



**ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK DESTEKLİ
MATEMATİK ETKİNLİKLERİNİN, OKUL ÖNCESİ
ÇOCUKLARDA ERKEN MATEMATİK YETENEĞİ
VE AKIL YÜRÜTME BECERİLERİNE ETKİSİ**

Merve COŞGUN DEMİRDAĞ

Doktora Tezi

Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı

2025

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
EĞİTİM BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI
EĞİTİM PROGRAMLARI VE ÖĞRETİM BİLİM DALI

**ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK DESTEKLİ MATEMATİK ETKİNLİKLERİNİN, OKUL
ÖNCESİ ÇOCUKLARDA ERKEN MATEMATİK YETENEĞİ VE AKIL YÜRÜTME
BECERİLERİNE ETKİSİ**

(The Effect of Augmented Reality Supported Mathematics Activities on Early Mathematical
Ability and Reasoning Skills in Preschool Children)

DOKTORA TEZİ

Merve COŞGUN DEMİRDAĞ

Danışman: Prof. Dr. Adnan TAŞGIN

Erzurum
Ağustos, 2025

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Merve Coşgun Demirdağ tarafından hazırlanan “Artırılmış Gerçeklik Destekli Matematik Etkinliklerinin, Okul Öncesi Çocuklarda Erken Matematik Yeteneği ve Akıl Yürütme Becerilerine Etkisi” başlıklı çalışması 21/08/2025 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Sevda KÜÇÜK <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Adnan TAŞGIN <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Sinan KOÇYİĞİT <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. İshak KOZİKOĞLU <i>Van Yüztüncü Yıl Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Gökhan ILGAZ <i>Trakya Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

12/09/2025

Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Refik DİLBER

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Doktora Tezi olarak sunduğum “Artırılmış Gerçeklik Destekli Matematik Etkinliklerinin, Okul Öncesi Çocuklarda Erken Matematik Yeteneği ve Akıl Yürütme Becerilerine Etkisi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

21/08/2025

Aslı ıslak imzalıdır

Merve COŞGUN DEMİRDAĞ

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Tez sürecimin her aşamasında engin bilgi ve deneyimiyle bana rehberlik eden, yol gösterici fikirleriyle çalışmalarımı yönlendiren ve desteğini her zaman hissettiğim danışmanım Prof. Dr. Adnan TAŞGIN'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Araştırma sürecinde karşılaştığım zorluklarda bana moral veren, ders sürecinde aktardığı bilgiler ve akademik yazım sürecindeki önerileriyle beni her zaman geliştiren, bakış açımı zenginleştiren Prof. Dr. Sevda KÜÇÜK hocama minnettarım. Tezimin özellikle okul öncesi eğitimi alanındaki teorik altyapısının oluşmasında katkıda bulunan, eleştirel yaklaşımları ve değerli yorumlarıyla çalışmamı zenginleştiren Prof. Dr. Sinan KOÇYİĞİT hocama teşekkür ederim. Savunma jürimde yer alarak değerli katkıları, yapıcı eleştirileri ve önerileriyle tezime son şeklini vermemde yardımcı olan hocalarım Doç. Dr. Gökhan ILGAZ'a ve Doç. Dr. İshak KOZİKOĞLU'na teşekkür ederim.

Tez hazırlık sürecimde SDK-2021-9896 kodlu doktora tezim kapsamında finansal destek sağlayan Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim. Okul öncesi öğrenciler üzerinde yürüttüğüm araştırmaya gönüllü olarak katılan öğrencilere, onların değerli velilerine ve sürece katkı sunan okul öğretmenlerine de şükranlarımı sunarım.

Her daim yanımda olduklarını hissettiren, manevi desteklerini esirgemeyen sevgili annem, babam ve kız kardeşlerime minnettarım. Son olarak, bu süreçte en büyük motivasyon kaynağım olan, sabrıyla ve sevgisiyle her zaman yanımda duran eşime ve neşesiyle hayatıma anlam katan oğluma sonsuz teşekkür ederim.

Merve COŞGUN DEMİRDAĞ

ÖZ

DOKTORA TEZİ

ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK DESTEKLİ MATEMATİK ETKİNLİKLERİNİN, OKUL ÖNCESİ ÇOCUKLARDA ERKEN MATEMATİK YETENEĞİ VE AKIL YÜRÜTME BECERİLERİNE ETKİSİ

Merve COŞGUN DEMİRDAĞ

Ağustos 2025, 142 Sayfa

Amaç: Bu çalışmanın amacı, artırılmış gerçeklik teknolojisi destekli matematik etkinliklerinin 5 yaşındaki okul öncesi çocuklarda erken matematik yeteneği ve akıl yürütme becerileri üzerindeki etkisini araştırmaktır. Ayrıca çocukların materyallerle, öğretmenlerle ve akranlarıyla etkileşimlerini değerlendirmek ve deney grubundaki çocuklarla görüşmeler yaparak artırılmış gerçeklik teknolojisi hakkındaki görüşlerini belirlemektir.

Yöntem: Bu çalışmada, nicel ve nitel yaklaşımların bir arada kullanıldığı karma araştırma modellerinden iç içe gömülü desen benimsenmiştir. Araştırmada 5 yaş grubu okul çocuklara deneysel işlem öncesinde Erken Matematik Yeteneği Testi (TEMA-3) ve Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Değerlendirme Aracı uygulanmıştır. Ardından artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla öğretim sürecinde, gözlem ve görüşme soruları ile veriler toplanmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda durum çalışması benimsenmiştir. Durum çalışmasında çocukların uygulama sırasında yaşadıkları deneyimler, etkinliklere katılım ve keyif aldıkları durumları içeren görüşme soruları ve artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanımı sırasındaki etkileşimleri anlamak için araştırmacılar tarafından geliştirilen etkileşim gözlem formu kullanılmıştır.

Bulgular: Deney grubunda artırılmış gerçeklik destekli etkinlikler sonucunda hem erken matematik yeteneği hem de erken matematiksel akıl yürütme becerilerinde son test lehine anlamlı ve yüksek düzeyde gelişim tespit edilmiştir. Kontrol grubunda da anlamlı gelişim gözlenmiş ancak deney grubuna göre daha düşük etki büyüklüğü elde edilmiştir. Kovaryans analizi sonuçlarına göre, deney grubu lehine anlamlı farklılıklar bulunmuş, artırılmış edilmiştir. Kovaryans etkinliklerin erken matematik yeteneği üzerindeki etkisi %21, erken matematiksel akıl yürütme becerileri üzerindeki etkisi ise %31 düzeyinde ölçülmüştür. Haftalık gözlem sonuçlarında çocuk-çocuk, öğretmen-çocuk ve materyal-çocuk etkileşimlerinde on haftalık süreç boyunca artış olduğu görülmüştür. Görüşme sonuçlarında çocukların en çok üç boyutlu nesne görmekten keyif aldıkları, hayvan seslerini duymanın ve etkileşim içinde olmanın onları mutlu ettiği en sık ifade edilen bulgular arasındadır. Olumsuz görüş olarak seslerin zor duyulduğu ve tableti tutmakta güçlük çekildiği gibi teknik sorunlar görüşmeden çıkan sonuçlardandır.

Sonuçlar: Artırılmış gerçeklik teknolojisi destekli matematik etkinliklerinin, 5 yaş grubu çocuklarının hem erken matematik yeteneklerini hem de erken matematiksel akıl yürütme becerilerini artırmada etkili olduğu bulunmuştur. Çocukların artırılmış gerçeklik uygulamalarına yüksek ilgi gösterdiği, etkinlikleri eğlenceli buldukları, ancak bazı teknik ve ergonomik sorunlar yaşadıkları da belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: artırılmış gerçeklik, matematik öğretimi, erken matematik yeteneği, akıl yürütme becerileri, okul öncesi eğitim, karma yöntem.

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

THE EFFECT OF AUGMENTED REALITY SUPPORTED MATHEMATICS ACTIVITIES ON EARLY MATHEMATICAL ABILITY AND REASONING SKILLS IN PRESCHOOL CHILDREN

Merve COŞGUN DEMİRDAĞ

August, 2025, 142 Pages

Purpose: The aim of this study is to investigate the effect of augmented reality technology-supported mathematics activities on early mathematical ability and reasoning skills in 5-year-old preschool children. It also aims to evaluate children's interactions with materials, teachers, and peers, and to determine their views on augmented reality technology by interviewing children in the experimental group.

Method: In this study, a nested design from mixed research models, which combines quantitative and qualitative approaches, was adopted. In the study, the Early Mathematics Aptitude Test (TEMA-3) and an Early Mathematical Reasoning Skills Assessment Tool were administered to school children in the 5-year-old age group before the experimental procedure. Subsequently, data were collected through observation and interview questions during the teaching process using augmented reality applications. A case study was adopted for the qualitative dimension of the research. In the case study, interview questions covering the children's experiences during the application, their participation in activities, and the situations they enjoyed, as well as an interaction observation form developed by the researchers to understand their interactions during the use of augmented reality technology, were utilised.

Findings: In the experimental group, augmented reality-supported activities resulted in significant and high development in both early mathematical ability and early mathematical reasoning skills in favour of the final test. Significant development was also observed in the control group, but a lower effect size was obtained compared to the experimental group. According to the results of the covariance analysis, significant differences were found in favour of the experimental group, with the effect of augmented reality-supported activities on early mathematical ability measured at 21% and on early mathematical reasoning skills at 31%. Weekly observation results showed an increase in child-child, teacher-child and material-child interactions throughout the ten-week process. The interview results revealed that children most enjoyed seeing three-dimensional objects, hearing animal sounds, and interacting with others, which were among the most frequently reported findings. Negative feedback included technical issues such as difficulty hearing the sounds and holding the tablet.

Conclusions: It has been found that augmented reality technology-supported mathematics activities are effective in enhancing both the early mathematical abilities and early mathematical reasoning skills of children aged 5. It has also been determined that children show a high level of interest in augmented reality applications, find the activities enjoyable, but experience some technical and ergonomic issues.

Keywords: augmented reality, mathematics teaching, early mathematical ability, reasoning skills, pre-school education, mixed methods.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	xii
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Araştırmanın Amacı	4
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	5
Araştırmanın Sınırlılıkları	8
Terim ve Tanımlar.....	8
İKİNCİ BÖLÜM	9
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar.....	9
Okul Öncesi Eğitim.....	9
Okul Öncesinde Matematik Eğitimi	12
Sayma.....	16
Matematiksel Temsil.....	18
Matematiksel Problem Çözme	19
Veri ile Çalışma-Veriye Dayalı Karar Verme.....	21
Matematiksel Akıl Yürütme.....	22
Erken Matematik Yeteneği	26
Okul Öncesi Dönemde Erken Matematik Yeteneği.....	27
Okul Öncesi Dönemde Teknoloji Kullanımı	29
Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi	31
Okul Öncesi Dönemde Artırılmış Gerçeklik Kullanımı	34
Artırılmış Gerçeklik ve Matematik	39

İlgili Araştırmalar	41
Erken Matematik Yeteneği ile İlgili Araştırmalar	41
Akıl Yürütme Becerileri ile İlgili Araştırmalar.....	44
Okul Öncesi Matematik Öğretiminde Artırılmış Gerçeklik Kullanımı ile İlgili Araştırmalar.....	47
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	50
Yöntem	50
Araştırma Yöntemi.....	50
Çalışma Grubu	51
Veri Toplama Araçları	52
Erken Matematik Yeteneği Testi (Tema-3)	52
Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Değerlendirme Aracı (EMAYBDA).....	54
Etkileşim Gözlem Formu	55
Öğrenci Görüşme Formu.....	55
Uygulama	55
Araştırmacı Rolü	60
Geçerlik ve Güvenirlik.....	60
İç Geçerlik.....	61
Dış Geçerlik	61
Güvenirlik	62
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	67
Bulgular	67
Deney ve Kontrol Gruplarının TEMA-3 Ön Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular	67
Deney Grubunun TEMA-3 Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular.....	67
Kontrol Grubunun TEMA-3 Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular.....	68
Deney ve Kontrol Gruplarının TEMA-3 Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular.....	68
Deney ve Kontrol Gruplarının EMAYBDA Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular.....	69
Deney Grubunun EMAYBDA Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular	70
Kontrol Grubunun EMAYBDA Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular ...	70
Deney ve Kontrol Gruplarının EMAYBDA Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular ...	71
Çocukların Deneyisel Uygulama Sürecindeki Davranışlarına Yönelik Gözlem Sonuçları	73
Çocukların AG Teknoloji Destekli Matematik Etkinliklerine İlişkin Görüşme Sonuçları	76

BEŞİNCİ BÖLÜM	80
Tartışma ve Sonuç	80
AG Teknolojisi Destekli Matematik Etkinliklerinin Çocuklarda Erken Matematik Yeteneği Üzerindeki Etkisi	80
AG Teknolojisi Destekli Matematik Etkinliklerinin Çocuklarda Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Üzerindeki Etkisi	82
AG Teknolojisi Destekli Matematik Etkinliklerinin Çocuklardaki Etkileşimleri.....	84
Çocukların AG Teknoloji Destekli Matematik Öğrenme Deneyimlerine İlişkin Görüşleri.....	86
Öneriler.....	88
Araştırmacılar İçin Öneriler	88
Uygulayıcılar İçin Öneriler	88
KAYNAKÇA	90
EKLER	112
EK-1. Etik Kurul Kararı.....	112
EK-2. MEB Araştırma İzni	113
EK-3. Erken Matematik Yeteneği TESTİ (TEMA-3) Ölçek Kullanım İzni	114
EK-4. Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Değerlendirme Aracı (EMAYBDA) Ölçek Kullanım İzni	114
EK-5. Tema-3 Uygulayıcı Kayıt formu	115
EK-6. EMAYBDA Örnek Soru Görselleri	116
EK-7. EMAYBDA Materyal Listesi (40 sorudan 21'i).....	117
EK-8. Araştırma kapsamında Kullanılan EMAYBDA VE TEMA-3 Cronbach alpha değeri.....	117
EK- 9. Etkileşim Gözlem Formu	118
EK-10. Öğrenci Görüşme Formu	118
EK-11. Araştırmacının Katılım Sertifikası	119
EK-12. Story Board Örneği.....	119
EK-13. Çalışma Takvimi	120
EK-14. Okul Öncesi Çekirdek Kitap Sayfaları	121
EK-15. Deney Grubu Süreci Görselleri	121
EK-16. Kontrol Grubu Uygulama Süreci Görselleri.....	123
EK-17. Test Verilerinin Normallik Analizi Sonuçları	124
EK-18. Gruplar Arası Regresyon Doğrusunun Benzerliği Sonucu	124
EK-19. Gruplar Arası Regresyon Doğrusunun Benzerliği Sonucu	125

EK-20. Varyansların Homojenliği	126
ÖZ GEÇMİŞ	127



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Erken Matematik Yeteneği ile İlgili Araştırmalar</i>	41
Tablo 2. <i>Akıl Yürütme Becerileri İle İlgili Araştırmalar</i>	44
Tablo 3. <i>Okul Öncesi Matematik Öğretiminde AG Kullanımına İlişkin Araştırmalar</i>	47
Tablo 4. <i>Araştırmaya Katılan Çocukların Dağılımları</i>	52
Tablo 5. <i>Grupların TEMA-3 Ön Test Puanları Arasındaki Farklılıklar</i>	67
Tablo 6. <i>Deney Grubu TEMA-3 Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Sonuçlar</i>	67
Tablo 7. <i>Kontrol Grubu TEMA-3 Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Sonuçlar</i>	68
Tablo 8. <i>Çocukların Gruplara Göre TEMA-3 Son Test Başarıları</i>	68
Tablo 9. <i>Kovaryans Analizi Sonuçları</i>	69
Tablo 10. <i>Grupların EMAYBDA Ön Test Puanları Arasındaki Farklılıklar</i>	69
Tablo 11. <i>Deney Grubu EMAYBDA Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Sonuçlar</i>	70
Tablo 12. <i>Kontrol Grubu EMAYBDA Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Sonuçlar</i>	70
Tablo 13. <i>Çocukların Gruplara Göre EMAYDA Son Test Başarıları</i>	71
Tablo 14. <i>Kovaryans Analizi Sonuçları</i>	71
Tablo 15. <i>Kontrol Grubunun AG Teknoloji Destekli Etkinlikler sonrası TEMA-3 Puanlarına İlişkin Bulgular</i>	72
Tablo 16. <i>Kontrol Grubunun AG Teknoloji Destekli Etkinlikler Sonrası EMAYBDA Puanlarına İlişkin Bulgular</i>	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. <i>Okul Öncesi Eğitimde AG ile İlgili Yapılan Dokümanların Ele Alınan Konulara Göre Dağılımı</i>	5
Şekil 2. <i>Katılımcı Öğrencilerin Sınıf Bazında Dağılımları</i>	6
Şekil 3. <i>Okul Öncesi Eğitimde Kazandırılması İstenen Beceriler</i>	11
Şekil 4. <i>Okul Öncesi Eğitim Programı Alan Becerileri</i>	12
Şekil 5. <i>Matematik Alan Becerileri (MEB, 2024)</i>	15
Şekil 6. <i>Çocukların Sayma Davranışlarını Düzenleyen Beş Temel Prensip (Gelman & Gallistel, 1978)</i>	17
Şekil 7. <i>Akıl Yürütme Davranışları (Sukirwan vd., 2018)</i>	25
Şekil 8. <i>Çocukların Matematik Öğreniminde Yaşadıkları Zorluklar</i>	29
Şekil 9. <i>Gerçeklik-Sanallık Süreci (Milgram & Kishino, 1994)</i>	32
Şekil 10. <i>Artırılmış Gerçekliğin Eğitimde Kullanımının Faydaları</i>	33
Şekil 11. <i>Okul Öncesi Dönemde AG Teknolojisinin Kullanımı</i>	35
Şekil 12. <i>Araştırmanın Karma Yöntem Süreci</i>	51
Şekil 13. <i>Araştırmanın İç İç Gömülü Desen Süreci</i>	51
Şekil 14. <i>Araştırmada ADDIE Modeli</i>	58
Şekil 15. <i>Kovaryans Analizi İçin Gereken Varsayımların Kontrolü</i>	63
Şekil 16. <i>Araştırmanın Veri Analiz Süreci</i>	64
Şekil 17. <i>Çocukların Deneysel Uygulama Sürecindeki Davranışlarına Yönelik Gözlem Sonuçları</i>	74
Şekil 18. <i>Kontrol grubu çocuklarını AG uygulamaları sırsındaki Gözlemlerine İlişkin Sonuçlar</i>	75
Şekil 19. <i>Çocukların AG Etkinliklerine Yönelik Görüşleri</i>	77
Şekil 20. <i>Nicel ve Nitel Bulguların Özetlenmiş Karşılaştırmalı Değerlendirmesi</i>	79

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

3B	: Üç Boyutlu
AG	: Artırılmış Gerçeklik
ANS	: Approximate Number System (Yaklaşık Sayı Sistemi)
DDDM	: Data-Driven Decision Making (Veriye Dayalı Karar Verme)
EBA	: Eğitimde Bilişim Ağı
EMAYBDA	: Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Değerlendirme Aracı
MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
NAEYC	: National Association for the Education of Young Children
NCTM	: National Council of Teachers of Mathematics
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
PMRI	: Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (Endonezya Gerçekçi Matematik Eğitimi)
RME	: Realistic Mathematics Education (Gerçekçi Matematik Eğitimi)
TDK	: Türk Dil Kurumu
TEMA- 3	: Erken Matematik Yeteneği Testi

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Matematik, insanlık tarihi boyunca bilimsel ve teknolojik gelişmelerin temelini oluşturan evrensel bir disiplindir. Sembolik bir dil kullanarak evrenin yapısını ve çeşitliliğini anlamamıza yardımcı olan; mantık ve akıl yürütme yoluyla somut sorunları çözmede ve yeni teoriler oluşturmada kullanılan temel ve soyut bir bilim dalıdır (Enu vd., 2015; Stillman vd., 2007). Matematiğin ele aldığı kavramlar ve prensipler, teknoloji, bilgisayar bilimleri, finans ve daha birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Esi, 2017; Lingefjärd, 2006). Matematikteki soyutlama ve mantıksal akıl yürütme gibi zihinsel etkinlikler, bireylerin sayma ve hesaplama da soyut uygulama becerisi kazanmalarına destek olmaktadır (Fatima, 2008; Tobih & Izang, 2020). Bu bağlamda, etkili matematik eğitimi, modern toplumların gelişiminde ve bireylerin yaşam kalitesinin artırılmasında önemli bir role sahiptir (Anthony & Walshaw, 2009; Ernest, 2018). Dolayısıyla, toplumların geleceklerini şekillendirme sürecinde matematik eğitime erken yaşlarda eğilim gösterilmesi önemli görülmektedir (Aktaş-Arnas, 2013; Clements & Sarama, 2008).

Çocukların matematikle olan ilişkisi bebeklikten itibaren başlamakta ve tüm yaşamı boyunca devam etmektedir. Matematiksel kavramların öğrenilmesi ve matematik bilgilerinin günlük yaşama aktarılması ise verilecek nitelikli matematik eğitimi ile mümkün olmaktadır. (Altun & Bozkurt, 2017; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2014). Matematik eğitiminde kalitenin sağlanması için oluşturulan ABD Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]), okul matematiği için ilkeler, standartlar ve öğretim programı boyutlarında, anaokulundan sekizinci sınıfa kadar verilen matematik eğitime yönelik öğretmenlere rehberlik etmektedir. Küçük Çocukların Eğitimi Ulusal Birliği (National Association for the Education of Young Children [NAEYC]) ise üç-altı yaş grubu çocuklarının nitelikli matematik eğitimi almaları gerektiğini vurguladığı bildiride; çocukları meşgul edecek oyun ortamında yeterli materyalin sağlanması ve uygun öğretim yöntemlerinin kullanılmasının önemine dikkat çekmiştir (NAEYC & NCTM, 2010; Yıldırım, 2012). Bu çerçevede, matematik eğitiminin yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı kalmaması; çocukların düşünme, ilişkilendirme ve problem çözme gibi bilişsel becerilerini geliştirecek şekilde yapılandırılması gerekmektedir. Nitekim, akıl yürütme yardımıyla matematiğin yapısını sorgulayabilmek, daha kalıcı ve gelişmeye açık bir matematiksel anlayışın oluşmasını sağlamaktadır (Erdem, 2011; Umay & Kaf, 2005). Matematiksel akıl yürütme

yapabilmek için çocuklar; bilgiye ulaşmak için akıl yürütme çeşitlerinden bir ya da birkaçını etkin kullanabilmeli ve problemin çözüm uygunluğu ile ilgili sonuca varabilmelidir (National Assessment Governing Board, 2008).

Çocukların matematiksel akıl yürütme yetenekleri geliştikçe yaşantılarında karşılaştıkları matematik fikirlerindeki örüntü ve düzenleri fark etmeye başlamaktadırlar. Çevrelerinde karşılaştıkları matematiği fark ederek analiz yetenekleri gelişme gösterir (National Research Council, 2009, Ergül & Artan, 2015). Çocukların matematiği fark etmeleri ve erken matematiksel akıl yürütme becerilerini geliştirme noktasında birçok zorluk yaşanabilmektedir. Eğitimciler ve uzmanlar genellikle matematik öğreniminde yaşanabilecek zorluklar konusunda farklı yorumlar yapabilmektedir fakat alan yazında en sık karşılaşılan zorluk matematiğin soyut olması ile ilgilidir. Matematiksel kavramların soyut olması sebebiyle öğretmenlerin bu kavramları, öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerine uygun bir şekilde somutlaştırması ve yaparak yaşayarak öğrenme ortamları oluşturması gerekmektedir (Abalı-Öztürk & Şahin, 2015). NCTM'tin (2000) raporuna göre teknolojinin çok yönlü kullanımı ve gücü öğrencilerin matematiği nasıl öğrenmeleri gerektiği ve en iyi nasıl öğrenebildikleri konusunda gözden geçirip değerlendirme yapmayı mümkün kılmıştır. NCTM, öğretmenlerin kendilerini ders süreçlerinde tek otorite olmayı bırakmaları, öğrencilerine matematiksel kavramların yapılandırılmasında rehber olmalarını ve bu bağlamda öğrenme ve ortamlarını teknolojiyle zenginleştirmelerini önermektedir (NCTM, 2000).

