir.

4. Hafta: Dönüşüm ve Simetri (Dönüşüm, Yansıma, Simetrik Yapılar)

Bu haftada çocukların nesnelerin hareketlerini (dönme, kayma, öteleme) anlamaları ve simetrik yapıların temel özelliklerini tanımaları amaçlanmıştır. İlk etkinlikte “dönüşüm” kavramı matematik ve sanat bütünleştirilerek ele alınmıştır. Çocuklar, Quiver uygulaması ile boyadıkları şekillerin dijital ortamda nasıl döndüğünü, kaydığını ya da ötelendiğini gözlemleyerek hareket ve şekil arasındaki ilişkiyi keşfetmişlerdir. Bu süreç, çocukların zihinsel döndürme ve konumlandırma becerilerini geliştirmeye yönelik yapılandırılmıştır. İkinci etkinlikte ise “simetri” kavramı odak alınmış; çocukların şekil simetrisini keşfetmeleri amacıyla CoSpace artırılmış gerçeklik platformu kullanılmıştır. Dijital ortamda verilen nesnelerin simetrik karşılaştırma çalışmaları yoluyla çocukların görsel dikkat becerileri desteklenmiştir. Bu etkinlikte ayrıca Karşılaştırma Şeması kullanılarak çocukların simetrik ve simetrik olmayan şekilleri ayırt edebilme düzeyleri yapılandırılmış biçimde değerlendirilmiştir. Haftanın sonunda gerçekleştirilen “Geometri Kutusu” değerlendirme etkinliğiyle, çocukların dönüşüm ve simetriye dair

kazanımları pekiştirilmiş ve öğretmen geri bildirimleriyle öğrenme süreci desteklenmiştir.

5. Hafta: Geometrik Şekillerin Özellikleri ve Oluşturulması (Daire, Çember, Elips, Üçgen)

Bu haftanın amacı, çocukların temel düzlem şekillerinden olan daire, çember, elips ve üçgenin ayırt edici özelliklerini tanımaları ve bu şekilleri yapılandırılmış etkinlikler aracılığıyla oluşturma becerilerini geliştirmektir. İlk etkinlikte, Quiver artırılmış gerçeklik uygulaması kullanılarak daire, çember ve elips şekillerinin gerçek dünyaya yansıtılmış halleri incelenmiş; çocukların bu şekillerin benzerlik ve farklılıklarını gözlemleyerek kavramlaştırmaları hedeflenmiştir. Etkinlik sürecinde, bu şekillerin kenar yapıları, eğrilikleri ve kapalı olup olmama durumları görsel olarak karşılaştırılmış, elde edilen bilgiler T Tablosu görsel düzenleyicisi ile yapılandırılmıştır. İkinci etkinlikte ise odak “üçgen” üzerine kaydırılmış; farklı türde üçgenlerin tanıtımı ve inşası CoSpace uygulaması aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Çocuklar, dijital ortamda üçgenlerin kenar ve köşe sayılarını deneyimleyerek anlamlandırmış ve üçgenin diğer şekillerden nasıl ayrıldığını kavramışlardır. Tüm hafta boyunca çocukların şekil oluşturma, sınıflandırma ve analiz becerileri desteklenmiş; haftanın sonunda yapılan “Geometri Kutusu” değerlendirme etkinliği ile öğrenilen şekil özellikleri bütünsel olarak ele alınmış ve öğretmen geri bildirimleriyle öğrenme süreci bireysel olarak pekiştirilmiştir.

6. Hafta: Çokgenlerin Özellikleri (Kare, Dikdörtgen, Beşgen, Altıgen)

Bu haftanın amacı, çocukların çokgen kavramı çerçevesinde kare, dikdörtgen, beşgen ve altıgen gibi şekillerin temel özelliklerini tanımaları, bu şekiller arasında karşılaştırmalar yapabilmeleri ve günlük yaşamla ilişkilendirebilmeleridir. İlk etkinlikte, Sketch AR uygulaması kullanılarak kare ve dikdörtgen şekillerinin çizimleri yapılmış ve bu iki şekil arasındaki benzerlik ve farklılıklar T Tablosu görsel düzenleyicisi aracılığıyla yapılandırılmıştır. Etkinlik sürecinde çocuklar, kare ve dikdörtgenin alan ve simetri özellikleri üzerine düşünmeye yönlendirilmişlerdir. İkinci etkinlikte ise daha az

karşılaşılan ancak temel çokgen yapılar arasında yer alan beşgen ve altıgen şekilleri odak alınmıştır. CoSpace artırılmış gerçeklik uygulaması ile çocuklara bu çokgenlerin dijital ortamda modellenmiş örnekleri sunulmuş; her bir köşe ve kenar özellikleri görsel olarak incelettirilmiş ve çocukların çokgen kavramını anlamlandırmaları sağlanmıştır. Haftanın sonunda gerçekleştirilen “Geometri Kutusu” etkinliğinde çocuklar, öğrendikleri dört farklı çokgeni tanıma, sınıflama ve açıklama fırsatı bulmuş; öğretmenler tarafından verilen yapılandırılmış geri bildirimlerle öğrenme süreci bireysel olarak desteklenmiştir.

7. Hafta: Geometrik Şekil ve Cisimlerin Özellikleri (Yamuk, Paralelkenar, Silindir)

Bu haftanın temel amacı, çocukların hem iki boyutlu (yamuk, paralelkenar) hem de üç boyutlu (silindir) geometrik yapıların temel özelliklerini tanımaları ve bu yapıları oluşturma becerisi kazanmalarınıdır. Haftanın ilk etkinliğinde, çocuklar Sketch AR uygulaması aracılığıyla yamuk ve paralelkenar şekillerinin kenar, köşe ve açı özelliklerini etkileşimli biçimde gözlemlemiş; bu şekillerin benzerlik ve farklılıklarını karşılaştırarak anlamlandırmışlardır. Bu süreçte T Tablosu görsel düzenleyicisi kullanılarak, çocukların şekil analizlerine dayalı sınıflama yapıları teşvik edilmiştir. İkinci etkinlikte, çocukların üç boyutlu cisimlere ilişkin kavramsal farkındalıklarını artırmak amacıyla “silindir” kavramı ele alınmıştır. CoSpace uygulaması ile dijital ortamda silindirin yüzeyleri, taban yapısı ve yüksekliği üç boyutlu olarak modellenmiş; sanat entegrasyonu yoluyla çocuklar farklı malzemelerle kendi silindir modellerini oluşturmuşlardır. Bu etkinlik, hem görsel-uzamsal becerileri hem de el-göz koordinasyonunu desteklemeyi amaçlamıştır. Haftanın sonunda gerçekleştirilen “Geometri Kutusu” etkinliğiyle çocukların hem şekil hem de cisim özelliklerine dair kazanımları değerlendirilmiş, öğretmenler tarafından verilen yapılandırılmış geri bildirimlerle öğrenme süreci pekiştirilmiştir.

8. Hafta: Geometrik Cisimlerin Özellikleri (Koni ve Küp)

Bu haftanın temel amacı, çocukların üç boyutlu geometrik cisimlerden koni ve küp yapılarını tanımaları, bu cisimlerin temel özelliklerini (yüzey, köşe, kenar vb.) kavrayarak günlük yaşam nesneleriyle ilişkilendirebilmeleridir. İlk

etkinlikte, Quiver uygulaması ile artırılmış gerçeklik destekli bir öğrenme deneyimi sunulmuş; çocuklar koni biçiminde modellenmiş nesneleri inceleyerek koninin taban yapısı, sivri ucu ve yüzey eğriliği gibi temel özelliklerini gözlemlemişlerdir. Bu etkinlik, aynı zamanda Türkçe alanı ile bütünleştirilmiş; çocukların koni ile ilişkili nesneler hakkında betimleyici ifadeler kurmaları desteklenmiştir. Haftanın ikinci etkinliğinde ise CoSpace uygulaması kullanılarak çocuklar dijital ortamda küp modelini üç boyutlu biçimde yapılandırmış ve bu cismin tüm yüzeylerinin kare olduğunu gözlemleyerek simetri ve düzen kavramlarıyla ilişki kurmuşlardır. Bu süreçte çocukların analitik düşünme ve görsel yapılandırma becerileri geliştirilmiştir. Haftanın sonunda “Geometri Kutusu” değerlendirme etkinliği ile koni ve küpe dair edinilen bilgilerin bütünsel olarak pekiştirilmesi sağlanmış; öğretmen geri bildirimleri yoluyla öğrenme kazanımları değerlendirilmiştir.

9. Hafta: Küre ve Uzamsal Görselleştirme (Uzamsal Algı, Görselleştirme, Örüntü)

Bu haftanın temel amacı, çocukların küre gibi temel bir geometrik cismin özelliklerini kavramaları ve uzamsal algı, zihinsel canlandırma ve örüntü farkındalığı gibi görselleştirme becerilerini geliştirmektir. İlk etkinlikte, CoSpace artırılmış gerçeklik uygulaması aracılığıyla çocuklar küre cismine ilişkin deneyim kazanmış; yüzey yapısının eğriliği, köşe ve kenar barındırmaması gibi ayırt edici özellikler üzerinde durulmuştur. Etkinlik aynı zamanda Türkçe etkinlikleri ile ilişkilendirilmiş, çocukların küreyle ilişkili nesneleri sözel olarak ifade etmeleri ve kısa betimlemeler yapmaları sağlanmıştır. İkinci etkinlikte ise çocukların uzamsal algılarını, uzamsal görselleştirme becerilerini ve örüntü tanıma yetilerini geliştirmeye yönelik matematik etkinliği gerçekleştirilmiştir. CoSpace üzerinden çocuklar, sanal ortamda şekil dizilimlerini gözlemleyerek örüntü kuralları oluşturmuş ve bu yapıların zihinsel temsillerini canlandırmaya yönlendirilmiştir. Etkinlik sürecinde Karşılaştırma Şeması kullanılarak çocukların farklı uzamsal örüntüleri ayırt etme ve açıklama düzeyleri yapılandırılmış biçimde değerlendirilmiştir. Haftanın sonunda “Geometri Kutusu” ile çocukların hem küreye ilişkin kavramsal bilgileri hem de

uzamsal becerileri bütünsel olarak gözlemlenmiş, öğretmen geri bildirimleri ile öğrenme süreci desteklenmiştir.

Etkinlik planlarında yer alan hedefin gerçekleştirilmesinde, çocukların öğrenme sürecine aktif katılımını artıran ve çok duyulu deneyimler sunan artırılmış gerçeklik teknolojisi önemli bir araç olarak kullanılmıştır. Bu doğrultuda bir sonraki bölümde, AR-EGOP programında kullanılan artırılmış gerçeklik uygulamalarının özelliklerine yer verilerek, bu teknolojilerin eğitsel işlevleri ve programla olan uyumları detaylı biçimde açıklanmıştır.

3.3.1.7. AR-EGOP'ta kullanılan artırılmış gerçeklik uygulamalarının özellikleri

AR-EGOP kapsamında geliştirilen etkinliklerde kullanılan artırılmış gerçeklik (AR) uygulamaları, çocukların görsel-uzamsal düşünme becerilerini desteklemek, somut materyallerle etkileşim kurmalarını sağlamak ve öğrenme sürecini eğlenceli ve etkileşimli hale getirmek amacıyla özenle seçilmiştir. Kullanılan uygulamalar; yaş grubuna uygunluk, pedagojik işlevsellik, kullanıcı dostu arayüz ve sınıf içi uygulanabilirlik gibi ölçütler doğrultusunda değerlendirilmiştir. Aşağıda, programda yer alan başlıca AR uygulamalarının eğitsel özelliklerine yer verilmiştir:

AR Geometry: Gerçek dünya nesneleri ile dijital içerikleri bütünleştirerek, çocukların şekilleri keşfetmelerini, karşılaştırmalar yapmalarını ve temel geometri kavramlarını görsel ve eğlenceli yollarla öğrenmelerini sağlar. Ayrıca öğretmenler için özel içerikler ve kullanıcı dostu bir arayüz sunarak sınıf içi kullanım kolaylığı sağlar. (Ücretsiz kullanıma uygundur.)

Geometry AR: Temel geometrik şekil ve cisimlerin öğrenimini destekleyen bu uygulama, artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanarak çocukların şekilleri üç boyutlu olarak görselleştirmelerine imkan tanır. Çocuklar, şekillerin farklı yönlerini inceleyerek

uzamsal ilişkiler kurabilir ve somut deneyimlerle soyut kavramları yapılandırabilir. (Ücretsiz kullanıma uygundur.)

Quiver: Baskıya dayalı materyallerin AR teknolojisiyle bütünleştirildiği bu uygulama, çocuklara interaktif bir boyama deneyimi sunar. Çizilen görseller, uygulama aracılığıyla üç boyutlu ve hareketli hale gelir; böylece çocuklar boyadıkları nesneleri canlandırarak öğrenme sürecine aktif olarak katılırlar. Görsel dikkat, renk eşleme ve el-göz koordinasyonu gibi becerilerin gelişimini destekler. (Temel içerikler ücretsiz ancak çoklu kullanım ve bazı özel içerikler için ücretlidir.)

Sketch AR: Çocukların çizim becerilerini geliştirmeye yönelik tasarlanmış bu uygulama, rehber çizim çizgileri ve katmanlı yönlendirmeler sunarak el becerisi, motor koordinasyon ve geometrik şekil oluşturma yetisini destekler. Özellikle şekil yapılandırma ve yeniden üretme süreçlerinde etkin bir araç olarak kullanılır. (Ücretli kullanıma uygundur.)

CoSpaces Edu: Üç boyutlu eğitim ortamları tasarlamaya olanak tanıyan bu platform, çocukların yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmeye yöneliktir. Çocuklar kendi 3D sahnelerini oluşturabilir, karakterlere görevler atayabilir ve AR destekli mini senaryolar üreterek matematiksel kavramları anlamlı bağlamlarla ilişkilendirebilirler. Öğretmenler için sınıf yönetimi ve içerik tasarımı açısından da esnek kullanım sunar. (Temel içerikler ücretsiz ancak tasarım çalışmaları ücretlidir.)

Planets AR: Güneş sistemi ve gezegenler konulu üç boyutlu keşif ortamı sunan bu uygulama, çocukların uzay, boyut, küresellik gibi kavramları somutlaştırmalarına olanak tanır. AR teknolojisi sayesinde çocuklar gezegenleri farklı açılardan inceleyebilmekte ve etkileşimli içeriklerle uzamsal farkındalık geliştirmektedirler. (Ücretsiz kullanıma uygundur.)

Bir Çocuk Bir Mucize (AR Destekli Hikaye Kitabı): Artırılmış gerçeklik ile zenginleştirilmiş bu hikaye kitabı, çocukların öykü karakterleriyle etkileşime geçerek

okuma deneyimlerini çok duyulu hale getirmelerini sağlar. Hikaye içerisindeki karakterler, nesneler ve ortamlar mobil cihaz üzerinden üç boyutlu olarak canlandırılabilir. Böylece çocuklar, hem dil gelişimi hem de şekil tanıma, sıralama, ilişkilendirme gibi temel bilişsel becerileri eş zamanlı olarak geliştirebilirler. (Ücretli kullanıma uygundur (basılı kitap + uygulama birlikte)).

3.3.1.8. Artırılmış gerçeklik destekli olmayan öğretim uygulamalarının geliştirilmesi (EGOP)

Bu çalışmada AR-EGOP (Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı) ve EGOP (Erken Geometri Öğretim Programı) geliştirilmiştir. EGOP, okul öncesi dönemdeki çocuklara yönelik olarak geliştirilen; çocukların erken yaşta geometrik kavramları tanımalarını, karşılaştırmalar yapabilmelerini, uzamsal ilişkileri anlayabilmelerini ve temel şekil/cisim farkındalığı kazanmalarını hedefleyen yapılandırılmış bir öğretim programıdır.

EGOP, AR-EGOP programı ile aynı kuramsal çerçeveye, kazanımlara, göstergelere, alt alanlara ve etkinliklere sahiptir; ancak herhangi bir dijital uygulama veya AR tabanlı etkinlik barındırmamaktadır. Bu programın geliştirilme ve uygulanma amacı, AR-EGOP'un etkililiğini belirleyebilmek için karşılaştırmalı bir temel yapı sunmaktır. AR-EGOP programının etkisi yalnızca artırılmış gerçeklik teknolojisine mi dayanmakta yoksa öğretim programının kendisi (EGOP) doğrudan etkili bir yapı mı sunmakta? Bu bağlam üzerine odaklanılmaktadır.

Programda yer alan etkinliklerin, alt alanların, yöntem ve tekniklerin dağılımı ile materyallerin oluşturulması süreci tamamlandıktan sonra, uygulama aşamasına geçilmeye hazır hale gelmiştir. AR-EGOP ve EGOP uygulamalarının başlamasından önce, programın geçerlik ve güvenilirlik kanıtları detaylı biçimde incelenmiş; iç ve dış geçerliği tehdit edebilecek unsurlar belirlenerek bu unsurları kontrol altına almaya yönelik önlemler alınmıştır.

Geçerlik Kanıtları ve Geçerliği Tehdit Eden Unsurların Kontrolü

Araştırmanın deneysel aşaması kapsamında, geçerlik açısından iç ve dış geçerliği tehdit eden çeşitli faktörler mevcuttur. Bu bölümde, araştırmacı tarafından söz konusu tehditleri en aza indirmek amacıyla alınan önlemler açıklanmıştır. İç geçerlik, araştırma sürecinde bağımlı değişkende gözlemlenen değişimlerin, bağımsız değişkenlere atfedilebilme derecesi olarak tanımlanır (Fraenkel vd., 2012). Bu çalışmada iç geçerliği tehdit edebilecek unsurları ortadan kaldırmaya yönelik olarak aşağıda sıralanan önlemler alınmıştır:

1. Katılımcı Seçimi

İç geçerliğin sağlanabilmesi açısından, katılımcıların olası gelişimlerinin deneysel işleminden kaynaklandığının ileri sürülebilmesi için, grupların yansız olarak seçilmesi ya da eşleştirme yönteminin kullanılması önem arz etmektedir (Büyüköztürk, 2023). Bu doğrultuda, araştırma kapsamında yer alacak okullar, Gaziantep iline bağlı merkez ilçelerdeki ilkokullara bağlı anasınıfları arasından belirlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarının oluşturulmasında, Dijital Erken Geometri Testi'nin ön test verileri temel alınarak gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmayan çocuklar tercih edilmiştir. Ayrıca tüm katılımcıların daha önce artırılmış gerçeklik teknolojilerine yönelik herhangi bir eğitim almamış olmalarına dikkat edilmiştir. Böylelikle, deneysel işlem öncesinde benzer öğrenme geçmişine ve ön bilgi düzeyine sahip çocuklardan oluşan üç deney grubu ile bir kontrol grubu yapılandırılmıştır.

2. Katılımcı Kaybının Etkisi

Deneysel araştırmalarda, uygulama sürecinde katılımcıların çalışmadan ayrılması ya da ölçme araçlarına tam olarak katılamaması, iç geçerliği tehdit eden önemli unsurlardan biridir. Katılımcı kayıpları, özellikle gruplar arası dengenin bozulmasına ya da sonuçların yorumlanmasında yanlılıklara yol açabilmektedir (Büyüköztürk, 2023). Bu araştırma, iki deney grubu ve bir kontrol grubu olmak üzere toplam üç deneysel grup üzerinden yürütülmüştür. Uygulamalar sırasında, araştırmacının doğrudan uygulayıcı olarak görev aldığı deney1 grubunda 22 çocuk, sınıf öğretmenin uygulayıcı olduğu deney2 grubunda 13 çocuk, yine sınıf öğretmeni tarafından yürütülen deney3

grubunda 13 çocuk ve kontrol grubunda 14 çocuk yer almıştır. Araştırma kapsamında yürütülen programda yer alan etkinliklerin üçte ikisine (en az 18 etkinliğe) düzenli katılım şartı getirilmiştir. Bu koşulu sağlayamayan çocuklar çalışmadan çıkarılmıştır. Uygulama sürecinde bazı çocuklar çeşitli gerekçelerle sontest ve/veya kalıcılık testlerine katılamamıştır. Katılımcı kayıpları aşağıda özetlenmiştir:

Deney 1 grubu: Y5, ailesinin sağlık sorunları nedeniyle okula devam edememiştir. Y16, Y23 ve Y25, planlanan etkinliklere dokuzdan fazla kez katılım göstermedikleri için sontest ve kalıcılık testlerine dahil edilmemiştir.

Deney 2 grubu: C5 ve C11, benzer şekilde yeterli katılımı sağlayamadıkları için çalışma dışında bırakılmıştır.

Deney 3 grubu: İ5 ve İ15, etkinliklere katılım yetersizliği nedeniyle; İ11 ise taşınma nedeniyle yalnızca kalıcılık testine katılamamıştır.

Kontrol grubu: N1, taşınma sebebiyle sontest ve kalıcılık testlerinde yer alamamıştır.

Bu doğrultuda, araştırmanın uygulama süreci sonunda analizler, toplam 63 çocuk üzerinden gerçekleştirilmiştir. Katılımcı kayıpları, önceden belirlenen objektif ölçütlere dayalı olarak yönetilmiş ve tüm gruplar için eşit şekilde uygulanmıştır. Böylece, katılımcı kayıptan kaynaklanabilecek iç geçerlik tehditleri en aza indirilmeye çalışılmıştır.

3. Beklentilerin Etkisi

Deneyisel çalışmalarda, araştırmacıların ya da katılımcıların uygulamaya ilişkin bilgi sahibi olmaları, gözlenen performans üzerinde yanlılığa yol açabilir. Bu durum, özellikle deney grubunda yer alan bireylerin, işlemde beklenen sonucu gerçekleştirme yönünde bilinçli ya da bilinçsiz şekilde performanslarını artırma eğilimine girmeleriyle ortaya çıkabilir. Bu tür bir etki, hem iç geçerliği tehdit edebilir hem de sonuçların nesnelliğini zayıflatabilir. Bu nedenle, uygulama ve ölçme araçları hakkında katılımcılara ve uygulayıcılara sınırlı bilgi verilmesi önerilmektedir (Büyüköztürk, 2023). Bu doğrultuda, program uygulamasına geçilmeden önce, Deney 2 grubunda görev yapan öğretmene AR-EGOP programı; Deney 3 grubunda görev yapan öğretmene ise EGOP programı hakkında ön bilgilendirme yapılmıştır. Ancak, öğretmenlerin yalnızca kendi

uygulama süreçlerine dair bilgi sahibi olmaları sağlanmış; deneysel desenin genel yapısı ve diğer gruplara ilişkin içerikler hakkında bilgi verilmemiştir. Ayrıca, katılımcı çocuklara hangi grupta yer aldıkları bildirilmemiş, bu sayede performanslarını etkileyebilecek beklenti kaynaklı yanlılıkların önüne geçilmeye çalışılmıştır.

4. Veri Toplama Araçları

Veri toplama aracı etkisi, ölçme araçlarının deneysel koşullarda farklılaşması durumunda ortaya çıkar (Büyüköztürk, 2023). Araştırmada deney ve kontrol grubunda yer alan çocuklara öntest-sontest-kalıcılık testi olarak Dijital Erken Geometri Testi uygulanmıştır. Araştırmacı tarafından testin uygulanmasına yönelik hem test geliştirme (4 uygulayıcı) hem de deneysel işlem için (1 uygulayıcı) uygulayıcılara eğitim verilmiş ve bu puanlayıcılar arasında güvenirlik incelenmiştir.

5. Ön Test Etkisi

Deneysel araştırmalarda, aynı testin aynı katılımcılara belirli bir süre arayla birden fazla kez uygulanması durumunda, bireylerin teste aşinalık kazanmaları sonucu sontest performanslarında yapay bir artış gözlemlenebilir. Bu durum, ölçülen gelişimin aslında uygulanan deneysel işlemde değil, test tekrarına bağlı olarak gerçekleştiği izlenimini doğurabilir. Bu tür bir etki, özellikle öğrenme süreçlerini değerlendiren çalışmalarda iç geçerliği tehdit eden önemli faktörlerden biridir (Büyüköztürk, 2023). Bu bağlamda, ön testin sontest üzerindeki etkisini en aza indirmek amacıyla, deneysel işlem süresi boyunca doğrudan testle ilişkili etkinliklere yer verilmemiş; ayrıca dokuz haftalık eğitim programı tamamlandıktan sonra sontest uygulaması gerçekleştirilmiştir. Böylece, katılımcıların test maddelerine yönelik kısa süreli hatırlama veya öğrenilmiş tepki oluşturma olasılıkları azaltılmış ve elde edilen verilerin geçerliğini destekleyecek şekilde uygulama zamanlaması planlanmıştır.

6. Katılımcıların Geçmişi

Deneysel araştırmalarda, “geçmiş” olarak adlandırılan ve deneysel işlemde bağımsız bir şekilde katılımcıların performansını etkileyebilecek bilinmeyen değişkenler, iç geçerlik açısından tehdit oluşturabilir (Büyüköztürk, 2023). Bu tür etkiler, katılımcıların eğitimsel ya da çevresel geçmişlerinden kaynaklanabileceği gibi, öğretmen

deneyimi, okul koşulları veya uygulama zaman dilimi gibi faktörlere de bağlı olabilir. Bu araştırmada geçmiş etkisini azaltmak amacıyla gruplar, hem uygulama zaman dilimi hem de okul türü açısından dengeli bir şekilde yapılandırılmıştır. Deney1 grubu öğlen devresinde, deney2 grubu sabah devresinde uygulamaya katılmıştır. Deney 3 grubu ise farklı bir okuldan olup öğlen devresinde, kontrol grubu da aynı şekilde farklı bir okuldan olup sabah devresindedir. Böylelikle, aynı okul içindeki uygulamalardan kaynaklanabilecek bilgi aktarımı veya etkileşimlerin önüne geçilmiştir. Grupların öğretmenlerinin geçmiş deneyimlerinin benzerliğini sağlamak amacıyla, ön test uygulaması yapılan 10 sınıf arasından gönüllü olarak çalışmaya katılmak isteyen dört grubun öğretmenleri hakkında detaylı bilgi toplanmıştır. Bu amaçla hem öğretmenlerle bireysel görüşmeler yapılmış hem de okul yöneticilerinden bilgi alınmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, uygulamaya dahil edilen öğretmenlerin:

Kıdem süreleri 3 ila 6 yıl arasında değişmektedir, hiçbirinin özel okul deneyimi bulunmamaktadır, yüksek lisans eğitimi almadıkları belirlenmiştir, tümü Milli Eğitim Bakanlığı Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli programını uygulamaktadır ve tümü 5 yaş grubu ile çalışmaktadır. Bu ortak özellikler doğrultusunda, öğretmenlerin benzer mesleki geçmişe sahip oldukları sonucuna ulaşılmış ve bu durum, deneysel işlemin geçerliğine olumlu katkı sağlayacak şekilde değerlendirilmiştir.

7. Katılımcıların Olgunlaşması

Zamana bağlı olarak yürütülen deneysel araştırmalarda, katılımcıların doğal gelişim süreçleri veya yaşantılarındaki değişimlerden kaynaklanan ilerlemeler, deneysel işlemin etkisiyle karıştırılabilir. Bu tür değişimler, bireyin fiziksel, bilişsel, sosyal ya da duygusal gelişimine bağlı olarak ortaya çıktığında, olgunlaşma etkisi olarak adlandırılır ve iç geçerliği tehdit edebilir (Büyüköztürk, 2023).

Bu araştırmada olgunlaşma etkisini kontrol altına almak amacıyla, tüm deneysel grupların aynı yaş grubundaki çocuklardan oluşmasına ve benzer uygulama koşullarında bulunmasına dikkat edilmiştir. Gruplar, ölçüt örnekleme yöntemi kullanılarak, araştırmanın hedef kitlesine uygun biçimde yapılandırılmıştır. Ayrıca, uygulama öncesinde yapılan ön testler sonucunda gruplar arasında anlamlı fark olmadığı

belirlenmiş, bu doğrultuda gönüllü olan ve benzer niteliklere sahip öğretmenlerle çalışmaya devam edilmiştir. Bu uygulama, olgunlaşma etkisinin tüm gruplarda eş zamanlı ve benzer düzeyde gerçekleşmesini sağlayarak, deneysel işlemin etkisinin daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımıştır.

8. Dış Geçerlik ve Alınan Önlemler

Dış geçerlik, bir araştırmada elde edilen sonuçların farklı bireyler, farklı ortamlar ve farklı zaman dilimlerine genellenebilirliğini ifade eder (Creswell ve Plano Clark, 2015). Deneysel bir çalışmanın bulgularının yalnızca çalışmaya katılan örneklemle sınırlı kalmaması, benzer koşullarda bulunan başka bireyler ve bağlamlar için de geçerli olabilmesi açısından önemlidir. Bu bağlamda, bu araştırmada dış geçerliği tehdit edebilecek unsurlar göz önünde bulundurulmuş ve aşağıda belirtilen önlemler alınmıştır.

1. Örnekleme Etkisi

Dış geçerliği sınırlayan en yaygın faktörlerden biri, örneklemin yalnızca belirli bir bölge veya gruptan seçilmesi nedeniyle elde edilen bulguların daha geniş kitlelere genellenememesidir (Büyüköztürk, 2023). Bu çalışmada, ön test sürecine dahil edilen 10 farklı sınıf içerisinde ön test puanlarının denkliği esas alınarak seçilen ve gönüllü katılım sağlayan üç öğretmen ile çalışılmıştır. Ancak, çalışma gruplarının belirlenmesinde bazı sınırlılıklar söz konusu olmuştur. Özellikle sınıf mevcutları, okulun doğal yapısı nedeniyle araştırmacı tarafından müdahale edilemeyecek bir biçimde sabit kalmıştır.

2. Beklenti Etkisi

Dış geçerliği sınırlayan bir diğer unsur, katılımcıların deneysel sürece dahil olduklarının farkında olmalarından kaynaklanan davranış değişiklikleridir. Bu durum, beklenti etkisi olarak tanımlanmakta ve katılımcıların deneysel işleme veya ölçme araçlarına yönelik ön bilgileri doğrultusunda, işlemten beklenen etkiye uygun tepkiler verme eğilimi göstermelerine yol açabilmektedir (Büyüköztürk, 2023). Bu çalışmada, bu etkiyi azaltmak amacıyla katılımcılarla yalnızca uygulamanın genel özelliklerine dair bilgilendirme yapılmıştır. Bunlar; programın süresi (hafta sayısı),

etkinlik sayısı, kullanılacak materyaller, yöntem ve teknikler ile uygulama sürecinin işleyişine ilişkin teknik bilgilerdir.

3. Öntest ve Deneysel İşlem Etkileşim Etkisi

Dış geçerliği sınırlayabilecek bir diğer faktör ise ön test ile deneysel işlem arasındaki etkileşimdir. Katılımcıların deney öncesi ölçmeye tabi tutulmaları, onların deneysel işleme karşı duyarlılıklarını etkileyebilir ve bu durum, deneysel değişkenin doğrudan etkisinden farklı bir etki ortaya çıkarabilir (Büyüköztürk, 2023). Özellikle erken çocukluk dönemi gibi hassas öğrenme dönemlerinde bu etkileşim, sonuçların doğrudan deneysel uygulamaya atfedilmesini güçleştirebilir. Bu olası etki göz önünde bulundurularak, ön test–sontest ölçümleri arasında dokuz haftalık bir uygulama süreci planlanmış ve uygulanan etkinliklerin, doğrudan test maddelerine yönelik stratejiler içermemesine dikkat edilmiştir. Bununla birlikte, ön test-işlem etkileşiminin tamamen ortadan kaldırılması mümkün olmadığından, araştırma bulgularının yorumlanmasında bu sınırlılığın göz önünde bulundurulması önerilmektedir.

Güvenirlilik Kanıtları

Deneysel araştırmalarda uygulama güvenirliliği, müdahale programının planlandığı şekilde, belirlenen ilke ve adımlara sadık kalınarak yürütülüp yürütülmediğinin incelenmesini ifade eder. Bu tür bir güvenirlilik, deneysel sürecin içeriğine bağlı kalındığını ve elde edilen değişimlerin doğrudan müdahale programından kaynaklandığını ortaya koyabilmek açısından kritik bir öneme sahiptir (Peterson vd., 1982). Bu doğrultuda, bu araştırmada AR-EGOP ve EGOP programlarının uygulama süreci, önceden belirlenen etkinlikler, yöntem ve teknikler doğrultusunda sistematik bir biçimde yürütülmüştür. Tüm uygulama sürecinde hem araştırmacı hem de uygulayıcı öğretmenler, programın bütünlüğünü korumaya yönelik olarak yapılandırılmış yönergeleri izlemiş; belirlenen süre, materyal ve etkinlik sayısına uygun şekilde hareket edilmiştir. Bu çerçevede, deneysel işlemin güvenilir biçimde yürütüldüğü ve uygulama sürecinden kaynaklı sapmaların en aza indirildiği söylenebilir. Böylece, deneysel süreç sonunda gözlemlenen değişimlerin müdahale programına atfedilebilirliği güçlendirilmiştir.

3.3.2. Verilerin toplanması

Araştırma sürecinde veri toplama aşamasına geçilmeden önce ilgili tüm etik ve yasal izinler alınmıştır. Araştırmanın etik açıdan uygunluğunu belgelemek amacıyla Hasan Kalyoncu Üniversitesi Etik Kurulu'ndan onay alınmış (EK-5), uygulamaların Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı okul öncesi eğitim kurumlarında yürütülebilmesi için Millî Eğitim Bakanlığı'ndan resmi izin talep edilerek gerekli onay süreci tamamlanmıştır (EK-4). Ayrıca, çalışmada birebir uygulamalar içerecek veri toplama yöntemleri kullanılacağından, araştırmaya katılan çocukların ebeveynlerinden onam formu alınmıştır (EK-6).

Ölçme aracının geliştirilmesinde veri toplama süreci, veri toplama araçları başlığında ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Deneysel işlem sürecinde uygulanan öntest ve sontest ölçümleri, veri toplayan kişiden kaynaklı farklılaşmayı önlemek amacıyla test geliştirme aşamasında veri toplayan yüksek lisans öğrencisi tarafından yürütülmüştür. Yüksek lisans öğrencisi, çalışmadaki gruplara kör olacak şekilde sürece dâhil edilmiş; hangi grubun deney, hangisinin kontrol grubu olduğunu bilmeyecek şekilde veri toplamıştır. Bu sayede, ölçme sürecinde tarafsızlığın ve iç geçerliliğin korunması hedeflenmiştir. Öntestlerin ardından, önceden belirlenen kazanımlar temel alınarak geliştirilen öğretim programları uygulanmıştır. Sontest uygulaması, öntestte kullanılan araç ve prosedürlerle birebir aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Son olarak, deneysel sürecin kalıcılığını değerlendirmek amacıyla kalıcılık testi, yine aynı yüksek lisans öğrencisi tarafından toplanmıştır. Kalıcılık testi verilerinin, son testten üç hafta sonra toplanması planlanmış olmakla birlikte, öğretmenlerin seminer haftalarına denk gelmesi nedeniyle veri toplama süreci iki hafta sonra gerçekleştirilmiştir.

3.3.2.1. AR-EGOP ve EGOP'un deney gruplarında uygulanması

Ön deneme uygulaması; Deneysel işlem öncesinde, geliştirilen öğretim programının uygulanabilirliğini değerlendirmek ve uygulama sürecine ilişkin olası aksaklıkları önceden tespit edebilmek amacıyla ön deneme uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, programda yer alan 2., 11. ve 20. etkinlikler (baştan-ortadan-sondan) seçilerek ön deneme uygulamasına dahil edilmiştir. Uygulamalar sırasında etkinlik akışları, materyal uygunluğu, çocukların tepkileri ve dijital araçların işlevselliği gözlemlenmiş; programın sahaya uygulanabilirliği değerlendirilmiştir.

Ön deneme uygulaması sürecinde, “Ahşap Geometrik Şekiller–AR” materyaline ait uygulamanın güncelliğini yitirmiş olması nedeniyle tabletlere indirilemediği fark edilmiştir. Bu durum, teknik altyapının sürekliliği açısından önemli bir bulgu olarak değerlendirilmiş ve ilgili etkinliğin yürütülebilmesi amacıyla, benzer niteliklere sahip alternatif bir AR uygulaması kullanılmıştır. Bu değişiklik dışında, seçilen etkinliklerin içerik, süre, araç-gereç ve çocuk etkileşimi açısından hedeflenen sürece uygun olduğu gözlemlenmiştir. Bu ön pilot uygulama, ana uygulamaya geçmeden önce programın saha gerçekliğine uygunluğunu test etme açısından önemli katkılar sağlamış ve uygulamaların sorunsuz yürütülebilmesi için gerekli önlemlerin alınmasına olanak tanımıştır.

Deney gruplarında programın uygulanması; Araştırmanın uygulama sürecinde, deneysel desene uygun olarak Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı (AR-EGOP) ve Erken Geometri Öğretim Programı (EGOP) farklı deney gruplarında yürütülmüştür. AR-EGOP programı, iki ayrı deney sınıfına uygulanmış; bu sınıflardan birinde program araştırmacı, diğerinde ise sınıfın öğretmeni tarafından yürütülmüştür. EGOP programı bir deney grubunda sınıfın öğretmeni tarafından uygulanmıştır. Bu anlamda üç deney grubu oluşturulmuştur. Deneysel sürecin başlamasından önce, uygulamanın sistemli, tutarlı ve sağlıklı bir biçimde yürütülmesini sağlamak amacıyla, deney gruplarında yer alan öğretmenlere yönelik eğitim oturumları

gerçekleştirilmiştir. Bu eğitimlerin içeriğinde; programın felsefesi ve temel amacı, dayandığı ilkeler ve yapısal özellikleri, kullanılacak materyallerin tanıtımı, artırılmış gerçeklik uygulamalarının teknik ve pedagojik yönleriyle sınıf ortamında nasıl kullanılacağı, uygulama sürecine ilişkin ayrıntılı akış, öğretmen ve çocuğun program sürecindeki rolleri, etik ilkelere uyum ve kişisel verilerin korunmasına ilişkin prosedürler ele alınmıştır. Bu doğrultuda, AR-EGOP ve EGOP programlarını uygulayacak öğretmenlerle ayrı ayrı planlanan, hedef odaklı eğitim oturumları gerçekleştirilmiştir. Tüm eğitim faaliyetleri, araştırmacı tarafından yürütülmüş olup bir gün sürmüştür. EGOP’u uygulayacak olan öğretmene, AR uygulamaları ile ilgili ya da araştırmanın deneysel tasarımına ilişkin hiçbir bilgi verilmemiş; bu sayede öğretmenin uygulama sürecine yönelik tutum ve davranışlarının tarafsız kalması ve deneysel değişkenin etkisinin daha net gözlemlenmesi sağlanmaya çalışılmıştır.

Program uygulamaları, 9 hafta boyunca haftada 3 gün olacak şekilde toplamda 27 oturumda planlanmış ve yürütülmüştür. Etkinlikler, önceden belirlenen altı alt alan doğrultusunda sıralanmış ve kazanım-gösterge temel alınarak yapılandırılmıştır. Etkinliklerin tutarlılık ve planlılık ilkesine uygun şekilde yürütülmesini sağlamak amacıyla, her hafta uygulanacak etkinlik içerikleri bir hafta öncesinden dijital olarak ekleriyle birlikte öğretmenlere iletilmiştir. Böylece öğretmenlerin etkinliklere ön hazırlık yapmaları ve materyal kullanımına önceden hâkim olmaları sağlanmıştır. Ayrıca etkinliklerin her biri öncesinde uygulamaya yönelik fiziksel ve pedagojik hazırlıklar tamamlanmış, uygulama ortamı kontrol edilmiştir.

AR-EGOP kapsamında yürütülen uygulamalarda, çocukların dijital materyallerle etkileşimli bir şekilde çalışmaları amacıyla her sınıf için 6 tablet kullanılmıştır. Tabletler yalnızca AR-EGOP uygulamalarında kullanılmış; EGOP grubunda ise herhangi bir dijital araç ya da artırılmış gerçeklik içeriğine yer verilmemiştir. AR-EGOP uygulamalarında çocuklar, genellikle 3 ila 5 kişilik gruplar hâlinde kümelenendirilmiş ve her gruba bir tablet verilmiştir. Grup içinde tabletin ortak kullanımı gerçekleştirilmiş; bu sayede çocuklar birlikte gözlem yapma, sırasını bekleme, arkadaşının hakkına saygı gösterme ve iş birliği

içinde öğrenme gibi sosyal-duygusal becerileri geliştirme fırsatı sunulmuştur. İşbirlikli öğrenmeleri desteklenmiştir.

Uygulama sürecinin bütünlüğünü ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla, etkinliklerin planlanan şekilde yürütülüp yürütülmediğini değerlendirmek üzere araştırmacı tarafından hazırlanan kontrol listeleri kullanılmıştır (EK-2, EK-3). Hem öğretmen hem de araştırmacı tarafından gerçekleştirilen uygulamalar, bağımsız bir gözlemci (okul öncesi öğretmenliği bölümü 4. sınıf öğrencisi) tarafından izlenmiş ve üç etkinliğin uygulama sürecine (13., 19., ve 25. etkinlikler gözlemlenmiştir.) ilişkin kontrol listeleri doldurularak gözlem verisi toplanmıştır. AR-EGOP ve EGOP uygulama sürecine ilişkin elde edilen bulguların frekans ve yüzde değerleri Tablo 27.'de verilmiştir.

Tablo 27. AR-EGOP ve EGOP uygulama süreci öğretmen gözlem formu değerlendirme sonuçları

Madde No	Maddeler	Evet		Kısmen		Hayır	
		f	%	f	%	f	%
1.	Eğitim ortamı, belirlenen kazanım ve göstergelere uygun olacak şekilde düzenlenmiş mi?	8	88,89	1	11,11	-	-
2.	Etkinlik materyalleri, işitsel/görsel uyarıcılar ve diğer kaynaklar eksiksiz ve çalışır durumda mı?	6	66,67	2	22,22	1	11,11
3.	Eğitim ortamı, belirlenen kazanım ve göstergelere göre çocukların etkin katılımını destekleyecek şekilde düzenlenmiş mi?	7	77,78	2	22,22	-	-
4.	Etkinlik öncesinde, çocuklarla yapılan ısınma çalışmaları plana uygun şekilde gerçekleştirildi mi?	5	55,56	3	33,33	1	11,11
5.	Etkinlik sırasında, çocukların anlamadığı veya yapamadığı durumlarda, öğretmen açıkça yönlendirme yapıp geri bildirimde bulundu mu?	3	33,33	5	55,56	1	11,11
6.	Öğretmenin etkinliği uygulama süreci plana uygun mu?	4	44,44	4	44,44	1	11,11
7.	Öğretmen çocukların dikkatini çekerek etkin katılımı sağlıyor mu?	3	33,33	4	44,44	2	22,22
8.	Öğretmen sorduğu sorular aracılığıyla çocuklarla interaktif iletişim kuruyor mu?	3	33,33	3	33,33	3	33,33
9.	Her çocuğun eşit şekilde sürece katılımı sağlanıyor mu?	5	55,56	3	33,33	1	11,11
10.	Öğretmen, beden dili, jest, mimik ve ses tonunu etkin bir şekilde kullanarak, mesajını net ve anlaşılır bir biçimde iletiyor mu?	3	33,33	5	55,56	1	11,11
11.	Belirlenen zaman dilimi, etkinlik süresince planlı ve verimli şekilde kullanıldı mı?	5	55,56	1	11,11	3	33,33
12.	Öğretmenin etkinliği uygulama sırası planda verilenle örtüşüyor mu?	6	66,67	2	22,22	1	11,11

13.	Öğretmen tabletleri etkinlik planına uygun şekilde kullandı mı?	5	55,56	3	33,33	1	11,11
14.	Geometrik kavramları öğrenme sürecinde etkinlik planına uygun şekilde önce somut materyaller ardından AR uygulamaları kullanıldı mı? *(EGOP gözlem formunda yer almamaktadır, deney1 ve deney2 için hesaplanmıştır.)	5	83,33	1	16,66	-	-
15.	Çocukların AR uygulamalarını kullanmaları için etkinlik planına uygun şekilde onları teşvik etti mi? *(EGOP gözlem formunda yer almamaktadır, deney1 ve deney2 için hesaplanmıştır.)	4	66,67	1	16,66	1	16,66
16.	Etkinlik planındaki değerlendirme araçları kullandı mı? (Karşılaştırma Şeması, T Tablosu vb.)	7	77,78	1	11,11	1	11,11
17.	Etkinlik sonu değerlendirmelerinde tüm çocukların görüşlerine yer verildi mi?	7	77,78	-	-	2	22,22
18.	Etkinlik sonu değerlendirmelerindeki tüm sorular çocuklara soruldu mu?	7	77,78	-	-	2	22,22

Tablo 27.'de AR-EGOP ve EGOP'un uygulama sürecine ilişkin öğretmen gözlem formu ile gözlemlenen üç etkinlik için elde edilen sonuçlar incelendiğinde; Yüksek düzeyde uygulanan maddeler: Madde 1 (%88,89), Madde 3 (%77,78), Madde 16 (%77,78), Madde 17 (%77,78), Madde 18 (%77,78) gibi maddeler öğretmenlerin eğitim ortamını kazanım ve göstergelere uygun biçimde düzenlediklerini ve etkinlik sonunda çocukların görüşlerini alma konusunda özen gösterdiklerini ortaya koymaktadır. Bu maddelerde gözlem sonuçlarında “evet” yanıtı oldukça yüksek, bu da uygulamaların planla uyumlu ve çocuk merkezli yapıldığını göstermektedir. Orta düzeyde uygulanan maddeler: Madde 2, 4, 11, 13 ve 14 gibi maddelerde “evet” oranı %55,56 civarındadır. Bu durum, bazı öğretmenlerin materyal kullanımında ve zaman yönetiminde zorlandığını ya da uygulamada tutarsızlıklar olduğunu düşündürülebilir. Düşük düzeyde uygulanan maddeler: Madde 5, 6, 7, 8, 10 gibi maddelerde “evet” yanıtları %33,33 ila %44,44 aralığında yer almaktadır. Bu maddeler genellikle öğretmenin etkileşimsel becerileri ve çocuğa yönelik bireysel farkındalık düzeyiyle ilgilidir. Örneğin;

Madde 5: Çocuğu açık yönlendirme ve geri bildirim %33,33

Madde 8: Etkileşimli iletişim kurma %33,33

Madde 10: Jest, mimik ve ses tonunun etkili kullanımı %33,33

Bu düşük oranlar, öğretmenlerin sınıf içi iletişim ve bireysel farkındalık gerektiren noktalarda desteğe ihtiyaç duyduklarını göstermektedir. AR ile ilgili özel maddeler (sadece deney1 ve deney2): Madde 14 ve 15, AR'ın plan dahilinde ve teşvik edici biçimde kullanımı ile ilgilidir. Uygulanma oranları sırasıyla %83,33 ve %66,67 olup bu maddeler öğretmenlerin teknolojiyi sürece entegre ettikme yüzdelerini göstermektedir.

Kontrol grubu; Deneysel sürecin metodolojik bütünlüğünü sağlamak ve kontrol grubundaki kazanım düzeylerinin deney gruplarıyla karşılaştırılabilirliğini sağlamak amacıyla, kontrol grubunda görev yapan öğretmene, deneysel işlem başlamadan önce AR-EGOP ve EGOP programında yer alan kazanımlar hakkında bilgilendirme yapılmış ve bu kazanımlar yazılı olarak iletilmiştir (EK-1). Deneysel işlem süreci boyunca öğretmenle herhangi bir görüşme yapılmamış; süreç tamamlandıktan sonra, öğretmene ilgili kazanım ve göstergelere eğitim programında yer verip vermediği sorulmuştur. Öğretmen, bu kazanımları düzenli olarak olmasa da eğitim süreçlerine dâhil ettiğini ifade etmiştir.

3.4. Verilerin Analizi

Araştırmada, öntest–sontest–kalıcılık ölçümlerine sahip, kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Katılımcıların zaman içindeki gelişimlerini değerlendirmek amacıyla, her birey için fark puanları (sontest–öntest, kalıcılık- sontest ve kalıcılık–öntest) hesaplanmıştır. Fark puanları üzerinden elde edilen veriler, 4 grup (AR-EGOP-araştırmacı, AR-EGOP-öğretmen, EGOP-öğretmen, kontrol) arasında karşılaştırılmış ve gruplar arası farkları incelemek amacıyla tek faktörlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Bu analizle, farklı uygulamaların katılımcıların gelişim puanları üzerinde gruplar arasında anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığı istatistiksel olarak test edilmiştir. Etki büyüklüklerinin yorumlanmasında Cohen'in (1988) önerdiği sınıflamalar esas alınmıştır: 0.20 ve altı küçük, 0.50 orta, 0.80 ve üzeri büyük etkiyi ifade etmektedir. Veri analizleri için JASP ve SPSS istatistik programı kullanılmıştır. Öncelikle, verilerin analizinde kullanılacak olan Dijital Erken Geometri

Testi (DEGT)'nin geçerlik ve güvenirlik analizleri gerçekleştirilmiştir. Geçerlik çalışmaları kapsamında: Kapsam geçerliği, uzman görüşleri doğrultusunda belirlenen Kapsam Geçerlik İndeksi (KGI) ile değerlendirilmiştir. Yapı geçerliği ise Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) ve Doğrulamalı Faktör Analizi (DFA) yoluyla test edilmiştir. DFA sonuçlarının değerlendirilmesinde aşağıdaki model uyum indeksleri dikkate alınmıştır: RMSEA ≤ 0.08 iyi uyum; ≤ 0.05 mükemmel uyum (Jöreskog ve Sörbom, 1993), $\chi^2/sd \leq 2.5$ mükemmel uyum (Kline, 2005), CFI ve TLI ≥ 0.90 iyi uyum (Fidell ve Tabachnick, 2003; Marsh ve Hau, 1996), SRMR < 0.05 iyi uyum (Hooper vd., 2008). Güvenirlik çalışmaları kapsamında: İç tutarlılık için Cronbach Alfa katsayısı hesaplanmıştır, zamana bağlı tutarlılık için Test-tekrar test güvenirliği değerlendirilmiştir. Bir yapıyı ölçen testin, aynı yapıyı ölçtüğü bilinen geçerliliği kanıtlanmış bir başka test ile korelasyonu için ölçüt geçerliği incelenmiştir (Çelik, 2000: 51). Dijital Erken Geometri Testi'nin geçerlik ve güvenirlik süreçleri tamamlandıktan sonra, kontrol ve deney gruplarına ait veri toplama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Analizlerin ilk aşamasında, verilerin normal dağılım özellikleri incelenmiştir. Her grubun tekrarlı ölçümünde verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığını incelemek için betimsel istatistikler ile çarpıklık ve basıklık katsayıları incelenmiştir. Bu değerlerin -1,5 ile +1,5 arasında olması verilerin dağılımının normal dağılımdan çok büyük sapma göstermediğinin kanıtıdır (Fidell ve Tabachnick, 2003). Tablo 28.'de sonuçlara yer verilmiştir.