Dijital çağda, teknoloji eğitici amaçlar için doğru şekilde kullanıldığında; çocukların gelişimlerini ve öğrenmelerini desteklemektedir (Epstein, 2015; McManis & Gunnewig, 2012; NAEYC & NCTM, 2010). Araştırmalar, teknolojinin çocukların sosyal etkileşimini artırdığını ve sosyal becerilerini geliştirdiğini göstermiştir (Brooker & Siraj-Blatchford, 2002; Heft & Swaminathan, 2002; Lee & O'Rourke, 2006). Teknolojinin, çocukların ilköğretime hazır olmalarına yardımcı olan akademik becerileri kazanmalarında faydalı etkileri vardır. Gelişime uygun şekilde kullanılan eğitici yazılımların; dil, okuma yazma, matematik ve fen konularında çocuklara akademik beceriler kazandırdığı saptanmıştır (Daugherty vd., 2014; Dorouka vd., 2020). Bu kazanımların sağlanmasında teknolojinin rolü önemli olsa da erken çocukluk döneminin temel öğrenme aracı olan oyunun yeri ve önemi göz ardı edilmemelidir. İki yaşından sonraki çocukluk döneminde, bebeklik döneminde olduğu gibi çocuklar için en önemli etkinlik kesinlikle oyun oynamaktır. Oyun sayesinde çocuklar dünyayı anlamakta, yeni alışkanlıklar edinmekte ve duygusal olarak rahatlamaktadır (Aral vd., 2020). Bu dönemde çocukların gelişim alanlarındaki ilerlemelere bağlı olarak meraklı olmaları ve etraflarındaki her şeyi benimsemeleri de öğrenmelerine yardımcı olmaktadır. Sosyal olarak akranlarıyla paylaşma

becerisi geliştiren çocuklar, sorumluluk alıyor ve bu sorumluluğu büyük bir istekle yerine getiriyor. Çocukların gelişimsel özelliklerine uygun dijital oyunlar ve dijital bilgiler, çocukların eğlenerek, yaparak ve yaşayarak öğrenmelerine destek olmaktadır (Allsop, 2016; Papert, 1998; Wibawa, 2022) ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığını artırmaktadır (Durualp & Aral, 2015). Çocuklar için hazırlanan bilim ve oyuncak müzeleri, bu bağlamda çocukların sanal ortamda gezinmelerini, eğlenmelerini ve öğrenmelerini desteklemekte önemli roller oynamaktadır (Cemelelioğlu-Altın, 2019). Çocukların yapılandırmacı eğitim prensiplerine dayalı olarak robot programlamayı öğrendikleri (Bers, 2010) ve bu programın yaratıcılıklarını desteklediği ortaya çıkmıştır (Pardamean & Wijayakusumah, 2014). Ayrıca, çocukların gelişim düzeylerine uygun ve aktif katılım sağladıkları, geleneksel okul öncesi materyalleri destekleyen teknoloji ve medya araçlarının kullanılmasının faydalı olduğu belirtilmiştir (NAEYC & NCTM, 2010).

Çocukların okul ile tanıştığı okul öncesi dönemde, etkinliklerin teknoloji ile bütünleştirilerek yapılmasının öğrencilerin dikkat düzeylerini yükselteceği ve öğrenmeyi etkili kılacağı düşünülmektedir (Aydoğdu, 2021). Öğretmenlerin bu durumu avantaja dönüştürerek teknolojik materyaller aracılığıyla çocukların güdülenmesini sağlamaları ve aktif katılımını desteklemeleri mümkündür (Kol, 2012). Erken çocukluk döneminde kullanılan dijital oyunlar, animasyonlar, robotik uygulamaları, üç boyutlu (3B) oyun ortamları, sanal gerçeklik uygulamaları öğrenme öğretme ortamlarını zenginleştirmektedir. Bu teknolojik araçlar, çocukların öğrenme süreçlerini hem ilgi çekici hem de etkileşimli bir şekilde destekleyerek, eğitimdeki rollerini önemli ölçüde güçlendirmekte ve geliştirmektedir.

Donanımlı eğitim araçları sayesinde, öğretmenlerin farklı öğretim metotlarını zenginleştirirken, öğrencilerin daha aktif ve katılımcı olmalarına olanak tanımaktadırlar. Bu bağlamda, eğitim teknolojisinin ilerlemesi, çocukların eğitime yeni bir boyut kazandırmakta ve öğretim yöntemlerini tamamen dönüştürmektedir. Ayrıca, interaktif yöntemlerle gerçekleştirilen öğretim, çocukların dikkatini çekmekte ve onların öğrenme süreçlerini daha eğlenceli hale getirmek için önemli bir rol oynamaktadır (Cullen vd., 2020). Öğrenmeyi destekleyen bu araçlar, aynı zamanda çocukların sosyal becerilerinin gelişimine de katkıda bulunmaktadır. Bu tür eğitim materyalleri, çocukların problem çözme yeteneklerini güçlendirmekte ve yaratıcılıklarını teşvik etmektedir. Sonuç olarak, eğitimdeki bu yeni teknolojik yaklaşımlar, çocukların öğrenme deneyimini daha zengin ve kapsamlı hale getiren unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Bu teknolojik yaklaşımlar arasında; akıllı tahtalar, tabletler, eğitsel yazılımlar, artırılmış gerçeklik uygulamaları ve etkileşimli öğrenme platformları gibi araçlar yer almaktadır. Bunların yanı sıra artırılmış gerçeklik teknolojisi (AG) erken çocukluk döneminde kullanımı ivme kazanan bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tez

alışmasında, artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisi destekli matematik etkinliklerinin okul öncesi çocukların erken matematiksel becerileri ve akıl yürütme yetenekleri üzerindeki etkisi incelenmekte; bu bağlamda, söz konusu teknolojilerin eğitimde etkili kullanımına yönelik farkındalığın artırılması amaçlanmaktadır.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, artırılmış gerçeklik (AG) destekli matematik etkinliklerinin okul öncesi çocuklarda erken matematik yeteneği ve akıl yürütme becerileri üzerindeki etkisini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda ocukların AG destekli etkinlikleri sırasındaki davranışları gözlemlenmiş ve sürece yönelik öğrencilerden görüşler alınmıştır. Bu bağlamda çalışmanın araştırma soruları aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

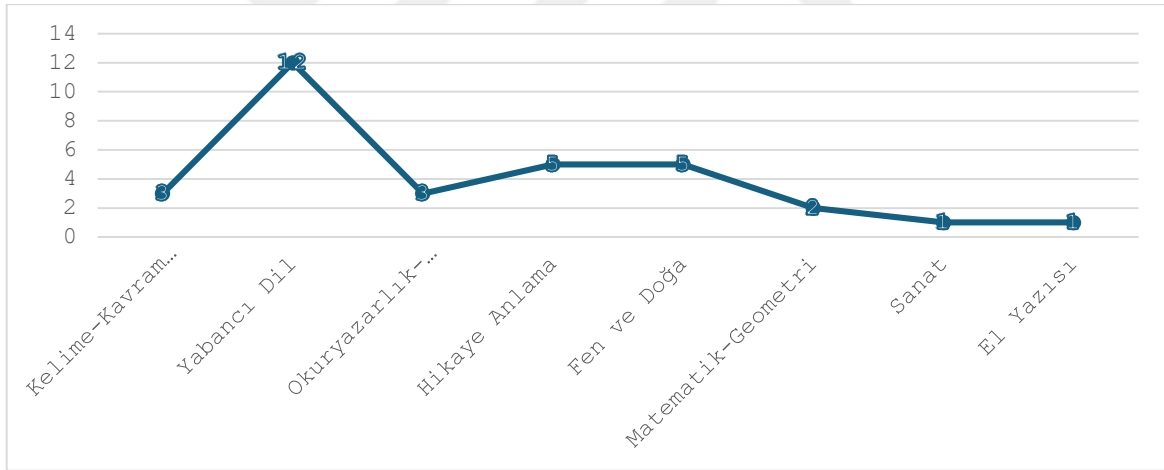
1. AG teknolojisi destekli matematik etkinliklerinin çocuklarda erken matematik yeteneğine etkisi var mıdır?
 - a) Deney ve kontrol gruplarının Erken Matematik Yeteneği (TEMA-3) Testi n test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
 - b) Deney grubunun TEMA-3 n test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
 - c) Kontrol gruplarının TEMA-3 testi ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
 - d) Deney grubu ve kontrol gruplarının TEMA-3 testi son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
 - e) Kontrol Grubunun TEMA-3 Son test puanları ile AG uygulamaları sonrası TEMA-3 test puanları arasında anlamlı fark var mıdır?
2. AG teknolojisi destekli matematik etkinliklerinin çocuklarda akıl yürütme becerilerine etkisi var mıdır?
 - a) Deney grubu ve kontrol gruplarının akıl yürütme beceri n test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
 - b) Deney grubunun akıl yürütme beceri n test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
 - c) Kontrol gruplarının akıl yürütme beceri n test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
 - d) Deney grubu ve kontrol gruplarının akıl yürütme beceri testi son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
 - e) Kontrol Grubunun akıl yürütme beceri son test puanları ile AG uygulamaları sonrası akıl yürütme beceri test puanları arasında anlamlı fark var mıdır?

3. AG teknolojisi destekli matematik etkinliklerinin uygulamaları sırasında çocukların etkileşimleri (çocuk-materyal, çocuk-çocuk, çocuk-öğretmen) nasıldır?
4. Çocukların AG teknoloji destekli matematik öğrenme deneyimlerine ilişkin görüşleri nelerdir?

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Bu araştırma kapsamında, alan yazınındaki boşluğu ortaya koymak amacıyla okul öncesi dönemde AG teknolojisinin kullanımına yönelik son 15 yıla ait çalışmalar sistematik olarak derlenmiştir. İncelenen araştırmalar arasında 7 çalışmanın Türkiye’de gerçekleştirildiği, bunlardan 4’ünün tez (Altınkaynak, 2023; Demir, 2022; Gecu-Parmaksız, 2017; Kanbur, 2022) 3’ünün ise makale (Çevik vd., 2017; Küçük vd., 2014; Yılmaz vd., 2022) belirlenmiştir. Bu durum, ülkemizde okul öncesi dönemde AG teknolojisinin kullanımına ilişkin daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Okul öncesi dönemde AG kullanım konu alanlarına ilişkin son 15 yıla ait 32 tez ve makalenin dağılımı Şekil 1’de sunulmuştur.

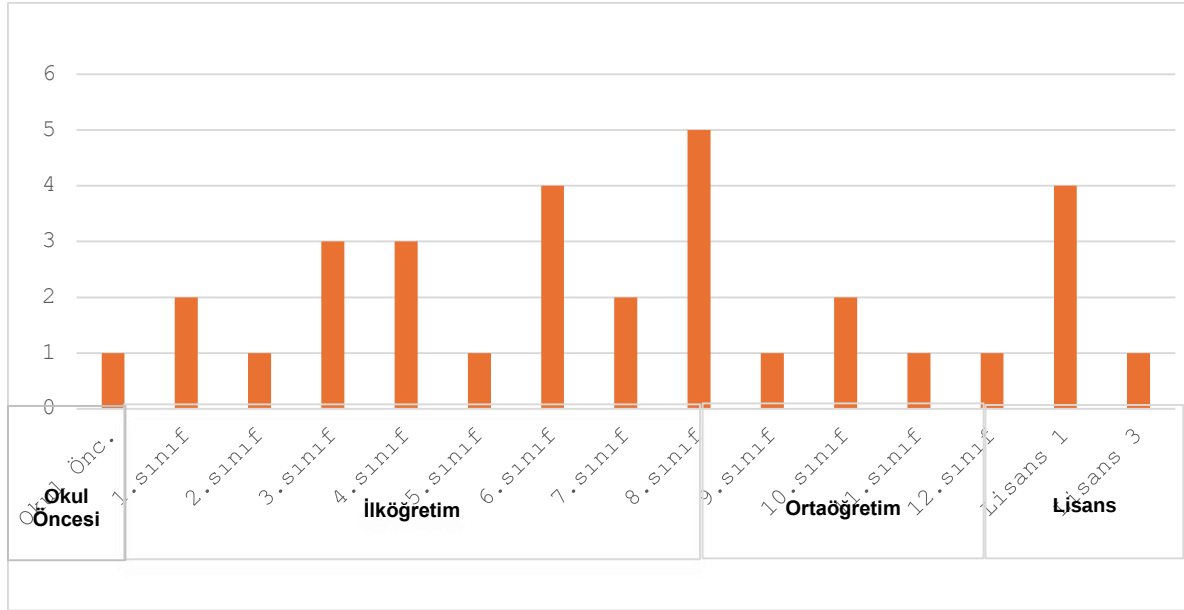
Şekil 1. Okul Öncesi Eğitimde AG ile İlgili Yapılan Dokümanların Ele Alınan Konulara Göre Dağılımı



Şekil 1’de okul öncesi dönemde AG nin en çok yabancı dil öğretimi %37, ardından fen-doğa %15 ve hikâye anlama %15 etkinliklerinde kullanıldığı tespit edilmiştir. Okul öncesi dönem matematik-geometri öğretimine ilişkin ise 2 adet çalışmaya rastlanmış olup (%6) okul öncesinde AG ile matematik öğretiminin sınırlı olduğu söylenebilir.

Web of Science veri tabanında “augmented reality”, ve “math” anahtar kelimeleri ile SSCI, SCI-E, ESCI, A&HCI ve CPCI-S indekslerinde 2016-2025 yılları arasında arama tarama yapılmış ve 36 makaleye ulaşılmış olup sınıf bazında 31 tanesi okul öncesi, ilköğretim, ortaöğretim ve lisans düzeyinde iken 5 tanesi eğitimcilerle gerçekleştirilmiştir. Dağılıma ilişkin şekil aşağıda gösterilmiştir (Şekil 2.)

Şekil 2. Katılımcı Öğrencilerin Sınıf Bazında Dağılımları



Katılımcı olan öğrencilerin sınıf seviyelerinin dağılımı incelendiğinde 8. ve 6. sınıflarda daha fazla çalışma olduğu görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde sınıf bazında çok büyük farklılıklar görülmemiştir. İlköğretim öğrencileri %67, ortaöğretim ve lisans öğrencileri %16 orana sahiptir. Aydoğdu (2021) çalışmasında katılımcıları incelediğinde en çok ortaokul ve lisans öğrencileri üzerinde araştırma yapıldığını, öğrenci açısından ise okul öncesi öğrencilerine yönelik en az araştırma yapıldığını tespit etmiştir (Aydoğdu, 2021; Çetintav & Yılmaz, 2022).

Bu araştırma, okul öncesi dönemde artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilen matematik etkinliklerinin çocukların erken matematik yeteneği ve akıl yürütme becerilerine etkisini incelemiştir. Alan yazınındaki mevcut çalışmalar incelendiğinde, AG teknolojisinin okul öncesi eğitimde kullanımına ilişkin araştırmaların sayısının sınırlı olduğu ve bu çalışmaların büyük çoğunluğunun öğretmen görüşleriyle sınırlı kaldığı görülmüştür. Bu bağlamda, öğrencilerden doğrudan veri toplanarak gerçekleştirilen bu çalışma, özgün metodolojik bir yaklaşım sunmuştur.

Son 15 yıla ait sistematik derleme bulgularına göre, okul öncesi dönemde AG teknolojisinin kullanımına yönelik Türkiye’de yapılan araştırma sayısı yalnızca 7 olup bunların 4’ü tez, 3’ü makale niteliğindedir. Bu durum, özellikle okul öncesi düzeyde AG teknolojisinin matematik eğitimine entegrasyonu konusunda ülkemizde ciddi bir araştırma ihtiyacına işaret etmektedir. Ayrıca alan yazınında, AG destekli matematik etkinliklerinde “erken matematik yeteneği” ve “akıl yürütme becerileri” değişkenlerinin birlikte incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu araştırma, söz konusu değişkenleri birlikte ele alması yönüyle özgün bir katkı sunmaktadır.

AG teknolojisi, soyut matematik kavramlarını görselleştirerek ve etkileşimli içeriklerle destekleyerek öğrencilerin konuyu somutlaştırmalarına olanak tanır. Eğitimci bakış açısıyla, geliştirilen AG uygulamaları; kullanıcı etkileşimini artıran, öğrenme sürecini oyunlaştıran, bireysel ilerlemeyi takip edebilen ve uyarlanabilir öğrenme senaryoları sunabilen teknik altyapıya sahiptir.

Bu araştırma AG destekli etkinlikleri yalnızca bir teknoloji uygulaması olarak değil, aynı zamanda öğretim programıyla bütünleşen bir öğrenme stratejisi olarak ele almaktadır. AG ile hazırlanan etkinlikler, kazanımlar, öğrenme alanları ve beceri hedefleriyle uyumlu olarak tasarlanmakta; öğrencilerin yaş ve gelişim özelliklerine uygun içerik seçimi, görsel-işitsel uyaran dengesi, etkinlik süresi ve aşamalı zorluk düzeyi gibi pedagojik kriterler gözetilmektedir. Böylece AG materyalleri, mevcut okul öncesi eğitim programının hedeflerini destekleyen ve öğrenme sürecini zenginleştiren bir araç olarak kullanılmaktadır.

Miles'in (2017) araştırma boşlukları sınıflandırmasına göre, bu çalışma kapsamında ele alınan konu alanı aşağıdaki türde boşlukları içermektedir:

- **Kanıt Boşluğu (Evidence Gap):** Okul öncesinde AG destekli matematik etkinliklerinin erken matematik yeteneği ve akıl yürütme becerilerine etkisine dair doğrudan, güçlü ampirik kanıtların eksikliği.
- **Ampirik Boşluk (Empirical Gap):** Türkiye’de bu alanda yapılan çalışma sayısının azlığı (son 15 yılda sadece 7 çalışma) ve veri çeşitliliğinin sınırlılığı.
- **Yöntemsel Boşluk (Methodological Gap):** Mevcut çalışmaların çoğunun öğretmen görüşlerine dayanması; bu çalışmanın öğrencilerden doğrudan nicel ve nitel veri toplayarak farklı bir yöntem izlemesi.
- **Kuramsal Boşluk (Theoretical Gap):** AG teknolojisinin hem erken matematik yeteneği hem de akıl yürütme becerilerini birlikte ele alan kapsamlı bir kuramsal çerçevenin eksikliği.
- **Bilgi Boşluğu (Knowledge Gap):** Okul öncesinde soyut matematik kavramlarının AG ile somutlaştırılmasına yönelik bilgi birikiminin yetersiz olması.

Araştırma ayrıca ulusal eğitim politikaları ile de örtüşmektedir. 11. Kalkınma Planı’nda yer alan “Tüm eğitim kademelerinde öğrencilerin matematik ve Türkçe yeterlilikleri artırılacaktır” hedefi doğrultusunda, okul öncesi öğrencilerinin matematik yeterliliklerinin güçlendirilmesi amaçlanmıştır. Yine planda belirtilen “Öğrenme ortamlarının fiziki altyapısı, öğretim programı ve materyal zenginliği standartları yükseltilecektir” hedefi kapsamında, AG destekli materyallerle zenginleştirilmiş öğrenme ortamları tasarlanarak öğrencilere yenilikçi eğitim deneyimleri sunulmuştur.

Araştırmanın Sınırlılıkları

- Araştırma 2024-2025 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören okul öncesi çocuklarla sınırlıdır.
- Araştırma toplam 10 haftalık süre ile sınırlıdır.
- Araştırma, geliştirilen Unity Vuforia yazılımı, Biartech ve Quiver yazılımlarındaki matematik etkinlikleriyle sınırlıdır.
- Araştırma, araştırma sürecinde yararlanılan veri toplama araçları ile sınırlıdır

Terim ve Tanımlar

Artırılmış Gerçeklik (AG): Sanal öğelerin fiziksel dünya üzerine entegre edilmesini sağlayarak kullanıcıya hem fiziksel hem de dijital deneyimi eş zamanlı sunan bir teknolojidir (Azuma, 1997).

Erken Matematik Yeteneği: Çocukların matematik kavramlarını anlama ve kullanma becerileri, sayılarla ilişki kurma, temel işlemleri yapma, şekilleri tanıma ve sınıflandırma gibi konuların tümü; erken matematik yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Ginsburg vd., 1999).

Matematiksel Akıl Yürütme Becerisi: Çocukların matematiksel kavramların anlaşılması ve problem çözümüne yönelik tümevarımsal ve tümdengelimsel akıl yürütme stratejilerini içeren temel mantıksal düşünme yetilerini etkin bir biçimde uygulama yeteneğidir (Ergül, 2014).

İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde okul öncesi eğitim, okul öncesinde matematik, okul öncesinde teknoloji kullanımı ve artırılmış gerçeklik teknolojisi konuları ve yapılan araştırmalara yer verilmiştir.

Okul Öncesi Eğitim

Okul öncesi eğitim, çocuğun fiziksel, entelektüel, duygusal ve sosyal gelişimi açısından kritik bir dönemi kapsamaktadır. İlköğretim eğitiminin temel basamaklarının yer aldığı bu dönem, en az diğer eğitim basamakları kadar önemlidir (Ekinci-Vural & Kocabaş, 2016). Bu dönemde, çocukların zihinsel ve fiziksel yetenekleri hızlı bir şekilde gelişir ve hayat boyu öğrenmenin temelleri atılır. Nitelikli kişisel bakım ve öğrenme deneyimleri bu konularda özellikle önemlidir (Argon & Akkaya, 2018).

Erken yaşlarda ilerleyen kaliteli eğitim ve bakım hizmetleri, akademik başarıdan sağlık ve refaha kadar pek çok olumlu sonucun ortaya çıkmasında rol oynar. Örneğin, düşük gelirli ailelerden gelen çocuklar için okul öncesi eğitimin, uzun süreli istihdamın daha yüksek istihdam oranları ve devlet için daha düşük sosyal yardım maliyetleri gibi ekonomik faydaları vardır (Sims & Brettig, 2018). Okul öncesi eğitim, çocuk potansiyelinin yüksek olduğu ve kişiliğin temellerinin atıldığı bir dönemdir. Edebiyatta okul öncesi eğitimin farklı tanımları vardır. Örneğin, okul öncesi eğitim, çocuk dünyaya gözünü açtığı andan ilköğretime geçişini destekler, programı çocukların tüm gelişimlerini desteklemeyi sağlar, bol uyaranlı bir ortam sunan ve çocukların ilköğretime alışma sürecini içeren bir eğitimidir (Konca, 2020). Diğer bir tanımla okul öncesi eğitim; çocukların ilerleyen yaşlarının artması ve kendi yeteneklerinin bozulmalarını sağlayan, fiziksel, zihinsel, sosyal duygusal, dil ve öz bakım gelişimlerini destekleyen eğitimidir (Özen-Altınkaynak & Yanıklar, 2014).

Erken çocukluk eğitimi, sürdürülebilir bir toplumun inşasında da büyük rol oynar. Bu dönemdeki çocuklara empati, paylaşma ve doğaya saygı gibi değerler aşılınarak, gelecekte daha sürdürülebilir ve duyarlı bireylerin yetiştirilmesi sağlanır (İbhaze, 2018). Okul öncesi eğitim sadece çocukların gelişimini sürdürebilir, aynı zamanda ailelere ve ekonomiye önemli katkılar sağlar. Kaliteli ve erişilebilir erken çocukluk eğitim programlarının yaygınlaştırılması, çocukların yaşam boyu sürececek başarılarına katkı sağlamaktadır (Kalicki vd., 2019). Toplumun

okul öncesi eğitime yönelik algıları da bu eğitimin başarısında kritik bir rol oynar (Clipa & Gavriluță, 2017).