Tablo 28. Deney1, deney2, deney3 ve kontrol grubunun Dijital Erken Geometri Testi öntest, sontest ve kalıcılık testi ölçümlerine ait normallik testi sonuçları

		N	$\bar{X}$	SS	Minumum	Maximum	Çarpıklık	Çarpıklık Hata	Basıklık	Basıklık Hata
Deney1	Öntest	22	17,545	4,687	5	26	-0,423	0,491	0,766	0,953
	Sontest	22	27,273	7,923	14	42	0,177		-0,885	
	Kalıcılık	22	28,364	6,666	15	40	-0,138		-0,459	
Deney2	Öntest	13	20,385	6,384	6	28	-0,802	0,616	0,769	1,191
	Sontest	13	27,486	6,644	16	40	-0,070		-0,406	
	Kalıcılık	13	29,231	6,353	16	36	-0,824		-0,087	
Deney3	Öntest	13	23,769	6,392	14	40	1,306	0,616	2,791	1,191
	Sontest	13	28,615	6,935	21	47	1,517		3,445	
	Kalıcılık	13	29,154	6,681	20	44	0,684		0,516	
Kontrol	Öntest	14	20,000	6,349	10	34	0,812	0,597	0,781	1,154
	Sontest	14	20,571	6,333	12	37	1,261		2,556	
	Kalıcılık	14	20,071	7,119	12	39	1,453		2,884	

Tablo 28. incelendiğinde, Deney1 grubunda yer alan 22 çocuğun öntest ölçümlerine ilişkin puan ortalamasının 17,545, standart sapmasının 4,867 olduğu görülmektedir. Aynı grubun sontest puan ortalaması 27,273, standart sapması ise 7,923 olarak hesaplanmıştır. Kalıcılık testi puanlarının ortalaması 28,364, standart sapması ise 6,666'dır. Bu grubun çarpıklık değerleri sırasıyla öntest için -0,423, sontest için 0,177, kalıcılık için -0,138; basıklık değerleri ise öntestte 0,766, sontestte -0,885 ve kalıcılıkta -0,459 olarak gözlemlenmiştir. Deney2 grubunda yer alan 13 çocuğun öntest puan ortalaması 20,385, standart sapması 6,384; sontest ortalaması 27,486, standart sapması 6,644; kalıcılık testi ortalaması ise 29,231, standart sapması 6,353 olarak hesaplanmıştır. Çarpıklık değerleri öntest için -0,802, sontest için -0,070, kalıcılık için -0,824; basıklık değerleri ise sırasıyla 0,769, -0,406 ve -0,087'dir. Deney 3 grubunda yer alan 13 çocuğun öntest puan ortalaması 23,769, sontest puan ortalaması 28,615, kalıcılık puan ortalaması ise 29,154'tür. Standart sapma değerleri sırasıyla 6,392, 6,935 ve 6,681 olarak hesaplanmıştır. Bu grubun çarpıklık değerleri öntestte 1,306, sontestte 1,517, kalıcılıkta 0,684; basıklık değerleri ise sırasıyla 2,791, 3,445 ve 0,516'dır. Kontrol grubunda yer alan 14 çocuğun öntest ortalaması 20,000, Sontest ortalaması 20,571, Kalıcılık testi ortalaması 20,071'dir. Bu grubun standart sapma değerleri sırasıyla 6,349, 6,333 ve 7,119; çarpıklık değerleri ise 0,812, 1,261, 1,453; basıklık değerleri ise 0,781, 2,556 ve 2,884 olarak hesaplanmıştır.

Grupların öntest, sontest ve kalıcılık ölçümlerine ait çarpıklık ve basıklık değerleri değerlendirildiğinde, -1,5 ile +1,5 aralığında kaldığı görülmektedir. Bu durum, ölçümlerin normal dağılıma uygun olduğunu göstermektedir (Fidell ve Tabachnick, 2003). Veri setinin parametrik testler için uygun olduğu söylenebilir. Bu doğrultuda, ilgili analizlerde parametrik testlerin kullanılması uygun görülmüştür. Tablo 29.'da deney1, deney2, deney3 ve kontrol grubunun Dijital Erken Geometri Testi fark puanları ölçümlerine ait normallik testi sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 29. Deney1, deney2, deney3 ve kontrol grubunun Dijital Erken Geometri Testi fark puanları ölçümüne ait normalite testi sonuçları

Fark Puanları	Gruplar	N	$\bar{X}$	SS	Minimum	Maximum	Çarpıklık	Çarpıklık Hata	Basıklık	Basıklık Hata
Sontest-Öntest	Deney1	22	9,727	5,248	1	20	0,350	0,491	-0,587	0,953
	Deney2	13	7,462	4,276	1	18	1,066	0,616	1,285	1,191
	Deney 3	13	4,846	3,460	0	10	-0,004	0,616	-1,328	1,191
	Kontrol	14	0,571	4,363	10	7	-0,978	0,597	1,388	1,154
Kalıcılık Testi-Sontest	Deney1	22	1,091	3,584	-5	8	-0,225	0,491	-0,807	0,953
	Deney2	13	1,385	3,969	-4	10	0,797	0,616	0,598	1,191
	Deney 3	13	0,538	3,992	-4	10	1,025	0,616	1,237	1,191
	Kontrol	14	-0,500	3,525	-6	7	0,867	0,597	0,374	1,154
Kalıcılık Testi-Öntest	Deney1	22	10,818	4,747	4	23	1,338	0,491	1,798	0,953
	Deney2	13	8,846	4,200	1	17	0,239	0,616	0,307	1,191
	Deney 3	13	5,385	4,464	0	13	0,736	0,616	-0,813	1,191
	Kontrol	14	0,071	3,689	-5	6	0,127	0,597	-1,347	1,154

Tablo 29. incelendiğinde deney1, deney2, deney3 ve kontrol grubunun Dijital Erken Geometri Testi'ne ilişkin üç farklı fark puanı ölçümüne (öntest–sontest, sontest–kalıcılık ve öntest–kalıcılık) ait çarpıklık ve basıklık değerleri verilmiştir. Fark puanlarına ilişkin normal dağılıma uygunluk, çarpıklık ve basıklık değerlerine göre değerlendirilmiştir. Öntest-sontest fark puanlarında; deney1 grubunun ortalaması 9,727; çarpıklık değeri 0,350 ve basıklık değeri -0,587'dir. Deney2 grubunun ortalaması 7,462 olup, çarpıklık değeri 1,066 ve basıklık değeri 1,285 olarak görülmektedir. Deney3 grubunun ortalaması 4,846, çarpıklığı -0,004, basıklığı ise -1,328'dir. Kontrol grubunun ortalaması 0,571 olup, çarpıklık değeri -0,978 ve basıklık değeri 1,388'dir. Sontest-kalıcılık testi fark puanlarında; deney1 grubunun ortalaması 1,091; çarpıklık değeri -0,225, basıklık değeri -0,807 olarak hesaplanmıştır. Deney2 grubu için ortalama 1,385; çarpıklık 0,797 ve basıklık 0,598'dir. Deney3 grubunun ortalaması 0,538, çarpıklığı 1,025, basıklığı 1,237; kontrol grubunun ortalaması -0,500, çarpıklığı 0,867, basıklığı 0,374'tür. Öntest-kalıcılık fark puanlarında ise; deney1 grubu ortalaması 10,818; çarpıklık değeri 1,338, basıklık değeri 1,798; deney2 ortalaması 8,846; çarpıklık 0,239, basıklık 0,307; deney3 ortalaması 5,385; çarpıklık 0,736, basıklık -0,813; kontrol grubunun ortalaması 0,071 olup, çarpıklık değeri 0,127, basıklık değeri ise -1,347'dir. Fark puanlarına ilişkin çarpıklık ve basıklık değerleri incelendiğinde, değerler -1,5 ile +1,5 aralığında yer almakta olup, bu da verilerin yaklaşık olarak normal dağılıma uygun olduğunu göstermektedir (Fidell ve Tabachnick, 2003). Bu doğrultuda, veri seti için parametrik analiz yöntemlerinin kullanılması uygun görülmüştür.

Çalışma grubundaki katılımcı sayısı 50'nin üzerinde olduğu için, normalliği test etmek amacıyla Kolmogorov–Smirnov testi uygulanmıştır. Verilerin analizinde, her bireyin öntest, sontest ve kalıcılık testi puanları arasındaki fark alınarak gelişim puanları elde edilmiştir. Bu gelişim puanları üzerinden yapılan analizlerde, farklı grupların gösterdiği gelişim düzeylerinin birbirinden anlamlı olarak farklı olup olmadığı tek faktörlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ile test edilmiştir. Bu analizle, deney ve kontrol gruplarının gelişim düzeyleri karşılaştırılmış, gruplar arası farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla post-hoc testleri (Bonferroni) uygulanmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırmanın temel amacı doğrultusunda “Artırılmış gerçeklik destekli öğretim uygulamaları, 60-72 aylık düşük sosyoekonomik düzeyden gelen okul öncesi çocukların erken geometri becerisini geliştirmede etkili midir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Bu kapsamda tasarlanan yarı deneysel desen tasarımında çocukların Dijital Erken Geometri Testinden aldıkları öntest-sontest-kalıcılık ortalama puan ve standart sapma değerleri Tablo 30.’da verilmiştir.

Tablo 30. Dijital Erken Geometri Testi ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Öntest			Sontest			Kalıcılık		
	N	$\bar{x}$	SS	N	$\bar{x}$	SS	N	$\bar{x}$	SS
Deney1	26	17,26	4,93	22	27,27	7,92	22	28,36	6,66
Deney2	15	20,33	5,96	13	27,84	6,64	13	29,23	6,35
Deney3	16	23,06	6,34	14	27,92	7,14	13	29,15	6,68
Kontrol	15	19,53	6,37	14	20,57	6,33	14	20,07	7,11

Tablo 30.’da görüldüğü üzere, Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programına katılan deney1 grubundaki çocukların deney öncesi Dijital Erken Geometri Testi puan ortalamaları 17,26 iken, bu değer deney sonrasında 27,27; kalıcılık testinde ise 28,36 olmuştur. Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı’na katılan deney2 grubundaki çocukların Dijital Erken Geometri Testi öntest puan ortalamaları 20,33 iken deney sonrasında bu değer 27,84; kalıcılık testinde ise 29,23 olmuştur. Artırılmış Gerçeklik Destekli Olmayan Erken Geometri Öğretim Programı’na katılan deney3 grubundaki çocukların Dijital Erken Geometri Testi puan ortalamaları 23,06 iken deney sonrasında bu değer 27,92; kalıcılık testinde ise 29,15 olmuştur. Kontrol grubundaki çocukların aynı ortalama puanları sırasıyla 19,53; 20,57ve 20,07’dir. Tablo 31.’de Dijital Erken Geometri Testi fark puanlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir.

Tablo 31. Dijital Erken Geometri Testi fark puanlarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri

Fark Puanları	Gruplar	N	$\bar{X}$	SS
Sontest-Öntest	Deney1	22	9,727	5,248
	Deney2	13	7,462	4,276
	Deney 3	13	4,846	3,460
	Kontrol	14	0,571	4,363
Kalıcılık Testi-Sontest	Deney1	22	1,091	3,584
	Deney2	13	1,385	3,969
	Deney 3	13	0,538	3,992
	Kontrol	14	-0,500	3,525
Kalıcılık Testi-Öntest	Deney1	22	10,818	4,747
	Deney2	13	8,846	4,200
	Deney 3	13	5,385	4,464
	Kontrol	14	0,071	3,689

Tablo 31. incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının Dijital Erken Geometri Testi'nden elde ettikleri fark puanlarının ortalama ve standart sapma değerlerine yer verilmiştir. Bu fark puanları, öntest-sontest, sontest-kalıcılık ve öntest-kalıcılık testi arasındaki gelişimi yansıtmaktadır. Öntest-sontest farkları incelendiğinde Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı'nın araştırmacı tarafından uygulandığı deney1 grubunda fark puanı ortalaması 9,73; aynı programın öğretmen tarafından uygulandığı deney2 grubunda 7,46 olarak hesaplanmıştır. Artırılmış Gerçeklik desteği olmadan uygulanan deney3 grubunun ortalama fark puanı 4,85, geleneksel yöntemle eğitim alan kontrol grubunun ise 0,57'dir. Sontest-kalıcılık testi fark puanları değerlendirildiğinde, deney1, deney2 ve deney3 gruplarında sırasıyla 1,09, 1,39 ve 0,54 ortalama puan farkı elde edilmiştir. Kontrol grubunda ise bu fark negatif yönde olup -0,50 olarak hesaplanmıştır. Ön test-kalıcılık testi fark puanlarına bakıldığında ise deney1 grubunun ortalaması 10,82, deney2 grubunun 8,85, deney3 grubunun 5,39, kontrol grubunun ise 0,07'dir.

Erken geometri becerisine ilişkin olarak, deney öncesi ve sonrası ile kalıcılık testine dayalı ölçümler arasındaki gelişim düzeylerinin, gruplar arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla fark puanları üzerinden analiz yapılmıştır. Bu kapsamda, öntest-sontest, sontest-kalıcılık testi ve öntest-kalıcılık testi fark puanları ayrı ayrı ele alınarak, her bir fark türü için tek yönlü varyans analizi (One-

Way ANOVA) uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına ilişkin bulgular Tablo 32.'de sunulmuştur.

Tablo 32. Dijital Erken Geometri Testi fark puanları için tek faktörlü ANOVA sonucu

Fark Puanları	Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	η^2
Sontest-Öntest	Grup	761,672	58	253,891	12,063	<0,001*	0,384
	Gruplar arası	1220,715	3	21,047			
	Toplam	1983,387	61				
Kalıcılık Testi-Sontest	Grup	25,923	58	9,974	0,713	0,548	
	Gruplar arası	811,626	3	13,994			
	Toplam	1983,387	61				
Kalıcılık Testi-Öntest	Grup	761,672	58	253,891	12,063	<0,001*	0,384
	Gruplar arası	1220,715	3	21,047			
	Toplam	1983,387	61				

*p<0,05

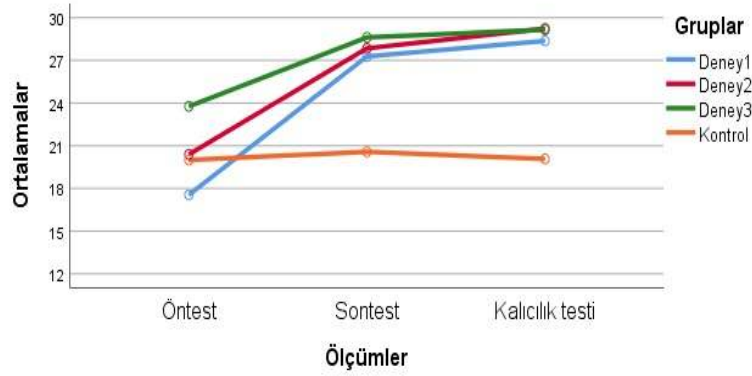
Tablo 32. incelendiğinde, sontest-öntest fark puanları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir, ($F(3, 58) = 12,063$, $p < 0,05$, $\eta^2 > 0,14$). Bu sonuç, deneysel uygulamaların çocukların geometri becerisinde anlamlı bir gelişim sağladığını göstermektedir. Hesaplanan etki büyüklüğüne göre bu fark geniş düzeyde bir etkiye karşılık gelmektedir (Cohen, 1988). Kalıcılık testi-sontest fark puanları için yapılan analizde ise, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır, ($F(3, 58) = 0,713$, $p > 0,05$). Bu durum, uygulamadan sonra elde edilen değişimlerin tüm benzer düzeyde devam ettiğini göstermektedir. Kalıcılık testi-öntest fark puanları açısından yapılan analizde ise, yine gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur, ($F(3, 58) = 12,063$, $p < 0,05$, $\eta^2 > 0,14$). Bu sonuç, öğrenmenin uzun vadeli etkilerinde de deneysel uygulamaların etkili olduğunu göstermektedir. Anlamlı farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan post-hoc karşılaştırmalar (Bonferroni Testi) sonuçlarına Tablo 33.'te yer verilmiştir.

Tablo 33. Deney ve kontrol grupları ile fark puanlarının ikili karşılaştırmalarına ilişkin Bonferroni Testi sonuçları

Fark Puanları	Grup	Ölçümler	Ortalama Farkı	Standart Hata	Cohen d	p
Sontest-Öntest	Deney1	Deney2	2,66	1,605	0,494	0,980
		Deney3	4,881	1,605	1,064	0,021*
		Kontrol	9,156	1,568	1,996	<.001*
	Deney2	Deney3	2,615	1,799	0,570	0,909
		Kontrol	6,890	1,767	1,502	0,002*
	Deney3	Kontrol	4,275	1,767	0,932	0,112
Kalıcılık Testi-Sontest	Deney1	Deney2	-0,294	1,309	-0,079	1,000
		Deney3	0,552	1,309	0,148	1,000
		Kontrol	1,591	1,279	0,425	1,000
	Deney2	Deney3	0,846	1,467	0,226	1,000
		Kontrol	1,885	1,441	0,504	1,000
	Deney3	Kontrol	1,038	1,441	0,278	1,000
Kalıcılık Testi-Öntest	Deney1	Deney2	1,972	1,524	0,453	1,000
		Deney3	5,434	1,524	1,247	0,004*
		Kontrol	10,747	1,490	2,467	<.001*
	Deney2	Deney3	3,462	1,709	0,795	0,284
		Kontrol	8,775	1,678	2,014	<.001*
	Deney3	Kontrol	5,313	1,678	1,219	0,015*

Tablo 33. incelendiğinde, sontest-öntest fark puanları açısından deney1 (AR-EGOP-araştırmacı) grubu ile diğer gruplar karşılaştırıldığında deney1 ile deney3 (EGOP-öğretmen) grubu arasında anlamlı fark vardır ($p<0,05$, Cohend >0.80), deney1 ile kontrol grubu arasında da anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$, Cohend >0.80). Bu sonuçlar, araştırmacı tarafından uygulanan AR-EGOP'un hem EGOP hem de geleneksel yönetime göre anlamlı düzeyde daha etkili olduğunu göstermektedir. Deney2 (AR-EGOP-öğretmen) ile kontrol grubu arasında anlamlı fark vardır ($p<0,05$, Cohend >0.80), bu da öğretmen tarafından uygulanan AR-EGOP'un da geleneksel yönetime kıyasla etkili olduğunu göstermektedir. Ancak deney2 ile deney3 ve deney1 arasında anlamlı fark gözlenmemiştir. Kalıcılık testi-sontest fark puanları açısından bu aşamada, hiçbir grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu bulgu, deney gruplarının elde ettikleri öğrenmeleri kontrol grubu ise rutindeki öğrenmelerini benzer düzeyde sürdürdüklerini göstermektedir. Kalıcılık testi-öntest fark puanları açısından deney1 grubu, hem Deney 3 ile ($p<0,05$, Cohend >0.80) hem de kontrol grubu ile ($p<0,05$,

Cohend>0.80) karşılaştırıldığında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu, araştırmacı tarafından uygulanan AR-EGOP'un etkili öğrenmeyi sağladığını ortaya koymaktadır. Ayrıca deney2 grubu ile kontrol grubu arasında da anlamlı fark vardır ($p<0,05$, Cohend>0.80), deney3 grubu ile kontrol grubu arasında da fark anlamlıdır ($p<0,05$, Cohend>0.80). Deney1, deney2, deney3 ve kontrol gruplarının öntest, sontest ve kalıcılık ölçümlerinden elde edilen Dijital Erken Geometri Testi puan ortalamalarına ilişkin değişim grafiği Şekil 15.'te verilmiştir.



Şekil 15. Deney1, deney2, deney3 ve kontrol gruplarının öntest, sontest ve kalıcılık ölçümlerinden elde edilen Dijital Erken Geometri Testi puan ortalamalarına ilişkin değişim grafiği

Şekil 15. etkileşim grafiğinde deney1, deney2, deney3 ve kontrol grubundaki çocukların erken geometri testi öntest, sontest ve kalıcılık testi ölçümlerinin ortalamalarına yer verilmiştir. Bu grafik, deney1, deney2, deney3 ve kontrol grubundaki çocukların erken geometri testi öntest, sontest ve kalıcılık testi ölçümlerinden elde edilen puan ortalamalarının, ölçümler arasında anlamlı bir fark olup olmadığına bakılmaksızın analizler yoluyla elde edilen bulguların şekilsel gösterimidir.

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu bölümde AR-EGOP ve EGOP'un okul öncesi dönem çocukların erken geometri becerisine etkisine ilişkin bulgular tartışılmış ve yorumlanmıştır.

5.1. Artırılmış Gerçeklik Destekli Olan (AR-EGOP) ve Artırılmış Gerçeklik Destekli Olmayan (EGOP) Programların Okul Öncesi Çocukların Erken Geometri Becerisine Etkisine Yönelik Bulguların Tartışılması

Araştırmanın temel amacı doğrultusunda, “Artırılmış gerçeklik destekli öğretim uygulamaları, 60-72 aylık düşük sosyoekonomik düzeyden gelen okul öncesi çocukların erken geometri becerisini geliştirmede etkili midir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Bu kapsamda deney1 (AR-EGOP araştırmacı tarafından uygulanan), deney2 (AR-EGOP öğretmen tarafından uygulanan) ve deney3 (EGOP öğretmen tarafından uygulanan) gruplarına uygulanan öğretim programlarının, çocukların erken geometri becerisi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Tek faktörlü ANOVA sonuçlarına göre, öntest-sontest fark puanları incelendiğinde; deney1 ile deney3 ve deney1 ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p<0,05$). Buna karşın, deney1 ile deney2 grubu arasındaki fark puanları istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Benzer şekilde, deney2 ile deney3 grubu arasında da anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($p>0,05$). Ancak, deney2 ile kontrol grubu arasında öntest–sontest fark puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). Deney3 ile kontrol grubu arasındaki öntest–sontest fark puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>.05$). Sontest ile kalıcılık testi arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>.05$). Öntest-kalıcılık testi fark puanları incelendiğinde; deney1 grubu hem deney3 grubu ile hem de kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($p<0,05$). Bununla birlikte, deney2 grubu ile kontrol grubu arasında da anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$). Ayrıca, deney3 grubu ile

kontrol grubu arasındaki fark da istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). Özetle tüm deney gruplarının öntest-kalıcılık testleri arasındaki fark puanlarında kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Bu bulgular, uygulanan programların kalıcı öğrenme sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte, etki büyüklükleri (Cohen's d) incelendiğinde; deney1 (AR-EGOP, araştırmacı tarafından uygulanan) grubunda, deney2 (AR-EGOP, öğretmen tarafından uygulanan) ve deney3 (EGOP, öğretmen tarafından uygulanan) grubunda geniş düzeyde bir etki büyüklüğü bulunmuştur. Kontrol grubunda ise anlamlı bir gelişim gözlemlenmemiştir. Bu sonuçlar, artırılmış gerçeklik teknolojisinin okul öncesi dönemdeki çocukların erken geometri becerisini geliştirmede etkili bir araç olduğunu ve öğrenmenin kalıcılığı üzerinde olumlu bir etkisi bulunduğunu göstermektedir. Bulguların ışığında bu etkinin olası nedenleri tartışılmıştır.

Elde edilen bulgular, AR-EGOP (deney1-araştırmacı tarafından uygulanan) ile EGOP (deney3-öğretmen tarafından uygulanan) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu; AR-EGOP'un ve EGOP'un etki büyüklüğünün ulusal programa göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark yarattığını ortaya koymuştur. Bu durum, AR teknolojisinin öğretim programlarının yapısını zenginleştirdiği ve öğrenme çıktıları olumlu yönde etkilediği yönündeki literatür bulgularını desteklemektedir (Billinghurst ve Duenser, 2012; Gecu-Parmaksız ve Deliağaoğlu, 2017; Gecu-Parmaksız ve Deliağaoğlu, 2018; Nadzri vd., 2023; Wu vd., 2024; Zhou vd., 2020). Son yıllarda gerçekleştirilen ve bu araştırmayla benzer özellikler taşıyan çalışmalardan biri olan Wu vd., (2024) AR destekli matematiksel resimli kitapları, AR destekli olmayan matematiksel resimli kitapları ve geleneksel matematik metinleri karşılaştırmıştır. Çalışmada AR destekli matematiksel resimli kitapların, çocukların geometrik düşünme becerilerini geliştirmekte, bilişsel yüklerini azaltmakta ve akış deneyimlerini artırmakta geleneksel yöntemlere göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yine bir başka çalışmada, Nadzri vd. (2023) araştırmalarında AR destekli GeomAR3 modülünü, aynı içerikte ancak AR olmayan geleneksel Geom3 modülüyle karşılaştırmıştır. Çalışmada, AR destekli modülün, çocukların geometri başarılarını artırmada, uzun süreli öğrenmeyi

desteklemede ve problem çözme becerilerini geliştirmede geleneksel modüle göre anlamlı şekilde daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca GeomAR'ın çocukların geometrik kavramları daha iyi görselleştirmelerini, üç boyutlu şekillerin özelliklerini anlamalarını ve formül uygulamalarında daha doğru sonuçlara ulaşmalarını sağladığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmaların her ikisi de ilkökul 4. sınıf düzeyindeki öğrencilerle gerçekleştirilmiş olup, okul öncesi çocuklara yönelik benzer nitelikte araştırmaların sınırlı olduğu görülmüştür (Okatan, 2024; Tekindemir Gedik, 2024). Okatan (2024), çalışmasında okul öncesi çocukların AR destekli STEM etkinlikleri, AR destekli olmayan STEM etkinlikleri ve halihazırda uygulanan müfredatı karşılaştırarak okul öncesi çocukların bilim öğrenmeleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmanın sonucunda STEAM etkinliklerinin çocukların bilim öğrenmelerini anlamlı şekilde artırdığını, AR destekli STEAM uygulamalarının ise en yüksek başarıyı sağladığını ve kalıcı öğrenme etkisi yarattığını göstermektedir. Okul öncesi dönem çocukları ile yapılan diğer bir çalışmada, artırılmış gerçeklik destekli ters yüz sınıf modelinin okul öncesinde deprem eğitimi üzerindeki etkisi incelenmiştir (Tekindemir Gedik, 2024). Deney grupları ters yüz eğitim modeli ve artırılmış gerçeklik destekli ters yüz eğitim modeli olarak belirlenmiş, kontrol grubuna ise mevcut program uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda artırılmış gerçeklik destekli ters yüz eğitimin, geleneksel eğitim yöntemlerine ve yalnızca ters yüz eğitime kıyasla daha etkili olduğu bulunmuştur. Bu bulgular, AR'ın dahil edildiği programların AR içermeyen programlara kıyasla daha etkili olduğunu ortaya koyan bu çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Artırılmış Gerçeklik uygulamaları, erken çocukluk eğitiminde öğrenme sürecini hem görsel hem de deneyimsel açıdan zenginleştirerek çocuklar için daha etkili hale getirmektedir (Bujak vd., 2013; Yao vd., 2024). Bu çalışmadan elde edilen bulgular AR-EGOP ile EGOP arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, AR teknolojisinin öğretim programlarının yapısını zenginleştirdiği ve öğrenme çıktılarını olumlu yönde etkilediği yönündeki literatür bulgularını desteklemektedir. Bu teknolojinin en önemli katkılarında biri, soyut kavramları üç

boyutlu ve etkileşimli içeriklerle somutlaştırarak çocukların kavramsal anlayışını kolaylaştırmasıdır (Bujak vd., 2013; Yao vd., 2024; Zhufeng ve Sitthiworachart, 2024). Özellikle geometrik şekillerin döndürülmesi, parçalanması, birleştirilmesi gibi uzamsal işlemler, çocukların somut işlemler döneminde oldukları dikkate alındığında, artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla daha kolay anlamlandırılabilir (Kucirkova, 2014; Moyer-Packenham ve Westenskow, 2013). AR, bu süreci destekleyerek çocukların dikkat sürelerini uzatmakta (Garzón vd., 2019), öğrenme motivasyonlarını artırmakta (Vivianti ve Ratnawati, 2020) ve öğrenilen bilgileri gerçek yaşamla ilişkilendirmelerine olanak tanımaktadır. AR sunduğu çoklu duyuya hitap eden yapılar sayesinde çocuklara hem bilişsel hem de duyuşsal alanlarda gelişimsel açıdan destek sağlamaktadır (Kosko ve Ferdig, 2016). Bu doğrultuda, AR destekli öğrenme ortamları çocuklara yalnızca bilgi sunmakla kalmaz, aynı zamanda öğrenmeye karşı olumlu tutum geliştirmelerine, merak duygularının uyarılmasına ve aktif katılımlarının teşvik edilmesine katkı sağlar (Al-Dokhny ve Drwish, 2021; Billingham ve Duenser, 2012; Çetintav ve Yılmaz, 2022; Gecu-Parmaksız ve Delialioğlu, 2018; Jesionkowska vd., 2020; Köse, 2008; Morales vd., 2019; Nadzri vd., 2023; Wu vd. 2024; Sudirman vd., 2022). Bu çalışmanın bulguları, AR-EGOP uygulamasının EGOP'a kıyasla erken çocukluk dönemindeki çocukların geometri öğrenme sürecine anlamlı katkılar sunduğunu ortaya koymuştur. Özellikle deney1 ve deney2 gruplarının son test ve kalıcılık testlerindeki performansı, AR destekli öğrenme ortamlarının bilişsel kazanımları güçlendirdiğini göstermektedir. Bu bulgu, AR'nin sunduğu üç boyutlu ve etkileşimli içeriklerin, çocukların soyut geometrik kavramları daha kolay anlamlandırmalarına yardımcı olduğu yönündeki önceki çalışmalarla (Bujak vd., 2013; Yao vd., 2024; Zhufeng ve Sitthiworachart, 2024) örtüşmektedir. Bu bağlamda, deney1 ve deney2 gruplarında Her ne kadar AR uygulamalarının dikkat yönetimi, kullanılabilirlik, sınıf yönetimi ve sınıf içi entegrasyon gibi bazı pedagojik ve teknik zorlukları olduğu belirtilmiş olsa da (Kuzgun, 2019; Radu, 2014; Tanrıverdi, 2022), mevcut araştırmalar bu teknolojilerin çocukların öğrenme performansını, motivasyonunu ve etkinliklere katılım düzeyini anlamlı biçimde artırdığını da ortaya koymaktadır (Akçayır ve Akçayır, 2017; Bacca vd., 2014). AR-EGOP ve EGOP

programları geliştirilirken Öğrenme Rotaları Yaklaşımı temel alınmıştır. Bu yaklaşımının temel alınması, çocukların erken yaşlarda geometri becerilerini geliştirmelerinde önemli bir rol oynayabilir. Literatürde, öğrenme rotaları (learning trajectories), erken çocukluk dönemindeki matematik öğretiminde etkili ve sistematik bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. ABD'de gerçekleştirilen büyük ölçekli deneysel araştırmada, 42 okul öncesi sınıfına öğrenme rotalarına dayalı bir matematik müfredatı uygulanmıştır. Müdahale grubu, Building Blocks programı üzerinden öğrenme rotalarıyla eğitim almış, kontrol grubu ise geleneksel öğretimi sürdürmüştür. Müdahale grubundaki çocuklar matematiksel kavramları daha derin ve kalıcı öğrenmiş, ölçme, şekil tanıma ve uzamsal ilişkilerde anlamlı gelişme göstermiştir (Clements vd., 2011). Clements ve Sarama (2007) öğrenme rotaları destekli dijital araçların okul öncesi çocukların matematiksel kavramları edinmesindeki rolünü incelemiştir. Teknoloji destekli öğrenme rotalarının, özellikle şekil tanıma ve ölçme konularında başarıyı artırdığı bulunmuştur. Yine 5-6 yaş çocuklarına öğrenme rotaları temelli matematik eğitimi verilen deneysel bir çalışmada deney grubundaki çocuklar, problem çözme ve şekil tanıma becerilerinde anlamlı gelişim göstermiştir. Ayrıca çocukların geometriye yönelik olumlu tutumları da artmıştır. Clements vd. (2019) tarafından yapılan bir diğer araştırmada, öğretimin çocukların mevcut bilişsel düzeylerinden yalnızca bir seviye ileriye hedeflemesinin, iki seviye ötesini hedefleyen öğretimden daha etkili olduğu bulunmuştur. Bu bulgu, öğrenme rotalarının gelişimsel olarak uygunluk ilkesini temel aldığını ve çocukların hazır bulunuşluk düzeyine uygun hedefler belirlemenin öğretim sürecinde kritik bir unsur olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın sonucunda da deney1, deney2 ve deney3 grubundaki çocukların erken geometri becerisinde artış görülmektedir. Bu nedenle, mevcut çalışma, öğrenme rotalarının okul öncesi dönem matematik eğitiminde etkili bir yaklaşım olduğunu destekler niteliktedir.

Elde edilen bulgular ayrıca, EGOP programının da çocukların erken geometri becerisini geliştirme konusunda ulusal programa kıyasla etkili olduğunu göstermektedir. EGOP, geometri öğrenimini sistematik bir biçimde altı alt boyut (Topolojik İlişkiler; Konum ve Uzamsal İlişkiler; Dönüşüm ve Simetri; Geometrik Şekillerin Özellikleri ve

Geometrik Şekilleri Oluşturma; Geometrik Cisimlerin Özellikleri ve Geometrik Cisimleri Oluşturma; Uzamsal Görselleştirme) altında yapılandırmaktadır. Her alt boyutun kendi içinde açık kazanımları ve gözlenebilir göstergeleri tanımlıdır. EGOP programının temel alt boyutlarından biri olan topolojik ilişkiler, çocukların erken dönem uzamsal düşünme becerilerinin gelişiminde öncü bir rol oynamaktadır. Özellikle yön, konum gibi topolojik kavramlar, çocukların uzamsal düşünmeyi anlamaları açısından bir temel teşkil etmektedir (Clements ve Sarama, 2014). Bu nedenle, programın öğretim sürecini topolojik ilişkilerle başlayıp ardından geometrik şekillerin özelliklerine yönelmesi, bilişsel gelişim açısından anlamlı ve yapılandırılmış bir öğrenme rotası sunmaktadır. Bu özellik aynı zamanda programın alt boyutlarının içeriğinin öğrenme rotaları temel alındığından gelişimsel sıraya uygun şekilde yapılandırıldığını göstermektedir (Clements ve Sarama, 2014). Nitekim araştırmalar, küçük yaştaki çocukların öncelikle topolojik kavramları fark etmeye ve kullanmaya daha yatkın olduklarını, bu becerilerin daha sonra gelişen projeksiyonel ve öklidyen uzamsal anlayış için bir ön koşul niteliği taşıdığını göstermektedir (Piaget ve Inhelder, 1956; Battista, 2007). EGOP'un öğretime topolojik ilişkilerle başlaması, alt boyutlarının kapsamı, gelişimsel uygunluk açısından pedagojik temellere dayandığını göstermektedir.

Araştırma bulguları, EGOP ve AR-EGOP programlarının, geometri öğretimine yönelik farklı bir yapı ve içerik sunarak çocukların geometrik düşünme becerilerine anlamlı katkılar sağladığını göstermektedir. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Okul Öncesi Eğitim Programı (TYMM-OÖEP), geometriyi genellikle temel şekillerin tanınması, isimlendirilmesi ve karşılaştırılması gibi başlangıç düzeyindeki kazanımlar çerçevesinde ele almakta; bu kazanımları Matematiksel Beceriler başlığı altında diğer öğrenme alanlarıyla entegre şekilde sunmaktadır. Bu yaklaşım, erken yaş grubuna uygun sade ve bütüncül bir öğrenme hedefi taşımaktadır. Buna karşın EGOP programı, geometri alanını daha çok boyutlu bir çerçevede ele almakta; bilişsel, görsel, uzamsal ve biçimsel yönleri ayrı ayrı dikkate alarak kavramsal derinliği artırmaktadır. Bu programda yalnızca temel şekiller değil; çember, elips, beşgen, altıgen, yamuk, paralelkenar gibi daha gelişmiş

şekillere ve çeşitli geometrik cisimlere (küp, koni, silindir, küre vb.) de yer verilerek çocukların geometrik kavramlara erken yaşta daha kapsamlı şekilde tanışması sağlanmaktadır. Araştırma verileri, bu çeşitliliğin özellikle deney gruplarının öntest-sontest ve kalıcılık puanlarında anlamlı artışlara yansıdığını göstermektedir. AR-EGOP programında ise artırılmış gerçeklik teknolojisinin entegrasyonu, uzamsal görselleştirme, simetri oluşturma ve sanal nesnelerle etkileşim gibi üst düzey becerilerin gelişimine katkı sunmuştur. Katılımcıların teknoloji destekli etkileşimli öğrenme ortamlarında gösterdikleri gelişim, ulusal materyal destekli ortamlara kıyasla daha güçlü bir öğrenme deneyimi sunduğunu göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, TYMM-OÖEP temel geometri kavramlarını oyun temelli ve materyal destekli bir yaklaşımla kazandırmayı amaçlarken, EGOP ve AR-EGOP programları geometri öğretimini daha geniş bir kapsamda ve kavramsal olarak derinlemesine ele almakta; özellikle AR-EGOP, teknolojinin sunduğu olanaklarla çocukların deneyim temelli öğrenmelerini desteklemektedir. Bu farklı yaklaşımlar, araştırma kapsamında elde edilen bulgular doğrultusunda öğrenme çıktılarının niteliğinde anlamlı farklar yaratmış ve EGOP ile AR-EGOP'un etkili öğretim programları olarak öne çıkmasına neden olmuş olabilir.

AR uygulamaları belirli bir hedef olmadan kullanıldığında, çocukların bilişsel çabayı hedeflenen bilgiye yönlendirme yeteneği azalabilir ve bu nedenle AR, uygulamanın odak noktası değil öğrenme hedeflerini destekleyen bir araç olmalıdır (Oranç ve Küntay, 2019). AR bu yaklaşımla eğitim sürecine entegre edildiğinde, çocukların farklı ortamlar arasında öğrenme transferinde yaşadıkları zorlukları aşmalarına yardımcı olabilir. Başka bir deyişle AR, 3B gerçek dünya ile 2B dijital dünya arasındaki sınırları bulanıklaştırarak, öğrenme ve transfer bağlamları arasındaki mesafeyi azaltabilir. Nitekim bu çalışmada, AR uygulamalarının pedagojik temellere dayalı olarak (Clements ve Sarama, 2009; Freudenthal, 1991; Milgram ve Kishino, 1994; NCTM, 2000; Vygotsky, 1978), geliştirilen müdahale programına entegre edilmesi, elde edilen bulgular üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olmuş olabilir.

Burada dikkat çeken bir diğer önemli bulgu, deney grupları arasında etki büyüklüğünün farklılaşmasıdır. AR-EGOP'un EGOP'a göre daha geniş etki büyüklüğüne sahip olması, teknolojik desteğin kavramların somutlaştırılması ve görselleştirilmesi açısından öğrenmeyi daha da pekiştirdiğini göstermektedir (Moyer-Packenham ve Westenskow, 2013). AR ile yapılan çalışmaların çoğunda çocukların öğrenme düzeyleri üzerinde orta düzeyde etki büyüklüğü bulunmuştur (Garzon vd., 2019). Ancak bu çalışmanın bulguları, literatürde belirtilen genel eğilimin ötesinde önemli bir farklılık ortaya koymaktadır. AR-EGOP programının uygulandığı deney1 ve deney2 gruplarında geniş etki büyüklüğü saptanmıştır. Bu açıdan, araştırma artırılmış gerçeklik uygulamalarının yalnızca orta düzeyde değil, uygun şekilde yapılandırılmış öğretim programları ve etkin uygulayıcı desteğiyle birlikte sunulduğunda, okul öncesi çocukların öğrenme düzeyleri üzerinde geniş etki yaratabileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada, AR uygulamaları 3 ila 5 çocuktan oluşan küçük gruplar halinde uygulanmıştır. Artırılmış gerçekliğin grup temelli öğrenme ortamlarında kullanılması, çocukların etkileşim yoluyla kavramsal anlam yapılarını destekleyebileceği gibi, öğrenme sürecine yönelik motivasyonlarını da artırabilir. Dolayısıyla, AR uygulamalarının grup çalışmaları bağlamında yürütülmesinin, elde edilen etki büyüklüğü ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar yaratması üzerinde bir rol oynamış olabileceği düşünülmektedir. Çocukların grup çalışmasından en iyi şekilde yararlanabilmeleri için sosyal destekleyici yapılara (scaffolding) ihtiyaçları vardır (Oranç ve Küntay, 2017). Uygulama etrafında gerçekleşen sosyal iş birliği, yalnızca yetişkinlerle değil, akranlarla birlikte öğrenmenin de önemli bir boyutudur (Radu, 2014). 2 ila 7 yaş arasındaki çocukların bir AR uygulamasındaki temel bir görevi tek başlarına çözemedikleri ve bunu başarmak için daha büyük yaştaki akranlarını gözlemlemeleri gerektiği ifade edilmektedir (Bodén vd., 2013). AR uygulamasının nasıl çalıştığını akranlarıyla birlikte keşfetmeleri, çocukların eğitsel içeriği tartışmalarına ve birlikte düşünmelerine olanak tanıyarak hem katılımlarını hem de öğrenmelerini desteklemiş olabilir.

Araştırma sonuçlarına göre, deney1 (AR-EGOP, araştırmacı uygulayıcı) ve deney2 (AR-EGOP, öğretmen uygulayıcı) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Bu bulgu, her iki grupta uygulanan öğretim programı, etkinlik içerikleri, materyaller ve dokümanların tamamen aynı olmasından kaynaklanmaktadır. Programın yapısal gücü ve materyal desteği sayesinde benzer öğrenme çıktıları elde edilmiştir. Özellikle yapılandırılmış öğretim programlarının, uygulayıcılar arasında farklılıklar bulunsu dahi, etkinliğini sürdürdüğü literatürde vurgulanmaktadır (Guskey, 2002). OECD (2017) raporlarına göre de erken çocuklukta uygulanan programların başarısı büyük ölçüde program kalitesine ve uygulamaların tutarlılığına bağlıdır. Dolayısıyla, deney2 grubundaki öğretmen her ne kadar araştırmacı kadar ayrıntılı biçimde programa bağlı kalmamış olsa da uygulanan programın niteliği bu farkın öğrenme çıktısına belirgin şekilde yansımamasını sağlamış olabilir. Araştırmacı tarafından uygulanan AR-EGOP (deney1) ile öğretmen tarafından uygulanan AR-EGOP'un (deney2) etki büyüklükleri incelendiğinde iki uygulamada da geniş düzeyde etki büyüklüğü elde edilmesi ve bu iki grupta istatistiksel olarak anlamlı farklılık çıkmaması programın etkililiğinin uygulayıcıdan bağımsız olarak sürdürülebildiğine işaret etmektedir.

Müdahale programlarının uygulama güvenilirliğini sağlamak amacıyla hem araştırmacı hem de öğretmenler tarafından gerçekleştirilen uygulamalar, aynı gözlemci tarafından değerlendirilmiştir. Gözlem sürecinde, daha önce hazırlanmış ve uzman görüşleri doğrultusunda yapılandırılmış iki ayrı gözlem formu kullanılmıştır: AR-EGOP uygulamaları için EK-2, EGOP uygulamaları için EK-3 gözlem formu kullanılmıştır. Gözlemler, uygulayıcıların programa ne ölçüde bağlı kaldıklarını, etkinliklerin kazanımlarla ne derece örtüştüğünü ve materyal kullanım yeterliliğini sistematik olarak değerlendirmek üzere tasarlanmıştır. Gözlem sonuçları, öğretmenlerin araştırmacıya kıyasla uygulamaları daha yüzeysel ele aldığını, özellikle AR uygulamalarının etkileşimli ve pedagojik kullanımında anlamlı farklılıklar bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, deney1 ve deney3 gruplarında istatistiksel olarak anlamlı fark çıkarken deney 2 ve deney 3 grubunda farkın anlamlı olmamasına sebep olmuş olabilir. Aynı zaman da etki

büyükliklerinin sıralı biçimde azalma göstermesinin temel nedenlerinden biri olarak da değerlendirilebilir. Nitekim literatürde de öğretmenlerin teknolojik pedagojik içerik bilgisi (TPACK) yeterliklerinin artırılmasının, artırılmış gerçeklik gibi yenilikçi uygulamaların sınıf içi etkililiğini doğrudan etkilediği belirtilmektedir (Baran, 2014; Wu vd., 2013). Neyin öğretildiği değil, nasıl öğretildiği de öğrenme çıktılarında belirleyicidir (Yılmaz ve Gökteş, 2017). Araştırmacı, programın geliştiricisi olarak kazanım-gösterge ilişkisini daha tutarlı biçimde yönetebilmiş, öğrenme ortamını yapılandırma ve çocukların dikkatini sürdürme açısından daha etkin bir yaklaşım sergilemiştir. Ancak bu yaklaşımın araştırmacının uygulama yaptığı deney1 grubunun deney2 grubuna kıyasla anlamlı derece farklılık gösterecek kadar güçlü olmadığı araştırma sonuçlarında görülmektedir.

Yoklama kayıtları incelendiğinde, deney2 grubunda uygulama günlerinde okula devam etmeyen çocuk sayısının deney1 grubuna kıyasla belirgin şekilde fazla olduğu görülmüştür. Bu durumun, deney2 ile deney3 grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık çıkmamasına sebep olabileceği düşünülmektedir. Nitekim, deneysel çalışmalarda katılımcı devamlılığı, müdahalenin etkililiği üzerinde önemli bir belirleyicidir (Fraenkel vd., 2012). Çocukların müdahale sürecine kesintisiz olarak katılım göstermeleri hem öğrenme süreçlerinin bütünlüğü hem de elde edilen çıktıların geçerliliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu doğrultuda, deney1 ve deney3 gruplarındaki çocukların oturumlara deney2 grubuna kıyasla daha düzenli katılım göstermeleri, deney2 ile deney3 grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemesinin olası nedenlerinden biri olduğu düşünülmektedir.

Araştırmacı, programın geliştiricisi ya da uzmanı olarak hem kavramsal derinliğe sahiptir hem de uygulama sırasında kazanım-gösterge ilişkilerini etkin bir şekilde yönetebilir. Öğretmenler ise kısa süreli eğitim aldıkları için hem AR-EGOP/EGOP programının felsefesini hem de kazanımların nasıl yapılandırılacağını sınırlı düzeyde anlamlandırmış olabilir. Öğretmen eğitimi, bu noktada belirleyici bir değişken olarak öne çıkmaktadır. AR uygulamalarının etkili olabilmesi için öğretmenlerin yalnızca teknolojik beceriye değil, aynı zamanda teknolojiyi entegre edebilecek pedagojik bilgiye de sahip olmaları gerekmektedir (Kucirkova, 2014). Kısa süreli eğitimler, öğretmenlerin yalnızca

bilgi düzeyinde AR hakkında fikir edinmelerine olanak tanırken, sınıf içi uygulamada teknolojiyi pedagojik amaçla nasıl kullanacaklarına dair beceri geliştirmelerini yeterince desteklememektedir (Cheng ve Tsai, 2013; Yoon vd., 2012). Bu nedenle yalnızca teknolojinin sınıfa entegre edilmesi yeterli değildir; öğretmenin bu teknolojiyi öğrenme-öğretme süreciyle nasıl bütünleştirdiği belirleyici rol oynamaktadır. Dunleavy ve Dede (2014) AR'ın öğrenme süreçlerine entegrasyonunda öğretmen rolünün belirleyici olduğunu vurgulamaktadır. Bu durum, deney2 ile deney3 grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemesinin sebeplerinden biri olabilir.

Araştırmanın bir diğer bulgusu deney3 ve kontrol grubu arasındaki farkın son testte değil kalıcılık testinde ortaya çıkmasıdır. Bu bağlamda, AR destekli öğrenme, çocuklara daha yoğun duyuşsal ve görsel uyaranlar sunduğu için, anlamlandırma ve kavramsal yapı kurma süreçlerini hızlandırabilmektedir (Dunleavy ve Dede, 2014). AR'ın somutlaştırmayı kolaylaştırıcı etkisi, erken çocukluk döneminde öğrenmenin hızlı içselleştirilmesine katkı sağlar (Akçayır ve Akçayır, 2017). Diğer yandan, AR'ın etkisinin erken ortaya çıkması ise sadece bilişsel değil, aynı zamanda duyuşsal bileşenlerle de ilgili olabilir. Bacca vd., (2014), artırılmış gerçeklik ortamlarında çocukların ilgisinin, merakının ve motivasyonunun arttığını ve bunun öğrenme sürecini hızlandığını vurgulamaktadır. Bu bağlamda, AR-EGOP uygulanan gruplarda öğrenme kazanımları kısa vadede ortaya çıkmış ve öntest-son test puanları arasında anlamlı farklar gözlemlenmiştir. Buna karşılık, EGOP uygulanan grupta anlamlı değişim daha uzun vadede, öntest ve kalıcılık testi arasındaki süreçte ortaya çıkmıştır.

6. ÖNERİLER

Bu bölümde öncelikle araştırmadan elde edilen bulgulara dayalı olarak ulaşılan sonuçlar doğrultusunda uygulayıcılara ve araştırmacılara yönelik öneriler sunulmuştur.

6.1. Araştırmacılara yönelik öneriler

- AR-EGOP ve EGOP programları kullanılarak, farklı değişkenler açısından deneysel araştırmalar tasarlanabilir. Bu tür çalışmalar, programların çeşitli bilişsel, duyuşsal ve psikomotor beceriler üzerindeki etkilerini çok boyutlu biçimde ortaya koyarak, uygulamaların kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır.
- Uygulayıcı etkisinin kontrol altına alınması açısından, AR-EGOP, EGOP ve kontrol grubundaki tüm uygulamaların aynı kişi tarafından gerçekleştirilmesi, uygulayıcı kaynaklı farklılıkların en aza indirilmesine katkı sağlayabilir.
- Gelecekte yürütülecek deneysel çalışmalarda, öğretmen eğitimlerinin süresi ve niteliği sabit tutularak ya da kontrollü değişken olarak ele alınarak, farklı uygulama modelleri (ör. uzun süreli destekli eğitim, eşzamanlı mentörlük vb.) karşılaştırmalı olarak değerlendirilebilir.
- Farklı sosyoekonomik düzeylere sahip çocuk grupları üzerinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının etkileri, karşılaştırmalı araştırma tasarımlarıyla incelenerek, eğitimde fırsat eşitliği bağlamında daha kapsamlı çıkarımlar yapılabilir.
- Çocukların geometri beceri düzeylerinin belirlenmesinde ve farklı programların etkililiğini değerlendirmede Dijital Erken Geometri Testi (DEGT) geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olarak kullanılabilir.
- Bu araştırma nicel desende tasarlanmıştır, bu nedenle elde edilen bulguların derinlemesine yorumlanmasında eksikler bulunmaktadır. Bu nedenle, uygulama sürecine ilişkin çocuk, öğretmen ve ebeveyn görüşlerinin de dahil edildiği nitel

araştırmaların yapılması, artırılmış gerçekliğin ğretim süreçlerine etkisini çok boyutlu biçimde ortaya koyabilir.

- Artırılmış gerçeklik destekli uygulamaların yalnızca matematik değil, diğer öğrenme alanlarındaki etkileri de incelenerek, çoklu alanlarda beceri gelişimine katkısı değerlendirilebilir. Bu durum, artırılmış gerçekliğin disiplinler arası öğrenmeye katkısını ortaya koymak açısından önemlidir.
- Artırılmış gerçeklik destekli programların etkisini değerlendirmek üzere 3, 6 ve 12 aylık takip ölçümleriyle desteklenen boylamsal çalışmaların gerçekleştirilmesi, programın uzun vadeli etkilerini ortaya koymada faydalı olacaktır.

6.2. Uygulamaya yönelik neriler

- Artırılmış gerçeklik teknolojisinin okul öncesi eğitimde etkin kullanılabilmesi için, öğretmenlerin bu teknolojiye yönelik pedagojik ve teknik yeterliklerinin artırılması gerekmektedir. Bu doğrultuda, öğretmenlere yönelik uzun süreli, uygulamalı ve mentörlük destekli hizmet içi eğitim programları düzenlenmesi önerilmektedir.
- Okul yönetimleri tarafından gerekli diğital donanım ve teknik alt yapı desteği sunulmalıdır. Bu bağlamda, artırılmış gerçeklik uygulamalarını destekleyen mobil cihazların temini ve sınıf ortamında etkin kullanımına yönelik rehberlik hizmetleri sunulabilir.
- Özellikle düşük sosyoekonomik düzeydeki bölgelerde görev yapan öğretmenlerin, diğital materyalleri etkili biçimde kullanabilmesi için uygulamada eşitlik sağlanabilir.
- Diğital Erken Geometri Testinin (DEGT) kullanılması, çocukların mevcut düzeylerinin belirlenmesi ve buna uygun bireyselleştirilmış ğretim stratejilerinin geliştirilmesi açısından uygulayıcılara önemli bir veri kaynağı sunacaktır.