Türkiye’de 21 yy. itibariyle okul öncesi eğitim daha kapsamlı ve yaygın bir hale gelmiştir. 36-72 ay arası çocuklar için anaokulu ve anasınıfı eğitimi zorunlu hale getirilme çalışmaları başlanmış (Güven vd., 2025) erken çocukluk eğitiminin erişilebilirliği Millî Eğitim Bakanlığının (MEB) stratejik planı doğrultusunda artırılmaya çalışılmıştır (MEB, 2019). Türkiye’nin 2023 Eğitim Vizyonu kapsamında, okul öncesi eğitimin hem nicelik hem de nitelik açısından geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, 2024 Maarif Modeli çerçevesinde, erken çocukluk eğitime yönelik daha esnek ve kapsayıcı bir eğitim modeli geliştirilmiştir. Bu program, okul öncesi eğitim kurumlarına devam eden çocukların beceri temelli ve bütüncül bir yaklaşımla ilkokula hazır hâle gelmelerini desteklemek amacıyla hazırlanmıştır. Bu kapsamda, okul öncesi eğitime erişimin artırılması, aile katılımının teşvik edilmesi ve topluma değer katan bireyler yetiştirilmesi temel hedefler arasında yer almaktadır. 2024 Okul Öncesi Eğitim Programı, bilişsel, sosyal-duygusal ve fiziksel gelişim gibi çok yönlü hedeflere sahiptir (MEB, 2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Beceriler Çerçevesi’ne uygun olarak tasarlanan program, beceri kazanımının okul öncesinden başlayıp 12. sınıfın sonuna kadar devam ettiğini esas alır. Bu yönüyle program, çocukların beceri gelişim yolculuğunun ilk adımını oluşturur (MEB, 2024).

Programda çocukların gelişim düzeyleri ve bireysel özellikleri dikkate alınarak çeşitli becerilerin kazandırılması hedeflenmiştir. Beceri: ‘Bir bireyin, öğrenmeye bağlı olarak geliştirdiği yatkınlık sayesinde bir işi başarıyla yerine getirmesi ve istenen amaca ulaşması durumudur’ (Türk Dil Kurumu [TDK, 2024]). Bu program kapsamında kazandırılmak istenen beceriler Şekil 3’te verilmiştir.

Şekil 3. Okul Öncesi Eğitimde Kazandırılması İstenen Beceriler



Sadece alana özgü beceriler değil, aynı zamanda millî ve manevî değerler, sosyal ve kültürel yapı ile çağın gerektirdiği okuryazarlık becerileri ve bu becerilerin kullanımına yönelik eğilimler de (Taş vd., 2024) programın kapsamına dâhildir. Kavramsal beceriler, eğilimler ve değerler, programın temel yapı taşları arasında yer alırken; sosyal-duygusal öğrenme, okuryazarlık ve değerler gibi alanlar arası bileşenler de öğretim sürecinin vazgeçilmez parçalarıdır.

Alana özgü beceriler, Maarif Modelin temel bileşenlerinden biridir. Bu beceriler, belirli bir disipline ait ve öğrenilmesi gereken temel yeterlilikleri ifade eder. Programda yer alan alan becerileri, yalnızca ilgili disiplinle sınırlı kalmaz; kavramsal becerilerle birleşerek diğer tüm becerileri kapsayan bütüncül bir yapıya dönüşür. Okul öncesi dönemde ele alınan alan becerileri ise şu başlıklarda toplanmıştır: Türkçe, matematik, fen, sosyal, hareket ve sağlık, sanat ve müzik. Şekil 4’te Okul Öncesi Eğitim Programı alan becerileri gösterilmiştir.

Şekil 4. Okul Öncesi Eğitim Programı Alan Becerileri



Özellikle alan becerilerinden matematik becerileri, çocukların problem çözme, mantıksal düşünme ve ilişki kurma gibi zihinsel süreçlerini desteklemesi açısından büyük önem taşır (Pound, 2006). Bu programda matematik, sadece sayı ve işlem bilgisiyle sınırlı kalmayıp; günlük yaşamla ilişkilendirilen anlamlı öğrenme deneyimleri yoluyla çocukların temel bilişsel becerilerini geliştirmeye katkı sunar.

Okul Öncesinde Matematik Eğitimi

Matematik eğitimi, yaşamın erken dönemlerinde temellerinin atıldığı önemli bir öğrenme alanıdır. Özellikle okul öncesi dönem, çocukların matematikle ilk kez tanıştığı ve dolayısıyla bu alandaki tutum ve yaklaşımlarının şekillendiği kritik bir evre olarak kabul edilmektedir (Montague-Smith vd., 2017). Bu dönemde edinilen deneyimler, bireylerin yalnızca okul yaşamlarındaki matematik başarılarını değil, aynı zamanda matematiğe karşı olan algılarını ve öz güvenlerini de belirleyen unsurlardır.

Araştırmalar, küçük çocukların matematik öğrenmeye çok erken yaşta hazır olduklarını ve doğumdan itibaren matematiksel kavramları fark ettiklerini göstermektedir. Baroody vd. (2006), Clements ve Sarama (2007) ve Lee ve Ginsburg (2007) gibi araştırmacılar, çocukların 5 yaşına kadar birçok gayri resmi matematiksel kavramı, genellikle doğrudan öğretim olmadan doğal ortamlarda geliştirdiğini ortaya koymuştur. Günlük matematik, çocuğun düşünsel gelişimi için o kadar önemli ve yaygın bir parçadır ki, çocukların bu tür bir düşünme tarzı olmadan nasıl işlev görecekları neredeyse düşünülemez.

Ginsburg vd. (2006), çocukların matematikte oldukça geniş ve derin düşünme yeteneklerinin olduğunu ve bu yeteneklerin çevresel etkilere çok duyarlı olduğunu ifade etmiştir. Ancak mevcut sistemler, bu etkilerin kalitesini ve sürekliliğini sağlamakta yetersizdir. Ginsburg vd. (2006)'nin sunduğu öneriler, gelişim bilimcilerine, öğretmenlere ve politika yapıcılara önemli bir rehber sunmaktadır. Ancak bu önerilerin uygulanabilmesi için bazı temel sorunların önce çözülmesi gerekmektedir. Bunların ilki, matematik eğitiminin hangi beceri ve kavramları kapsamı gerektiği sorusudur. Sayı, uzay, zaman, miktar gibi temel kavramlar çocuklar tarafından anlaşılabilirse bile, okul müfredatındaki testler bu kavramlar arasındaki gelişimsel bağlantıları yeterince net göstermez. Pianta vd. (2007), sınıflarda matematik öğretiminin hedefleri ve uygulama biçimlerinin oldukça çeşitlilik gösterdiğini ve bunun gelişimsel sürekliliği zorlaştırdığını belirtmektedir. Oysa okuryazarlık alanında olduğu gibi, matematik için de fonolojik farkındalık gibi gelişimsel becerileri temel alan yapılar oluşturulmalıdır.

Şu ana kadar matematikte böyle bir gelişimsel yol haritası oluşturulmamıştır. Miktar veya düzen anlayışının, ilerleyen sınıflardaki başarıyla nasıl bağlantılı olduğu belli değildir. Öğretim programı tasarımı ve öğretmen eğitimleri, bu gelişimsel yollar dikkate alınarak yapılmalıdır. Laboratuvar ortamlarında gözlemlenen becerilerin, sınıf ortamına ne ölçüde ve nasıl aktarılabilirliği; bu becerilerin ardındaki düşünsel süreçlerin ne olduğu gibi sorular henüz yanıt beklemektedir. Etkili öğretim sadece içerik sunumu değil, aynı zamanda öğretmenin geri bildirim verme, yönlendirme ve öğrenme süreçlerine duyarlılıkla eşlik etme yeteneklerine de dayanır. Öğretmen-öğrenci etkileşimlerinin kalitesi, yalnızca öğrenme sonuçlarını değil, aynı zamanda çocukların matematiksel düşünme konusunda motivasyonlarını da etkiler (Kilday & Kinzie, 2009).

Ginsburg vd. (2008), öğretmenlerin bilgi ve becerilerini geliştirmeye önem vermenin önemini belirtirken, birçok sınıfta hâlâ aktif ve düşündürücü öğretimin yeterli olmadığını da ifade etmektedir. Bu aşamada, etkili öğretim yöntemlerini değerlendirmek, ölçmek ve yaymak için farklı alanlardan bir iş birliğine ihtiyaç vardır. Matematikte gelişimsel bir plan oluşturmak hem öğretim sürecinin kalitesini artıracak hem de çocukların bireysel matematik becerilerini etkili bir şekilde destekleyecektir. Böylece okul öncesi dönemde kazanılan matematik anlayışları sadece bir temel değil, aynı zamanda akademik başarıya ve yaşam boyu öğrenmeye giden bir kapı olacaktır.

Erken çocuklukta matematik eğitime olan ilgi, zaman zaman sosyal ve kültürel değişimlere bağlı olarak değişim göstermiştir. Ancak 21. yüzyılın başlarında, özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde ve birçok başka ülkede, bu alana yeniden güçlü bir ilgi ortaya

çıkıştır (Lee, 2016). Eğitimciler, politika yapıcılar ve ebeveynler, okul öncesi dönemde etkili matematik öğretiminin önemini giderek daha fazla vurgulamaktadır. ABD’de, Head Start programı matematik öğretimini güçlendirmeye başlamış; Texas ve New Jersey gibi eyaletler ise düşük sosyoekonomik durumdaki azınlık çocuklara yönelik özel erken çocukluk programları geliştirmiştir (Brendefur vd., 2013; Brown vd., 2018).

Bu yeniden odaklanan ilginin arkasında iki ana toplumsal endişe bulunmaktadır. İlki, Amerikalı çocukların matematikteki performanslarının olması gerekenin altında olmasıdır. Örneğin, Doğu Asya ülkelerindeki çocuklar, hem okul öncesi (Miller & Parades, 1996) hem de anaokulu döneminde (Stevenson vd., 1986) Amerikalı akranlarına göre daha yüksek matematik başarıları göstermektedir. İkinci endişe ise, ABD’de düşük gelirli, özellikle Afro-Amerikalı ve Latin kökenli çocukların, orta ve yüksek gelirli akranlarına göre daha düşük akademik başarı göstermesidir (Arnold & Doctoroff, 2003; National Center for Children in Poverty, 2006). Bu durumun sadece bireyler için değil, toplumun genel refahı için de zararlı olduğu açıktır.

Amerikan matematik eğitim sistemi, büyük bir reform yapılmadan bile ciddi iyileştirmelere ihtiyaç duymaktadır. Araştırmalar, etkili bir erken çocukluk eğitiminin, hem kısa vadede (Gormley, 2007) hem de uzun vadede (Ludwig & Phillips, 2007) akademik başarı üzerinde olumlu etkiler sağladığını göstermektedir (Burns vd., 2001; Campbell vd., 2001; Reynolds vd., 2003). Ayrıca, erken eğitim yalnızca pedagojik değil, ekonomik açıdan da kârlı bir yatırım olarak değerlendirilmektedir (Heckman, 2000).

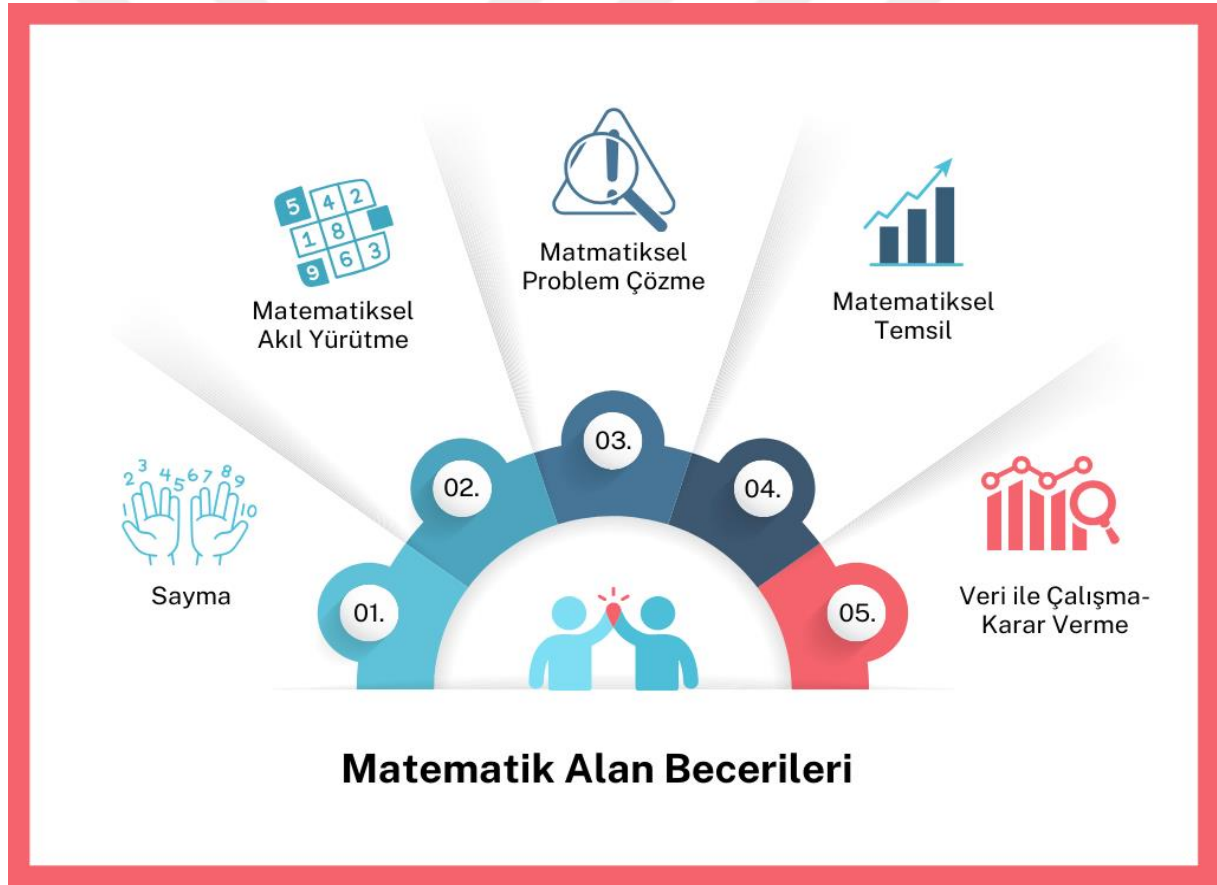
Benzer toplumsal dinamikler ve eğitimsel zorluklar, ülkemiz Türkiye’de de dikkat çekmektedir. Türkiye’de özellikle son yirmi yılda okul öncesi eğitime verilen önem artmış olsa da matematik eğitimi özelinde hâlâ önemli eksiklikler bulunmaktadır. 2000’li yıllardan itibaren okul öncesi matematik eğitimi üzerine yapılan bilimsel yayınlarda gözle görülür bir artış yaşanmış, 2016–2022 yılları arasında yayımlanan çalışmaların göre bu alandaki araştırmalar genellikle durum tespiti düzeyinde kalmıştır (Bağcı & İvendi, 2016; Çelik, 2022).

Türkiye’de matematik alanındaki çalışmalar çoğunlukla bilişsel özellik belirleme ve etki değerlendirme odaklıdır. Ancak eğitimde uygulamaya dönük program geliştirme, materyal üretme, öğretmen eğitimi ve ölçme-değerlendirme araçlarının geliştirilmesi gibi alanlar sınırlı düzeydedir. Ayrıca çocukların ve öğretmenlerin yanı sıra ebeveynlerin bu süreçte daha az dâhil edildiği dikkat çekmektedir (Çelik, 2022).

Türkiye’de de tıpkı ABD’de olduğu gibi, okul öncesi dönem çocuklarının matematiğe dair bilişsel ve duyuşsal gelişimlerini destekleyecek sistemli yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Mevcut öğretim uygulamaları çoğu zaman gelişimsel olarak uygun olmayan, çocukların zaten sahip olduğu bilgileri tekrar eden yapıdadır (Clements vd., 2019). Bunun

yanında, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (2024) gibi yeni politika belgelerinde, matematik alan becerilerine özel vurgu yapılarak; sayma, muhakeme, problem çözme, temsil ve veriyle çalışma gibi alanlarda gelişimsel uygunluk temelinde yapılandırılmış bir matematik eğitimi önerilmektedir. Tüm bu bulgular, matematik öğretiminin mümkün olduğunca erken başlamasının sadece faydalı değil, aynı zamanda gerekli olduğunu göstermektedir. Stipek ve Ryan (1997), özellikle erken yaşlardaki hem düşük hem de orta gelirli çocukların öğrenen olarak kendilerine güvendiklerini ve okul başarısı beklediklerini belirtmektedir. Ayrıca, anaokuluna girişteki matematik yetenekleri, sadece matematik değil, genel akademik başarı açısından da güçlü bir belirteçtir ve bazı durumlarda erken okuma becerilerinden bile daha etkili olabilmektedir (Duncan vd., 2007). 2024 Maarif Modelde Matematik alan becerileri sınıflandırılması Şekil 5’ te verilmiştir:

Şekil 5. Matematik Alan Becerileri (MEB, 2024)



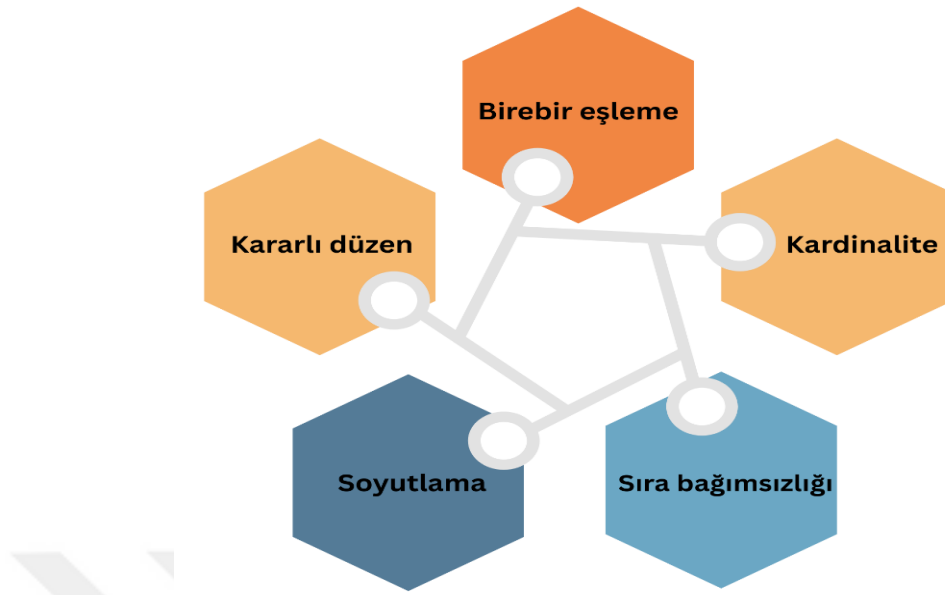
Erken yaşlarda matematik öğretiminin önemini daha iyi ortaya koymak için 2024 Maarif Modeli’nde sınıflandırılan matematik alan becerileri incelenebilir. Bu kapsamda, sırasıyla sayma, matematiksel akıl yürütme, matematiksel problem çözme, matematiksel temsil ve veri ile çalışma-karar verme becerileri ele alınacaktır.

Sayma

Sayma ve sayı kavramının öğrenilmesi, çocukların kültürleriyle oluşturdukları en temel ve önemli bağlantıdır (Butterworth, 2005). Sayıları bir fikrin objesi olarak anlayıp yorumlamak; matematikte uygulama ve problem çözmenin temeli olarak görülmektedir (Hunting, 2003). Çocukların matematiksel hesaplama öğrenmeleri için gerekli boyutlardan biri sayıların kavranmasıdır (Brannon & Van de Walle, 2001). Bir kavram olarak sayı, oldukça karmaşık ve çok yönlüdür; onu anlamak, sınıflandırma, sıralama, eşleştirme ve sayı koruma gibi farklı becerileri gerektirir (Van de Walle, 2004; Aktaş-Arnas, 2013). Sayma ise, sayı kelimelerinin doğru sırayla öğrenilmesi, her nesnenin yalnızca bir kez sayılması ve bu kelimelerin nesnelerle uyumlu şekilde kullanılması gereken bir beceridir (Butterworth, 2005).

2024 Okul Öncesi Eğitim Programı'na göre sayma becerisi, sayı kelimelerini doğru şekilde ifade etmeyi, sayıların büyüklük-küçüklük ilişkisini anlayarak belirli bir aralıkta düzenli saymayı, sayıların temsil ettiği nesne miktarını ve nesne miktarının temsil ettiği sayıyı belirlemeyi, nesne miktarını hemen fark edip doğru sayıyı ifade etmeyi kapsar (MEB, 2024). Bu yaş grubundaki çocuklar günlük yaşamda sayılarla sık sık karşılaşır, sayıların telaffuzunu duyar ve sayıların bir anlamı olduğuna dair farkındalık geliştirirler. Başlangıçta bu farkındalık anlamlı bir sayma becerisine dönüşmese de erken matematiksel gelişim açısından temel bir zemin oluşturur. Bu nedenle okul öncesi dönemde sayma, "Sayma" bütünlük becerisi başlığı altında ele alınır. Çocuklar yaklaşık iki yaşından itibaren saymaya başlarlar ve altı yaşına kadar sayma fikrini büyük ölçüde geliştirirler (Butterworth, 2005). Sayı duyusu, çocukların fiziksel nesneler ve çevresindeki deneyimlerle sayıların anlamını kavramasına yardımcı olur. Bu duyarlılık, aynı zamanda gruplama, sıralama gibi becerilerin gelişimi için temel sağlar (Ktoridou vd., 2005). Gelman ve Gallistel (1978) çocukların sayma davranışlarını düzenleyen beş temel prensip belirlemiştir bunlar Şekil 6' da verilmiştir:

Şekil 6. *Çocukların Sayma Davranışlarını Düzenleyen Beş Temel Prensip (Gelman & Gallistel, 1978)*



- (1) Kararlı düzen: Sayıların her zaman aynı sırayla söylenmesi,
- (2) Birebir eşleme: Her nesne için bir sayı sözcüğünün atanması,
- (3) Kardinalite: Son söylenen sayının toplam nesne miktarını göstermesi,
- (4) Soyutlama: Farklı özelliklere sahip nesne gruplarının da sayılabileceğinin kabul edilmesi,
- (5) Sıra bağımsızlığı: Nesnelerin sırasının değişmesinin toplamı etkilememesi.

Çocuklar nesneleri kullanarak küçük sayıları sırayla söyleyebilir ve “Kaç tane?” sorusuna yanıt verebilir; fakat bu, sayıların anlamını tam olarak anladıkları anlamına gelmez (NAEYC, 2008). Nesneleri gruplar halinde saydıkça ve günlük yaşam problemlerinde sayıları kullandıkça miktar kavramını daha iyi anlamaya başlarlar. Bu gelişim süreci nesnelerin doğru sırayla sayılması, göz, el, konuşma ve hafızanın birlikte çalışmasını gerektirir (Charlesworth & Lind, 2007).

Parmakla sayma, çocukların 10’a kadar olan sayıları anlamasında etkili bir araçtır (Copley, 2000). Ezberden saymaktan mantıklı saymaya geçiş, Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi’nin (NCTM, 2000) belirttiği önemli bir gelişim aşamasıdır. Çocukların tam, sıra ve kardinal sayıların yerini ve büyüklüğünü anlamaları; bu sayıları farklı şekillerde temsil etmeleri ve kullanmaları beklenmektedir. Bu kazanımları sağlamak için çocukların fiziksel materyalleri içeren, aktif öğrenmeye dayalı ortamlarda deneyim kazanmaları gerekir (Baroody & Ginsburg, 1990; Curtis vd., 2009; Young-Loveridge, 2004).

Sayma, matematiksel düşüncenin temelini oluşturur. Bu nedenle, okul öncesi dönemde bu becerinin kazandırılması, çocuğun ilerideki matematik öğrenimi açısından büyük önem taşır.

Saymayı tam olarak kavrayamayan çocuklar, sonraki eğitim kademelerinde zorluk yaşayabilir (Aunio vd., 2005).

Matematiksel Temsil

Matematiksel temsil; matematiksel ya da matematiksel bir yapıya dönüştürülebilecek bir durumun, problemin, çözümün ya da açıklamanın sunulması ve ifade edilmesidir (MEB, 2024). Bu süreçte genellikle semboller, grafikler, şekiller ve somut materyaller gibi çeşitli temsiller kullanılmaktadır. Temsiller, soyut matematiksel kavramların somutlaştırılması veya görselleştirilmesi yoluyla öğrenmeyi kolaylaştıran araçlar bütünüdür. Sayılar, şekiller, grafikler, simgeler, sözcükler ve fiziksel nesneler gibi çeşitli biçimlerde olabilir. Boulton-Lewis (1996), matematiksel temsilleri, çocukların zihinsel modeller oluşturmalarına yardım eden ve bir kavramın yapısal özelliklerini yansıtan araçlar olarak tanımlamaktadır.

Matematiksel temsiller dört düzeyde sınıflandırılabilir: (1) bireysel öğeleri eşleştiren temel eşlemeler, (2) iki öğe arasındaki ilişkileri gösteren ilişkisel eşlemeler, (3) üçlü öğeleri kapsayan sistem eşlemeleri ve (4) çoklu sistem eşlemeleri (Halford, 2014). Örneğin, onluk sistemdeki yer değeri bilgisi gibi kavramlar sistem eşleme düzeyinde işlemeyi gerektirir. Bu düzeydeki işlemler, çocukların sadece sayıların değerlerini bilmesinden öte, bu değerlerin ilişkisel yapısını anlamasını da gerektirir.

Temsiller, öğrencilerin işlem basamaklarını kavramalarını kolaylaştırır, soyut kavramları somutlaştırır ve hatırlamayı destekler. Ancak bu faydaların gerçekleşebilmesi için öğrencilerin temsilleri doğru yorumlayabilmesi, yani temsille kavram arasındaki yapısal eşlemeyi kurabilmesi gerekir (Boulton-Lewis, 1996; Jitendra vd., 2016). Özellikle okul öncesi dönemde çocukların bilişsel özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, öğrenme sürecinde çoklu duyuların bir arada kullanılması büyük önem taşır (MEB, 2024).

Somit materyaller (örneğin boncuklar, çubuklar, bloklar) çocuklara matematiksel kavramları öğretmede sıklıkla kullanılır. Bu materyaller, kavramların zihinde yapılandırılmasına yardımcı olsa da eğer öğrenci bu materyalleri anlamlandıramıyorsa bilişsel yükü artırabilir (Boulton-Lewis, 1996). Yani analogların, kavramla doğru şekilde eşleştirilmemesi durumunda, öğrenmeye katkıdan çok engel oluşturabileceği görülmektedir.

Jitendra vd. (2016) bulgularına göre, matematiksel temsiller özellikle öğrenme güçlüğü yaşayan öğrenciler için etkili bir stratejidir. Ancak bu öğrenciler çoğu zaman kendi temsillerini doğru bir şekilde üretememekte ya da mevcut temsilleri anlamlandırmakta zorluk yaşamaktadır. Bu nedenle öğretmen rehberliğinde, görsel ve şematik temsillerin (örneğin şema diyagramları, yüzde çubukları, şerit grafikler) kullanılması önerilmektedir. Sadece görselleştirmek değil, bu

temsillerin anlamının öğrenciye kavratılması da öğretimin bir parçası olmalıdır. Matematiksel temsil becerisi okul öncesi dönemde iki ana başlıkta değerlendirilmektedir (MEB, 2024):

- **Matematiksel Temsillerden Yararlanma:** Çocuğun, matematikte kullanılan temel sembolleri tanınması ve matematiksel özellikleri ya da matematiksel biçimde ifade edilebilecek nitelikleri uygun temsillerle açıklayabilmesi ve bu temsilleri doğru şekilde kullanabilmesidir. Bu süreçte çocuklardan rakamları, şekilleri, grafikleri tanınması; nesne sayılarına karşılık gelen sembolleri göstermesi, çeşitli materyallerle matematiksel yapı oluşturmaları beklenmektedir.
- **Matematiksel Temsilleri Değerlendirme:** Çocuğun, bir matematiksel temsilde yer alan anlamı, ifade edilmek istenen düşüncüyü analiz edebilmesi ve farklı temsilleri karşılaştırabilmesidir. Örneğin, bir sayıya karşılık gelen nesne grubu oluşturmak, geometrik şekillerin özelliklerini karşılaştırmak ya da grafiklerdeki nicelik ilişkilerini açıklamak bu beceriye dahildir.

Araştırma sonuçlarına göre temsillerin etkili kullanımı için bazı öneriler şu şekildedir (Boulton-Lewis, 1996; Jitendra vd., 2016):

- Temsil, kavramla doğru biçimde eşleştirilmelidir.
- Öğrencilerin temsili yorumlama ve dönüştürme becerileri geliştirilmelidir.
- Farklı temsil türleri (somut, görsel, sembolik) arasında geçiş desteklenmelidir.
- Yüksek bilişsel yük oluşturmaktan temsil kullanımını sağlanmalıdır.
- Öğrencilerin kendi temsillerini oluşturmalarına olanak tanınmalıdır.

Matematiksel Problem Çözme

Matematiksel problem çözme, bireyin olay, olgu veya durumlar karşısında matematiksel düşünme süreçlerini harekete geçirerek çözüm üretme sürecidir (MEB, 2024). Bu süreç, problem durumunun tanımlanması, analizi, veriler ile çözüm beklentilerinin ilişkilendirilmesi, strateji geliştirme, çözüm yollarını deneme ve nihayetinde uygun sonucu paylaşma gibi çok adımlı bir yapıya sahiptir.

NCTM (1989), problem çözmeyi matematik eğitiminin merkezi olarak görmekte ve tüm matematiksel becerilerin bu çatı altında gelişmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu yaklaşım, matematiksel bilgilerin soyut bir ezber değil; gerçek yaşam problemlerine uygulanabilir bilgi haline gelmesini sağlar. Problem çözme, doğuştan itibaren gelişen ve bireyin yaşına, bilişsel düzeyine göre farklı biçimlerde şekillenen bir beceridir. Blake vd. (1995), 6 ay gibi erken bir yaştan itibaren çocukların çeşitli problem durumlarına kendi gelişim seviyelerine uygun çözümler geliştirdiklerini ve bu sürecin deneyimle güçlendiğini belirtmiştir.

Bu gelişimsel süreç, Linder'in Transdisipliner Oyun Temelli Değerlendirme modeli (2008) ve Piaget'nin yapılandırmacı görüşleri ile desteklenmektedir. Özellikle 2-4 yaş arası çocukların edindikleri bilgileri yeni durumlara aktarma ve neden-sonuç ilişkileri kurma kapasiteleri gelişmeye başlar. Bu, daha ileri düzey matematiksel akıl yürütmenin temelini oluşturur.

Okul Öncesi Düzeyde Problem Çözmenin Bileşenleri (MEB, 2024).

1. Çözümleme: Çocuk, matematiksel problem durumunun bileşenlerini tanımlayarak parçalar arasındaki ilişkileri analiz eder. Örneğin, eksik nesne tespiti, gruplar arası farkları belirleme, sınıflandırma gibi işlemler bu beceriyi içerir.
2. Yorumlama: Çocuk, problemi oluşturan unsurları anlamlarını koruyarak farklı biçimlerde ifade edebilir. Bu süreçte farklı özelliklere göre sınıflandırma, karşılaştırma, sembolle ifade etme gibi beceriler kullanılır.
3. Matematiksel Çözümler Geliştirme: Çocuk, problemi çözmek için strateji oluşturur, uygular, alternatif çözüm yollarını değerlendirir ve en uygun olanı seçer. Bireysel düşünme kadar grup içinde fikir yürütme ve gerekçelendirme de önemlidir.
4. Yansıtma: Çocuk, edindiği problem çözme deneyimlerini gözden geçirir, çıkarımlar yapar ve öğrendiklerini başka durumlara aktarır. Bu beceri, metabilşsel gelişimin erken bir göstergesidir.

Matematiksel problem çözmenin gelişmesi için öğrenme ortamlarının somut materyaller, açık uçlu etkinlikler ve oyun temelli deneyimlerle desteklenmesi gerekir. Piaget'ye göre çocukların çevre ile etkileşime girerek bilişsel yapılar oluşturmaları gereklidir (Althouse, 1995). Manipülatif materyaller ve yapılandırılmış oyunlar bu süreci kolaylaştırır.

Fessakis vd. (2013), 5-6 yaşındaki çocuklarla yapılan bilgisayar destekli problem çözme etkinliklerinde, çocukların strateji geliştirme, mantık yürütme ve iş birliği yapma becerilerini sergilediklerini raporlamıştır. Bu çalışma, açık uçlu, çoklu çözüm yolu olan görevlerin çocukların yaratıcılığını da geliştirdiğini göstermiştir.

Problem çözme becerileri, öğretmenin yönlendirmesi ve sunduğu öğrenme ortamı ile doğrudan ilişkilidir. Blake vd. (1995), öğretmenlerin çocukların çözüm yollarını sözlü olarak ifade etmelerini teşvik etmesi, alternatif çözümleri kabul etmesi ve sürece aktif rehberlik etmesinin önemini vurgular. Öğretmen çocuklara yalnızca doğruyu göstermemeli, onların düşüncelerine fırsat tanımalıdır.

Ayrıca, “open-ended” (açık uçlu) etkinliklerin çok sayıda çözüm barındırması nedeniyle çocukların esnek düşünmesini ve farklı stratejiler üretmesini sağladığı da bu bağlamda dikkat çekicidir.

Veri ile Çalışma-Veriye Dayalı Karar Verme

Günümüzde eğitsel uygulamalarda veri temelli düşünme yapıları, erken yaşlardan itibaren bireylerin problem çözme, analiz yapma ve karar verme becerilerini geliştirmek açısından kritik bir öneme sahiptir (MEB, 2024). Okul öncesi dönemde çocuklar, çevrelerini anlamlandırma çabası içinde veriler toplar, bu verileri düzenler ve yorumlayarak kendilerince çeşitli çıkarımlarda bulunurlar. Bu bağlamda, çocukların bilişsel gelişimlerini desteklemek amacıyla matematiksel düşünme süreçleri içerisinde veriye dayalı karar verme becerileri kazanmaları hedeflenmektedir.

Veriye dayalı karar verme (Data-Driven Decision Making [DDDM]), eğitim sistemlerinde sadece yetişkin düzeyinde değil, okul öncesi çocuklar için de bilişsel gelişimi destekleyici bir süreçtir. Ikemoto ve Marsh (2007), DDDM sürecini sadece verilerin toplanması değil, aynı zamanda bu verilerin analiz edilerek eyleme dönüştürülebilir bilgiye çevrilmesi olarak tanımlar. Bu anlayış, MEB (2024) programında çocukların veri toplama, düzenleme, analiz etme ve çıkarım yaparak karar verme süreçlerinde aktif rol almalarını destekleyen kazanımlar ile örtüşmektedir.

Veriye dayalı düşünmenin ilk basamağı, araştırmaya değer problemleri fark edebilmektir. Wohlstetter vd. (2008), etkili bir veri temelli karar verme sisteminin, yalnızca merkezi politikaların değil, aynı zamanda saha düzeyinde öğretmen ve çocukların kendi kararlarını vermesine olanak tanıyan bir yapı gerektirdiğini vurgular. Bu noktada çocukların günlük yaşamlarından yola çıkarak araştırma soruları üretmeleri, öğrenmeyi anlamlı kılmaktadır (MEB, 2024). Çocukların belirledikleri probleme yönelik veri toplaması ve bu verileri çeşitli grafik, figür ya da materyallerle somutlaştırması süreci, yalnızca istatistiksel becerilerin değil aynı zamanda matematiksel temsil becerisinin de gelişmesini sağlar (Donhost & Anfara, 2010). İlgili alan yazını, çocukların verileri sınıflandırması, kaydetmesi ve çeşitli yollarla ifade etmesinin onların öğrenme süreçlerine aktif katılım sağlamalarına olanak tanıdığını göstermektedir (Ikemoto & Marsh, 2007).

Verinin bilgiye dönüşme süreci, yalnızca elde edilen verilerin toplanması değil, aynı zamanda bu verilerden anlamlı çıkarımlar yapılmasını da içerir. Wohlstetter vd. (2008) göre, okulların karar alma süreçlerinde etkili olabilmeleri için öğretmenlerin veri analiz yetkinliklerinin artırılması, çocukların ise bu yetkinliğe uygun şekilde yönlendirilmesi

önemlidir. Çocuklar bu süreçte, nesneleri sınıflandırma, eşleştirme, karşılaştırma ve sıralama gibi temel analiz becerilerini kazanırlar (MEB, 2024).

Elde edilen bulgular doğrultusunda çocukların, veriyi değerlendirerek problem çözümüne yönelik çıkarımlar yapmaları ve bu çıkarımları çeşitli yollarla (dramatizasyon, sanat çalışması, grafik vb.) ifade etmeleri beklenir. Bu süreç, yalnızca sayısal bir işlemi değil, aynı zamanda bütüncül bir düşünme ve değerlendirme sürecini temsil eder (Donhost & Anfara, 2010). Böylelikle çocuklar, sadece sonuca değil, sonuca ulaşma sürecine de odaklanarak gerçek yaşamda karşılaşılabilecekleri sorunlara yönelik çözüm yolları geliştirmeyi öğrenirler (MEB, 2024).

Matematiksel Akıl Yürütme

Matematik ve akıl yürütme, tarih boyunca birbirinden ayrılmaz iki kavram olarak kabul edilmiştir. Matematiksel muhakeme, bireyin mevcut bilgileri kullanarak, tüm faktörleri dikkate alıp mantıklı sonuçlara ulaşma sürecidir (Umay, 2003). Matematiksel akıl yürütme, “bilinen ya da varsayılmış matematiksel önermelere dayalı olarak sonuca ulaşma sürecidir” şeklinde tanımlanmıştır (Shadiq, 2004). Jeannotte ve Kieran (2017) matematiksel akıl yürütmeyi, “öğrencinin kendi düşünme sürecinde veya başkalarıyla etkileşiminde matematiksel ifadeleri başka ifadelerden çıkarsama sürecidir” olarak tanımlar. Matematik öğretiminin temel hedeflerinden biri, öğrencilerin bu muhakeme ve akıl yürütme yeteneklerini geliştirmektir (Altıparmak & Öziş, 2005).

NCTM (2000), matematik eğitiminde problem çözme, akıl yürütme ve ispat süreçlerinin erken yaşlardan itibaren teşvik edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Matematiksel muhakeme süreci, çocukların çevrelerindeki nesneler arasındaki ilişkileri sorgulamaları ile başlar. Clements ve Sarama (2007), çocukların erken yaşlarda nesneler arasındaki benzerlikleri keşfederek algısal muhakemeyi geliştirdiklerini belirtmişlerdir. Bu süreç, çocukların soyut düşünme yeteneklerinin temelini oluşturur. Özellikle okul öncesi dönemde, çocukların matematiksel deneyimler aracılığıyla problem çözmeye yönlendirilmeleri, muhakeme becerilerinin gelişimine büyük katkı sağlar (NCTM, 2000).

Çocuklar, akıl yürütme sürecinde varsayımlar üretir, tahminlerde bulunur ve somut materyaller kullanarak düşüncelerini desteklerler (Umay, 2003). Bu bağlamda, matematiksel keşfetme, gerekçelendirme ve tahmin becerilerinin kazandırılması okul öncesi matematik eğitiminde temel hedefler arasında yer almaktadır. Özellikle Altıparmak ve Öziş (2005), erken çocukluk döneminde muhakeme becerilerinin desteklenmesinin ileriki akademik başarı üzerinde belirleyici olduğunu vurgulamışlardır. Öte yandan, matematiksel akıl yürütmenin

gelişimi yalnızca bireysel çabayla değil, aynı zamanda sosyal ortamda etkileşim yoluyla da gerçekleşir. Sumpter ve Hedefalk (2015), çocukların oyun ortamlarında kolektif olarak matematiksel muhakeme geliştirebildiklerini göstermiştir. Bu tür doğal öğrenme ortamlarında, çocuklar argümanlarını desteklemek için somut materyallerden yararlanmakta, akıl yürütme süreçlerini zenginleştirmektedirler. Fonseca (2018) ise erken yaşta matematiksel muhakeme ve ispat türlerini araştırmış ve çocukların hem deneysel hem de analitik kanıtlama yöntemleri kullandıklarını belirtmiştir. Özellikle ikinci sınıf düzeyindeki öğrencilerde, çözüm stratejilerini gerekçelendirme ve organize etme becerilerinin gelişim süreci dikkat çekicidir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, erken yaşta akıl yürütme becerilerinin desteklenmesinin, çocukların daha ileri düzeydeki matematiksel kavramları anlamalarında kritik rol oynadığını ortaya koymuştur (Parviainen vd., 2023; Vanluydt vd., 2021). Özellikle örüntü ve oran kavramlarının erken yaşta anlaşılması, ileriki dönemlerde cebirsel düşüncenin temelini oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, yapılan bazı çalışmalar kodlama etkinliklerinin de matematiksel akıl yürütmeyi desteklediğini göstermiştir. Somuncu ve Aslan (2021), okul öncesi dönemde kodlama temelli etkinliklerin çocukların matematiksel muhakeme becerilerini anlamlı şekilde geliştirdiğini ortaya koymuştur. Tüm bu alan yazını doğrultusunda, çocukların erken yaşta matematiksel muhakeme becerilerinin desteklenmesi, onların problem çözme, karar verme, soyut düşünme ve akıl yürütme kapasitelerini artırmakta, ileriki eğitim hayatlarında daha başarılı bireyler olmalarını sağlamaktadır. Özetle, matematiksel akıl yürütme; bilgiye dayalı düşünme, mantıklı sonuçlar çıkarma, tahminlerde bulunma ve sonuçları gerekçelendirme süreci olarak tanımlanabilir. Çocukların erken yaşta bu becerileri kazanmaları, onları hem matematikte hem de yaşamın diğer alanlarında daha etkili bireyler haline getirmektedir (Altıparmak & Öziş, 2005; Clements & Sarama, 2007; Fonseca, 2018; NCTM, 2000; Somuncu & Aslan, 2021; Sumpter & Hedefalk, 2015; Parviainen vd., 2023; Umay, 2003; Vanluydt vd., 2021).

Erken çocukluk döneminde matematiksel düşünmeyi geliştirmek için, çocuklara aktif katılım fırsatları sunan, keşfetmeye dayalı etkinliklerin sağlanması büyük önem taşımaktadır (Clements & Sarama, 2009). Bu etkinlikler, çocukların matematiksel kavramları oyun ve deneyim yoluyla keşfetmelerini sağlamakta, problem çözme ve akıl yürütme becerilerini doğal bir süreç içerisinde geliştirmektedir. Özellikle yapılandırılmamış serbest oyunlar sırasında çocukların kolektif matematiksel muhakeme gerçekleştirebildikleri gözlemlenmiştir (Sumpter & Hedefalk, 2015). Çocuklar, oyun esnasında çeşitli matematiksel kavramları (örneğin ölçüm, sıralama, sınıflama) spontane biçimde kullanmakta, arkadaşlarıyla tartışarak argümanlar geliştirmekte ve sonuçlar çıkarmaktadırlar. Bu bağlamda açık uçlu oyun materyalleri, keşfetmeyi teşvik eden ortamlar ve problem çözmeye yönelik grup çalışmaları matematiksel düşünmenin temel destekleyicileri arasında yer almaktadır.

NCTM (2000) matematik etkinliklerinin, çocuklara farklı bakış açıları geliştirme ve ispat yapma alışkanlığı kazandıracak şekilde tasarlanması gerektiğini vurgulamıştır. Erken yaşta grafik oluşturma, veri analizi, tahmin yürütme ve ilişkileri keşfetmeye dayalı etkinlikler, çocukların analitik ve mantıksal düşünme becerilerini desteklemektedir (Ergül & Artan, 2015). Ayrıca kodlama temelli etkinliklerin de matematiksel düşünmeyi desteklemede etkili olduğu bulunmuştur. Somuncu ve Aslan (2021) tarafından yürütülen çalışmada, okul öncesi dönemde kodlama etkinlikleri ile desteklenen çocukların muhakeme becerilerinde anlamlı gelişimler gözlemlenmiştir. Kodlama, çocuklara algoritmik düşünme, ardışıklık, problem çözme ve strateji geliştirme gibi temel beceriler kazandırmakta, bu da onların genel matematiksel düşünme yetilerini güçlendirmektedir. Bunun yanı sıra, Vanluydt vd. (2021) araştırması, erken yaşta örüntü tanıma ve büyüyen örüntüler oluşturma etkinliklerinin, çocukların ileriki dönemlerdeki oransal düşünme becerilerine önemli katkılar sağladığını göstermiştir. Özellikle örüntü çalışmaları, çocukların benzerlikleri, ilişkileri ve değişimleri fark etmelerini sağlayarak matematiksel ilişkiler kurma yeteneklerini pekiştirmektedir.

Parviainen vd. (2023) ise, erken çocukluk döneminde sadece sayısal becerilere değil, aynı zamanda matematiksel düşünme ve akıl yürütme becerilerine yönelik özel etkinlikler düzenlenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Özellikle sınıflama, karşılaştırma, seri oluşturma ve problem çözme gibi etkinlikler, çocukların mantıksal yapılar kurmasını ve matematiksel düşünce sistematiğini geliştirmesini sağlamaktadır. Özetle; oyun temelli öğrenme, problem çözmeye dayalı etkinlikler, kodlama çalışmaları, grafik oluşturma ve örüntü keşfi gibi etkinlikler, çocukların matematiksel düşünme becerilerini erken yaşlardan itibaren desteklemek için etkili stratejiler sunmaktadır. Bu etkinlikler, çocukların yalnızca matematiksel bilgi edinmelerine değil, aynı zamanda eleştirel düşünme, analiz yapma ve gerekçelendirme gibi üst düzey bilişsel becerileri geliştirmelerine de katkıda bulunmaktadır.