KAYNAKÇA

- Abrar, M. F., Islam, M. D. R., Hossain, M. S., Islam, M. M., & Kabir, A. (2019). Augmented reality in education: A study on preschool children, parents, and teachers in Bangladesh. In J. Y. C. DOI:[10.1007/978-3-030-21565-1_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-21565-1_14)
- Adjie, N., Putri, S. U., & Dewi, F. (2022). Improvement of basic math skills through Realistic Mathematics Education (RME) in early childhood. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(3), 1647–1657. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i3.1832>
- Afnan, A., Muhammad, K., Khan, N., Lee, M. Y., Imran, A. S., & Sajjad, M. (2021). School of the Future: A Comprehensive Study on the Effectiveness of Augmented Reality as a Tool for Primary School Children's Education. *Applied Sciences*, 11(11), 5277. <https://doi.org/10.3390/app11115277>
- Agustina, R., Farida, N., Vahlia, I., Linuhung, N., Rahmawati, Y., & Nurlaila, S. (2019, February). Response Analysis of Students with Intellectual Disability in Realistic Mathematics Education (RME) Learning. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1155, No. 1, p. 012058). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012058>
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Aktaş Arnas, Y., & Aslan, D. (2007). *Okul öncesi eğitiminde matematik*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Al-Dokhny, A. A., & Drwish, A. M. (2021). Effectiveness of Augmented Reality in Online Distance Learning at the Time of the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 16(9), 198. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i09.17895>
- Alam, Md. A., Hasan, Md. M., Faiyaz, I. H., Bhuiyan, A., Joy, S. F. A., & Islam, S. M. (2019). Augmented Reality Education System in Developing Countries. *Electronic Imaging*, 31(2), 183. <https://doi.org/10.2352/issn.2470-1173.2019.2.ervr-183>
- Alsina, À., Martín, M. L., & Robles, A. (2016). Redescubriendo el entorno con ojos matemáticos: Aprendizaje realista de la geometría en Educación Infantil. *Edma 0-*

6: *Educación Matemática en la Infancia*, 5(1), 1–20. <https://doi.org/10.24197/edmain.1.2016.1-20>

- Altakhneh, B. H. (2018). Levels of geometrical thinking of students receiving blended learning in Jordan. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 12(2), 159–165. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v12i2.8289>
- Altan, R. Y., Genç, H., & Dağlıoğlu, H. E. (2021). Türkiye'de okul öncesi dönemde matematik alanında yapılan çalışmalara ilişkin bir içerik analizi. *Opus Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 17(33), 619. <https://doi.org/10.26466/opus.778998>
- Amo-Asante, K., & Bonyah, E. (2023). Building students' conceptual understanding of operations on fractions using manipulatives: A junior high school perspective. *Mediterranean Journal of Social & Behavioral Research*, 7(3), 151–159. <https://doi.org/10.30935/mjosbr/13381>
- Anderson, C. A., & Bushman, B. J. (2001). Effects of violent video games on aggressive behavior, aggressive cognition, aggressive affect, physiological arousal, and prosocial behavior: A meta-analytic review of the scientific literature. *Psychological science*, 12(5), 353–359. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00366>
- Anderson, C. A., Berkowitz, L., Donnerstein, E., Huesmann, L. R., Johnson, J. D., Linz, D., ... & Wartella, E. (2003). The influence of media violence on youth. *Psychological science in the public interest*, 4(3), 81–110. <https://doi.org/10.1111/j.1529-1006.2003.pspi.1433>
- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 215–241. <https://doi.org/10.1023/A:1024312321077>
- Arı, M., & Bayhan, P. (2003). Okul Öncesi Eğitimde Bilgisayar Destekli Eğitim Epsilon Yay, 3. Baskı, İstanbul.
- Arıcı, E. Y., Yiğit, N. B., & Aktulun, Ö. U. (2023). The effect of Web 2.0 supported geometry activities on children's geometry skills. *International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)*, 7(3), 277–291. <https://doi.org/10.46328/ijtes.510>
- Aslan, D. (2004). Geometrik şekilleri tanıma testi geliştirme çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 32–41. DOI: 10.15285/maruaebd.928322

- Aslan, D. (2013). The Effects of Socioeconomic Status on Children's Categorization and Cross-classification Skills," *International Journal of Social Sciences & Education*, 3, 3, pp.644-657.
- Aslan, D., Dağaynası, S., & Ceylan, M. (2024). Technology and geometry: Fostering young children's geometrical concepts through a research-based robotic coding program. *Education and Information Technologies*, 29, 22699–22721. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12747-3>
- Aunio, P., & Mononen, R. (2017). The effects of educational computer game on low-performing children's early numeracy skills—an intervention study in a preschool setting. *European journal of special needs education*, 33(5), 677-691. <https://doi.org/10.1080/08856257.2017.1412640>
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M. K., & Nurmi, J. E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96(4), 699–713. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.4.699>
- Aydoğdu, F. (2021). Augmented reality for preschool children: An experience with educational contents. *British Journal of Educational Technology*, 53(2), 326. <https://doi.org/10.1111/bjet.13168>
- Aydoğdu, F., & Kelpšiene, M. (2021). Uses of augmented reality in preschool education. *International Technology and Education Journal*, 5(1), 11–20.
- Ayre, C., & Scally, A. J. (2014). Critical values for Lawshe's content validity ratio: Revisiting the original methods of calculation. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 47(1), 79–86. <https://doi.org/10.1177/0748175613513808>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133–149.
- Bakken, L., Brown, N., & Downing, B. (2017). Early childhood education: The long-term benefits. *Journal of Research in Childhood Education*, 31(2), 255–269. <https://doi.org/10.1080/02568543.2016.1273285>
- Bakker, A. (2004). *Design research in statistics education: On symbolizing and computer tools*. Freudenthal Institute.

- Barab, S. A., Thomas, M. K., Dodge, T., Carteaux, R., & Tuzun, H. (2005). Making learning fun: Quest Atlantis, a game without guns. *Educational Technology Research and Development*, 53(1), 86–107. <https://doi.org/10.1007/BF02504859>
- Baran, E. (2014). A review of research on mobile learning in teacher education. *Educational Technology & Society*, 17(4), 17–32.
- Barnett, W. S. (1995). Long-term effects of early childhood programs on cognitive and school outcomes. *The Future of Children*, 5(3), 25–50. <https://doi.org/10.2307/1602366>
- Baroody, A. J., Eiland, M. D., Purpura, D. J., & Reid, E. E. (2012). Fostering early numeracy in preschool and kindergarten. In *Contemporary Perspectives on Mathematics in Early Childhood Education* (pp. 95–125). Information Age Publishing.
- Barrouillet, P., & Camos, V. (2021). The time-based resource-sharing model of working memory. *Working memory: State of the science*, 85-115.
- Batdı, V., & Talan, T. (2019). Augmented reality applications: A Meta-analysis and thematic analysis. *Turkish Journal of Education*, 8(4), 276-297. <https://doi.org/10.19128/turje.581424>
- Battista, M. T. (2007). The Development of Geometric and Spatial Thinking. In F. K. Lester (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 843-908). Charlotte, NC: Information Age.
- Benning, I., Linsell, C., & Ingram, N. (2023). Examining the changes in mathematics teachers' technology dispositions through GeoGebra-mediated professional development. *Asian Journal for Mathematics Education*, 2(1), 42–60. <https://doi.org/10.1177/27527263231163276>
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*. Academic Press.
- Bin Tomi, A., & Rambli, D. R. A. (2013). An interactive mobile augmented reality magical playbook: Learning number with the thirsty crow. *Procedia Computer Science*, 25, 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.015>
- Bodén, M., Dekker, A., Viller, S., & Matthews, B. (2013, June). Augmenting play and learning in the primary classroom. In *Proceedings of the 12th international conference on interaction design and children* (pp. 228-236). <https://doi.org/10.1145/2485760.2485767>

- Bodrova, E., & Leong, D. J. (2007). *Tools of the mind: The Vygotskian approach to early childhood education* (2nd ed.). Pearson/Merrill-Prentice Hall.
- Bonifacci, P., Compiani, D., Affranti, A., & Peri, B. (2021). Home literacy and numeracy interact and mediate the relationship between socio-economic status and early linguistic and numeracy skills in preschoolers. *Frontiers in Psychology*, 12, 662265. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.662265>
- Bozkurt, A., Şapul, Y., & Şimşekler Dizman, T. H. (2020). Türkiye ve Singapur okul öncesi eğitim programlarının matematik içeriklerinin karşılaştırılması. *Erken Çocukluk Çalışmaları Dergisi*, 4(3), 893–909. <https://doi.org/10.24130/eccd-jecs.1967202043235>
- Bradley, R. H., & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic status and child development. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 371–399. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135233>
- Bronfenbrenner, U. (1984). The changing family in a changing world: America first? *The Family Coordinator*, 33(1), 5–13.
- Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*, 68, 536–544. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.017>
- Bülbül, H., & Özdiñ, F. (2022). How real is augmented reality in pre-school? An examination of young children's AR experiences. *Journal of Theoretical Educational Science*, 15(4), 884–906. <https://doi.org/10.30831/akukeg.1098113>
- Büyüköztürk, Ş. (2009). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (10. baskı). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (24. baskı). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2019). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum* (25. baskı). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2022). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (28. baskı). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2023). *Deneyisel desenler*. Ankara: Pegem Akademi.

- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2023). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (31. baskı). Pegem Akademi.
- Cabero-Almenara, J., & Roig-Vila, R. (2019). The motivation of technological scenarios in Augmented Reality (AR): Results of different experiments. *Applied Sciences*, 9(14), 2907. <https://doi.org/10.3390/app9142907>
- Can-Yasar, M., Inal, G., Uyanik, O., & Kandir, A. (2012). Using Technology in Pre-School Education. *Online Submission*.
- Capraro, M. M., & Kopparla, M. (2018). Portrait of second-grade problem posing. *European Journal of STEM Education*, 3(2). <https://doi.org/10.20897/ejsteme/2684>
- Cascales-Martínez, A., Martínez-Segura, M.-J., Pérez-López, D., & Contero, M. (2017). Using an augmented reality enhanced tabletop system to promote learning of mathematics: A case study with students with special educational needs. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 355–380. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00621a>
- Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, 2, 659–669. <https://doi.org/10.1109/HICSS.1992.183317>
- Ceylan, M., & Aslan, D. (2023). Erken çocukluk dönemi matematik eğitiminde öğrenme rotaları yaklaşımı ve MEB okul öncesi eğitim programının karşılaştırılması. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 10(1), 26–40. <https://doi.org/10.17278/ijesim.1141506>
- Chang, H., Binali, T., Liang, J., Chiou, G., Cheng, K., Lee, S. W., & Tsai, C. (2022). Ten years of augmented reality in education: A meta-analysis of (quasi-) experimental studies to investigate the impact. *Computers & Education*, 191, 104641. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104641>
- Chang, Y.-S., Chen, C.-N., & Liao, C.-L. (2020). Enhancing English-Learning Performance through a Simulation Classroom for EFL Students Using Augmented Reality—A Junior High School Case Study. *Applied Sciences*, 10(21), 7854. <https://doi.org/10.3390/app10217854>
- Charlesworth, R. (2012). *Experiences in math for young children* (6th ed.). Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning.

- Chen, C. J. (2006). The design, development and evaluation of a virtual reality based learning environment. *Australasian Journal of Educational Technology*, 22(1), 39–63. <https://doi.org/10.14742/ajet.1306>
- Chen, J., McCray, J., Adams, M., & Leow, C. (2014). A survey study of early childhood teachers' beliefs and confidence about teaching early math. *Early Childhood Education Journal*, 42(6), 367–377. <https://doi.org/10.1007/s10643-013-0619-0>
- Chen, M. Y., Jamaludin, A. R., & Tan, A. (2023). Behavioral determinants of math anxiety. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2301.13639>
- Chen, Q., Kong, Y., Gao, W., & Mo, L. (2018). Effects of socioeconomic status, parent–child relationship, and learning motivation on reading ability. *Frontiers in Psychology*, 9, 1297. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01297>
- Chen, Y. C. (2019). Effect of mobile augmented reality on learning performance, motivation, and math anxiety in a math course. *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), 1695-1722. <https://doi.org/10.1177/0735633119854036>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>
- Christakis, D. A., & Zimmerman, F. J. (2006). Media as a public health issue. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 160(4), 445-446. DOI: [10.1001/archpedi.160.4.445](https://doi.org/10.1001/archpedi.160.4.445)
- Christakis, D. A., Zimmerman, F. J., DiGiuseppe, D. L., & McCarty, C. A. (2004). Early television exposure and subsequent attentional problems in children. *Pediatrics*, 113(4), 708–713. <https://doi.org/10.1542/peds.113.4.708>
- Clarke, B., Doabler, C. T., Kosty, D., Kurtz Nelson, E., Smolkowski, K., Fien, H., & Turtura, J. (2017). Testing the efficacy of kindergarten math intervention by small group size. *AERA Open*, 3(2). <https://doi.org/10.1177/2332858417706899>
- Clements, D. H. (1998). Geometric and spatial thinking in young children. In C. A. Copley (Ed.), *Mathematics in the early years* (pp. 66–79). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 420–464). New York, NY: Macmillan.

- Clements, D. H., & Sarama, J. (2004). Building blocks for early childhood mathematics. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 181–189. DOI:[10.1016/j.ecresq.2004.01.014](https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.014)
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2004). *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education* (2nd ed.). Routledge.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2007). Early childhood mathematics learning. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 461–555).
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2009). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203883785>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, 333(6045), 968–970. <https://doi.org/10.1126/science.1204537>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood teacher education: The case of geometry. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14(2), 133–148. <https://doi.org/10.1007/s10857-011-9173-0>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2014). Developing young children's mathematical thinking and understanding. In *The Routledge international handbook of young children's thinking and understanding* (pp. 331–344). Routledge.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2014a). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach* (2nd ed.). Routledge.
- Clements, D. H., Battista, M. T., & Sarama, J. (1998). Development of geometric and measurement ideas. In R. Lehrer & D. Chazan (Eds.), *Designing learning environments for developing understanding of geometry and space* (pp. 201–225). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Clements, D. H., Sarama, J., & DiBiase, A. M. (2003). *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education*. Routledge.
- Clements, D. H., Sarama, J., Baroody, A. J., Joswick, C., & Wolfe, C. B. (2019). Evaluating the efficacy of a learning trajectory for early shape composition. *American Educational Research Journal*, 56(6), 2509–2530. <https://doi.org/10.3102/0002831219842788>

- Clements, D. H., Sarama, J., & Joswick, C. (2022). Learning and teaching geometry in early childhood. In B. Perry, A. MacDonald, & A. Gervasoni (Eds.), *Special Issues in Early Childhood Mathematics Education Research* (pp. 95–113). Brill. https://doi.org/10.1163/9789004510685_005
- Clements, D. H., Sarama, J., Swaminathan, S., Weber, D., & Trawick-Smith, J. (2018). Teaching and learning geometry: Early foundations. *Quadrante*, 27(2), 7–31. <https://doi.org/10.48489/quadrante.22970>
- Clements, D. H., Sarama, J., Wolfe, C. B., & Spitler, M. E. (2013). Longitudinal evaluation of a scale-up model for teaching mathematics with trajectories and technologies: Persistence of effects in the third year. *American Educational Research Journal*, 50(4), 812–850. DOI:[10.1080/19345747.2011.627980](https://doi.org/10.1080/19345747.2011.627980)
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Copley, J. V. (2010). *The young child and mathematics* (2nd ed.). National Association for the Education of Young Children.
- Couse, L. J., & Chen, D. W. (2010). A tablet computer for young children? Exploring its viability for early childhood education. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(1), 75–96. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782562>
- Cragg, L., & Gilmore, C. (2014). Skills underlying mathematics: The role of executive function in the development of mathematics proficiency. *Trends in Neuroscience and Education*, 3(2), 63–68. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2013.12.001>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed method research*. Newbury Park: Sage.
- Criollo-C, S., Guerrero-Arias, A., Jaramillo-Alcázar, Á., & Luján-Mora, S. (2021). Mobile learning technologies for education: Benefits and pending issues. *Applied Sciences*, 11(9), 4111. <https://doi.org/10.3390/app11094111>
- Crosnoe, R., & Schneider, B. (2010). Social capital, information, and socioeconomic disparities in math course work. *American Journal of Education*, 117(1), 79–107. doi: [10.1086/656347](https://doi.org/10.1086/656347)
- Cross, C. T., Woods, T. A., & Schweingruber, H. E. (2009). *Mathematics learning in early childhood: Paths toward excellence and equity*. The National Academies Press. DOI:[10.17226/12519](https://doi.org/10.17226/12519)

- Çakmak, A., & Darıca, N. (2012). 7-11 yaş grubu kurumda ve ailesi yanında büyüyen kız ve erkek çocuklarının anne figürü çizimlerinin duygusal gelişim açısından incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(41), 147-160.
- Çalıkoğlu Bali, G., & Boz, M. (2004). Çocuklarda geometrik algılama. *OMEP 2003 Dünya Konsey Toplantısı ve Konferansı, Bildiriler Kitabı 2*, 393-410.
- Çelik, H. E. (2000). *Geçerlilik türleri ve ölçüt geçerliği uygulaması*. İçinde M. Tezbaşaran (Ed.), *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Geliştirme, uyarlama, uygulama* (s. 51). Türk Psikologlar Derneği Yayınları.
- Çelik, M. (2022). Türkiye'de okul öncesi matematik eğitimi araştırmalarının betimsel içerik analizi: 2016-2020. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 315-336. <https://doi.org/10.21666/muefd.973234>
- Çetintav, G., & Yılmaz, R. (2022). Matematik ve geometri eğitimi alanında artırılmış gerçeklik ile ilgili yayınlanmış makalelerin sistematik olarak incelenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(1), 47-61.
- Çevik, G., Yılmaz, R. M., Göktaş, Y., & Gülcü, A. (2017). Okul öncesi dönemde artırılmış gerçeklikle İngilizce kelime öğrenme. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 6(2), 50-57.
- Çıtak, H. (2024). *Erken çocukluk matematik eğitiminde kullanılmak üzere artırılmış gerçeklik uygulamalarının geliştirilmesi ve kullanılabilirliğinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi).
- Dalim, C. S. C., Kolivand, H., Kadhim, H., Sunar, M. S., & Billinghamurst, M. (2017). Factors influencing the acceptance of augmented reality in education: A review of the literature. *Journal of computer science*, 13(11), 581-589. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2017.581.589>
- Davis, B., & Spatial Reasoning Study Group. (2015). *Spatial reasoning in the early years: Principles, assertions, and speculations*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315762371>
- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., & Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking: Behavioral and brain-imaging evidence. *Science*, 284(5416), 970-974. <https://doi.org/10.1126/science.284.5416.970>
- Dejonckheere, P.J.N., De Wit, N.L., Van de Keere, K.V., & Vervaeet, S. (2016). Exploring the classroom: Teaching science in early childhood. *European Journal of Educational Research*, 5(3), 149-164. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.5.3.149>

- Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. New York: Macmillan Company.
- Dindyal, J. (2015). Geometry in the early years: A commentary. *ZDM Mathematics Education*, 47(4), 519–529. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0700-9>
- Doyle, O., Harmon, C., Heckman, J. J., & Tremblay, R. E. (2009). Investing in early human development: Timing and economic efficiency. *Economics & Human Biology*, 7(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2009.01.002>
- Duman, N., & Arıcı, F. (2023). Okul öncesinde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanımına yönelik bibliyometrik haritalama analizi. *Türkiye Eğitim Dergisi*, 8(2), 285–298. <https://doi.org/10.54979/turkegitimdergisi.1377768>
- Duncan, G. J., & Magnuson, K. (2011). The nature and impact of early achievement skills, attention, and behavior problems. In G. J. Duncan & R. J. Murnane (Eds.), *Whither opportunity? Rising inequality, schools, and children's life chances* (pp. 47–70). Russell Sage Foundation.
- Duncan, G. J., Brooks-Gunn, J., & Klebanov, P. K. (1994). Economic deprivation and early-childhood development. *Child Development*, 65(2), 296–318. <https://doi.org/10.2307/1131385>
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K., & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428–1446. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
- Duncan, G. J., Magnuson, K., & Votruba-Drzal, E. (2014). Boosting family income to promote child development. *The Future of Children*, 24(1), 99–120. <https://doi.org/10.1353/foc.2014.0008>
- Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 735–745). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_59
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7–22. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>
- Ekowati, D. W., Azzaha, F. Z., Saputra, S. Y., & Suwandayani, B. I. (2021). Realistic mathematics education (RME) approach for primary school students' reasoning

ability. *Premiere Educandum: Jurnal Pendidikan Dasar dan Pembelajaran*, 11(2), 269–279. <https://doi.org/10.25273/pe.v11i2.8397>

- Elia, I., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Gagatsis, A. (2018). Geometry learning in the early years: Developing understanding of shapes and space with a focus on visualization. In V. Kinnear et al. (Eds.), *Forging connections in early mathematics teaching and learning* (pp. 73–95). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-7153-9_5
- Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(1), 103–127. DOI: [10.1037/a0018053](https://doi.org/10.1037/a0018053)
- Engler, W. (1972). *Educational technology in early childhood*. McGraw Hill.
- Erdoğan, S. (2017). Okul öncesi dönemde matematik programı. In B. Akman (Ed.), *Okul öncesi matematik eğitimi* (7. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Erdoğan, S. Ç., & Baran, G. (2005). Erken çocukluk döneminde matematik. *Eğitim ve Bilim*, 28(130), 32–40.
- Ergüleç, F., & Kiremit, R. F. (2019). Tablet bilgisayarların okul öncesi dönemde resim çiziminde kullanılması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 15(1), 17-36. <https://doi.org/10.17244/eku.447167>
- Falloon, G. (2013). What's going on behind the screens? Researching young students' learning pathways using iPads. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(4), 318–336. <https://doi.org/10.1111/jcal.12044>
- Fan, M., Antle, A. N., & Warren, J. L. (2020). Augmented reality for early language learning: A systematic review of augmented reality application design, instructional strategies, and evaluation outcomes. *Journal of Educational Computing Research*, 58(6), 1059–1100. <https://doi.org/10.1177/0735633120927489>
- Faridi, H., Tuli, N., Mantri, A., Singh, G., & Gargish, S. (2020). A framework utilizing augmented reality to improve critical thinking ability and learning gain of the students in Physics. *Computer Applications in Engineering Education*, n/a(n/a). <https://doi.org/10.1002/cae.22342>
- Fauzan, A., Harisman, Y., Yerizon, Y., Suherman, S., Tasman, F., Nisa, S., Sumarwati, S., Hafizatunnisa, H., & Syaputra, H. (2024). Realistic mathematics education (RME) to improve literacy and numeracy skills of elementary school students

- based on teachers' experience. *Infinity*, 13(2), 301–316. <https://doi.org/10.22460/infinity.v13i2.p301-316>
- Fidell, L. S., & Tabachnick, B. G. (2003). *Preparing data for analysis* (4th ed.). Allyn & Bacon.
- Fisch, S. M., & Truglio, R. T. (Eds.). (2001). “G” is for growing: *Thirty years of research on children and Sesame Street*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Fleck, S., & Simon, G. (2013, November). An augmented reality environment for astronomy learning in elementary grades: An exploratory study. In *Proceedings of the 25th Conference on l'Interaction Homme-Machine* (pp. 14-22). <https://doi.org/10.1145/2534903.2534907>
- Fleiss, J. L. (1971). Measuring nominal scale agreement among many raters. *Psychological Bulletin*, 76(5), 378–382. <https://doi.org/10.1037/h0031619>
- Fouze, A. Q., & Amit, M. (2023). The importance of ethnomathematics education. *Creative Education*, 14(4), 729–740. <https://doi.org/10.4236/ce.2023.144048>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- Freitas, R., & Campos, P. (2008). SMART: a System of Augmented Reality for Teaching 2 nd grade students. In *People and Computers XXII Culture, Creativity, Interaction*. BCS Learning & Development. DOI:[10.1145/1531826.1531834](https://doi.org/10.1145/1531826.1531834)
- French, D. (2004). *Teaching and learning geometry*. Cambridge University Press.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education: China lectures*. Springer.
- Garzón, J., Pavón, J., & Baldiris, S. (2019). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality*, 23(4), 447–459. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9>
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, 78(4), 1343–1359. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01069.x>

- Gecu-Parmaksiz, Z., & Delialioğlu, Ö. (2018). The effect of augmented reality activities on improving preschool children's spatial skills. *Interactive Learning Environments*, 1–14. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1546747>
- Gecü-Parmaksız, Z. (2017). *Augmented reality activities for children: A comparative analysis on understanding geometric shapes and improving spatial skills* (Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi).
- George, W. (2017). Bringing van Hiele and Piaget together: A case for topology in early mathematics learning. *Journal of Humanistic Mathematics*, 7(1), 105-116.
- Ginsburg, H. P., & Baroody, A. J. (2003). *Test of Early Mathematics Ability–Third Edition (TEMA-3)*. Austin, TX: PRO-ED.
- Ginsburg, H. P., Lee, J. S., & Boyd, J. S. (2008). Mathematics education for young children: What it is and how to promote it. *Social Policy Report*, 22(1), 3–22. <https://doi.org/10.1002/j.2379-3988.2008.tb00054.x>
- Govender, R. G., & Govender, D. W. (2019). Learning geometry online: A creative individual learning experience. *International Journal of eBusiness and eGovernment Studies*, 12(2), 151-165. Doi: 10.34111/ijegeg.202012205
- Gravemeijer, K. (1994). *Developing realistic mathematics education*. Freudenthal Institute.
- Gravemeijer, K. (1999). How emergent models may foster the constitution of formal mathematics. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(2), 155–177. https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0102_4
- Greenfield, S. (2015). *Mind change: How digital technologies are leaving their mark on our brains*. Random House.
- Greensfeld, H., & Deutsch, Z. (2016). The centrality of positive emotions in mathematics. *Athens Journal of Education*, 3(4), 345. <https://doi.org/10.30958/aje.3-4-4>
- Güler, N., Atay, B., & Aksu, G. (2020). *Doğrulamalı faktör analizi: Temel ilkeler ve uygulama*. Pegem Akademi.
- Güncan, Ö. (2021). Elektronik boş zaman uygulamaları “sanal rekreasyon” mudur yoksa “dijital rekreasyon” mu?, *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Dergisi*, 4(2): 163-181. DOI: [10.26677/TR1010.2021.647](https://doi.org/10.26677/TR1010.2021.647)

- Gündoğan, N., & Aslan, D. (2020). Okul öncesi öğretmenlerinin matematiksel gelişim bilgileri, matematiğe yönelik kaygıları ve inançları ile çocukların erken matematik yetenekleri arasındaki ilişki. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(2), 1038. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2020..-623216>
- Gürgah Oğul, İ., & Aktaş Arnas, Y. (2020). Role of home mathematics activities and mothers' maths talk in predicting children's maths talk and early maths skills. *European Early Childhood Education Research Journal*, 29(4), 501-518. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2020.1858128>
- Gürgah Oğul, İ., & Arnas, Y. A. (2022). Understanding home math environments and math talks of children with low and middle socioeconomic status. *Participatory Educational Research*, 9(4), 53-70. <https://doi.org/10.17275/per.22.79.9.4>
- Hacııbrahimoğlu, B. Y. (2017b). Ölçme. In B. Akman (Ed.), *Okul öncesi matematik eğitimi* (s. 144–157). Ankara: Pegem Akademi.
- Hackman, D. A., & Farah, M. J. (2009). Socioeconomic status and the developing brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(2), 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.11.003>
- Hadjileontiadou, S. J., Klothou, A., Basiloudi, V., Iakovakis, D., Charisis, V., Hadjidimitriou, S., Dias, S. B., Diniz, J. A., Hadjileontiadis, L. J., & Sakonidis, C. (2018). Using art and technology to support geometry learning for all: A conceptual instructional design. In *Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children*(pp. 179–184). ACM. <https://doi.org/10.1145/3218585.3218688>
- Han, J., Jo, M., Hyun, E., & So, H.-J. (2015). Examining young children's perception toward augmented reality-infused dramatic play. *Educational Technology Research and Development*, 63(3), 455–474. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9374-9>
- Hannibal, M. A. Z., & Clements, D. H. (2000). Young children's understanding of basic geometric shapes. *Manuscript submitted for publication*.
- Hart, B., & Risley, T. R. (1995). *Meaningful differences in the everyday experience of young American children*. Paul H Brookes Publishing.
- Hassan, S. A., Rahim, T., & Shin, S. Y. (2021). ChildAR: An augmented reality-based interactive game for assisting children in their education. *Universal Access in the Information Society*, 21, 545–556. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00790-z>

- 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. <https://doi.org/10.1111/jcal.12123>
- Heckman, J. J. (2006). Skill formation and the economics of investing in disadvantaged children. *Science*, 312(5782), 1900–1902. <https://doi.org/10.1126/science.1128898>
- Hermanto, R., Wahyudin, W., & Nurlaelah, E. (2019). Exploration of ethnomathematics on the Kampung Naga indigenous peoples. *Journal of Physics: Conference Series*, 1315(1), 012072. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1315/1/012072>
- Holmes, W., & Dowker, A. (2013). Catch up numeracy: A targeted intervention for children who are low-attaining in mathematics. *Research in Mathematics Education*, 15(3), 249–265. <https://doi.org/10.1080/14794802.2013.803779>
- Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. R. (2008). Structural equation modelling: Guidelines for determining model fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6(1), 53–60.
- Horn, J. L. (1965). A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, 30(2), 179–185. <https://doi.org/10.1007/BF02289447>
- Huang, Y., Li, H., & Fong, R. (2015). Using augmented reality in early art education: A case study in Hong Kong kindergarten. *Early Child Development and Care*, 186(6), 879–894. <https://doi.org/10.1080/03004430.2015.1067888>
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- İbili, E., Çat, M., Resnyansky, D., Şahin, S., & Billinghamurst, M. (2020). An assessment of geometry teaching supported with augmented reality teaching materials to enhance students' 3D geometry thinking skills. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(2), 224-246. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1583382>
- İvrendi, A., Erol, A., & Atan, A. (2018). 5-6 Yaş Çocuklarına Yönelik Geometri ve Uzaysal Algı Testinin Geliştirilmesi. *Kastamonu Education Journal*, 26(6), 1823-1833. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.2097>
- Jeffri, N. F. S., & Rambli, D. R. A. (2017). Design and development of an augmented reality book and mobile application to enhance the handwriting instruction for

- preschool children. *Open Journal of Social Sciences*, 5(10), 361–371. <https://doi.org/10.4236/jss.2017.510030>
- Jesionkowska, J., Wild, F., & Deval, Y. (2020). Active Learning Augmented Reality for STEAM Education—A Case Study. *Education Sciences*, 10(8), 198. <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S. (2010). *The 2010 Horizon Report: K-12 Edition*. Austin, TX: The New Media Consortium.
- Jones, K., & Mooney, C. (2003). Making space for geometry in primary mathematics. In I. Thompson (Ed.), *Enhancing primary mathematics teaching* (pp. 3–15). Open University Press.
- Jordan, N. C., & Levine, S. C. (2009). Socioeconomic variation, number competence, and mathematics learning difficulties in young children. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 15(1), 60–68. <https://doi.org/10.1002/ddrr.46>
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.07.004>
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology*, 45(3), 850–867. <https://doi.org/10.1037/a0014939>
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1993). *LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*. Scientific Software International.
- Judge, S., & Watson, S. M. (2011). Longitudinal outcomes for mathematics achievement for students with learning disabilities. *The Journal of Educational Research*, 104(3), 147–157. DOI: [10.1080/00220671003636729](https://doi.org/10.1080/00220671003636729)
- Jung, M., & Conderman, G. (2017). Early geometry instruction for young children. *Kappa Delta Pi Record*, 53(3), 126–130. <https://doi.org/10.1080/00228958.2017.1334478>
- Justice, L. M., Chow, S. M., Capellini, C., Flanigan, K., & Colton, S. (2003). Emergent literacy intervention for vulnerable preschoolers. DOI: [10.1044/1058-0360\(2003/078\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2003/078))

- Kaçıra, S. (2019). *Güncellenmiş Erken Aritmetik Testi'nin (GEAT) Türkçeye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması* (Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi).
- Kaiser, H. F. (1974). *An index of factorial simplicity*. *Psychometrika*, 39(1), 31–36. <https://doi.org/10.1007/BF02291575>
- Kandır, A., Can Yaşar, M., Yazıcı, E., Türkoğlu, D., & Yaman Baydar, I. (2016). *Erken çocukluk eğitiminde matematik*. İstanbul: Morpa Kültür Yayınları.
- Kapofu, L. K., & Kapofu, W. (2020). “This maths is better than that maths” – Exploring learner perceptions on the integration of history of mathematics in teaching the Theorem of Pythagoras: A case study. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(3), em0590. <https://doi.org/10.29333/iejme/8446>
- Kaufmann, H., Dünser, A. (2007). Summary of Usability Evaluations of an Educational Augmented Reality Application. In: Shumaker, R. (eds) *Virtual Reality. ICVR 2007. Lecture Notes in Computer Science*, vol 4563. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-73335-5_71
- Kayhan, M., & Özgün Koca, S. A. (2004). Matematik eğitiminde araştırma konuları: 2000-2002. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 72–81.
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). "Making it real": Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3), 163–174. <https://doi.org/10.1007/s10055-006-0036-4>
- Kermani, H., & Aldemir, J. (2015). Preparing children for success: integrating science, math, and technology in early childhood classroom. *Early Child Development and Care*, 185(9), 1504-1527. <https://doi.org/10.1080/03004430.2015.1007371>
- Keser, M. & Uyanık Aktulun, O. (2021). A review of theses and dissertations published in Turkey on early geometry skills in 2000-2020. In M. Shelley, W. Admiraal, & H. Akçay (Eds.), *Proceedings of ICEMST 2021-- International Conference on Education in Mathematics, Science and Technology* (pp. 65-79), Antalya, TURKEY. ISTES Organization.
- Kesicioğlu, O. S. (2013). The effect of gender and computer use variables on recognition of geometrical shapes in preschool children. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 4(3), 48-56.

- Kesicioğlu, O. S., & Alisinanoğlu, F. (2014). Doğrudan öğretim modeline göre hazırlanan eğitim uygulamalarının okul öncesi çocuklarının geometrik şekil öğrenmelerine etkisinin incelenmesi. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 4(8), 71-77.
- Kesicioğlu, O. S., & Alisinanoğlu, F. (2017). Okul öncesi dönemde uzay, geometri ve geometrik şekiller. In B. Akman (Ed.), *Okul öncesi matematik eğitimi* (s. 104–119). Ankara: Pegem Akademi. DOI:[10.14527/9786053640790.07](https://doi.org/10.14527/9786053640790.07)
- Kesicioğlu, O. S., Alisinanoğlu, F., & Tuncer, A. T. (2011). Okul öncesi dönem çocukların geometrik şekilleri tanıma düzeylerinin incelenmesi. *İlköğretim online*, 10(3), 1093-1111.
- Kidd, J. K., Lyu, H., Peterson, M. S., Hassan, M. Z., Gallington, D. A., Strauss, L. I., ... & Pasnak, R. (2019). Patterns, mathematics, early literacy, and executive functions. *Creative Education*, 10(13), 3444-3468. DOI:[10.4236/ce.2019.1013266](https://doi.org/10.4236/ce.2019.1013266)
- Kline, P. (1994). *An easy guide to factor analysis*. Routledge.
- Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling* (2nd ed.). Guilford Press.
- Klopfer, E., & Yoon, S. (2005). Developing games and simulations for today and tomorrow's tech savvy youth. *TechTrends: Linking Research & Practice to Improve Learning*, 49(3).
- Koleza, E., & Giannisi, P. (2013). Kindergarten children's reasoning about basic geometric shapes. In B. Ubuz, Ç. Haser, & M. A. Mariotti (Eds.), *Proceedings of the Eighth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2118–2127). Middle East Technical University.
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Korat, O. (2005). Contextual and non-contextual knowledge in emergent literacy development: A comparison between children from low SES and middle SES communities. *Early Childhood Research Quarterly*, 20(2), 220–238. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2005.04.009>

- Korat, O., & Shamir, A. (2008). The educational electronic book as a tool for supporting children's emergent literacy in low versus middle SES groups. *Computers & Education*, 50(1), 110–124. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.04.002>
- Korkmaz, B., & Şahin, E. (2019). *Okul öncesi çocuklar için matematik eğitimi: Kuram ve uygulamalar*. Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Korkmaz, H. İ., & Tekin, B. (2020). Okul öncesi dönemdeki çocukların problem temelli görevlerle geometrik şekil oluşturma stratejilerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(5), 2274–2285. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.697203>
- Kosko, K., & Ferdig, R. (2016). Effects of a tablet-based mathematics application for pre-school children. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 35(1), 61-79.
- Köse, S. (2008). Geometrik düşünme ve uzamsal zeka ilişkisi. In A. Argün & M. Baki (Eds.), *Geometri ve öğretimi*(ss. 21–45). Ankara: Pegem Akademi.
- Kucirkova, N. (2014). iPads in early education: Separating assumptions and evidence. *Frontiers in Psychology*, 5, Article 715. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00715>
- Kucirkova, N., Messer, D., Sheehy, K., & Panadero, C. F. (2014). Children's engagement with educational iPad apps: Insights from a Spanish classroom. *Computers & Education*, 71, 175-184. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.003>
- Kurniasih, E., & Ngastiti, P. T. B. (2025). Validity analysis of digital puzzle game media with a Realistic Mathematics Education approach on arithmetic operations material for early childhood. *ITM Web of Conferences*, 71, 01008. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20257101008>
- Kuzgun, H. (2019). *Artırılmış gerçeklik teknolojisinin okul öncesi dönemde kullanımı: durum çalışması* (Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi).
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
- Levin, H. M., Glass, G. V., & Meister, G. R. (1987). Cost-effectiveness of computer-assisted instruction. *Evaluation review*, 11(1), 50-72. <https://doi.org/10.1177/0193841X8701100103>
- Li, C.-H. (2016). Confirmatory factor analysis with ordinal data: Comparing robust maximum likelihood and diagonally weighted least squares. *Behavior Research Methods*, 48, 936–949. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0619-7>

- Lieberman, D. A., Fisk, M. C., & Biely, E. (2009). Digital games for young children ages three to six: From research to design. *Computers in the Schools*, 26(4), 299-313. DOI:[10.1080/07380560903360178](https://doi.org/10.1080/07380560903360178)
- Linder, S. M., Powers-Costello, B., & Stegeline, D. A. (2011). Mathematics in early childhood: Research-based rationale and practical strategies. *Early Childhood Education Journal*, 39, 29-37. DOI:[10.1007/s10643-010-0437-6](https://doi.org/10.1007/s10643-010-0437-6)
- Liono, J. E., Amanda, P. R., Pratiwi, H. D., & Gunawan, I. (2021). Augmented reality in education: A systematic literature review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(10), 139–155.
- Liu, T. Y. (2009). A context-aware ubiquitous learning environment for language listening and speaking. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(6), 515–527. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00329.x>
- Luneta, K. (2015). Understanding students' misconceptions: An analysis of final grade 12 examination questions in geometry. *Pythagoras*, 36(1), 1–11. <https://doi.org/10.4102/pythagoras.v36i1.261Eu-Jer>
- Marr, B. (2021). *Extended reality in practice: 100+ amazing ways virtual, augmented and mixed reality are changing business and society*. Wiley.
- Marsh, H. W., & Hau, K. T. (1996). Assessing goodness of fit: Is parsimony always desirable?. *The journal of experimental education*, 64(4), 364-390. <https://doi.org/10.1080/00220973.1996.10806604>
- Marsh, J., Mascheroni, G., Carrington, V., Árnadóttir, H., Brito, R., Dias, P., Kupiainen, R., & Trueltzsch-Wijnen, C. (2017). *The online and offline digital literacy practices of young children: A review of the literature*.
- Mata, M. L., Monteiro, V., & Peixoto, F. (2012). Attitudes towards mathematics: Effects of individual and motivational factors. *Child Development Research*, 2012, Article ID 876028. <https://doi.org/10.1155/2012/876028>
- Maulida, U., Yuliani, R., & Anggraeni, I. (2022). Pembelajaran matematika terpadu pada anak usia dini. *Jurnal Anak Bangsa*, 1(2), 245. <https://doi.org/10.46306/jas.v1i2.24>
- McLoyd, V. C. (1998). Socioeconomic disadvantage and child development. *American Psychologist*, 53(2), 185–204. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.53.2.185>

- McManis, L.D. & Gunnewig, S.B. (2012). Finding the Education in Educational Technology with Early Learners. *Young Children*, 67(3), 14-24. Retrieved April 9, 2025 from <https://www.learntechlib.org/p/88339/>.
- MEB. (2024). *Okul öncesi eğitim programı (36-72 aylık çocuklar için)*. Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEB. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli okul öncesi eğitim programı (36-72 aylık çocuklar için)*. Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı.
- Metin, O. (2024). Sosyal sermaye ve kültürel sermaye ilişkisi üzerine bir deneme. *Tezkire Dergisi*, 90, 215–226.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D(12), 1321–1329.
- Mix, K. S., Smith, L. B., Stockton, J. D., Cheng, Y. L., & Barterian, J. A. (2017). Grounding the symbols for place-value numbers: Evidence from training and long-term exposure. *Child Development*, 88(5), 1465–1481. <http://dx.doi.org/10.1080/15248372.2016.1180296>
- Mohd Nadzri, A. Y. N., Mohd Ayub, A. F., & Zulkifli, N. N. (2023). The effect of using augmented reality module in learning geometry on mathematics performance among primary students. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(9), 1478–1482. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.9.1952>
- Morales, A. D., Sánchez, S., Pineda, C. M., & Romero, H. (2019). Use of Augmented Reality for the Simulation of Basic Mechanical Physics Phenomena. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 519(1), 12021. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/519/1/012021>
- Morgan, P. L., Farkas, G., & Wu, Q. (2009). Five-year growth trajectories of kindergarten children with learning difficulties in mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, 42(4), 306–321. <https://doi.org/10.1177/0022219408331037>
- Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., & Maczuga, S. (2009). Risk factors for learning-related behavior problems at 24 months of age: Population-based estimates. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 37(3), 401–413. <https://doi.org/10.1007/s10802-008-9279-8>
- Moss, J., Hawes, Z., Naqvi, S., & Caswell, B. (2015). Adapting Japanese Lesson Study to enhance the teaching and learning of geometry and spatial reasoning in early

- years classrooms: A case study. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 47(3), 377-390. doi:10.1007/s11858-015-0679-2
- Motta, M. S., Basso, S. J. L., & Kalinke, M. A. (2019). Mapeamento sistemático das pesquisas realizadas nos programas de mestrado profissional que versam sobre a aprendizagem matemática na educação infantil. *ACTIO: Docência em Ciências*, 4(3), 204-225.. <https://doi.org/10.3895/actio.v4n3.10456>
- Moyer-Packenham, P. S., & Westenskow, A. (2013). Effects of virtual manipulatives on student achievement and mathematics learning. *International Journal of Virtual & Personal Learning Environments*, 4(3). DOI:[10.4018/jvple.2013070103](https://doi.org/10.4018/jvple.2013070103)
- Moyer-Packenham, P. S., Shumway, J. F., Bullock, E., Tucker, S. I., Anderson-Pence, K. L., Westenskow, A., ... & Jordan, K. (2015). Young children's learning performance and efficiency when using virtual manipulative mathematics iPad apps. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 34(1), 41-69.
- Mutaqin, E. J., Asyari, L., Tetep, T., & Hamdani, N. A. (2021). Mathematical learning trajectory in primary school. *Journal of Physics Conference Series*, 1987(1), 12032. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1987/1/012032>
- Nadzri, A. Y. N. M., Ayub, A. F. M., & Zulkifli, N. N. (2023). The Effects of Augmented Reality Module on Students' Performance in Learning Geometry. *International Journal of Information and Education Technology* 13(9): 1478-1486. doi:10.18178/ijiet.2023.13.9.1952
- NAEYC & NCTM. (2010). *Early childhood mathematics: Promoting good beginnings* (Position statement). Washington, DC: NAEYC.
- Nathanson, A. I., Sharp, M. L., Aladé, F., Rasmussen, E. E., & Christy, K. (2013). The relation between television exposure and theory of mind among preschoolers. *Journal of Communication*, 63(6), 1088-1108. DOI:[10.1111/jcom.12062](https://doi.org/10.1111/jcom.12062)
- National Association for the Education of Young Children (NAEYC). (2012). 2010 Standards for initial & advanced early childhood professional preparation programs. Washington, DC: Author. https://www.naeyc.org/caep/files/caep/NAEYC%20Initial%20and%20Advanced%20Standards%2010_2012.pdf
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.

- National Council of Teachers of Mathematics. (1979). *Learning and teaching mathematics in PK-12. Mathematics Teacher*, 72(8), 637–647. <https://doi.org/10.5951/mt.72.8.0637>
- Neumann, M. M., & Neumann, D. L. (2014). Touch screen tablets and emergent literacy. *Early Childhood Education Journal*, 42, 231–239. <https://doi.org/10.1007/s10643-013-0608-3>
- Newcombe, N. S., & Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. *Mind, Brain, and Education*, 4(3), 102–111. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2010.01089.x>
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Okatan, Ö. (2024). Okul Öncesi Dönemde Artırılmış Gerçeklik Destekli Steam Etkinliklerinin Çocukların Bilim Öğrenmelerine Etkisi: Karma Yöntem. (Doktora Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi).
- Olkun, S., Sarı, M. H., & Smith, G. G. (2019). Geometric aspects of number line estimations. *Journal of Education and Future*, (15), 37-46. <https://doi.org/10.30786/jef.460279>
- Olokooba, I. N., & Owoyale-Abdulganiy, I. (2022). Influence of parental factors on performance of upper basic students in Social and Islamic Studies in Ilorin, Nigeria. *International Journal of Educational Innovation and Research*, 1(2), 163–170. <https://doi.org/10.31949/ijeir.v1i2.2524>
- Oranç, C., & Küntay, A. C. (2019). Learning from the real and the virtual worlds: Educational use of augmented reality in early childhood. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 21, 104-111. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2019.06.002>
- Orrin, M. T., & Olcese, N. R. (2011). Teaching and learning with iPads, ready or not? *Techtrends*, 55, 42–48.
- 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. DOI:[10.1037/edu0000286](https://doi.org/10.1037/edu0000286)
- Outhwaite, L. A., Gulliford, A., & Pitchford, N. J. (2017). Closing the gap: Efficacy of a tablet intervention to support the development of early mathematical skills in UK primary school children. *Computers & Education*, 108, 43–58. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.011>

- Özçelik, D. A. (2010). *Okulda ölçme ve değerlendirme*. Pegem Akademi.
- Özdemir, M. (2017). Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile öğrenmeye yönelik deneysel çalışmalar: Sistematik bir inceleme, *Mersin University Journal of the Faculty of Education*, 13(2), 609–632. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.336746>
- Özdemir, M. (2017). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitim ortamlarına entegrasyonu: Bir içerik analizi çalışması. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 7(1), 60–82. <https://doi.org/10.17943/etku.288486>
- Özel, Ö., Hançer, B., & Sop, A. (2025). The effect of Augmented Reality (AR) supported geometric shape learning on children's visual perceptual development in early childhood education. *Interactive Learning Environments*, 1-13. <https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2491627>
- Özkan, B. (2023). Erken çocukluk eğitiminin çocukların matematik becerilerinin gelişimi üzerindeki etkisi: Boylamsal bir meta-analizi ve inceleme. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi. DOI:10.13140/RG.2.2.24130.35521
- Özturhan, M. (2021). *6 Yaş Çocuklarının Geometrik Şekilleri Tanıma Becerileri, Korunum Becerileri Ve Erken Matematik Becerilerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi).
- Palada, B., Chandan, V. S., Gowda, C. P., & Nikitha, Prof. (2024). The Role of Augmented Reality (AR) in Education. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 12(3), 1400. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2024.59079>
- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS* (7th ed.). Routledge.
- Palmer, S. (2007). PRACTICE: A model suitable for coaching, counselling, psychotherapy and stress management. *The Coaching Psychologist*, 3(2), 71-77. DOI:10.53841/bpstep.2007.3.2.71
- Panjaitan, B., & Zuhri. (2020). The outcomes of learning mathematics in mathematics classroom. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Education, Training and Professional Development (ICETEP 2019)* (pp. 36–39). <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200311.008>
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2021). Teaching mathematics with mobile devices and the RME approach. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 1(1), 5. <https://doi.org/10.25082/amler.2021.01.002>

- Papagiannis, H. (2017). *Augmented human: How technology is shaping the new reality*. O'Reilly Media.
- Patrinos, H. A., Psacharopoulos, G., & Tansel, A. (2021). Private and social returns to investment in education: The case of Turkey with alternative methods. *Applied Economics*, 53(14), 1638–1658. <https://doi.org/10.1080/00036846.2020.1841086>
- Penuel, W. R., Bates, L., Gallagher, L. P., Pasnik, S., Llorente, C., Townsend, E., Hupert, N., Domínguez, X., & VanderBorgh, M. (2012). Supplementing literacy instruction with a media-rich intervention: Results of a randomized controlled trial. *Early Childhood Research Quarterly*, 27(1), 115–127. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2011.07.002>
- Peterson, L., Horner, A., & Wonderlich, S. (1982). The integrity of independent variables in behavior analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 15(4), 477–492. <https://doi.org/10.1901/jaba.1982.15-477>
- Peterson, L., Horner, A., & Wonderlich, S. (1982). The integrity of independent variables in behavior analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 15, 477-492.
- Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1956). *The child's conception of space*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1967). *The child's conception of geometry*. New York, NY: Basic Books.
- Pinel, P., Piazza, M., Le Bihan, D., & Dehaene, S. (2004). Distributed and overlapping cerebral representations of number, size, and luminance during comparative judgments. *Neuron*, 41(6), 983–993. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(04\)00107-2](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(04)00107-2)
- Pitchford, N. J. (2015). Development of early mathematical skills with a tablet intervention: A randomized control trial in Malawi. *Frontiers in Psychology*, 6, 485. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00485>
- Prehatiningsih, A., & Suparno, S. (2019). Description of introduction to geometry concepts for children with special needs in Yogyakarta inclusion kindergarten. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 295, 12–15. <https://doi.org/10.2991/icsie-18.2019.3>

- Putri, A. A. (2020). *Recognize geometry shapes through computer learning in early math skills. Jurnal Pendidikan Usia Dini*, 14(1), 50–64. <https://doi.org/10.21009/JPUD.141.04>
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>
- Radu, I., MacIntyre, B., & Lourenco, S. (2016, June). Comparing children's crosshair and finger interactions in handheld augmented reality: Relationships between usability and child development. In *Proceedings of the The 15th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 288-298). <https://doi.org/10.1145/2930674.2930726>
- Raghubar, K. P., & Barnes, M. A. (2016). Preschool arithmetic skills: Neurocognitive findings. *The Clinical Neuropsychologist*, 31(2), 329. <https://doi.org/10.1080/13854046.2016.1259387>
- Rambli, D. R. A., Matcha, W., & Sulaiman, S. (2013). Fun learning with AR alphabet book for preschool children. *Procedia Computer Science*, 25, 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.026>
- Rathbun, A., & West, J. (2004). *From kindergarten through third grade: Children's beginning school experiences* (NCES 2004–007). U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics. https://nces.ed.gov/pubs2004/2004007_1.pdf
- Rittle-Johnson, B., Fyfe, E. R., Hofer, K. G., & Farran, D. C. (2017). Early Math Trajectories: Low-Income Children's Mathematics Knowledge from Ages 4 to 11. *Child Development*, 88, 1727-1742. <https://doi.org/10.1111/cdev.12662>
- Rodriguez, E. T., & Tamis-LeMonda, C. S. (2011). Trajectories of the home learning environment across the first 5 years: Associations with children's vocabulary and literacy skills at prekindergarten. *Child development*, 82(4), 1058-1075. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01614.x>
- Rosas, R., Nussbaum, M., Cumsille, P., Marianov, V., Correa, M., Flores, P., ... & Salinas, M. (2003). Beyond Nintendo: Design and assessment of educational video games for first and second grade students. *Computers & Education*, 40(1), 71–94. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(02\)00099-4](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(02)00099-4)

- Ruqoyyah, S., et al. (2020). Microsoft Excel VBA on mathematical flexibility. *Journal of Physics: Conference Series*, 1657(1), 012010. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1657/1/012010>
- Safar, A. H., Al-Jafar, A. A., & Al-Yousefi, Z. H. (2016). The effectiveness of using augmented reality apps in teaching the English alphabet to kindergarten children: A case study in the State of Kuwait. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 417-440. DOI:10.12973/eurasia.2017.00624a
- Sancak, Ö. (2003). *Okul öncesi eğitim kurumlarına devam eden 6 yaş çocuklarına sayı ve şekil kavramlarının kazandırılmasında bilgisayar destekli eğitim ile geleneksel eğitim yöntemlerinin karşılaştırılması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Saraçoğlu, S. (2015). *Okul öncesi çocukların erken geometri becerilerinin matematik tutumlarına etkisi*. Pegem Yayıncılık.
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. New York, NY: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203883785>
- Sariyasa. (2017). Creating dynamic learning environment to enhance students' engagement in learning geometry. *Journal of Physics: Conference Series*, 824(1), 012057. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/824/1/012057>
- Sarode, A., Rath, S., Shetty, P., Parmar, P., & Dhake, T. (2019). Lab Equipment Demonstration Using Augmented Reality. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3370125>
- Schacter, J., & Jo, B. (2016). Improving low-income preschoolers' mathematics achievement with Math Shelf, a preschool tablet computer curriculum. *Computers in Human Behavior*, 55, 223–229. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.09.013>
- Schacter, J., & Jo, B. (2017). Improving preschoolers' mathematics achievement with tablets: A randomized controlled trial. *Mathematics education research journal*, 29, 313-327. DOI:10.1007/s13394-017-0203-9
- Sembiring, R. K., Hadi, S., & Dolk, M. (2008). Reforming mathematics learning in Indonesian classrooms through realistic mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 40, 927–939. <https://doi.org/10.1007/s11858-008-0125-9>

- Seo, K. H., & Ginsburg, H. P. (2004). What is developmentally appropriate in early childhood mathematics education? Lessons from new research. In D. H.
- Serin, H. (2018). Perspectives on the teaching of geometry: Teaching and learning methods. *Journal of Education and Training*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.5296/jet.v5i1.12115>
- Sezer, T. (2015). *Erken Geometri Beceri Testi'nin Geliştirilmesi ve Çocukların Geometri Becerilerinin İncelenmesi* (Doktora tezi, Marmara Üniversitesi).
- Sezer, T., & Güven, Y. (2016). Erken geometri beceri testinin geliştirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (33), 1-22.
- Sezer, T., & Güven, Y. (2019). 5-7 yaş grubu çocukların geometri becerilerinin incelenmesi. *Erken Çocukluk Çalışmaları Dergisi*, 3(2), 514-540. DOI:10.24130/eccd-jecs.1967201932187
- Shifflet, R., Toledo, C., & Mattoon, C. (2012). Touch tablet surprises: A preschool teacher's story. *Young Children*, 67(3), 36–41.
- Sigman, A. (2012). Time for a view on screen time. *Archives of disease in childhood*, 97(11), 935-942. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2012-302196>
- Simatupang, R., Elvis Napitupulu, E., & Syahputra, E. (2019). Analysis of mathematical problem-solving abilities taught using problem-based learning. *American Journal of Educational Research*, 7(11), 794-799. DOI: 10.12691/education-7-11-6.
- Simon, M. A. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(2), 114–145. <https://doi.org/10.2307/749205>
- Sivin-Kachala, J. & Bialo, E. (2000). 2000 research report on the effectiveness of technology in schools. (7th ed.). Washington, DC: Software and Information Industry Association
- Slavin, R. E., & Lake, C. (2008). Effective programs in elementary mathematics: A best-evidence synthesis. *Review of Educational Research*, 78(3), 427–515. <https://doi.org/10.3102/0034654308317473>
- Sperry Smith, S. (2006). *Early childhood mathematics* (3rd ed.). Boston, MA: Pearson Education.