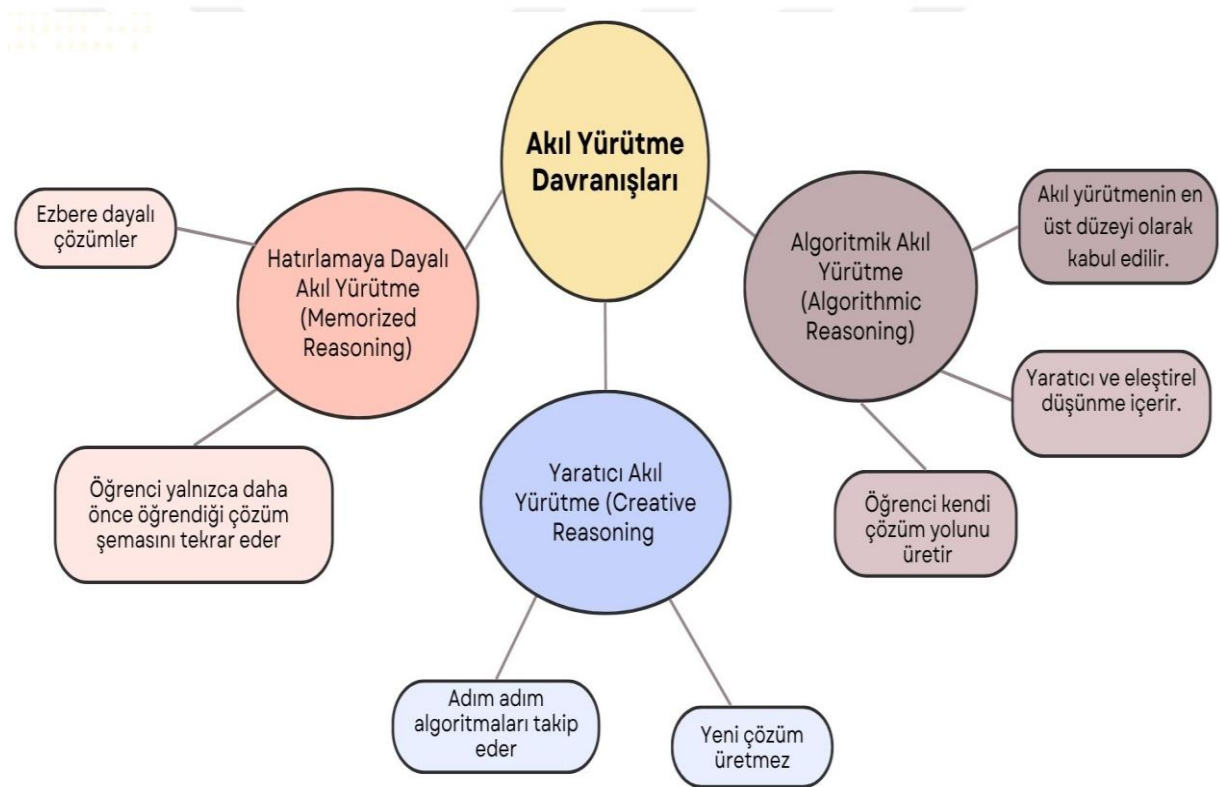
Çocukların matematikle tanışmaları doğumdan itibaren başlar. Nesne devamlılığı ve neden-sonuç ilişkisi gibi zihinsel yapıların gelişimi, temel matematiksel kavramların oluşmasına zemin hazırlar (Orçan, 2013). Bu erken gelişim süreci, çocukların ilerideki matematiksel düşünme ve akıl yürütme becerilerini etkiler. Okul öncesi dönem, çocukların problem çözme, sonuç çıkarma, bağlantı kurma ve matematiksel dili kullanma becerilerini kazandığı kritik bir evredir. Bu dönemde şekil, sayı, işlem, ölçüm ve mekânda konum gibi temel matematiksel beceriler edinilir (Ölekli, 2009). Beyin gelişimi açısından zengin çevresel uyarıcıların önemi büyüktür. Ölekli (2009), erken çocuklukta sağlanan nitelikli uyarıcıların, bebek ve çocukların beceri gelişimini olumlu yönde etkilediğini belirtir. Matematik etkinliklerinin etkili olabilmesi için çocuğun mevcut beceri düzeyi belirlenmeli, bireysel

farklılıklar gözetilmeli, uygun materyaller seçilmeli, aile katılımı sağlanmalıdır (Ölekli, 2009, s. 24). Dolayısıyla erken çocukluk döneminde sunulan çevresel ve pedagojik uyaranlar, yalnızca genel gelişimi değil, aynı zamanda bilişsel temelli becerilerden biri olan matematiksel akıl yürütmenin de temelini oluşturmaktadır.

Çocuklarda matematiksel akıl yürütme, bilişsel gelişimin erken dönemlerinde başlar ve zamanla daha soyut, mantıksal ve çok yönlü hale gelir. Umay'ın (2003) sınıflandırması, matematiksel akıl yürütmenin çok boyutlu yapısını ortaya koyarken; Orçan (2013) ve Ölekli (2009), bu yetinin çocuklukta nasıl geliştiğini somut örneklerle açıklamaktadır.

Matematiksel akıl yürütmenin türleri vardır ve Sukirwan vd. (2018), Lithner'in (2008) modeline dayanarak öğrencilerin akıl yürütme davranışlarını üç gruba ayırır (Şekil 7.):

Şekil 7. Akıl Yürütme Davranışları (Sukirwan vd., 2018)



Bir diğer sınıflamaya göre Umay (2003), matematiksel akıl yürütmeyi üç temel eksenle kategorize etmiştir:

- Konuya göre: Cebirsel, orantısal, istatistiksel, geometrik
- Düşünme tarzına göre: Pratik, soyut
- Bakış açısına göre: Analitik, bütünsel

Bu sınıflandırma, öğrencilerin farklı matematiksel içeriklerde ve farklı bilişsel stillerde akıl yürütme becerisi gösterebileceğini ortaya koyar. Matematiksel akıl yürütmenin çok boyutlu

yapısı, bireylerin yalnızca soyut düşünme becerilerini değil, aynı zamanda erken yaşlardan itibaren gelişen temel matematiksel yeterliklerini de doğrudan etkilemektedir. Özellikle okul öncesi dönemde gözlemlenen sayılarla ilişki kurma, örüntü oluşturma, karşılaştırma yapma ve problem çözme gibi davranışlar, bu akıl yürütme becerilerinin erken formları olarak değerlendirilebilir. Bu bağlamda, çocukların bu becerilere hangi düzeyde sahip olduklarını belirlemek ve gelişimlerini izlemek adına erken matematik yeteneği kavramı kritik bir öneme sahiptir.

Erken Matematik Yeteneği

Erken matematik yeteneği, çocukların yaşamın erken dönemlerinde geliştirdikleri, sayı duyusu, karşılaştırma, sıralama, temel aritmetik işlemler, şekil tanıma ve uzamsal ilişkileri anlama gibi becerileri içeren çok yönlü bir bilişsel yeterlik alanıdır. Bu yetenek, çocuğun çevresel girdilerle etkileşimi, doğuştan getirdiği bilişsel potansiyel ve aldığı erken eğitimsel deneyimlerin bir ürünü olarak gelişir. Ginsburg ve Baroody (2003), erken matematik yeteneğini “3 ila 8 yaş 11 aylık çocukların informal ve formal matematiksel becerilerinin kapsamlı bir değerlendirmesi” olarak tanımlamaktadır. Bu tanım hem doğal sayı bilgisini hem de problem çözme ve sembollerle çalışma gibi daha gelişmiş matematiksel süreçleri kapsamaktadır.

Erken matematik yeteneği, farklı bilişsel becerilerin etkileşiminden oluşur. Bunlar arasında sayma, sıralama, gruplama, karşılaştırma, toplama ve çıkarma gibi temel işlemler yer alır. Ayrıca çocukların şekilleri tanıma, desenleri fark etme ve yönelim becerileri de bu yetenek kapsamına girer. Bu beceriler yalnızca soyut bilgi değildir; çocuğun çevresiyle etkileşim kurarak öğrendiği ve deneyimlediği kavramlardır. Clements ve Sarama (2009), bu yeteneklerin erken yaşlarda gelişmeye başladığını ve oyun, keşfetme ve yapılandırılmış öğrenme ortamları aracılığıyla desteklendiğinde daha da pekiştiğini belirtmektedirler.

Erken matematik yeteneğinin temelini oluşturan bileşenlerden biri, yaklaşık sayı sistemidir (Approximate Number System- ANS). ANS, çocukların sayı sembolleri ya da sözel anlatım olmaksızın miktarları sezgisel olarak ayırt etmelerine olanak tanıyan doğuştan gelen bir sistemdir. Bu sistem, erken yaşlarda yapılan sembolik olmayan karşılaştırmalarla ölçülebilir ve çocukların matematiksel performansı ile anlamlı biçimde ilişkilidir. Libertus vd. (2011) çalışmasında, 3 ila 5 yaş arasındaki çocuklarda ANS keskinliği ile TEMA-3 testinden elde edilen matematik puanları arasında anlamlı korelasyonlar bulunmuştur. Bu bulgu, ANS'nin erken matematiksel yetenek gelişiminin öncülü olabileceğini göstermektedir.

Erken matematik yeteneği yalnızca çocuğun içsel bilişsel kapasitesiyle değil, aynı zamanda çevresel ve sosyal faktörlerle de şekillenir. Gelir düzeyi, ebeveynlerin eğitim durumu,

evdeki öğrenme materyalleri ve öğretmen etkileşimi, bu gelişimi doğrudan etkileyen etmenlerdir. Klivanoff vd. (2006) çalışması, öğretmenlerin sınıf içinde sayı dili kullanma sıklığının, çocukların sayı bilgisini geliştirmede önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Bu tür bulgular, erken dönemde nitelikli eğitimin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Erken matematik yeteneğini değerlendirmek için en yaygın kullanılan araçlardan biri, Ginsburg ve Baroody (2003) tarafından geliştirilen Erken Matematik Yeteneği Testi'nin üçüncü versiyonu olan TEMA-3'tür. Bu test, hem informal (sayıları tanıma, karşılaştırma, basit işlemler) hem de formal (sembollerle işlem yapma) matematiksel becerileri değerlendirir. Erdoğan ve Baran (2006), TEMA-3'ün 6 yaş çocukları için Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışmalarını yürütmüş ve testin güvenilir bir değerlendirme aracı olduğunu ortaya koymuştur. Test, çocukların bireysel olarak değerlendirilmesini mümkün kılar ve eğitimsel müdahalelerin planlanması açısından rehber niteliğindedir.

Okul Öncesi Dönemde Erken Matematik Yeteneği

Okul öncesi dönem, erken matematik yeteneğinin temellerinin atıldığı en kritik dönemlerden biridir. Bu dönemde çocuklar oyun aracılığıyla çevrelerindeki nesneleri keşfeder, miktarları karşılaştırır ve basit matematiksel işlemler hakkında fikir sahibi olmaya başlar. Ginsburg (2004), okul öncesi dönemde matematik eğitiminin, çocukların ileriki yaşlarda geliştirecekleri formal matematiksel düşünmenin temelini oluşturduğunu vurgulamaktadır. Bu süreçte informal matematik bilgisi (örneğin günlük yaşamdaki sayma etkinlikleri), çocuğun bilişsel yapısına uygun şekilde anlam kazanır ve resmi öğrenmeye geçişi kolaylaştırır.

Clements ve Sarama (2009), bu dönemde yapılandırılmış ve oyun temelli öğrenme ortamlarının çocukların sayı duygusu, örüntü fark etme, karşılaştırma gibi bilişsel becerilerini önemli ölçüde artırdığını belirtmektedir. Ginsburg (2004) ise, okul öncesi çocukların matematiğe karşı geliştirdiği tutumun, gelecekteki akademik performans üzerinde belirleyici olduğunu ifade etmektedir. Dolayısıyla bu dönemde kazanılan deneyimler, yalnızca bilgi düzeyini değil; aynı zamanda öğrenme motivasyonunu da şekillendirmektedir.

Erken çocukluk eğitiminde matematiksel becerilerin güçlendirilmesi ve matematik öğreniminin vurgulanması bu nedenle büyük bir önem taşımaktadır (Clements & Sarama, 2009). Güncel araştırmalar da erken dönem matematik öğreniminin önemini desteklemektedir. Bu çalışmalar, karmaşık matematiksel anlayış ve soyut akıl yürütmenin sanılandan çok daha erken yaşlarda geliştiğini göstermektedir (Clements vd., 2019; Cross vd., 2009; Mulligan & Mitchelmore, 2013). Ayrıca araştırmalar, insanların doğuştan sayı duygusu (nicelik ve sayı

bilgisi) ve mekânsal duyuyla donandıklarını ve matematiksel becerilerin gelişiminin çok erken yaşlarda başladığını ortaya koymaktadır (Clements & Sarama, 2007).

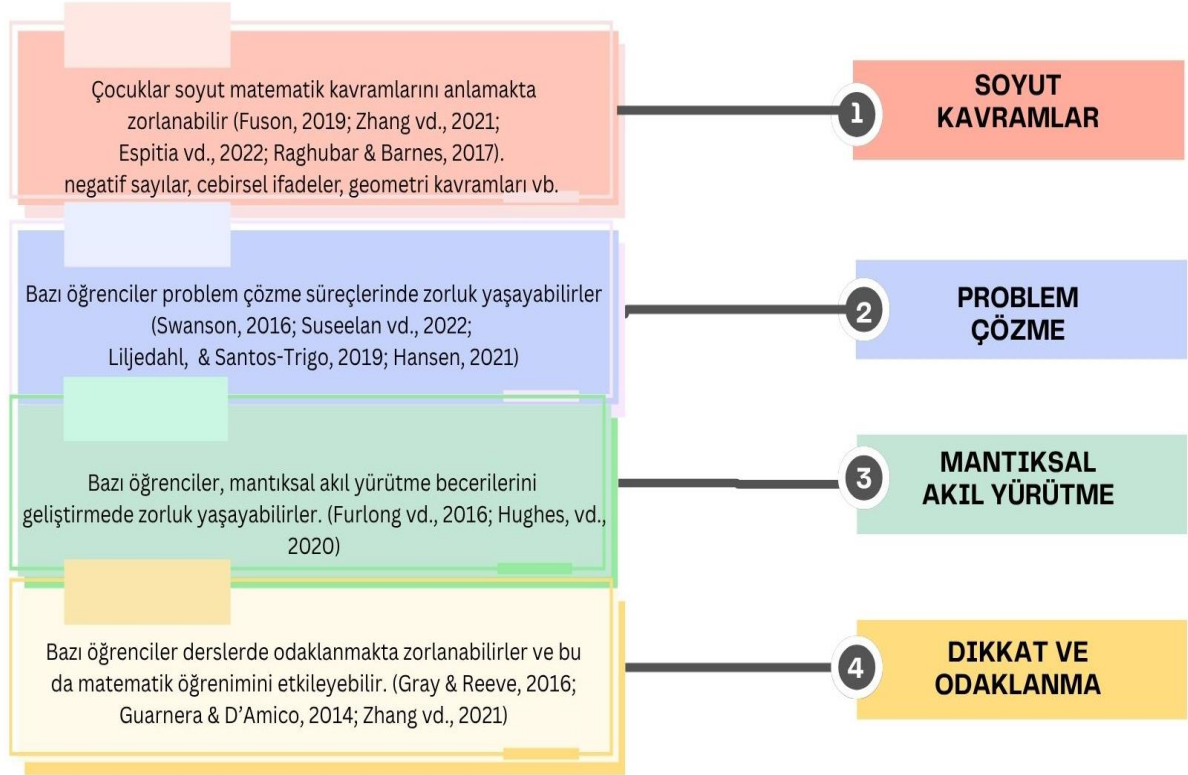
Araştırmalar ayrıca erken yaşta matematik anlayışının, çocukların hem ileriye dönük matematik başarılarıyla (Aunio & Niemivirta, 2010; Jordan vd., 2009) hem de genel akademik başarılarıyla (Aubrey vd., 2006; Romano vd., 2010) pozitif yönde ilişkili olduğunu göstermektedir. Matematik eğitiminin niteliği ise, bu becerilerin gelişiminde merkezi bir rol oynamaktadır (Aunio vd., 2014; MacDonald & Carmichael, 2018). Genel olarak erken dönem matematik eğitimi sıklıkla iki temel başlık altında incelenmektedir: sayısal yeterlik (numeracy) ve geometri (Tsamir vd., 2011). Bununla birlikte, matematiksel akıl yürütme süreçlerine daha az odaklanılmakta, oysa çocuklar bu becerileri de öğrenme potansiyeline sahiptir (Mulligan & Mitchelmore, 2013; Clements & Sarama, 2009).

Pedagojik açıdan, okul öncesi matematik öğretimi, çocukların doğal merakını destekleyecek biçimde yapılandırılmalı; keşfetme, problem çözme ve grup içi tartışma gibi süreçlerle zenginleştirilmelidir. Gerçekçi Matematik Eğitimi (Realistic Mathematics Education- RME) yaklaşımı, çocukların matematiksel kavramları kendi deneyimleriyle inşa etmelerine olanak tanıyan etkili bir öğretim modelidir. RME'nin kuramsal temelini atan Freudenthal (1991), matematiksel bilgilerin öğrencilerin yaşantılarından soyutlanamayacağını, öğrenmenin anlamlı olabilmesi için gerçek yaşam bağlamlarıyla bütünleşmesi gerektiğini savunmuştur. Van den Heuvel-Panhuizen (2008), bu bağlamda geliştirilen modelin okul öncesinde sayı duyusu gelişimini üç seviyede desteklediğini belirtmektedir: bağlam temelli (yatay), nesneye dayalı ve soyut işlem temelli (dikey) öğrenmedir.

Politika düzeyinde, erken matematik eğitimi için öğretmen yeterliliklerini artırmaya yönelik sürekli mesleki gelişim programları, materyal ve öğretim programı desteği ile aile katılımını teşvik eden uygulamaların yaygınlaştırılması büyük önem taşır. OECD (2017), okul öncesi öğretmenlerinin matematik pedagojisi konusunda desteklenmediği durumlarda, potansiyel fırsatların kaçırıldığını rapor etmektedir. Türkiye özelinde ise, Millî Eğitim Bakanlığı'nın (MEB, 2024) okul öncesi eğitim programlarında matematiksel gelişimi bütünsel gelişimin bir parçası olarak ele alması, olumlu bir başlangıç olmakla birlikte, uygulamaya dönük rehberliğin artırılması gerekmektedir. Ayrıca, dezavantajlı bölgelerde okul öncesi erişimin yaygınlaştırılması, eşitsizlikleri azaltmada belirleyici bir rol oynayacaktır (Ginsburg & Baroody, 2003; Gönen & Dalkılıç, 1998).

Çocukların matematiği fark etmeleri ve erken matematiksel akıl yürütme becerilerini geliştirme noktasında birçok zorluk yaşanabilmektedir. Bu zorluklar, her çocuk için farklılık göstermekte birlikte genellikle yaşanan zorluk alanları Şekil 8 'de verilmiştir.

Şekil 8. Çocukların Matematik Öğreniminde Yaşadıkları Zorluklar



Eğitimciler ve uzmanlar genellikle matematik öğreniminde yaşanabilecek zorluklar konusunda farklı yorumlar yapabilmektedir fakat alan yazınında en sık karşılaşılan zorluk matematiğin soyut olması ile ilgilidir. Matematiksel kavramların soyut olması sebebiyle öğretmenlerin bu kavramları, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerine uygun bir şekilde somutlaştırması ve yaparak yaşayarak öğrenme ortamları oluşturması gerekmektedir (Abalı-Öztürk & Şahin, 2015). NCTM'nin (2000) yayımladığı rapora göre; teknolojinin çok yönlü kullanımı ve gücü öğrencilerin matematiği nasıl öğrenmeleri gerektiği ve en iyi nasıl öğrenebildikleri konusunda gözden geçirip değerlendirme yapmayı mümkün ve bunu gerekli kılmıştır. NCTM, öğretmenlerin kendilerini ders süreçlerinde tek otorite olmayı bırakmaları, öğrencilerine matematiksel kavramların yapılandırılmasında rehber olmalarını ve bu bağlamda öğrenme ve ortamlarını teknolojiyle zenginleştirmelerini önermektedir (NCTM, 2000). Çocukların okul ile tanıştığı okul öncesi dönemde, matematik kavramlarının teknoloji ile bütünleştirilerek öğretiminin öğrencilerin dikkat düzeylerini yükselteceği ve öğrenmeyi etkili kılacağı düşünülmektedir (Aydoğdu, 2021).

Okul Öncesi Dönemde Teknoloji Kullanımı

Teknolojik ve küresel düzeydeki gelişmeler aynı anda tüm dünya ülkelerine yayılmaktadır. Bu ilerlemeler, çocuklardan yetişkinlere kadar tüm insanları etkilemektedir. Yeni teknolojilerin ve dijital cihazların sürekli olarak hayatımıza girmesi, toplumların yaşam

tarzlarını da köklü biçimde değiştirmiştir. Dijital araçlar kısa sürede evde, okulda ve toplum içinde kültürel birer araç konumuna gelmiştir (Wartella vd., 2013). Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'nde 2000 yılında hanelerin yalnızca %41.5'i internet bağlantısına sahipken, bu oran 2014'te %76.7'ye (Ryan & Bagley, 2015), 2019'da ise %89.4'e ulaşmıştır (Taştan, 2019). Dijital teknolojilerin günlük yaşamda daha fazla yer edinmesiyle birlikte, bu teknolojilerle tanışma yaşı da önemli ölçüde azalmıştır (Chaudron & Beutel, 2015; Ofcom, 2019; Rideout & Robb, 2020).

Küçük yaştaki çocuklar genellikle oldukça hareketlidir ve etkinlik içinde olmayı severler. Fiziksel olarak aktif olduklarında ve çevreleriyle etkileşime girdiklerinde, duyuşal-motor ve bilişsel alanlarda önemli beceriler kazanmaktadırlar (Radesky vd., 2015). Mobil cihazlarla teknolojinin bütünleşik kullanımı hem hareketli hem de kültürel anlamda anlamlı öğrenme süreçlerini destekleyebilir. Bu tür teknolojik ortamlar sayesinde çocuklar yalnızca ekranlarla etkileşim kurmakla kalmaz, aynı zamanda robotlarla hareket etmek, konuşmak, dokunmak ve iletişim kurmak gibi çok yönlü etkileşimlere de yönlendirilebilirler. Böylece öğrenme süreci daha etkileşimli hale gelir ve kalıcılığı artar.

Günümüz çocukları, yetişkinlerin çocukluk deneyimlerinden oldukça farklı ve dijital bir dünyada büyümektedir. Bizler ağaçlara tırmanıp top oynarken ya da bisiklet sürerken büyüdük; oysa günümüz çocukları dokunmatik ekranlara tıklayıp kaydırma hareketleriyle etkileşim kuruyorlar (Goodwin, 2018). Dijital çağda, teknoloji doğru biçimde ve eğitsel amaçlarla kullanıldığında çocukların gelişimini ve öğrenmesini olumlu yönde desteklemektedir (Epstein, 2015; McManis & Gunnewig, 2012; NAEYC, 2008). Yapılan araştırmalar, teknolojinin çocukların sosyal iletişim becerilerini artırdığı ve bu becerilerin gelişmesine katkı sağladığını göstermektedir (Brooker & Siraj-Blatchford, 2002; Heft & Swaminathan, 2002; Lee & O'Rourke, 2006). İlköğretime hazırlık sürecinde çocukların kazanması gereken akademik beceriler açısından da teknoloji destekleyici bir rol oynamaktadır. Uygun gelişim düzeyine göre düzenlenen eğitsel yazılımlar sayesinde çocukların dil, okuma-yazma, matematik ve fen gibi alanlardaki başarıları artmaktadır (Daugherty vd., 2014; Li vd., 2006).

İki yaş sonrasındaki çocukluk döneminde de tıpkı bebeklikte olduğu gibi, oyunun çocuklar için en önemli etkinlik olduğu açıktır. Oyun, çocukların çevrelerini anlamlandırmalarını sağlar, yeni davranışlar kazandırır ve duygusal olarak rahatlatır (Aral, 2022). Bu dönemde çocukların meraklı olmaları ve çevrelerini keşfetme eğilimleri, öğrenme sürecini olumlu yönde etkiler. Akranlarıyla paylaşma alışkanlığı geliştirip sorumluluk alma konusunda istekli davranan çocuklar, bu sorumlulukları yerine getirirken de yüksek motivasyon sergiler. Dijital oyunlar ve dijital içerikler, çocukların gelişim özelliklerine uygun şekilde

sunulduğunda, eğlenerek ve yaşayarak öğrenmelerini destekler (Papert, 1998; Wibawa, 2022) ve öğrenilen bilgilerin daha kalıcı olmasını sağlar (Durualp & Aral, 2015). Bilim ve oyuncak müzeleri gibi çocuklara yönelik dijital ortamlarda tasarlanan içerikler de eğlenme ve öğrenmeyi aynı anda mümkün kılar (Cemelelioğlu-Altın, 2019). Yapılandırmacı eğitim yaklaşımı temelinde geliştirilen robot programlama uygulamalarının, çocukların yaratıcı yönlerini güçlendirdiği saptanmıştır (Bers vd., 2014; Pardamean & Wijayakusumah, 2014). Ayrıca, çocukların gelişim düzeyine uygun teknoloji ve medya araçlarıyla aktif katılım gösterdikleri öğrenme ortamlarının, geleneksel okul öncesi materyallerini destekleyici nitelikte olduğu belirtilmiştir (NAEYC, 2008).

Gelişen teknolojiyle birlikte gelen yenilikler, geleneksel eğitim yaklaşımlarını geride bırakmakta ve çocuklara yeni öğrenme fırsatları sunmaktadır. Common Sense Media'nın raporuna göre, çocukların televizyon yerine YouTube'u daha çok tercih ettikleri ve özellikle 2017-2020 yılları arasında YouTube izleme oranlarının 2-4 yaş arası çocuklarda %27'den %29'a, 5-8 yaş grubunda ise %30'dan %39'a yükseldiği belirtilmiştir (Rideout & Robb, 2020). YouTube'da yer alan eğitsel içeriklerin, çocukların gelişimi üzerinde olumlu etkiler sağladığı gözlemlenmiştir (Collins & Halverson, 2018). YouTube'un yanı sıra Podcast, Bloklar, Wikis ve RSS gibi dijital araçlar, çocukların daha önce yabancıları oldukları dünyayı keşfetmelerine ve öğrenme süreçlerine aktif katılım göstermelerine katkı sağlamaktadır (Taşdelen, 2019).

Aktif olarak değişim sürecinde olan okul öncesi çocuğuna farklı eğitim yöntemleri, materyalleri kullanılması modern dünyada gelişen yenilikçi teknoloji durumunu destekleyecektir (To'raqulovich, 2021). Okul öncesi dönemde birçok teknoloji kullanılmakta olup yaygınlaşan teknolojilerden biri de AG'dir (Aydoğdu, 2021).

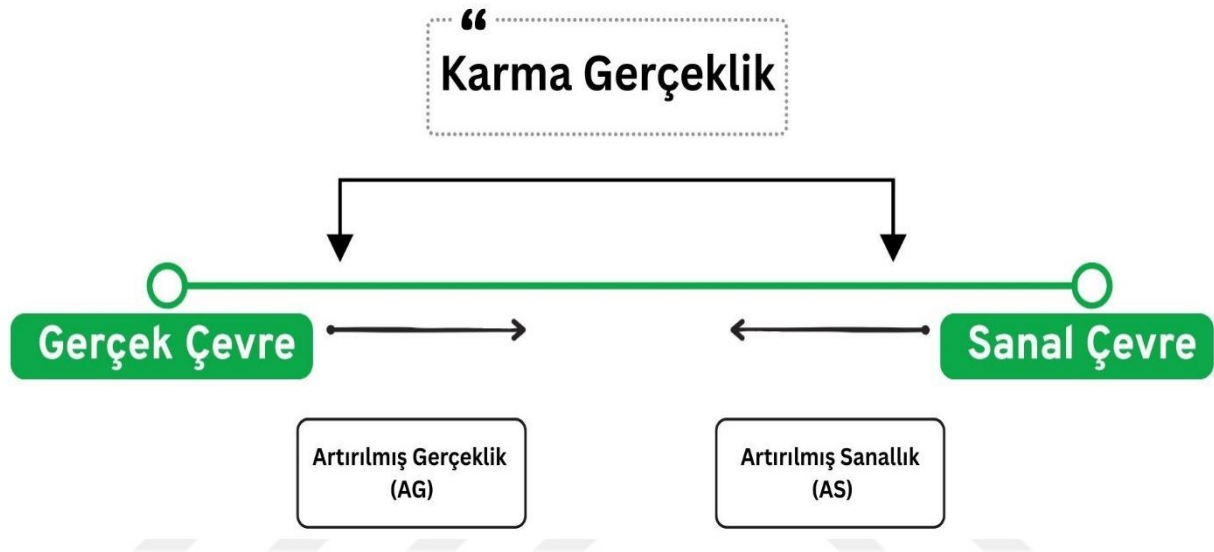
Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi

Günümüz dijital çağında sıkça karşımıza çıkan Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality- AR), yeni nesil teknolojiler arasında yer almakta ve üretim, mühendislik, sağlık ve eğitim gibi çeşitli alanlarda giderek daha fazla kullanılmaktadır. 1990'lı yıllarda temelleri atılan Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisi, gerçek dünya ile sanal içeriklerin bir araya getirildiği ve bu iki unsurun aynı anda etkileşim kurduğu bir sistem olarak tanımlanmaktadır (Azuma, 1997). AG uygulamaları; ses, grafik, metin, şekil, resim ve animasyon gibi dijital unsurların, gerçek dünyanın görüntüsü üzerine yerleştirilmesi ve bilgisayar ortamında oluşturularak eş zamanlı biçimde ekranda görünür hale getirilmesiyle işlerlik kazanır (Zhou vd., 2008). Çoklu ortam araçları olarak adlandırılan bu dijital içerikler, duyulara hitap eden, etkileşimli ve dikkatlice tasarlanmış öğrenme süreçleriyle birleşerek kullanıcıların aktif katılımını destekler ve öğrenmenin kalıcılığına katkı sağlar (Mayer, 2005). Eğitim teknolojileri içerisinde yer alan bu

yenilikçi yaklaşım, son yıllarda özellikle okul öncesi eğitimde ilgi odağı haline gelmiştir (Bacca vd., 2014). AG, erken yaş gruplarında bilişsel gelişimi desteklemek, dikkat süresini artırmak ve etkileşimli öğrenme ortamları oluşturmak amacıyla etkili bir araç olarak kullanılmaktadır.

AG teknolojisinde, gerçek dünya bir arka plan görevi görürken; bu görüntünün üzerine eş zamanlı olarak yazılar, resimler, sesler, animasyonlar ya da üç boyutlu nesneler yerleştirilmektedir (Billinghurst vd., 2001). AG'nin, gerçeklik ile sanallık arasındaki çizgide nasıl konumlandığı Şekil 9'da gösterilmektedir.

Şekil 9. Gerçeklik-Sanallık Süreci (Milgram & Kishino, 1994)



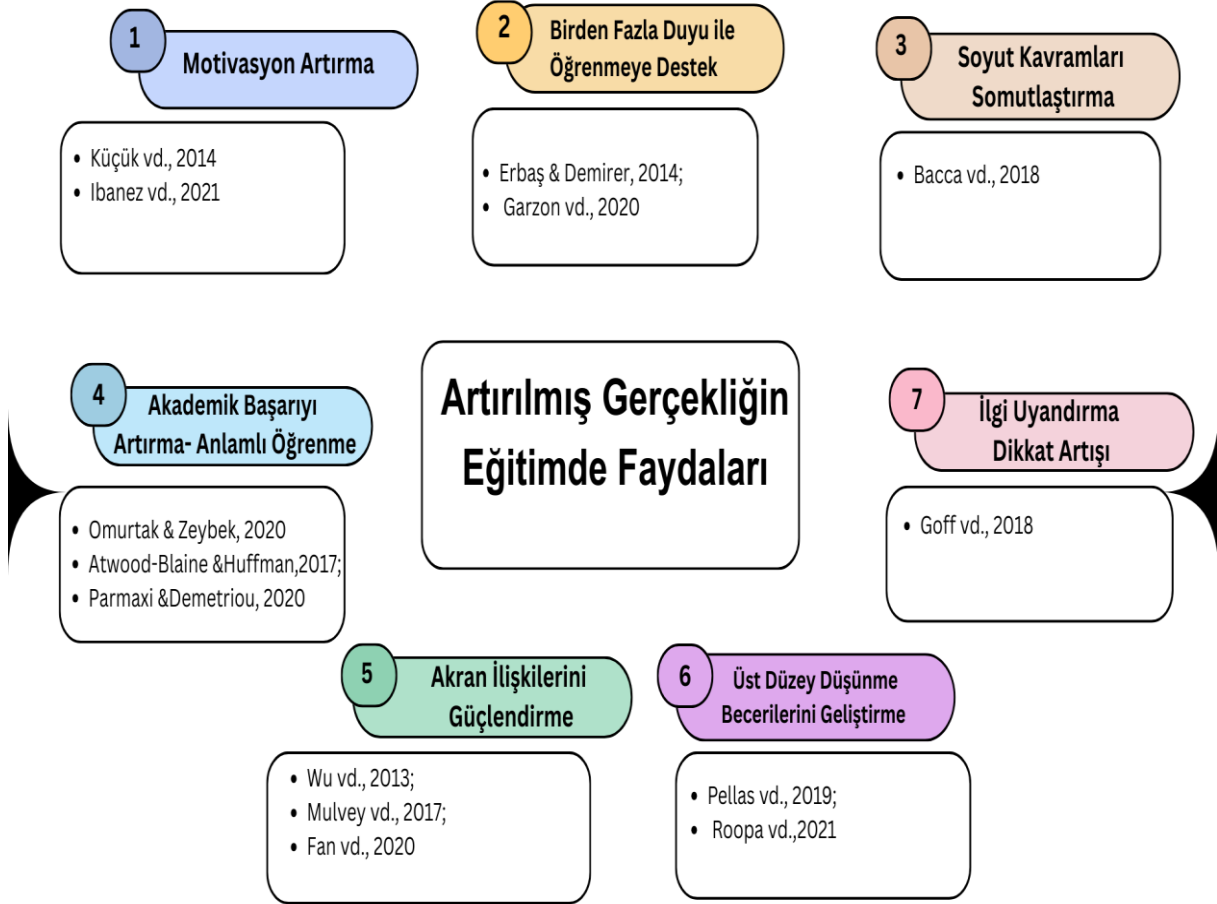
AG uygulamaları, çevredeki gerçek görüntülerin kamera, ekran ya da sensörler gibi araçlarla alınarak işlenmesi ve bu bilginin yeniden gerçek ortama entegre edilmesi mantığıyla çalışmaktadır (Billinghurst vd., 2001). Bilgisayar ortamında oluşturulan yazılar, iki veya üç boyutlu objeler, sesler, videolar, animasyonlar ve simülasyonlar gibi sanal öğeler, gerçek dünyadaki görüntülerin üzerine eklenerek bir çeşit dijital gerçeklik yaratılmaktadır. Bu etkileşimi sağlamak için başa takılan cihazlar, bilgisayarlar, özel gözlükler, mobil aygıtlar ve çeşitli giriş-çıkış birimleri gibi özel görüntüleme ekipmanlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Ayrıca, gerçek ve sanal bileşenlerin bütünleştirilmesi için bir arayüz gereklidir. Bu arayüzler, video tabanlı ya da optik tabanlı sistemler şeklinde sınıflandırılır. Video tabanlı sistemlerde, bilgisayar, tablet veya telefon gibi cihazların kameraları kullanılarak elde edilen görüntüler üzerine sanal nesneler entegre edilirken; optik tabanlı sistemlerde ise, başa takılan aygıtlar ya da özel gözlükler aracılığıyla bu görüntüler doğrudan aktarılır (Azuma, 1997).

AG uygulamaları; mühendislik, tıp, reklam, askerî alanlar, eğitim, turizm, eğlence, tasarım ve görselleştirme gibi çok çeşitli alanlarda kullanılabilen bir teknolojidir (Yen vd., 2013). Tarihsel süreçte AG teknolojisinin matematik, geometri, fen, kimya, fizik, tıp, yabancı dil, sosyal bilgiler ve okul öncesi gibi pek çok eğitim alanında kullanımına yönelik çalışmalar

artış göstermektedir (Garzon, 2021; Mystakidis vd., 2022). Özellikle son on yılda, bu teknolojinin farklı eğitim disiplinlerine entegrasyonu hız kazanmış ve bu sürecin eğitimdeki etkilerine dair birçok araştırma yapılmıştır (Belmonte-Lopez vd., 2020). AG teknolojisinin uygun öğrenme yöntemleriyle eğitim süreçlerine dahil edilmesi durumunda, çeşitli faydalar sağladığı tespit edilmiştir. Bu faydalar Şekil 10’da gösterilmiştir.

Şekil 10. Artırılmış Gerçekliğin Eğitimde Kullanımının Faydaları



Eğitsel AG uygulamalarının sağladığı faydalar, araştırmacılar ve eğitimciler tarafından eğitim süreçlerine bu teknolojinin entegre edilmesi yönünde çeşitli çalışmalara zemin hazırlamıştır. Bu çalışmalar kapsamında, işaretleyici tabanlı ve konuma dayalı farklı AG teknolojilerinin kullanıldığı örneklerle rastlanmaktadır. İşaretleyici tabanlı uygulamaların temelinde Billingham’un (2001) gerçekleştirdiği MagicBook adlı proje yer almaktadır. Bu projede, kitaba yerleştirilen işaretleyicilere başa takılan bir cihaz aracılığıyla bakıldığında, içerikler üç boyutlu olarak görüntülenebilmektedir. Ardından yapılan çeşitli araştırmalarda, işaretleyici tabanlı AG teknolojisinin kullanımıyla geliştirilen ‘canlı kitap’ veya ‘sihirli kitap’ olarak adlandırılan uygulamaların eğitim ortamlarında yaygınlaştığı görülmektedir.

MagicBook’un ardından AG destekli kitaplar; çocuk kitapları, ansiklopediler, ilk ve ortaöğretim ders kitapları, üniversite düzeyindeki kaynaklar, teknik ve uzmanlık kitapları,

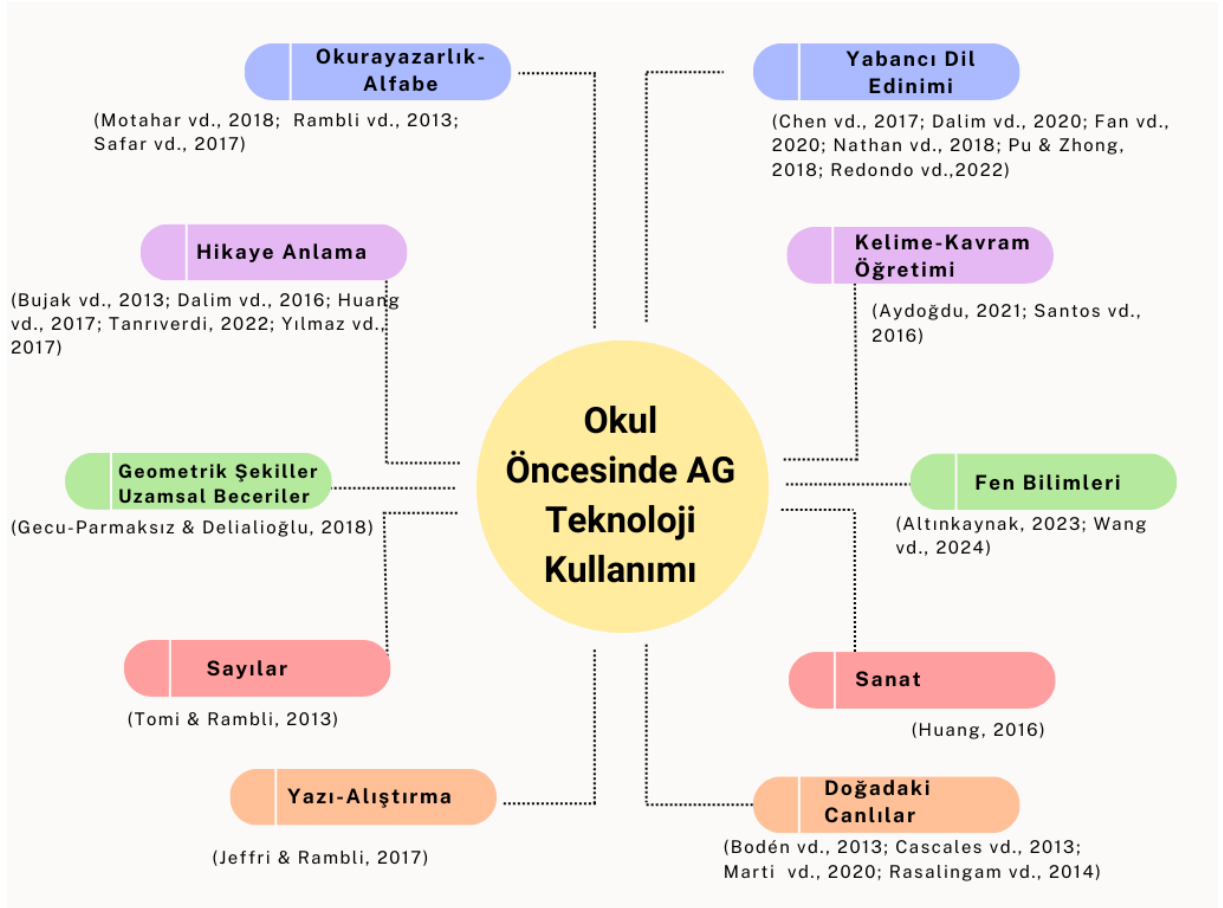
kullanım kılavuzları ve turistik tanıtım kitapları gibi farklı alanlarda yer almaya başlamıştır (Altınpulluk, 2018). Bu kapsamda, Sony ve Marvel gibi büyük firmaların da yatırım yaptığı iDinosaur, Wonderbook, ColAR, Fairyland Magic Book, AliensveUFOs, Atlantica 3D Interactive Book, Incredebooks, Disney Research's HideOut, PenguinBooks, Popar Interactive Books ve Total Immersion's Interactive AlienBook gibi basılı AG kitaplar örnek verilebilir (Altınpulluk & Kurubacak, 2017). Bunun yanı sıra, ülkemizde de okul öncesi dönemde kullanılabilecek, erişimi kolay AG destekli kitaplar bulunmaktadır (Tanrıverdi, 2022). Teknolojinin bilgiye ulaşımında sağladığı katkılara örnek olarak; Bir Çocuk Bir Mucize, çocuklarda ilk yardım becerilerini geliştirmeyi amaçlayan Bunu Bana Akut Öğretti ve taşıtlar ile hayvanları konu alan Sihirli Keşifler adlı AG destekli kitap serileri gösterilebilir.

Okul Öncesi Dönemde Artırılmış Gerçeklik Kullanımı

Özellikle son zamanlarda okul öncesi eğitimde AG teknolojisi uygulamaları sıklıkla kullanılmaktadır (Yılmaz vd., 2022). Okul öncesinde kazanım ve becerilerin yer aldığı öğrenme ortamlarında AG uygulamalarının kullanımı oldukça faydalıdır (Dalim vd., 2020). AG teknolojisi, odaklanmayı ve dikkati artıran fiziksel etkileşimlerle aktif öğrenme ortamları yaratmada önemli bir rol oynamaktadır (Price & Rogers, 2004). AG teknolojisinin kullanıldığı öğrenme süreçlerinde çocukların davranışlarında olumlu değişiklikler gözlenmektedir (Cai vd., 2014; Coşgun-Demirdağ vd., 2024; Sommerauer & Müller, 2014).

AG teknolojisi erken çocukluk döneminde kullanıldığında eğitimi daha ilgi çekici ve eğlenceli hale getirmekte ve çoklu öğrenme ortamları ile kalıcı öğrenme sağlamaktadır (Cascales vd., 2013). Bu nedenle AG'nin küçük yaştaki öğrencilerde geleneksel materyallerin yetersiz kaldığı durumlarda kullanılması ve öğrenme ortamını sıkıcı olmaktan çıkarıp eğlenceli ve dikkat çekici hale getirmesi önerilmektedir (Aydoğdu, 2021; Küçük vd., 2014). Son yıllarda AG teknolojisinin okul öncesi eğitimde kullanımına yönelik çalışmalar artmıştır. Yapılan çalışmalara baktığımızda okul öncesi eğitimin birçok farklı alanında kullanılmıştır. AG teknolojisinin okul öncesi eğitimde kullanım alanları Şekil 11'de gösterilmiştir.

Şekil 11. Okul Öncesi Dönemde AG Teknolojisinin Kullanımı



Farklı alanlarda yapılan birçok çalışma AG teknolojisinin okul öncesi eğitimdeki faydalarını açıklamıştır. Okul öncesi öğrencilerinin etkinliklerinin AG ile bütünleştirilmesinin çocukların odaklanmasına yardımcı olacağı ve öğrenme ortamını daha etkili hale getireceği düşünülmektedir (Aydoğdu, 2021). Bu öğrenme ortamları öğrencilerin bilişsel yükünü azaltmaya ve öğrenmeyi etkili hale getirmeye yardımcı olmaktadır (Brünken vd., 2010). Mayer'in Çoklu Ortam Öğrenme Teorisi (CTML) bu tür öğrenme ortamlarının oluşturulmasına ışık tutmaktadır. CTML, insan beyninin nasıl çalıştığına dayalı bir öğretim ortamı sağlamayı amaçlamaktadır (Garzon vd., 2020). CTML, uygun multimedya talimatlarının tasarımı için ilkeler belirler (Mayer, 2017). Bu ilkeler çoklu öğrenme ortamlarının tasarımına rehberlik eder (Mayer, 2005). Birçok çalışma CTML'yi AG destekli öğrenme uygulamalarında kullanmıştır (Parhizkar vd., 2012; Santos vd., 2016; Sommerauer & Müller, 2014).

AG teknolojisi, erken çocukluk döneminde dünya genelinde okuryazarlık, alfabe öğrenimi, kelime bilgisi kazanımı ve hikâye anlama gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Motahar vd., 2018; Rambli vd., 2013). Alfabe öğretiminde gerçekleştirilen bir çalışmada, 5 yaşındaki çocukların öğrenme materyaline olan ilgisini artırmak amacıyla AG teknolojisinden faydalanılmıştır. Alfabe kitabına yerleştirilen işaretleyiciler aracılığıyla, çocuklar hem büyük hem de küçük harfleri ve bu harflerle ilişkili nesneleri (örneğin B harfi için

muz- banana) görsel olarak algılayabilmiştir. Ayrıca, harflerin yazılış biçimi de tamamen üç boyutlu olarak gösterilmiştir. Bu uygulamayı deneyimleyen çocukların çoğunluğu, harfleri bilgisayar ekranında doğru şekilde tanıyabilmiş ve bu süreçten oldukça keyif aldıklarını ifade etmişlerdir (Rambli vd., 2013).

Başka bir araştırmada ise okul öncesi dönemdeki çocuklara cümle kalıplarını öğretmek amacıyla AG destekli resimli bir kitap geliştirilmiştir. Bu kitabı kullanan çocukların, geleneksel kitapları kullanan akranlarına kıyasla yazma, okuma ve ezberleme konusunda daha başarılı oldukları gözlemlenmiştir (Chen vd., 2017). Benzer şekilde, 5 yaşındaki çocuklarla yapılan bir çalışmada, AG uygulamalarıyla gerçekleştirilen harf tanıma etkinliklerinin, geleneksel yöntemle öğrenim gören çocuklara göre daha etkili sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Motahar vd., 2018).

AG'nin alfabe öğretimine etkisini deneysel biçimde inceleyen bir diğer araştırma ise Kuveyt'te gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, okul öncesi çocuklar iki gruba ayrılmış; bir grup geleneksel yöntemlerle, diğer grup ise piyasada bulunan AG uygulamaları aracılığıyla İngiliz alfabesini öğrenmiştir. Yedi hafta süren bu süreç sonunda, AG uygulamalarıyla öğrenen grubun, kontrol grubuna kıyasla başarı testinde anlamlı düzeyde daha yüksek performans sergilediği saptanmıştır. Ayrıca, AG kullanan çocukların uygulama boyunca duyularını aktif biçimde kullanmaları ve akranlarıyla kurdukları iletişim düzeyi ile başarı puanları arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür (Safar vd., 2017).

Alfabe öğreniminin ötesinde, okul öncesi çocukların hem birinci (Yılmaz, 2016) hem de ikinci dilde (Chen vd., 2019; Coşgun-Demirdağ vd., 2024; Dalim vd., 2016; Martínez vd., 2017; Pu & Zhong, 2018) kelime edinimleri ve hikâye anlama becerileri üzerine çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalardan birinde, 5-6 yaş grubundaki çocuklara AG tabanlı bilgi kartları ve bulmacalar aracılığıyla ana dilleri öğretilmiş; çocukların materyallerle etkileşimlerinin (örneğin, yorum yapma ve soru sorma gibi) ve uygulama sırasında edindikleri deneyimlerin bilişsel gelişimlerine olumlu katkı sağladığı belirlenmiştir (Fan vd., 2020). Çin'de 3 ila 6 yaş aralığındaki çocuklara yönelik yapılan bir araştırmada, AG teknolojisiyle geliştirilen mobil bir uygulama kullanılarak çocuklara İngilizce kelimeler öğretilmiş; bu süreçte çocuklar kartları tarayarak kelimelerin üç boyutlu versiyonlarını görmüş ve doğru telaffuzlarını dinlemişlerdir. Deney grubu, farklı zamanlarda yapılan üç testte de kontrol grubuna kıyasla daha fazla kelimeyi hatırlamıştır (Chen vd., 2017).