- Starkey, P., Klein, A., & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 99–120. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.002>
- Sudirman, S., 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 (IJIM)*, 16(6), 61. <https://doi.org/10.3991/ijim.v16i06.27819>
- Sutarni, S., & Aryuana, A. (2023). Realistic Mathematics Education (RME): Implementation of Learning Models for Improving HOTS-Oriented Mathematics Problem-Solving Ability. *AL-ISHLAH Jurnal Pendidikan*, 15(2), 1213. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i2.2127>
- Syahidi, A. A., Tolle, H., Supianto, A. A., & Arai, K. (2019, April). AR-child: analysis, evaluation, and effect of using augmented reality as a learning media for preschool children. In *2019 5th international conference on computing engineering and design (ICCED)* (pp. 1-6). IEEE. DOI:[10.1109/ICCED46541.2019.9161094](https://doi.org/10.1109/ICCED46541.2019.9161094)
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2003). *Using multivariate statistics* (5th ed.). Pearson Education.
- Tanrıverdi, B. (2022). *Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile desteklenmiş kitap okumanın okul öncesi dönem çocuklarının dil gelişimine etkisi* (Yüksek lisans projesi, Pamukkale Üniversitesi).
- Taşkın, N. (2017). Küçük çocuklarda sayı kavramı. In B. Akman (Ed.), *Okul öncesi matematik eğitimi* (s. 68–89). Ankara: Pegem Akademi.
- Tekindemir Gedik, Ş. (2024) Okul Öncesinde Artırılmış Gerçeklik Destekli Ters Yüz Sınıf Modeli ile Deprem Eğitimi. (Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi).
- Treffers, A. (1987). *Three dimensions: A model of goal and theory description in mathematics instruction—The Wiskobas project*. Reidel.
- Tüzün, H. (2002). Evaluating the Effectiveness of Online Courses. In P. Barker & S. Rebelsky (Eds.), *Proceedings of ED-MEDIA 2002--World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications* (pp. 1985-1986). Denver, Colorado, USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE)..

- Ulya, W. T., Purwanto, P., Parta, I. N., & Mulyati, S. (2017). "ELIP-MARC" activities via tps of cooperative learning to improve student's mathematical reasoning. *International Education Studies*, 10(10), 50-63. <https://doi.org/10.5539/ies.v10n10p50>
- Unutkan, Ö. P. (2007). Okul öncesi çocukların matematik becerileri ve ilköğretime hazırbulunuşluk. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(32), 243–254.
- Uygun, T., Şendur, A., Top, B., & Coşgun-Başğmez, K. (2024). Facilitating the development of preservice teachers' geometric thinking through artificial intelligence (AI) assisted augmented reality (AR) activities: The case of platonic solids. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13084-1>
- Vallortigara, G. (2012). Core knowledge of object, number, and geometry: A comparative and neural approach. *Cognitive Neuropsychology*, 29(1–2), 213–236. <https://doi.org/10.1080/02643294.2012.654772>
[r.unitn.it+2PubMed+2Taylor & Francis Online+2](https://www.r.unitn.it/~2PubMed+2Taylor%20&%20Francis%20Online+2)
- Van Den Heuvel-Panhuizen, M. (2003). The didactical use of models in realistic mathematics education: An example from a longitudinal trajectory on percentage. *Educational Studies in Mathematics* 54, 9–35 <https://doi.org/10.1023/B:EDUC.00000005212.03219.dc>
- van den Heuvel-Panhuizen, M., & Buys, K. (Eds.). (2008). *Young children learn measurement and geometry: A learning-teaching trajectory with intermediate attainment targets for the lower grades in primary school*. Sense Publishers.
- Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. Orlando, FL: Academic Press.
- Van Hiele, P. M. (1999). Developing geometric thinking through activities that begin with play. *Teaching Children Mathematics*, 5(6), 310–316.
- Vandewater, E. A., Shim, M. S., & Caplovitz, A. G. (2004). Linking obesity and activity level with children's television and video game use. *Journal of Adolescence*, 27(1), 71-85. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2003.10.003>
- van Rijt, B. A. M., van Luit, J. E. H., & Pennings, A. H. (1999). *Erste Reken test (ERT)*. Nijmegen: Berkhout.
- van Rijt, B. A. M., & van Luit, J. E. H. (2009). *Updated version of the Early Arithmetic Test (U-EAT)*. Utrecht: Department of Special Education, Utrecht University.

- Verbruggen, S., Depaepe, F., & Torbeyns, J. (2021). Effectiveness of educational technology in early mathematics education: A systematic literature review. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 27, 100220. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100220>
- Vernadakis, N., Avgerinos, A., Tsitskari, E., & Zachopoulou, E. (2006). The use of computer assisted instruction in preschool education. *Early Childhood Education Journal*, 33(2), 99–104. DOI:[10.1007/s10643-005-0026-2](https://doi.org/10.1007/s10643-005-0026-2)
- Vivianti, V., & Ratnawati, D. (2021). Game Edukasi Mobile" Aku Suka Sayur" Berbasis Augmented Reality Untuk Anak Usia Dini. *Refleksi Edukatika: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 11(2), 127-134. DOI:[10.24176/re.v11i2.4917](https://doi.org/10.24176/re.v11i2.4917)
- Vuuren, E. J. van, et al. (2018). Meerkat Maths: A comprehensive math programme. *South African Journal of Childhood Education*, 8(2). <https://doi.org/10.4102/sajce.v8i2.565>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman, Eds.). Harvard University Press.
- Wang, L., Zhang, Q., & Sun, D. (2025). Exploring the impact of an augmented reality-integrated mathematics curriculum on students' spatial skills in elementary school. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(2), 387-414. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10473-3>
- Wang, S., Kinzie, M. B., McGuire, P., & Pan, E. (2010). Applying technology to inquiry-based learning in early childhood education. *Early Childhood Education Journal*, 37(5), 381–389. DOI:[10.1007/s10643-009-0364-6](https://doi.org/10.1007/s10643-009-0364-6)
- Wardono, W., Mariani, S., & Kurniati, C. (2021). Gerçekçi matematik eğitimi öğrenme temelli etnomatematik ile matematik okuryazarlık yetenekleri ve sorumluluğu. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(4), 042059. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/4/042059>
- Watts, T. W., Duncan, G. J., Siegler, R. S., & Davis-Kean, P. E. (2014). What's past is prologue: Relations between early mathematics knowledge and high school achievement. *Educational Researcher*, 43(7), 352–360. <https://doi.org/10.3102/0013189X14553660>
- Wei, C. Y., Kuah, Y. C., Ng, C. P., & Lau, W. K. (2021). Augmented Reality (AR) as an Enhancement Teaching Tool: Are Educators Ready for It? *Contemporary Educational Technology*, 13(3). <https://doi.org/10.30935/cedtech/10866>

- Weldeana, H. N. (2016). Ethnomathematics in Ethiopia: Futile or fertile for mathematics education? *Momona Ethiopian Journal of Science*, 8(2), 146–162. <https://doi.org/10.4314/mejs.v8i2.4>
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249–265. <https://doi.org/10.1037/a0031311>
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Wu, J., Jiang, H., Long, L., & Zhang, X. (2024). Effects of AR mathematical picture books on primary school students' geometric thinking, cognitive load and flow experience. *Education and Information Technologies*, 29, 24627–24652. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12768-y>
- Xistouri, X., & Pitta-Pantazi, D. (2013). Using GeoGebra to develop primary school students' understanding of reflection. *North American GeoGebra Journal*, 2(1), 19–23.
- Yalım, N. (2009). *5-6 yaş çocuklarında matematiksel şekil algısı ve sayı kavramının gelişiminde drama yönteminin etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Yao, W., Wang, L., & Liu, D. (2024). Augmented reality-based language and math learning applications for preschool children education. *Universal Access in the Information Society*, 1-12. DOI:[10.1007/s10209-024-01101-6](https://doi.org/10.1007/s10209-024-01101-6)
- Yerushalmy, M. (2005). Challenging known transitions: Learning and teaching algebra with technology. *For the learning of Mathematics*, 25(3), 37-42.
- Yıldırım Seheryeli, M., & Gören, S. (2025). Ölçme aracı seçme, geliştirme ve uyarlama. In N. Güler, B. Atay, & K. Atalay Kabasakal (Eds.), *R ile psikometri* (Bölüm 1). Pegem Akademi. <https://ekitap02.kitabi.gen.tr/ölçme-aracı-seçme-geliştirme-ve-uyarlama.html>
- Yıldız Altan, R. (2022) *Üstbilişsel Stratejilerle Desteklenen Geometri Eğitim Programının Okul Öncesi Dönem Çocuklarının Üstbiliş ve Yürütücü İşlev Becerilerine Etkisi* (Doktora tezi, Gazi Üniversitesi).

- Yılmaz, R. M., Küçük, S., & Göktaş, Y. (2016). Are augmented reality picture books magic or real for preschool children aged five to six? *British Journal of Educational Technology*, 48(3), 824–841. <https://doi.org/10.1111/bjet.12452>
- Yilmaz, R. M., & Goktas, Y. (2017). Using augmented reality technology in storytelling activities: examining elementary students' narrative skill and creativity. *Virtual reality*, 21, 75-89. <https://doi.org/10.1007/s10055-016-0300-1>
- Yoon, S. A., Anderson, E., Lin, J., & Elinich, K. (2012). How augmented reality enables conceptual understanding of challenging science content. *Educational Technology & Society*, 15(3), 156–168.
- Young-Loveridge, J. M. (2004). Effects on early numeracy of a program using number books and games. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 82–98. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.001>
- Yurdugül, H. (2005). *Geçerlik ve güvenirlik kavramları: Geçerlik katsayılarının değerlendirilmesi ve örnek bir uygulama*. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 211–217.
- Zacharos, K., Antonopoulos, K., & Ravanis, K. (2011). Activities in mathematics education and teaching interactions: The construction of the measurement of capacity in preschoolers. *European Early Childhood Education Research Journal*, 19(4), 451–468. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2011.623520>
- Zaranis, N., Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. (2013). Using ICT tools in early mathematics education. *Educational Technology & Society*, 16(3), 17–29.
- Zhao, X., & Roberts, S. (2024). Australian early childhood educators' perspectives on digital teaching of geometry: The pedagogical enablers and barriers. *Australasian Journal of Early Childhood*, 50(1), 5–18. <https://doi.org/10.1177/18369391241234735>
- Zhou, F., Duh, H. B. L., & Billinghamurst, M. (2008). Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. *Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, 193–202. <https://doi.org/10.1109/ISMAR.2008.4637362>
- Zhou, S., Sun, X., Shi, Z., & Lu, Y. (2020). The use of augmented reality for solving arithmetic problems for preschool children. In *Learning and Collaboration Technologies. Human and Technology Ecosystems: 7th International Conference, LCT 2020, Held as Part of the 22nd HCI International Conference, HCII 2020*,

Copenhagen, Denmark, July 19–24, 2020, Proceedings, Part II 22 (pp. 574-584). Springer International Publishing. DOI:[10.1007/978-3-030-50506-6_39](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50506-6_39)

Zhu, Y., Yang, X., & Wang, S. J. (2017). *Augmented Reality Meets Tangibility: A New Approach for Early Childhood Education*. EAI Endorsed Transactions on Creative Technologies, 4(11), e2. <https://doi.org/10.4108/eai.5-9-2017.153059>

Zhufeng, Y., & Sitthiworachart, J. (2024). Effect of augmented reality technology on learning behavior and attitudes of preschool students in science activities. *Education and Information Technologies*, 29(4), 4763-4784. DOI:[10.1007/s10639-023-12012-z](https://doi.org/10.1007/s10639-023-12012-z)

Zorzi, M., Priftis, K., & Umiltà, C. (2002). Brain damage: Neglect disrupts the mental number line. *Nature*, 417(6885), 138. <https://doi.org/10.1038/417138a>

Zulkardi, & Putri, R.I.I. (2006). Designing your own math contextual questions [in Bahasa]. Proceeding of KNM13. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

EKLER

EK-1 AR-EGOP Kazanım-Gösterge-Kavram Tablosu

Haftalar	Kazanımlar	Göstergeler	Kavramlar	
1. Hafta	Nesnelerin ayırt ettiği topolojik özelliklerini ifade eder.	Nesnelerin açık veya kapalı olma durumunu ifade eder.	Açık, kapalı	
		Nesnelerin kenarlarını ve köşelerini gösterir. Nesnelerin yüzeylerini tanımlar. Nesnelerin yüzeylerini karşılaştırır.	Kenar, köşe, oval, yüzey	
2. Hafta	Nesnelerin uzaydaki konumlarını belirler.	Nesneleri bir referans noktasına göre yerleştirir. Nesnelerin konumunu açıklar.	Yakın, uzak Altında, üstünde, arkasında, önünde	
3. Hafta	Nesnelerin uzaydaki konumlarını doğru terimlerle ifade eder.	Nesneleri bir referans noktasına göre yerleştirir. Nesnelerin konumunu açıklar. Artırılmış gerçeklik etkinliklerinde sanal nesneleri doğru bir şekilde konumlandırır.	İçinde, dışında, yanında, arasında Birleştirme, ayırıştırma	
		4. Hafta	Şekillerin döndürme, yansıtm (ayna görüntüsü) ve kaydırma gibi dönüşüm özelliklerini tanır.	Bir şeklin döndürülmüş hâlini tanır ve açıklar.
Bir şeklin yansıtılmış hâlini tanır ve açıklar. Artırılmış gerçeklik etkinliklerinde simetri çizgileri oluşturur ve gösterir.	Simetri			
5. Hafta	Temel geometrik şekilleri (daire, çember, elips üçgen, kare, dikdörtgen, beşgen, altıgen, yamuk, paralelkenar) tanır ve adlandırır.	Görsel materyallerdeki farklı geometrik şekilleri doğru bir şekilde tanımlar. Şekillerin kenar, köşe ve yüzey özelliklerini basit terimlerle açıklar. Materyallerle verilen şekilleri oluşturur. Düz çizgi ve eğri çizgilerle geometrik şekiller çizer.	Daire, çember, elips	
Üçgen				
6. Hafta			Basit geometrik şekilleri çizim, kesme veya birleştirme yoluyla oluşturur.	Kare, dikdörtgen
				Beşgen, altıgen
7. Hafta			Yamuk, paralelkenar	
8. Hafta	Temel geometrik cisimleri (küp, küre, silindir, koni) tanır ve özelliklerini ifade eder.	Cisimlerin günlük hayattaki karşılıklarını (örneğin, küp → kutu, koni → boru) eşleştirir. Geometrik cisimlerin şekil, kenar ve yüz sayısı gibi özelliklerini basitçe tanımlar. Materyalleri kullanarak küp, küre ve koni gibi cisimler yapar. Artırılmış gerçeklik uygulamalarında sanal geometrik cisimleri oluşturur.	Silindir	
			Koni	
	Temel geometrik cisimleri modelleme araçlarıyla oluşturur.		Küp	
			Küre	
9. Hafta	Nesnelerin uzaydaki konumlarını farklı açılardan hayal eder ve açıklar.	Şekilleri ve cisimleri farklı perspektiflerden doğru bir şekilde tarif eder. Artırılmış gerçeklik ortamında nesnelerin döndürülmüş hâllerini tanır. Kendi örüntüsünü oluşturur.	Uzamsal algı, görselleştirme, örüntü	

EK-2 AR-EGOP Gözlem Formu

ÖĞRETMEN GÖZLEM FORMU					
Gözlemlenen Etkinlik Numarası:		Gözlem Tarihi:			
Maddeler		Evet	Kismen	Hayır	Gözlem Notları
1.	Eğitim ortamı, belirlenen kazanım ve göstergelere uygun olacak şekilde düzenlenmiş mi?				
2.	Etkinlik materyalleri, işitsel/görsel uyarılar ve diğer kaynaklar eksiksiz ve çalışır durumda mı?				
3.	Eğitim ortamı, belirlenen kazanım ve göstergelere göre çocukların etkin katılımını destekleyecek şekilde düzenlenmiş mi?				
4.	Etkinlik öncesinde, çocuklarla yapılan ısınma çalışmaları plana uygun şekilde gerçekleştirildi mi?				
5.	Etkinlik sırasında, çocukların anlamadığı veya yapamadığı durumlarda, öğretmen açıkça yönlendirme yapıp geri bildirimde bulundu mu?				
6.	Öğretmenin etkinliği uygulama süreci plana uygun mu?				
7.	Öğretmen çocukların dikkatini çekerek etkin katılımı sağlıyor mu?				
8.	Öğretmen sorduğu sorular aracılığıyla çocuklarla interaktif iletişim kuruyor mu?				
9.	Her çocuğun eşit şekilde sürece katılımı sağlanıyor mu?				
10.	Öğretmen, beden dili, jest, mimik ve ses tonunu etkin bir şekilde kullanarak, mesajını net ve anlaşılır bir biçimde iletiyor mu?				
11.	Belirlenen zaman dilimi, etkinlik süresince planlı ve verimli şekilde kullanıldı mı?				
12.	Öğretmenin etkinliği uygulama sırası planda verilenle örtüşüyor mu?				
13.	Öğretmen tabletleri etkinlik planına uygun şekilde kullandı mı?				
14.	Geometrik kavramları öğrenme sürecinde etkinlik planına uygun şekilde önce somut materyaller ardından AR uygulamaları kullanıldı mı?				
15.	Çocukların AR uygulamalarını kullanmaları için etkinlik planına uygun şekilde onları teşvik etti mi?				
16.	Etkinlik planındaki değerlendirme araçları kullanıldı mı? (Karşılaştırma Şeması, T Tablosu vb.)				
17.	Etkinlik sonu değerlendirmelerinde tüm çocukların görüşlerine yer verildi mi?				
18.	Etkinlik sonu değerlendirmelerindeki tüm sorular çocuklara soruldu mu?				

EK-3 EGOP Gözlem Formu

ÖĞRETMEN GÖZLEM FORMU					
Gözlemlenen Etkinlik Numarası:		Gözlem Tarihi:			
Maddeler		Evet	Kısmen	Hayır	Gözlem Notları
1.	Eğitim ortamı, belirlenen kazanım ve göstergelere uygun olacak şekilde düzenlenmiş mi?				
2.	Etkinlik materyalleri, işitsel/görsel uyarılar ve diğer kaynaklar eksiksiz ve çalışır durumda mı?				
3.	Eğitim ortamı, belirlenen kazanım ve göstergelere göre çocukların etkin katılımını destekleyecek şekilde düzenlenmiş mi?				
4.	Etkinlik öncesinde, çocuklarla yapılan ısınma çalışmaları plana uygun şekilde gerçekleştirildi mi?				
5.	Etkinlik sırasında, çocukların anlamadığı veya yapamadığı durumlarda, öğretmen açıkça yönlendirme yapıp geri bildirimde bulunuyor mu?				
6.	Öğretmenin etkinliği uygulama süreci plana uygun mu?				
7.	Öğretmen çocukların dikkatini çekerek etkin katılımı sağlıyor mu?				
8.	Öğretmen sorduğu sorular aracılığıyla çocuklarla interaktif iletişim kuruyor mu?				
9.	Her çocuğun eşit şekilde sürece katılımı sağlanıyor mu?				
10.	Öğretmen, beden dili, jest, mimik ve ses tonunu etkin bir şekilde kullanarak, mesajını net ve anlaşılır bir biçimde iletiyor mu?				
11.	Belirlenen zaman dilimi, etkinlik süresince planlı ve verimli şekilde kullanıldı mı?				
12.	Etkinlik planda belirlenen sıraya uygun olarak mı uygulandı?				
13.	Etkinlik planında yer alan somut materyaller eksiksiz olarak sürece dahil edildi mi?				
14.	Etkinlik planındaki değerlendirme araçları kullanıldı mı? (Karşılaştırma Şeması, T Tablosu vb.)				
15.	Etkinlik sonu değerlendirmelerinde tüm çocukların görüşlerine yer verildi mi?				
16.	Etkinlik sonu değerlendirmelerindeki tüm sorular çocuklara soruldu mu?				

EK-4 MEB İzni



Müdürlüğüne



Başvuru No: MEB.TT.2025.017702

Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu: 716550

T.C. Kimlik No: 23986041294

Adı Soyadı: BÜŞRA BİLİR ÇEVİK

Araştırmacının Adı: Artırılmış Gerçeklik Destekli Öğretim Uygulamalarının Okul Öncesi Çocukların Erken Geometri Becerisine Etkisi

Araştırmacının Niteliği: Doktora Tezi

Araştırmacının Örneklem / Çalışma Grubu: Öğrenci

Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatı: İlkokulu

Uygulama Yapılacak Birim: İlkokul

Uygulama Yapılacak İl: GAZİANTEP

Veri Toplama Aracının Başlığı: Dijital Erken Geometri Testi

Araştırma Uygulama İzninin Kabul Tarihi: 03.02.2025

Araştırmacının Uygulama İzninin Bitiş Tarihi: 03.02.2026

Yukarıda kimliği yazılı araştırmacı "Araştırma Uygulama İzinleri Genelgesine (2024/41)" göre belirtilen kapsamda araştırmasını yapmayı taahhüt etmiştir. Araştırmacının bilgi ve belgelerinin uygunluğu kontrol edilmiş olup araştırma uygulama izni GAZİANTEP İl Millî Eğitim Müdürlüğü tarafından onaylanmıştır.

NOT: Okul/kurum yöneticileri tarafından "Araştırma Uygulama İzni" belgesinin ve veri toplama araçlarının (araçlardaki maddelerinin) modüle yer alan belge ve araçlarla aynı olduğu kontrol edilmelidir. Belgeler aynı olmadığı durumda araştırma uygulama izni verilmeyecektir.

* Başvuru detayını görüntülemek ve belgeyi doğrulamak için <https://arastirmaiznleri.meb.gov.tr/belge-dogrula> bağlantısını kullanınız.

- Araştırma Uygulama İzinleri Başvuru ve Değerlendirme Sistemi -

EK-5 Etik Kurul İzni

03.01.2025-71814

 HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ	T.C. HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU KARARLARI
---	--

TOPLANTI TARİHİ	TOPLANTI NO
26.12.2024	2024-43

Sayı : E-97105791-050.04-71814
Konu : Etik Kurul Hk.