Benzer bir bulgu, İspanya'da büyüyen 5 yaşındaki çocuklar üzerinde yapılan bir çalışmada elde edilmiştir. Fiziksel aktiviteler, videolar ve hikâyelerle desteklenen AG temelli bir eğitim süreci sonunda çocukların İngilizce derslerinden aldıkları notların yükseldiği

gözenmiştir (Martínez vd., 2017). Malezya’da geliştirilen ‘TeachAR’ isimli prototip AG arayüzü ile yapılan araştırmada, çocukların renk, şekil ve uzamsal ilişkileri ifade eden İngilizce kelimeleri öğrenme süreci incelenmiş; geleneksel yöntemle karşılaştırıldığında AG kullanan çocukların bu kelimeleri daha kolay ve etkili öğrendiği ortaya çıkmıştır (Dalim vd., 2020).

Tayvan’da yapılan bir diğer çalışmada ise 4 ila 8 yaş aralığındaki çocuklara İngilizce olarak hayvan, meyve ve araç adları öğretilmiş; bu süreçte çocuklara AG destekli oyunlar ve kartlar ya da geleneksel kartlar sunulmuştur. Uygulama sırasında çocukların istekli ve keyifli oldukları gözlemlenmiştir (Pu & Zhong, 2018). Türkiye’de gerçekleştirilen bir çalışmada ise basılı bir resimli kitaba AG entegrasyonu sağlanmış; 5-6 yaş arası çocukların hikâyesinin zamanı, mekânı ve sonucunu hatırlayabildikleri, ancak AG kullanılmayan gruptaki çocukların hikâyesinin ana temasını hatırlamada zorlandıkları belirlenmiştir. Ayrıca, bu çalışmada çocukların AG ile etkileşimlerinden duydukları memnuniyetin, anlama düzeyleriyle pozitif yönde ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Yılmaz vd., 2017).

Küçük yaştaki çocuklara yönelik AG uygulamalarının bir diğer kullanım alanı ise doğa ve doğal yaşam konularıdır (Bodén vd., 2013; Cascales vd., 2013; Marti vd., 2020; Rasalingam vd., 2014). Örneğin, yapılan bir araştırmada 4 ve 5 yaşlarındaki çocuklar iki gruba ayrılmıştır. Bu gruplardan biri, AG destekli materyaller aracılığıyla; diğeri ise müfredata uygun geleneksel yöntemlerle hayvanlar hakkında bilgilendirilmiştir. AG grubundaki çocuklara, omurgalı hayvanların tüy yapısı, vücut sıcaklığı ve üreme biçimlerini gözlemleyip dinleyebilmeleri için bilgisayar kamerasına işaretleyiciler gösterilmiştir. Eğitimin ardından, her iki gruptaki çocuklar edindikleri bilgiler temelinde değerlendirilmiş ve sonuçlar, AG kullanılan gruptaki çocukların öğrenme düzeylerinin nispeten daha yüksek olduğunu göstermiştir (Cascales vd., 2013).

Hayvanlara dair bilgi edinmeyi hedefleyen başka bir çalışmada ise okul öncesi çocuklara bilgi kartları sunularak bu kartların tablet kamerası aracılığıyla taranması sağlanmış ve çocuklar, hayvanları üç boyutlu olarak ekranda izleme fırsatı bulmuşlardır. Görüşme ve gözlem bulguları, çocukların bu yeni öğrenme biçimine büyük ilgi gösterdiklerini ve süreçten keyif aldıklarını ortaya koymuştur (Rasalingam vd., 2014).

Erken yaş grubuna yönelik AG uygulamaları, yalnızca dil ve doğa konularıyla sınırlı kalmayıp; uzamsal beceriler (Gecu-Parmaksız & Delialioğlu, 2018), sayı kavramı (Tomi & Rambli, 2013), el yazısı (Jeffri & Rambli, 2017) ve sanat gibi alanlara da yayılmıştır (Huang vd., 2016). İkinci dil edinimiyle ilgili birkaç araştırma dışında, genel olarak bu alanda yapılan çalışmalar AG’nin olumlu etkilerine işaret etmekte ve eğitimde taşıdığı potansiyeli ortaya koymaktadır. Ancak, birçok araştırmada AG uygulamaları geleneksel yöntemlerle karşılaştırılsa da bu geleneksel yöntemlerin ya açık biçimde tanımlanmadığı ya da fiziksel

etkinlik gibi dış etmenlerle desteklenerek AG'nin etkilerinin net olarak ölçülemediği dikkat çekmektedir.

Ayrıca, bazı uygulamalarda uzun vadeli öğrenme çıktılarını değerlendirmek ya da raporlamak zorlayıcı olabilmekte, bu da önemli bir sınırlılık olarak öne çıkmaktadır. Sistematiik incelemeler, eğitim ortamlarında hem kısa hem de uzun vadeli etkililiği ölçen nedensel ve betimleyici nicel çalışmaların eksikliğine dikkat çekmektedir (Bacca vd., 2014). Bu durum, AG teknolojisinin erken çocukluk eğitimindeki gerçek etkilerini nesnel biçimde değerlendirmeyi güçleştirmektedir. Buna rağmen, farklı içerik alanlarını kapsayan tüm bu araştırmalar, çocuklara gerçek dünya ile ilgili bilgilerin sanal öğelerle desteklenerek sunulmasını amaçlamaktadır.

Burada dikkat çeken önemli bir unsur da şudur: Çocuklar, gerçek dünyada içinde bulundukları ortamlarla ekranda karşılaştıkları sanal dünya arasında anlamlı bir bağ kuramadıklarında, sunulan bilgileri hemen ve etkili şekilde içselleştiremeyebilmektedirler. Bu da çocukların bilgi ediniminde gerçekliğin nasıl bir rol oynadığını sorgulayan önemli bir soruyu gündeme getirmektedir: "Çocuklar farklı bağlamlardan edindikleri bilgileri gerçek yaşamla nasıl ilişkilendirmektedir?" Çocuklar AG teknolojisini hem gerçek hem de sihirli bir deneyim olarak algılayabilmektedir (Bujak vd., 2013; Dalim vd., 2016; Huang vd., 2016; Yılmaz vd., 2017; Yılmaz, 2016). Bu nedenle bazı araştırmalar, çocukların bu 'büyülü' algısından faydalanarak öğrenme çıktılarının artırılmasını hedeflemektedir (Tomi & Rambli, 2013; Yılmaz vd., 2017). Daha fazla deneysel çalışmaya ihtiyaç duyulmakla birlikte, mevcut araştırmalarda AG'nin çocukların öğrenme süreçlerine etkili ve verimli katkılar sağladığı ileri sürülmektedir (Huang vd., 2016).

Bazı çalışmalar, okul öncesi çocukların fantastik öğeler içeren öğrenme ortamlarındansa gerçekçi içeriklerden daha fazla fayda sağladığını ortaya koymaktadır (Walker vd., 2015). Ancak bununla birlikte, hayal gücünü tetikleyen fantastik içeriklerin de çocukların dikkatini çektiği ve onları öğrenme süreci hakkında düşünmeye teşvik ettiği, dolayısıyla öğrenmeyi desteklediği ifade edilmektedir (Weisberg vd., 2014). Genel olarak araştırmalar, AG teknolojisinin çocukların dikkatini toplamada ve onları düşünmeye yönlendirmede etkili olduğunu; gerçek dünya ile sanal öğeler arasında denge kurarak öğrenmenin gerçekleşmesini kolaylaştırdığını ortaya koymaktadır (Bacca vd., 2018; Parmaxi & Demetriou vd., 2020) Ayrıca AG'nin bilgiyi öğrenme ve transfer etme süreci arasındaki zaman aralığını kısaltabildiği; bu özelliğiyle özellikle erken yaş grubundaki çocukların eğitiminde tercih sebebi olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra, sınıf içinde AG teknolojisinin kullanılması sayesinde sosyal etkileşimin arttığı da gözlemlenmiştir (Fan vd., 2020; Mulvey vd., 2017)

Artırılmış Gerçeklik ve Matematik

Matematik genellikle kâğıt, kalem ve kara ya da beyaz tahta gibi geleneksel araçlarla öğretilmiştir. Teknoloji alanında yaşanan gelişmelere ve eğitim teknolojisindeki önemli ilerlemelere rağmen, matematik öğretiminde daha gelişmiş teknolojilerin kullanımı sınırlı kalmıştır (Bozkurt, 2022). Her ne kadar yeni teknolojiler öğrencilerin aritmetik problem çözme becerileriyle ilgili tüm sorunlarını ortadan kaldıramasa da bu teknolojilerin yeterince benimsenmemesi matematik eğitiminin ilerlemesini engellemeye devam etmektedir. Bu durum karşısında, kavramsal anlayışı derinleştirmek, öğrenme sürecini desteklemek ve günlük yaşamla ilişkili matematik problemlerine yönelik tartışma ortamları yaratmak amacıyla eğitimciler yeni öğretim ve öğrenme yöntemleri geliştirmeye yönelmektedir (Lai & Cheong, 2022).

Matematik eğitiminde AG, öğrencilerin gerçek dünyaya ait üç boyutlu modelleri öğrenmeleri ve bu modellerle etkileşim kurmaları açısından önemli fırsatlar sunmaktadır (Bulut & Borromeo-Ferri, 2023). AG'nin matematik öğretiminde kullanımı, özellikle geometri ve karmaşık kavramların anlatımında daha yaygın hale gelmiştir (Liu vd., 2019; Thamrongrat & Law, 2019). Geometrik şekiller gibi soyut konuların işlendiği derslerde AG teknolojisinin kullanımı, öğrencilerin akademik başarıları ile motivasyon düzeylerinde olumlu etkiler yaratmıştır (Dilek-Eryiğit vd., 2025; Gecu-Parmaksız & Delialioğlu, 2018).

Matematik dersi, soyut kavramların çokluğu nedeniyle öğrenciler için çoğu zaman zorlayıcı olabilir. Bu noktada AG, soyut içerikleri somut hale getirerek öğrenmeyi kolaylaştıran güçlü bir araç olarak öne çıkar (Bacca vd., 2018; Wu, 2023). AG'nin sunduğu etkileşimli ve görsel öğrenme ortamları, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını artırmakta ve öğrenmeye yönelik motivasyonlarını yükseltmektedir (Garzón & Acevedo, 2019; Lai & Cheong, 2022). Bu teknoloji, özellikle soyut ve görselleştirilmesi zor matematik kavramlarının öğretiminde büyük bir potansiyele sahiptir. Öğrencilerin aktif katılımını teşvik etmesi ve bireysel etkileşimi desteklemesi (Fan vd., 2020; Mulvey vd., 2017), AG'nin gelecekte matematik öğretiminde merkezi bir yere sahip olabileceğini göstermektedir. Yapılan araştırmalar, AG'nin yalnızca başarıyı artırmakla kalmayıp, aynı zamanda farklı öğrenme stillerine uygun çok yönlü bir araç olduğunu da ortaya koymuştur (Titchiev vd., 2023).

Garzón ve Acevedo'nun (2019) yürüttüğü meta-analiz çalışması, matematik dersi de dahil olmak üzere AG'nin öğrenme çıktılarına olumlu etkisi olduğunu göstermektedir. Araştırmalar, AG destekli matematik eğitiminin öğrencilerin hem akademik başarılarını hem de derse olan ilgilerini artırdığını ortaya koymuştur (Liu vd., 2019; Thamrongrat & Law, 2019).

AG teknolojileri özellikle üç boyutlu geometri, katı cisimler, kontur çizgileri ve çok değişkenli fonksiyonlar gibi alanlarda etkili bir şekilde kullanılmaktadır (İbili vd., 2020; Rossano vd., 2020). Kang vd. (2020), AG'nin çok değişkenli matematik konularında öğrencilerin kontur çizgileri ve kısmi türevleri daha iyi anlamalarına yardımcı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu teknolojinin, öğrencilerin problem çözme ve akıl yürütme becerileri ile kavramsal düşünme kapasitelerini geliştirdiği de vurgulanmıştır.

Okul öncesi dönemde AG teknolojisinin matematik öğretiminde kullanımı, çocukların öğrenme sürecine olan ilgisini artırmak ve soyut kavramların somutlaştırılmasını sağlamak açısından oldukça etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Özellikle temel aritmetik becerilerin kazandırılması sürecinde, AG destekli mobil uygulamaların görsel, işitsel ve kinestetik öğrenme yollarını birleştirmesi sayesinde, çocukların dikkatini çekmek ve kavramları daha kolay anlamalarını sağlamak mümkün olmaktadır (Halim vd., 2022).

Okul öncesinde AG teknoloji ile kullanılan “Let’s Calculate Kids” adlı uygulama, bu alanda dikkat çeken bir örnek olarak öne çıkmaktadır. Uygulama, küçük yaştaki çocukların temel matematik becerilerini desteklemeyi amaçlamakta ve bu süreci daha ilgi çekici hâle getirmek için AG'den faydalanmaktadır. Yapılan değerlendirme sonuçlarına göre, katılımcıların çoğu uygulamanın çocukların matematiğe olan ilgisini ve konuları anlama düzeyini olumlu yönde etkilediğini ifade etmiştir (Halim vd., 2022). Benzer şekilde, 2015–2019 yılları arasında yapılmış 19 akademik çalışmayı sistematik olarak inceleyen başka bir araştırma da (Ahmad & Junaini, 2020), AG'nin matematik öğretiminde öğrencilerin görselleştirme ve anlamlandırma sorunlarını çözmede etkili olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle okul öncesi seviyede, geometrik şekillerin üç boyutlu olarak gösterilebilmesi, çocukların şekilleri daha iyi kavramalarına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, AG uygulamaları sayesinde öğrenciler öğrenme materyaliyle doğrudan etkileşim kurabildikleri için, öğrenme süreci daha kalıcı hâle gelmektedir (Gecu-Parmaksız & Delialioğlu, 2019; Hanafi vd., 2019; Palancı & Turan, 2021).

AG teknolojisinin sağladığı bir diğer avantaj, öğrenme sürecini oyunlaştırarak çocukların matematiğe yönelik olumsuz tutumlarını azaltmasıdır. Bu sayede öğrenciler matematiği zor ve soyut bir ders olmaktan çıkarıp, etkileşimli ve eğlenceli bir etkinlik olarak algılamaya başlamaktadır. Eğitimciler açısından ise, AG uygulamaları öğrencilerin öğrenme düzeylerini gözlemleyebilecekleri etkili araçlar sunmakta, böylece öğretim süreci daha verimli hâle gelmektedir (Ahmad & Junaini, 2020; Cerqueira vd., 2018; Halim vd., 2022).

Matematiksel akıl yürütme, bireylerin problem çözme, örüntüleri tanıma, ilişkileri anlama ve mantıklı çıkarımlarda bulunma becerilerini içerir ve özellikle okul öncesi dönemde oyun temelli, etkileşimli öğrenme yöntemleriyle desteklendiğinde daha etkili gelişir. Bu

bağlamda, artırılmış gerçeklik gibi yenilikçi teknolojiler, çocukların soyut matematiksel kavramları daha somut ve anlamlı biçimde deneyimlemelerine olanak tanır (Carvalho vd., 2014; Pahmi vd., 2023; Sinclair & Bruce, 2015). Örneğin, sayı ilişkileri veya geometrik şekiller gibi içerikler, AG sayesinde fiziksel dünya ile bütünleştirilerek keşfedilebilir hâle gelir ve bu durum çocukların temel matematiksel akıl yürütme becerilerini oyun yoluyla geliştirmelerine katkı sağlar. Clements ve Sarama'nın (2007) bulguları da dijital araçlarla yapılan matematik etkinliklerinin çocukların mantıksal düşünme ve problem çözme becerilerini olumlu etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu teknoloji destekli ortamlar, çocukların neden-sonuç ilişkisi kurma, tahmin yürütme ve çözüm üretme gibi temel akıl yürütme süreçlerine aktif olarak katılmalarını teşvik ederken; öğretmenlere de öğrencilerin gelişimini izleme ve öğretimi bireyselleştirme imkânı sunar. Sonuç olarak, okul öncesi dönemde teknolojinin doğru entegrasyonu hem matematiksel düşünme becerilerinin hem de teknoloji okuryazarlığının erken yaşta gelişimine katkı sağlamaktadır.

İlgili Araştırmalar

Bu bölümde erken matematik yeteneği, akıl yürütme becerileri ve okul öncesi matematik öğretiminde artırılmış gerçeklik kullanımına ilişkin ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

Erken Matematik Yeteneği ile İlgili Araştırmalar

Yapılan alanyazın araştırmasına göre erken matematik yeteneği ile ilgili birçok çalışmanın var olduğu gözlemlenmektedir. Bu çalışmalar tarihlerine sıralanarak Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *Erken Matematik Yeteneği ile İlgili Araştırmalar*

Yazar(lar)	Yıl	Araştırmanın Amacı			Araştırmanın Sonuçları
Yüzbaşıoğlu vd.	2024	Aile Katılımlı Programı'nın erken dönemindeki çocukların becerileri üzerindeki uzunlamasına	Katılımlı erken çocukların matematik etkisini incelemek.	Matematik çocukluk matematik etkisini	Deney grubu çocuklarının hem okul öncesi hem de ilkokul birinci sınıf matematik başarıları kontrol grubuna göre daha yüksek bulundu. Program etkili bir yöntem olarak belirlenmiştir.
Parviainen vd.	2023	3-7 yaş çocuklara erken matematiksel becerilerin öğretim sıklığını beceri türüne, yaş grubuna ve öğretmen özelliklerine göre incelemek.			Sayısal becerilerin daha sık, mekânsal düşünme ve akıl yürütmenin ise daha az öğretildiğini; öğretmen farkındalığı ile eğitim süresinin bu sıklığı belirlediğini ortaya koymuştur.
Tokuç	2023	Hikâye temelli müdahale programının, çocukların çalışma belleği ve erken matematik yeterliği üzerindeki etkisini incelemek	temelli müdahale çocukların çalışma yeterliği		Programın, çocukların çalışma belleği ve erken matematik yeterliğini geliştirdiği gözlemlenmiştir

Tablo 1 (Devamı)

Pan vd.	2021	Çinli okul öncesi çocukların evdeki matematiksel etkinlik deneyimleri ile matematik becerileri arasındaki ilişkiyi incelemek.	Hem biçimsel hem biçimsel olmayan matematik etkinlikleri çocukların becerilerini olumlu etkiledi. Ailelerin sayı oyunları ve uygulama etkinlikleriyle pozitif ilişkilendirildi.
Berk	2021	Özel gereksinimi olan ve olmayan okul öncesi çocukların matematik performanslarını öğretmen görüşlerine dayalı olarak değerlendirmek; ayrıca geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirmek.	Ölçek (MAPEDA) geçerli ve güvenilir bulundu. Çocukların %51'i düşük performans sergiledi. Cinsiyet, tanı durumu, aile geliri ve sınıfta yardımcı öğretmen olması matematik performansında anlamlı fark yarattı.
Metin	2021	48-60 ay arasındaki çocuklar için öykülerle desteklenmiş matematik eğitim programı geliştirmek ve bu programın erken matematik becerilerine etkisini incelemek.	Öykülerle desteklenmiş matematik eğitim programı, çocukların erken matematik becerilerini geliştirmede etkili bulunmuştur.
Uslu-Çavdarıcı & Ünal	2021	Aile Destekli Matematik Eğitimi Programı'nın 48-72 aylık çocukların erken matematik becerisine etkisini incelemek.	Deney grubunda erken matematik becerileri anlamlı düzeyde gelişti. Kontrol grubunda değişim gözlenmedi. Aile destekli programın olumlu etkisi olduğu bulundu.
Ceylan & Ellez	2020	Okul öncesi çocukların erken matematiksel yeterlilik düzeylerini Tema-3 testi ile değerlendirmek.	Çocukların Tema-3 skorları düşüktür. Okul öncesi eğitim alan çocuklar, şehirde yaşayanlar ve eğitilmiş ebeveynlere sahip olanlar daha yüksek başarı göstermiştir.
Fanari vd.	2019	Görsel ve mekânsal çalışma belleği alt bileşenlerinin erken matematik becerileri üzerindeki etkilerini 2 yıllık uzunlamasına süreçte incelemek.	1. sınıf başında mekânsal belleğin, 2. sınıf sonunda ise hem görsel hem mekânsal belleğin matematik performansını anlamlı şekilde yordadığı bulundu.
Çetin	2019	Erken okuryazarlık becerileri eğitim programının, okul öncesi dönem çocuklarının erken okuryazarlık ve erken matematik becerileri üzerindeki etkilerini incelemek.	Erken okuryazarlık becerileri eğitim programı, çocukların hem erken okuryazarlık hem de erken matematik becerilerini geliştirmiş; ayrıca ses bilgisel farkındalık, yazı farkındalığı ve erken matematik becerileri arasında ilişki bulunmuştur.
Baten & Desoete	2018	Fırsat-Eğilim Modeli bağlamında matematiksel yeti ve yetersizlikleri etkileyen bireysel farklılıkları ve sınav türlerinin etkisini incelemek.	Zekâ, motivasyon, ebeveyn beklentileri ve sosyoekonomik durum matematik performansını etkilerken; farklı görevler farklı etkenlerle ilişkilendirilmiştir.
Sutisna vd.	2018	Gerçekçi Matematik Eğitimi Yaklaşımı ve öğrencilerin erken matematiksel yeterliğinin, matematik okuryazarlığı üzerindeki etkisini incelemek.	Yaklaşım hem yüksek hem düşük yeterliğe sahip öğrencilerin matematik okuryazarlığını artırdı. Erken yeterlilik önemli bir belirleyici olarak öne çıktı.

Tablo 1 (Devamı)

Oppermann vd.	2016	Okul öncesi öğretmenlerin matematiksel içerik bilgisi ve yeterlilik inançlarının, oyunlardaki matematik farkındalığı üzerindeki etkilerini incelemek.	İçerik bilgisi doğrudan farkındalığı yordarken, bu ilişki öz-yeterlilik inancı aracılığıyla dolaylı olarak da etki gösterdi.
Ceylan	2016	Okul öncesi dönemde çeşitli demografik değişkenlerin çocukların matematik yeteneği üzerindeki etkisini incelemek.	Okul öncesi eğitim alma, ilçe merkezinde yaşama, ebeveynin eğitim düzeyinin yüksek olması ve az kardeşli olmanın matematik yeteneğini olumlu etkilediği bulunmuştur.
Wu vd.	2015	Head Start programına katılan okul öncesi çocuklar arasında erken matematiksel becerilerdeki farklılıkları incelemek.	Latent sınıf analiziyle çocuklar yüksek, tipik ve düşük başarı gruplarına ayrıldı. Düşük başarı grubunun 3 ay sonra bile diğer gruplardan geride kaldığı görüldü.
Passolunghi vd.	2014	Çocuklarda erken matematik becerilerine etki eden genel bilişsel yetiler (hafıza, sistemi-) ile özgül faktör (yaklaşık sistemi-mi- ANS) etkisini incelemek.	Çalışma belleğin özellikle aktif bileşenlerinin ve zekânın erken matematik becerileri üzerinde güçlü etkileri olduğunu; ANS'nin ise daha zayıf ve zamanla azalan bir etki gösterdiğini ortaya koydu.
Starr vd.	2013	Bebeklikteki yaklaşık sayı sistemi (ANS) hassasiyetinin, okul öncesi dönemdeki matematik becerilerini öngörüp öngörmediğini araştırmak.	6 aylıkken ANS hassasiyeti yüksek olan bebeklerin 3.5 yaşında daha yüksek matematik puanları aldığı, bu ilişkinin zekâdan bağımsız olduğu bulundu.
Navarro vd.,	2012	5-7 yaş arasındaki çocukların erken matematik performanslarını uzunlamasına izleyerek başarı seviyeleri ve sosyo-demografik değişkenlerle ilişkisini incelemek.	Başlangıç düzeyi yüksek olan çocuklar istikrarlı başarı sergilerken, düşük başlayanlar genellikle düşük seviyede kaldığı görülmüştür.
Passolunghi vd.	2008	1. ve 2. sınıf öğrencilerinde erken matematiksel becerilerin bilişsel öncüllerini belirlemek.	Çalışma kısa süreli bellek ve çalışma belleğinin, özellikle de çalışma belleğinin, matematik başarıyı öngörmeye önemli rol oynadığını gösterdi. Zamanla performans zekasının etkisi azaldı.
Aubrey vd.	2006	İngiltere'de ilkökul yıllarında erken matematiksel gelişimin ileriki başarıya etkisini incelemek.	Erken matematik bilgisiyle okula başlayan çocuklar avantajlarını korurken; düşük düzeyde başlayanlar müdahale olmadığında geride kalmıştır.
Espy vd.	2004	Yürütücü işlevlerin (işleyen bellek, dikkat kontrolü, geçiş) okul öncesi matematiksel becerilerle ilişkisini incelemek.	İşleyen bellek ve dikkat kontrolü erken aritmetik başarıyı anlamlı şekilde yordadı. Dikkat kontrolü, diğer yürütücü işlevler kontrol edildiğinde de anlamlı kaldı.