Çalışmanın Türü	Doktora Tezi
Konu	Anket Uygulama
Başlık	"Artırılmış Gerçeklik Destekli Öğretim Uygulamalarının Okul Öncesi Çocukların Erken Geometri Becerisine Etkisi"
Yürüttücü / Danışman	Prof. Dr. Yaşare AKTAŞ ARNAS
Yazar	Büşra BİLİR ÇEVİK
Karar	Olumlu

Prof. Dr Mehmet Lütfi YOLA
Etik Kurul Başkanı

Prof.Dr. Muhammet Fatih HASOĞLU
Etik Kurul Üyesi

Prof.Dr. Bülent Bahri KÜÇÜKERDOĞAN
Etik Kurul Üyesi

Prof.Dr. Enver BOZKURT
Etik Kurul Üyesi

Prof.Dr. Kezban BAYRAMLAR
Etik Kurul Üyesi

Prof.Dr. Mahmut Serhat YENİCE
Etik Kurul Üyesi

Prof.Dr. Mazlum ÇELİK
Etik Kurul Üyesi

Ek:Büşra BİLİR ÇEVİK, Prof. Dr. Yaşare AKTAŞ ARNAS EKBF.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : *BSNVB5UCJ*

Belge Takip Adresi : <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5999&eD=BSNVB5UCJ&eS=71814>

Adres: Hasan Kalyoncu Üniversitesi Havaalanı Yolu Üzeri 8. Km. Şahinbey / Gaziantep
Telefon: 0 (342) 211 8080 / 1400/1402 Faks: 0 (342) 211 80 81
e-Posta: info@hku.edu.tr Web: www.hku.edu.tr
Kep Adresi: hasankalyoncu.univ@hs01.kep.tr

Bilgi için: Merve BİLGİN
Unvanı: Memur



Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-6 Bilgilendirilmiş Onam Formu

ONAM FORMU

Sayın Velimiz,

Bu çalışma, 5 yaş grubu çocukların geometri becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Çalışma süresince çocukların bireysel farklılıkları ve öğrenme ihtiyaçlarını anlamak için bazı temel bilgiler toplanacaktır. Katılım tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır ve istediğiniz zaman çalışmadan ayrılma hakkına sahipsiniz.

Çocuğunuz, dijital bir eğitim uygulaması aracılığıyla etkinliklere katılacaktır. Çalışma sırasında elde edilen tüm bilgiler yalnızca bilimsel amaçlarla kullanılacak ve gizlilikle korunacaktır. Veriler anonimleştirilerek işlenecek ve hiçbir şekilde kişisel bilgiler paylaşılmayacaktır. Çalışma, çocuğunuzun öğrenme süreçlerine olumlu katkılar sağlamayı hedeflemektedir. Çalışmaya katılım herhangi bir fiziksel ya da psikolojik riski içermemektedir. Toplanan bilgiler yalnızca araştırmacılar tarafından erişilebilir olacak ve üçüncü kişilerle paylaşılmayacaktır.

İzin ve Onay:

Çocuğunuzun bu çalışmaya katılımını onaylıyor musunuz?

- ☐ Evet
☐ Hayır

Velinin Bilgileri:

Adı Soyadı:

Telefon Numarası:

Onay Beyanı:

Yukarıdaki bilgileri okudum ve anladım. Çocuğumun bu çalışmaya katılımını gönüllü olarak onaylıyorum.

Velinin İmzası:

Tarih:

Sorumlu Araştırmacı: Arş. Gör. Büşra Bilir Çevik

EK-7 Belirtke Tablosu (Dijital Erken Geometri Testi)

Sayı	Kazanım/Davranış	Bloom Taksonomisi Bilişsel Alan					
		Hatırlama	Anlama	Uygulama	Analiz	Sentez	Değerlendirme
1	Bir geometrik şekli diğer şekillerden ayırt eder.		x				
2	Geometrik şekilleri sınıflandırır.		x				
3	Şekillerin simetrisini oluşturur.			x			
4	Geometrik şekilleri eşleştirir.		x				
5	Geometrik şekilleri karşılaştırır.		x				
6	Geometrik şekillerin belirleyici özelliklerini söyler.	x					
7	Üç boyutlu nesnelerle gerçekçi tasarımlar oluşturur.					x	
8	Geometrik şekilleri birleştirerek farklı şekiller oluşturur.			x			
9	Geometrik şekilleri kenar özelliklerine göre birbirinden ayırt eder.		x				
10	Geometrik şekilleri köşe özelliklerine göre birbirinden ayırt eder.		x				
11	Geometrik şekilleri çizer.			x			
12	Farklı konum, basıklık ve çarpıklıktaki geometrik şekilleri tanıır.	x					
13	Dik açıları tanıır.	x					
14	Geometrik şekilleri tanıır. (yamuk, eşkenar dörtgen, paralelkenar, altıgen, küp, kare, üçgen, daire, dikdörtgen, elips, koni, küre, silindir)	x					
15	Dikey ve yatay çizgileri tanıır.	x					
16	Parçaları birleştirerek geometrik şekiller oluşturur.			x			
17	Geometrik şekilleri parçalara ayırarak farklı geometrik şekiller oluşturur.				x		
18	Geometrik şekilleri dik veya eğik döndürür.			x			
19	Oluşturulan örüntüyü sürdürür.				x		
20	Geometrik şekillerden örüntü oluşturur.					x	
21	Üç boyutlu geometrik şekillerin yüzeylerini tanıır.	x					
22	Yer yön kavramlarını bilir. (üstünde, yanında, içinde, dışarda, yukarıda, altında, aşağıda, önünde, arkasında, sağ, sol)	x					
23	Üç boyutlu nesnelerle oluşturulan tasarımları eleştirir.						x
24	Kapalı ve açık alanların ayrımını bilir.	x					
25	Bir şekli başka bir şeklin uzunluğu aynı olan kenarı ile eşleştirir.		x				
26	Bir şekli yatay olarak döndürdüğünde oluşacak şekli tanıır.			x			
27	Bir şekli dikey olarak döndürdüğünde oluşacak şekli tanıır.			x			
28	Nesnelerin uzamsal olarak bulundukları konumu ifade eder.		x				
29	Geometrik şekillerin belirli bir yönden nasıl görüneceğini tahmin eder.		x				

EK-8 Uzman Görüşü Formu-DEGT

Dijital Erken Geometri Testi Uzman Görüşü Formu

Erken geometri becerisine yönelik kısmi puanlanan bir test geliştirilecektir. Aynı zamanda Erken Geometri Testinin dijital ortamda geliştirilmesi planlanmaktadır. Bu sayede kağıt kullanımı azalacak, yanıtlar otomatik olarak kaydedilecek, test sonunda toplam puan direkt sunulacak, sonuçlar hızlı bir şekilde alınacak, sürdürülebilir bir uygulama olacak, daha fazla kitleye kolaylıkla ulaştırılabilecek ve uygulamada kolaylık sağlayacaktır.

Dijital Erken Geometri Testi (DEGT) 3-6 yaş grubundaki çocukların geometri becerilerini test etmek amacıyla geliştirilecektir. Test tabletlerde kullanılacaktır. Testin başlangıcında çocuğun adı, doğum tarihi ve cinsiyet bilgisi ekranda doldurulacaktır. Tablet ekranının sol tarafında küçük mavi, sarı ve kırmızı birer yıldız yer alacaktır. Soruyu geçmek için ok işareti ve ayarlar butonu da yer alacaktır. Mavi yıldızla tıklayınca sistem otomatik olarak 2 puan verecek ve diğer soruya geçebilecektir. Sarı yıldızla tıklayınca sistem otomatik olarak 1 puan verecektir ve diğer soruya geçebilecektir. Çocuk yanlış seçeneği seçerse kırmızı yıldızla tıklanır ve bu durumda sıfır puan alır. Test bitince ekrana çocuğun testten aldığı puan gelecektir. Testi uygulayan kişi için ekranda çocukların açıklamalarına verecekleri puan için cevap anahtarı butonu yer alacaktır (Videoda ? kısmında kısmi puanlama cevap anahtarı yer almaktadır). Test uygulayıcısı ihtiyaç duyduğu durumda o butona tıklayarak doğru cevapların ne olduğunu görebilecektir.

Sayın Öğretim Üyesi,

Çocukların erken geometri becerisinin ölçülmesine yönelik kısmi puanlanan “Dijital Erken Geometri Testi”nin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Sizden aşağıda yer alan maddeleri incelemeniz ve ölçülmek istenen yapıyla uyum düzeylerine göre

“Uygun”, “Düzeltilmeli” ya da “Çıkarılmalı” seçeneklerini işaretlemeniz istenmektedir.

“Düzeltilmeli” seçeneğini işaretlerseniz ne şekilde düzeltilmesi gerektiğini, “Çıkarılmalı” seçeneğini işaretlerseniz neden çıkarılması gerektiğini ilgili alana lütfen belirtiniz.

Kısmi puanlama anahtarına aşağıda yer alan tabloda yer verilmiştir. İkinci sayfada yer alan Yazılım Boyutunda testin yazılım şirketine yönlendirilen açıklamaları detaylı olarak yer almaktadır. Üçüncü sayfada Belirtke Tablosu yer almaktadır. Tabloda testin kazanımları ve Bloom Taksonomisine göre düzeyleri belirlenmiştir. İkinci sayfada aynı zamanda kazanımlarla maddelerin eşleştirildiği sütun yer almaktadır.

Geri bildirilmeleriniz için çok teşekkür ederim.

Büşra BİLİR ÇEVİK

Maddeler	Kısmi Puanlama Cevap Anahtarı	Uygun	Düzeltilmeli	Çıkarılmalı	Açıklama-Öneri
----------	-------------------------------	-------	--------------	-------------	----------------

EK-9 AR-EGOP İhtiyaç Analizi Formu

Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı İhtiyaç Analizi Formu

Tarih: .../.../.....

Okulun Kodu

Öğretmenin Kodu

Sayın

Danışman hocam Prof. Dr. Yaşare Aktaş Arnas'ın rehberliğinde "Artırılmış Gerçeklik Destekli Öğretim Uygulamalarının Okul Öncesi Çocukların Erken Geometri Becerisine Etkisi" konulu doktora tez çalışmamın gereği olarak okul öncesi çocuklar için, Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı hazırlamak istiyorum. Hazırlayacağım eğitim programı için siz okul öncesi öğretmenlerinin eğitimsel ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla hazırladığım "İhtiyaç Analizi Formu"nu kullanmak istiyorum. Görüşme formu iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde kişisel bilgilerinize yönelik sekiz soru, ikinci bölümde ise hazırlanacak programa yönelik eğitimsel ihtiyaçlarınızın belirlenmesi amacıyla sekiz soru yer almaktadır. Sizden, formda yer alan soruları eksiksiz ve içtenlikle yanıtlamanız beklenmektedir. Yanıtlama süresi yaklaşık 15-20 dakika sürmektedir. Görüşleriniz (Ad ve Soyadı belirtilmeksizin) onayınızla, yalnızca bilimsel veri olarak kullanılacak, bilim etiği kurallarına özenle dikkat edilecektir. Görüşleriniz üçüncü kişilerle paylaşılmayacaktır. Objektif görüşleriniz çok kıymetli olup katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Arş. Gör. Büşra Bilir Çevik

Bölüm I: Kişisel Bilgiler

- | | |
|-----------------------|--|
| Cinsiyetiniz | ☐ Erkek
☐ Kadın |
| Yaşınız | ☐ 20-25
☐ 25-30
☐ 30-35
☐ 35-40
☐ 4-50
☐ 50 ve üstü |
| Öğrenim Düzeyiniz | ☐ Ön lisans mezunu
☐ Lisans mezunu
☐ Yüksek Lisans mezunu
☐ Doktora mezunu |
| Mesleki Kıdem Yılınız | yıl |
| Mezuniyet Alanınız | ☐ Okul Öncesi Öğretmenliği
☐ Çocuk Gelişimi
☐ Diğer |
| Kadro Durumunuz | ☐ Ücretli
☐ Sözleşmeli
☐ Kadrolu |

Görev Yaptığınız Okul Türünüz

- ☐ Anaokulu/Resmi
- ☐ Anasınıfı/Resmi
- ☐ Anaokulu/Özel
- ☐ Anasınıfı/Özel

Şu anda çalıştığınız çocukların yaş grubu

- ☐ 3-4 Yaş
- ☐ 4-5 Yaş
- ☐ 5-6 Yaş

Mesleğe başladıktan sonra artırılmış gerçeklik ile ilgili eğitimle katıldınız mı?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

Yanıtınız “Evet” ise detaylarını belirtiniz.

İhtiyaç Belirleme

Bilgi Notu:

Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı ile okul öncesi dönemdeki çocukların, geometriye ilişkin soyut kavramların somut ve etkileşimli bir biçimde sunulabilmesi için artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisini entegre ederek erken yaşta geometri eğitimi sağlanması amaçlanmaktadır. Çocukların geometrik şekiller, uzamsal ilişkiler ve boyut gibi temel kavramları uygulamalı bir şekilde deneyimlemeleri hedeflenmektedir. Bu süreçte çocukların, geometrik şekilleri tanıma, boyutları karşılaştırma ve şekilleri belirli uzamsal ilişkiler çerçevesinde konumlandırma ve topolojik ilişkileri anlama gibi görevlerle matematiksel kavramlarla aktif bir biçimde etkileşime girmeleri amaçlanmaktadır.

- 1) Geometri eğitiminde hangi becerilere yer veriyorsunuz? (şekil tanıma vb.)
- 2) Geometri eğitimi için kullandığınız özel materyaller veya kaynaklar var mı? Varsa, bunlar nelerdir?

- 3) Eğitim verirken hangi geometrik şekillere yer veriyorsunuz?

- 4) Çocukların geometri becerilerini değerlendirirken hangi yöntemleri kullanıyorsunuz?

5) Geliştirilecek yeni bir geometri programı sizce hangi konuları içermeli?

6) Artırılmış Gerçeklikle ilgili sınıfınızda yaptığınız örnek uygulamalar var mı? Varsa bu uygulamalardan bahseder misiniz?

7) *Artırılmış Gerçeklik* ile *Geometri Eğitimi* birlikte düşündüğünüzde ne gibi çalışmalar yapılabileceğini düşünüyorsunuz? (yapılabilecek etkinlik örnekleri gibi, zihninizde bu alanları nasıl ilişkilendiriyorsunuz?)

8) Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı ilgili olarak hangi konuda/konularda desteklenmeye ihtiyaç duyuyorsunuz? Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz. Size en uygun yanıtı/yanıtları önem sırasına göre 1'den 3'e kadar numaralandırarak belirtiniz.

PLANLAMADA (*Planlama aşamasında hangi konularda desteğe ihtiyaç duyuyorsunuz?*)

- Yöntem-teknik
- Uygun materyali seçebilme ya da geliştirme
- Yaratıcılık
- Özgünlük
- Dikkat ve odaklanma becerileri ile duyguları bütünleştirme
- Erken Geometri becerilerini geliştirmede bir araç, yöntem olarak kullanabilme
- Diğer etkinliklerle bütünleştirme
- Diğer (açıklayınız):

UYGULAMADA (*Uygulama aşamasında hangi konularda desteğe ihtiyaç duyuyorsunuz?*)

- Çocukların ilgisini çekme
- Çocukların aktif katılımını sağlama
- Çocukların duyguları fark etme, ifade etmeleri konusunda onları destekleme
- Yönergeleri uygun bir biçimde verebilme
- Eğitim ortamını hazırlayabilme
- Diğer (açıklayınız):

DEĞERLENDİRMEDE (*Değerlendirme aşamasında hangi konularda desteğe ihtiyaç duyuyorsunuz?*)

- Yöntem-teknik
- Dokümantasyon süreci
- Yeniden planlamalar için elde edilen verileri tasnifleme
- Diğer (açıklayınız):

Artırılmış Gerçeklik Destekli Erken Geometri Öğretim Programı’ndan beklentilerinize yönelik önerileriniz varsa lütfen belirtiniz:



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Büşra Bilir Çevik
Uyruğu : T.C.

EĞİTİM

Derece	Adı	Bitirme Yılı
Üniversite	: Hasan Kalyoncu Üniversitesi	2019
Yüksek Lisans	: Hasan Kalyoncu Üniversitesi	2021
Doktora	: Hasan Kalyoncu Üniversitesi	2025

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2019-2020	Bahattin Teymur İlkokulu	Okul Öncesi Öğretmeni
2020-D.E.	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI

Erken Çocuklukta Matematik Eğitimi, Erken Çocuklukta Teknoloji

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

Yüksek Lisans Tez Adı:

Okul Öncesi Öğretmenlerine Yönelik İnovatif Düşünme Eğilimi Ölçeğinin Geliştirilmesi

Tez danışmanı: Prof. Dr. Nilüfer Darıca, Doç. Dr. Ufuk Akbaş

Doktora Tez Adı: Artırılmış Gerçeklik Destekli Öğretim Uygulamalarının Okul Öncesi Dönem Çocukların Erken Geometri Becerisine Etkisi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yaşare Aktaş Arnas

1.1 Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler

- 1.1.1. Mercan, Z., **Bilir**, B. ve Darıca, N. (2021). Okul bahçelerinin fiziksel yapısının öğrenme ortamı olarak incelenmesi, Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 50(2), 2021, 1210-1240. (ESCI)
- 1.1.2. Mercan, Z., Gözüm, A.İ.C., **Bilir**, B. & Özcan, M. (2024). STEAM makerspace reflections from teachers and children. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 11(1). 56-88. (TR Dizin)
- 1.1.3. Metin, Ş., Kalyenci, D., Başaran, M., Relkin, E., & **Bilir**, B. (2024). Design-Based Digital Story Program: Enhancing Coding and Computational Thinking Skills in Early Childhood Education. *Early Childhood Education Journal*, 1-20. (SSCI, Q1)

1.2 Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler

- 1.2.1. Dinçer, Ç., **Bilir**, B., Özkurt, L. ve Koyuncu, D. (2021). Resimli öykü kitaplarında mizah, korku, şiddet ve toplumsal cinsiyet öğelerinin incelenmesi. [Sözlü Bildiri]. Uluslararası Pegem Eğitim Kongresi (İPCEDU), Gazi Üniversitesi, Antalya, 27-30 Ekim 2021.
- 1.2.2. Metin, Ş., Özcan, M. ve **Bilir**, B. (2021). Okul Öncesi Çocukların Covid ve Covid Sürecine İlişkin Algıları. [Sözlü Bildiri]. Uluslararası Pegem Eğitim Kongresi (İPCEDU), Gazi Üniversitesi, Antalya, 27-30 Ekim 2021.
- 1.2.3. Mercan, Z., **Bilir**, B. ve Darıca, N. (2021). Okul Öncesi Kurumlara Ait Okul Bahçelerinin Öğrenme Ortamı Olarak Değerlendirilmesi. [Sözlü Bildiri]. International Congress of Early Childhood Outdoor Project'e (ICECOP), Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 24-25 Mart 2021.
- 1.2.4. **Bilir**, B., Darıca, N. ve Akbaş, U. (2021). Okul Öncesi Öğretmenlerine Yönelik İnovatif Düşünme Eğilimi Ölçeğinin Geliştirilmesi. [Sözlü Bildiri]. Uluslararası Pegem Eğitim Kongresi (İPCEDU), Gazi Üniversitesi, Antalya, 27-30 Ekim 2021.
- 1.2.5. Mercan, Z. Özcan, M. **Bilir**, B. Ve Özkurt, L. Okul Öncesi Dönem Çocuklarının Yapı-inşa Süreçlerine Yönelik Nitel Bir Araştırma. Uluslararası Pegem Eğitim Kongresi. Sözlü Online Bildiri. 16-19 Eylül 2020
- 1.2.6. Mercan, Z. **Bilir**, B. Steam Öğretmen Eğitiminin Sınıf İçi Uygulamalara Yansımaları. Educcon Kongre, 16-19 Eylül 2022.

- 1.2.7. **Bilir** Büşra, Ercan Gürkan Burcu, (2023). Okul Öncesi Öğretmenlerinin Sınıf İçindeki Ses Seviyeleri. Uluslararası 21. Yy Eğitim Araştırmaları Kongresi. 8-10 Haziran 2023
- 1.2.8. Özcan Mihriban, **Bilir** Büşra, (2023). Çocukların Oyun Tercihlerinin Anne İletişiminde Rolü. Uluslararası 21. Yy Eğitim Araştırmaları Kongresi. 8-10 Haziran 2023
- 1.2.9. Aktaş Arnas Yaşare, **Bilir** Büşra, Yıldırım Fatma, (2023). Okul Öncesi Eğitimi Almayan 5-6 Yaş Çocuğunun Erken Artimetik Becerisi, Ebeveyninin Matematik Kaygısı ve Ev Matematik Çevresi Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. 8. Uluslararası Okul Öncesi Eğitim Kongresi. 26-28 Ekim 2023
- 1.2.10. Aktaş Arnas Yaşare, Özcan Mihriban, **Bilir** Büşra, (2023). Etkileşimli Dijital Hikaye Anlatmanın Okul Öncesi Çocukların Dil ve Anlatı Becerilerine Etkisi. 8. Uluslararası Okul Öncesi Eğitim Kongresi. 26-28 Ekim 2023
- 1.2.11. **Bilir** Büşra, Erdoğan Yunus Emre, Bal Kübra, Özbay Abdulbaki, (2023). “4-6 yaş arası çocuğa sahip düşük sosyoekonomik gelirli ailelerin yılmazlık düzeyleri ile çocuklarını tanıma düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. 16. Ulusal Okul Öncesi Öğretmenliği Öğrenci Kongresi, 09-11 Kasım 2023
- 1.2.12. Aktaş Arnas Yaşare, **Bilir** Büşra, İrem Sarı, Kübra Özpalaz, Esmâ Değer, Tuba Doğan, İpek Gezici, (2024). “Çocukların teknoloji kullanım süresi ile problemlili teknoloji kullanımı arasındaki ilişkinin incelenmesi.” 2. Uluslararası 21. Yy Eğitim Araştırmaları Kongresi, 25-27 Nisan 2024

1.3 Yazılan uluslararası kitaplar veya kitaplarda bölümler

- 1.3.1. Mercan, Z. ve **Bilir**, B. (2022). *Erken çocuklukta doğa eğitimi, doğa çocuk ve 21. Yüzyıl becerileri*. Ankara: Eğiten Kitap
- 1.3.2. **Bilir Çevik**, B. (2024). *Erken çocukluk eğitim programlarında doğa eğitimi*. Ankara: Eğiten Kitap
- 1.3.3. **Bilir Çevik**, B. (2024). *Erken çocukluk eğitim programlarında doğa eğitimi*. Ankara: Eğiten Kitap

1.4 Yazılan ulusal kitaplar veya kitaplarda bölümler

- 1.4.1. **Bilir**, B. (2023). *Teknoloji Çağında Ebeveynlik*. Atatürk Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Ders Kitabı.

1.5 Ulusal hakemli dergilerde yayınlanan makaleler

- 1.5.1. **Bilir, B., Akbaş, U., ve Darıca, N.** (2023) Okul Öncesi Öğretmenlerine Yönelik İnovatif Düşünme Eğilimi Ölçeğinin Geliştirilmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 13(1), 233-253. (TR Dizin)

1.6 Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler

1. **Bilir, B. Özkurt, L. ve Aslım, A.** (2018). MEB 2013 Okul Öncesi Eğitim Programının Waldorf Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi [Poster Bildiri]. 13. Okul Öncesi Eğitimi Öğrenci Kongresi, Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar, 26-28 Nisan 2018.

1.7 Diğer yayınlar

-

2. Projeler

- 2.1. Pandemi Sürecinde Uygulanan İlkokul Uzaktan Eğitim Programı İçeriklerinin Mizahi Açından İncelenmesi ve Zenginleştirilmesi (Proje No. Covid19 120K271). TÜBİTAK 1001. (2020). Yürütücü: Burcu Gürkan, Bursiyer.
- 2.2. Baba-Çocuk Bağlanmasını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi ve Ebeveynlik Eğitim Programıyla Baba-Çocuk Arasındaki Bağlanma Güvenliğinin Güçlendirilmesi. (Proje No.-) TÜBİTAK 1001. (2021-2024). Yürütücü: Yaşare Aktaş Arnas, Bursiyer.
- 2.3. Okul Öncesi Eğitim Çağındaki Çocuklarda Deprem Sonrası Yılmazlığın Güçlendirilmesine Yönelik Anka-K Müdahale Programının Geliştirilmesi (Proje No: 323K100) TÜBİTAK 1001 ÇABA Proje Yürütücüsü: Esra Akgül, Bursiyer. (2025)
- 2.4. BAP Erken çocukluk döneminde düşük sosyoekonomik düzeydeki çocukların eğitsel dijital oyun aracılığıyla erken matematik becerilerinin geliştirmesi. (Proje No: BAP.YP.010) Araştırmacı: Büşra Bilir, Araştırmacı: Mihriban Özcan, Yürütücü: Yaşare Aktaş Arnas (2021-2025)
- 2.5. BAP Yapararak Öğrenmeden Üreterek Öğrenmeye: Tasarım Temelli Öykü Oluşturma Programının Okul Öncesi Çocukların Tasarım, Bilgi İşlemsel Düşünme ve Kodlama Becerilerine Etkisi (Proje No: BAP.YP.011) Araştırmacı: Büşra Bilir, Araştırmacı: Mihriban Özcan, Araştırmacı: Damla Kalyenci Yürütücü: Şermin Metin (2021-2025)

- 2.6. Lisansüstü Eğitim Gören Araştırmacılara Yönelik Uygulamalı Nicel Veri Analizi Eğitimi. (Proje No. -). TÜBİTAK BİDEB 2237-A. (2021). Yürütücü: Ufuk Akbaş, Bursiyer.
- 2.7. Okul Öncesi Eğitimde Bilgisayarsız Kodlama (Proje No. 118B361). TÜBİTAK 4004. (2018). Yürütücü: Şermin Metin, Öğitmen.
- 2.8. TÜBİTAK 4004, Duvarsız Okullar Projesi. Eğitici.
- 2.9. GÖÇ-MAT (Proje No. 215K478). TÜBİTAK 1003. Tuna, M.E. (2018-2019). Yürütücü: Mana Ece Tuna, Saha Uygulaması.
- 2.10. TÜBİTAK 2237 KATILIM
- TÜBİTAK 2237 Disiplinlerarası Bakış Açısıyla Okul Öncesi Dönemde Teknoloji Kullanımı ve Öğrenmeye Etkileri: Dijital Kitaplar" 20-24 Mart 2023
 - TUBİTAK 2237-A kapsamında desteklenen "Alan Uzmanlarıyla Ölçek Geliştirme ve Uyarlama Kültürüne Yolculuk III" etkinliğimiz 31 Mayıs-5 Haziran 2021
- 2.11. 4-6 yaş arası çocuğa sahip düşük sosyoekonomik gelirli ailelerin yılmazlık düzeyleri ile çocuklarını tanıma düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. TÜBİTAK 2209, Danışman, (2023). **Bilir** Büşra, Erdoğan Yunus Emre, Bal Kübra, Özbay Abdalbaki.