Tablo 1'e göre, erken çocukluk döneminde matematik becerilerinin gelişimine yönelik yapılan araştırmalar, bu becerilerin yalnızca bilişsel altyapıya değil; aynı zamanda çevresel faktörler, öğretim yöntemleri ve sosyal destek sistemlerine bağlı olarak şekillendiğini göstermektedir. Aile katılımı, hikâye temelli programlar, öğretmen nitelikleri ve bireysel farklılıklar gibi unsurların çocukların erken matematik yeterlikleri üzerinde belirgin etkiler yarattığı bulgulanmıştır. Ancak, bu alandaki çalışmaların çoğu geleneksel yöntemlerle sınırlı kalmış; dijital ve etkileşimli teknolojilerin, özellikle de artırılmış gerçekliğin (AG) erken matematik becerilerini nasıl etkileyebileceği henüz yeterince araştırılmamıştır. Bu nedenle, AG destekli etkinliklerin okul öncesi dönemde matematik becerilerinin gelişimine nasıl katkı sağladığını araştırmak; hem günümüz eğitim yaklaşımlarına yenilikçi bir bakış sunmakta hem de bu alandaki önemli bir boşluğu doldurma potansiyeli taşımaktadır.

Akıl Yürütme Becerileri ile İlgili Araştırmalar

Yapılan alanyazın araştırmasına göre akıl yürütme becerileri ile ilgili birçok çalışmanın var olduğu gözlemlenmektedir. Bu çalışmalar tarihlerine sıralanarak Tablo 2'de verilmiştir

Tablo 2. *Akıl Yürütme Becerileri İle İlgili Araştırmalar*

Yazar(lar)	Yıl	Araştırmanın Amacı	Araştırmanın Sonuçları
Xia vd.	2025	Büyük dil modellerinin (LLM) matematiksel akıl yürütme süreçlerinin sadece sonuca değil, süreç kalitesine göre de değerlendirilmesini sağlamak.	REASONEVAL adlı sistemle akıl yürütme süreci, doğruluk ve gereksizlik kriterlerine göre analiz edilmiştir. Sonuçlar, daha doğru sonuç veren modellerin her zaman daha iyi akıl yürütme sergilemediğini göstermiştir.
Jensen & Sjö	2024	Okul öncesi hazırlık müdahalesinin matematik becerileri üzerindeki etkisini büyük örneklemle değerlendirmek	Müdahale genel olarak olumlu etki göstermiş, Batı kökenli olmayan çocuklar müdahaleden daha fazla fayda sağlamıştır.
Özgür	2023	Erken çocukluk döneminde yürütücü işlev becerilerinin matematiksel akıl yürütme becerileri üzerindeki etkisini incelemek.	Araştırma bulguları, yürütücü işlev becerilerinin erken çocuklukta matematiksel akıl yürütme becerilerini anlamlı biçimde yordadığını göstermektedir. Ayrıca, yürütücü işlevler cinsiyete; matematiksel akıl yürütme ise yaş, okul türü ve anne eğitim düzeyine göre anlamlı farklılıklar göstermektedir.
Parviainen vd.	2023	3-7 yaş arası çocuklara verilen erken matematik öğretiminin öğretim sıklığı ve pedagojik farkındalıkla ilişkisini incelemek	Çalışma, öğretmenlerin erken matematik becerilerini öğretme sıklığı ve pedagojik farkındalıklarının beceri kategorisine ve çocukların yaş grubuna göre değiştiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, öğretme sıklığının öğretmen özellikleri ve mesleki gelişim programlarıyla güçlü biçimde ilişkili olduğu görülmüştür.

Tablo 2 (Devamı)

Yayla	2022	Okul öncesi eğitime devam eden çocukların matematiksel akıl yürütme becerileri ile örüntü becerileri arasındaki ilişkiyi incelemek.	Matematiksel akıl yürütme ile örüntü becerileri arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. Cinsiyet, yaş, örüntü sıklığı ve anne eğitim düzeyi beceriler üzerinde etkili bulunmuştur.
Vanluydt vd.	2021	4-5 yaş çocuklarının desen tanıma becerilerinin, ilkököl birinci sınıfta gösterdikleri orantısal akıl yürütme becerileriyle ilişkisini incelemek.	Desen tanıma, orantısal akıl yürütme becerilerinin güçlü bir yordayıcısıdır. Tekrarlayan desenler ayırık niceliklerle, artan desenler ise karışık (sürekli-ayırık) niceliklerle ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.
Abidin vd.	2021	Üstün yetenekli çocuklarda probleme dayalı ve proje tabanlı öğrenme yaklaşımlarının matematiksel akıl yürütme becerilerine etkisini incelemek.	PBL yöntemi en yüksek gelişimi sağlamıştır. Öğrencilerin problem çözme süreçleri ve günlük yaşam bağlamıyla ilişkili etkinlikler, akıl yürütme becerilerini anlamlı düzeyde artırmıştır.
Yüce & Sezer	2021	5-6 yaş grubu çocukların sayı ve sayma becerileri ile problem çözme becerileri arasındaki ilişkiyi incelemek.	Sayı ve sayma becerileri ile problem çözme becerileri arasında pozitif ve anlamlı ilişki bulunmuştur. Yaş değişkeni etkili olmuş, cinsiyet etkili bulunmamıştır.
Göncü	2020	Tahmin becerilerinin akıl yürütme ve sezgisel matematik yeteneklerine etkisini incelemek	Tahmin etkinlikleri deney grubunda olumlu ve kalıcı etki yaratmıştır. Cinsiyet farklılığı gözlenmemiştir.
Küçükkelepçe	2020	60-72 ay arasındaki çocukların dil gelişimleri, temel matematiksel akıl yürütme becerileri ve görsel algı düzeylerini incelemek.	Dil gelişimi ve görsel algı düzeyleri ile matematiksel akıl yürütme becerileri arasında anlamlı ilişki bulunmuştur.
Rittle-Johnson vd.	2019	Örüntü oluşturma, uzamsal beceriler ve genel bilişsel yetiler ile matematik gelişimi arasındaki ilişkiyi araştırmak	Örüntü oluşturma, matematik bilgisinin özgün belirleyicisi olarak bulunmuş; erken matematik standartlarının genişletilmesi gerektiği önerilmiştir.
Berg & McDonald	2018	Üstün zekalı ve normal gelişim gösteren çocuklar arasında matematiksel akıl yürütme becerilerini etkileyen bilişsel farklılıkları belirlemek.	Kısa süreli bellek ve görsel-uzamsal çalışma belleği, üstün çocuklarda anlamlı şekilde daha gelişmiştir ve matematiksel akıl yürütme farklılıklarının %70'ini açıklar.
Saleh vd.	2018	PMRI (Endonezya Gerçekçi Matematik Eğitimi) yaklaşımıyla öğrencilerin akıl yürütme becerilerini artırmak.	PMRI yöntemi, geleneksel öğretime göre daha yüksek başarı ve gelişim sağlamıştır. Somut materyaller ve günlük yaşam bağlamı, kavramları daha anlaşılır kılmıştır.
Pay	2018	60-74 aylık çocukların matematiksel akıl yürütme becerileri ile cinsiyet ve sosyoekonomik durum arasındaki ilişki	Cinsiyet değişkeninde fark anlamlı değildir. Ancak, yüksek sosyoekonomik düzeye sahip ailelerden gelen çocukların, daha fazla öğrenme fırsatına erişmeleri nedeniyle matematiksel becerilerinin daha gelişmiş olduğu görülmüştür.

Tablo 2 (Devamı)

Susac vd.	2014	14-17 yaş lise öğrencilerinde Cebirsel akıl yürütme sırasında bireylerin beyin etkinliğini inceleyerek, soyut matematiksel düşünme becerilerinin gelişimini anlamayı hedeflemektedir.	Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ile yapılan ölçümlerde, cebirsel problemler çözülürken prefrontal kortekste daha fazla beyin aktivitesi gözlemlenmiştir. Bu, soyut matematiksel akıl yürütmenin daha fazla bilişsel kontrol ve çalışma belleği gerektirdiğini göstermektedir. Ayrıca, yaş ve deneyim arttıkça bu beyin bölgesinin etkinliğinin arttığı belirlenmiştir.
Ergül	2014	Matematiksel akıl yürütme becerileri için kullanılan bir değerlendirme aracının geçerlik ve güvenilirliğini test etmek.	Cinsiyet, ebeveyn yaşı, eğitim süresi farklılık yaratmamıştır; fakat sosyoekonomik ve akademik düzeyi yüksek ailelerin çocuklarında bazı alanlarda daha yüksek puanlar görülmüştür.
Tall	2014	Erken çocukluk döneminden başlayarak bireylerde matematiksel düşünme ve kanıt üretme becerilerinin nasıl geliştiğini incelemek.	Çalışma, matematiksel düşünme ve kanıt üretme becerilerinin bedensel ve sembolik temellere dayanarak geliştiğini ve önceki deneyimlerin bu süreci etkilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca, farklı topluluklarda kavramlara yönelik algı ve öğrenme biçimlerinin farklılaştığı ve bunların dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır.
Klein vd.	2010	Matematik başarısı ile sözel ve görsel-uzamsal akıl yürütme arasındaki ilişkiyi ve cinsiyet farkını incelemek	Cinsiyet farkı gözlenmemiştir. Erkeklerde görsel-uzamsal, kızlarda sözel akıl yürütme ile matematik başarısı arasında anlamlı ilişki bulunmuştur.
Olson	2007	Matematiksel oyunların akıl yürütme becerileri üzerindeki etkisini belirlemek	Oyun temelli öğrenme, tüm sınıf seviyelerinde akıl yürütme becerilerini geliştirici bir etki yaratmış, grup çalışmaları süreci daha verimli kılmıştır.
Pan vd.	2006	Çinli ve Amerikalı annelerin matematik öğretme şekillerinin çocukların orantısal akıl yürütmesine etkisini incelemek	Çinli anneler çocuklara daha fazla matematik öğretmiş, bu da çocukların akıl yürütme becerilerini olumlu etkilemiştir. Amerikalı çocuklarda anlamlı fark gözlenmemiştir.
Türkmenoğlu	2005	Oyun temelli matematik öğretiminin 60-72 aylık çocukların matematiksel becerilerine etkisini incelemek	Oyun yoluyla matematik eğitimi alan çocukların becerilerinde belirgin artış görülmüştür. Cinsiyet farkı anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 2'ye göre, okul öncesi dönemde matematiksel akıl yürütme becerileri üzerinde yapılan araştırmalar, bu becerilerin birçok farklı değişkenden etkilendiğini ortaya koymaktadır. Özellikle örüntü tanıma, desen oluşturma, tahmin yapma, problem çözme ve görsel-uzamsal beceriler gibi temel kazanımların akıl yürütme becerileriyle yakından ilişkili olduğu görülmektedir. Ayrıca çocukların yaşları, dil gelişimleri, sosyoekonomik düzeyleri ve eğitim aldıkları ortamlar da bu süreçte önemli rol oynamaktadır. Araştırmalar, yapılandırılmış ve

bağlamla ilişkilendirilmiş etkinliklerin, çocukların düşünme süreçlerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Görsel destekler, oyun temelli yaklaşımlar ve günlük yaşamla bağlantılı öğrenme ortamları akıl yürütmeyi güçlendiren önemli araçlardır. Bu bulgular doğrultusunda, etkileşimli ve çoklu duyuya hitap eden yöntemlerle tasarlanmış AG uygulamalarının, okul öncesi dönemde matematiksel akıl yürütmeyi desteklemede etkili bir araç olma potansiyeli taşıdığı söylenebilir.

Okul Öncesi Matematik Öğretiminde Artırılmış Gerçeklik Kullanımı ile İlgili Araştırmalar

Yapılan alanyazın araştırmasına göre okul öncesi dönemde matematik öğretiminde artırılmış gerçekliğin kullanımına ilişkin çalışmaların var olduğu gözlemlenmektedir. Bu çalışmalar tarihlerine sıralanarak Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. *Okul Öncesi Matematik Öğretiminde AG Kullanımına İlişkin Araştırmalar*

Yazar(lar)	Yıl	Araştırmanın Amacı	Araştırmanın Sonuçları
Dilek-Eryiğit vd.	2025	AG destekli geometri etkinliklerinin okul öncesi çocukların geometri becerileri ve motivasyonları üzerindeki etkisini incelemek.	AR destekli geometri eğitimi alan okul öncesi çocuklar geleneksel yöntemle göre daha başarılı ve motive olmuştur. Bu yöntem, çocukların öğrenme ve duygusal gelişimini olumlu etkilemiştir.
Yao vd.	2025	Bu çalışma, okul öncesi çocukların İngilizce dil ve temel matematik (toplama-çıkarma) becerilerini geliştirmek amacıyla, çocukların gelişim özellikleri dikkate alınarak geliştirilen AG tabanlı öğrenme uygulamasının kullanılabilirliğini ve öğrenme başarısına etkisini incelemek.	Bulgular, AG uygulamalarının çocuklara eğlenceli ve etkileşimli bir öğrenme ortamı sunduğunu, öğretmen ve öğrenciler tarafından kolay kullanılabilir bulunduğunu, ayrıca dil ve matematik becerilerinde geleneksel yöntemle kıyasla daha yüksek öğrenme kazanımları sağladığını göstermektedir.
Özel vd.	2025	AG destekli geometrik şekil öğrenme uygulamasının okul öncesi çocukların görsel algı gelişimine etkisini incelemek.	AG destekli uygulama, çocukların el-göz koordinasyonu, şekil-zemin ayırt etme ve mekânda konum algısı becerilerinde anlamlı gelişim sağlamış; toplam görsel algı puanlarını artırmıştır. Cinsiyete göre yalnızca mekânsal ilişkiler algısında fark bulunmuştur.
Kayaduman& Sağlam	2024	Okul öncesi eğitimde AG kullanım alanlarını bibliyometrik analizi ile incelemek.	AG teknolojisi, çocukların matematiğe ilgisini artırmakta, kavramları somutlaştırarak kalıcı öğrenme sağlamakta ve etkileşimli içerikle dikkatlerini uzun süre korumaktadır. Geometrik şekillerin öğreniminde akademik başarıyı yükseltmektedir.

Tablo 3 (Devamı)

Feng vd.	2022	Bu çalışma, AG tabanlı öğrenme ortamlarının okul öncesi çocukların sayısal bilişsel becerileri üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada, AG destekli etkinliklerin çocukların sayı kavramı, sayma, sıralama ve temel matematiksel işlem becerilerine katkısını değerlendirmek.	AG tabanlı öğrenme ortamlarının çocukların sayısal kavramları anlama ve problem çözme becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Ayrıca, AG'nin etkileşimli ve görsel açıdan zengin yapısı, çocukların motivasyonunu ve derse katılımını artırmıştır.
Halim vd.	2022	"Lets Calculate Kids" adlı mobil öğrenme uygulamasının, erken dönem matematik öğretiminde nasıl kullanılabileceği ve öğrenci katılımını nasıl artırabileceğinin araştırılması.	Katılımcıların çoğu uygulamanın çocukların matematiğe olan ilgisini ve konuları anlama düzeyini olumlu yönde etkilediğini ifade etmiştir.
Huang & Yang	2020	AG teknolojisinin anaokulunda sayı kavramı eğitime uygulanmasını inceleyerek mevcut sorunları belirlemek ve bu eğitimi geliştirmeye yönelik stratejiler önermek.	Mevcut eğitimde matematik ortamının yetersizliği, tek tip öğrenme yöntemleri ve çocuklar arası etkili etkileşim eksikliği gibi sorunlar olduğunu ortaya koymuştur. AG teknolojisi kullanılarak çevrenin "biçim" ve "içerik" açısından bütünleşmesi, zengin oyun deneyimleri sunulması önerilmiştir.
Zhou et al.	2020	Bu çalışma, 4–6 yaş arası çocukların zaman ve sıralama kavramlarını içeren matematiksel hikâye problemlerini çözme süreçlerinde artırılmış gerçeklik (AR) ile geleneksel 2D görsellerin etkilerini karşılaştırmak.	AG uygulamalarının, çocukların problem çözme ve bağımsız matematiksel düşünme becerilerini geliştirdiği; bilgiyi bütüncül değerlendirmelerini sağladığı, ancak çoğunun hâlen somut sayma yöntemlerine başvurduğu belirlenmiştir.
Gecu-Parmaksız & Delialioğlu	2018	AG ile matematiksel üç boyutlu şekillerin öğretimini sağlamak ve etkisini ele almak.	AG destekli öğretim, matematiksel üç boyutlu şekillerin öğrenilmesini kolaylaştırmış ve öğrencilerin bu kavramları daha somut ve görsel bir şekilde anlamalarını sağlamıştır. .
Tomi & Rambli	2013	3D geometri öğrenimi için mobil AR uygulaması geliştirmek ve etkisini belirlemek.	Uygulama, 3D geometri kavramlarının somutlaştırılmasında öğrencilere önemli ölçüde yardımcı olmuştur. Öğrencilerin soyut geometrik şekilleri zihinsel olarak canlandırmaları kolaylaşmış, mekânsal düşünme becerileri gelişmiş ve öğrenmeye karşı motivasyonlarında artış gözlemlenmiştir.

Tablo 3'e göre, AG teknolojisinin okul öncesi matematik öğretiminde farklı boyutlarda (geometri, sayı kavramı, problem çözme, uzamsal beceriler, görsel algı) olumlu etkiler sağladığını göstermektedir. Bulgular, AG'nin çocuklarda hem akademik başarıyı hem de motivasyon ve derse katılımı artırdığını ortaya koymaktadır. Çalışmaların çoğu, AG'nin somutlaştırma, etkileşim, oyunlaştırma ve görsellik yoluyla öğrenmeyi desteklediğini; ayrıca el-göz koordinasyonu, mekânsal ilişkiler, problem çözme ve bağımsız düşünme becerilerine katkı sunduğunu vurgulamaktadır.

Araştırmalar, özellikle kelime öğrenimi, uzamsal beceriler, problem çözme ve çevre farkındalığı gibi becerilerde AG teknolojisinin etkili sonuçlar verdiğini belirtmektedir. Ancak dikkat çekici bir boşluk olarak, bu çalışmaların büyük çoğunluğu matematiksel akıl yürütme veya erken matematiksel yetenekler üzerine doğrudan odaklanmamaktadır. Matematiğe dair birkaç çalışma bulunsa da genellikle geometriye ya da uygulamalı kavramlara yöneliktir ve kapsamlı bilişsel süreçleri ele alan çalışmalar sınırlıdır.

Buna ek olarak, AG'nin çocuklarda öz düzenleme, bilişsel farkındalık, hipotez kurma, tahmin yapma gibi düşünme becerilerini desteklediği ifade edilmiştir. Bu yönüyle AG, yalnızca bilgi sunan değil, çocukların düşünme süreçlerine aktif olarak katılmalarını sağlayan bir öğrenme ortamı sunmaktadır. Ancak bu potansiyel, erken matematik eğitimi gibi soyut ve akıl yürütmeye dayalı alanlarda yeterince araştırılmamıştır.

Genel olarak bakıldığında, AG teknolojisinin farklı ders alanlarında olumlu öğrenme çıktıları sağladığı kanıtlanmış olsa da bu teknolojinin özellikle okul öncesi dönemde matematiksel düşünme, akıl yürütme ve sayı kavramı gelişimi üzerindeki etkileri henüz sistematik şekilde ele alınmamıştır. Bu durum, araştırma konunuzun yalnızca güncel değil, aynı zamanda alanın ihtiyaç duyduğu özgün bir katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

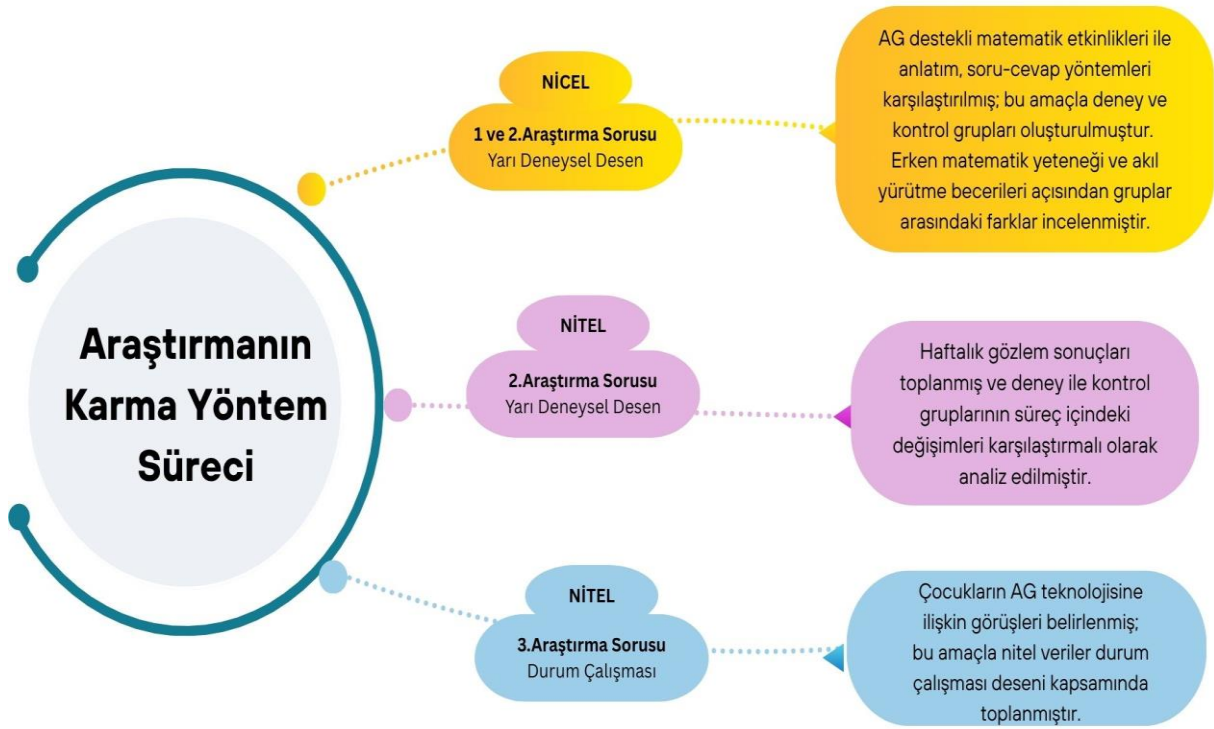
Araştırma Yöntemi

Araştırma karma yöntem ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada nicel ve nitel yaklaşımların birlikte kullanıldığı bir araştırma modeli olan karma araştırma modellerinden iç içe gömülü desen benimsenmiştir. Karma yöntem araştırmalar, derin bir anlayışla bir araştırmacının veya araştırmacı grubun nicel ve nitel yaklaşımların faktörlerinin ilişkilendirilmesini amaçlayan araştırma yöntemidir (Creswell, 2014).

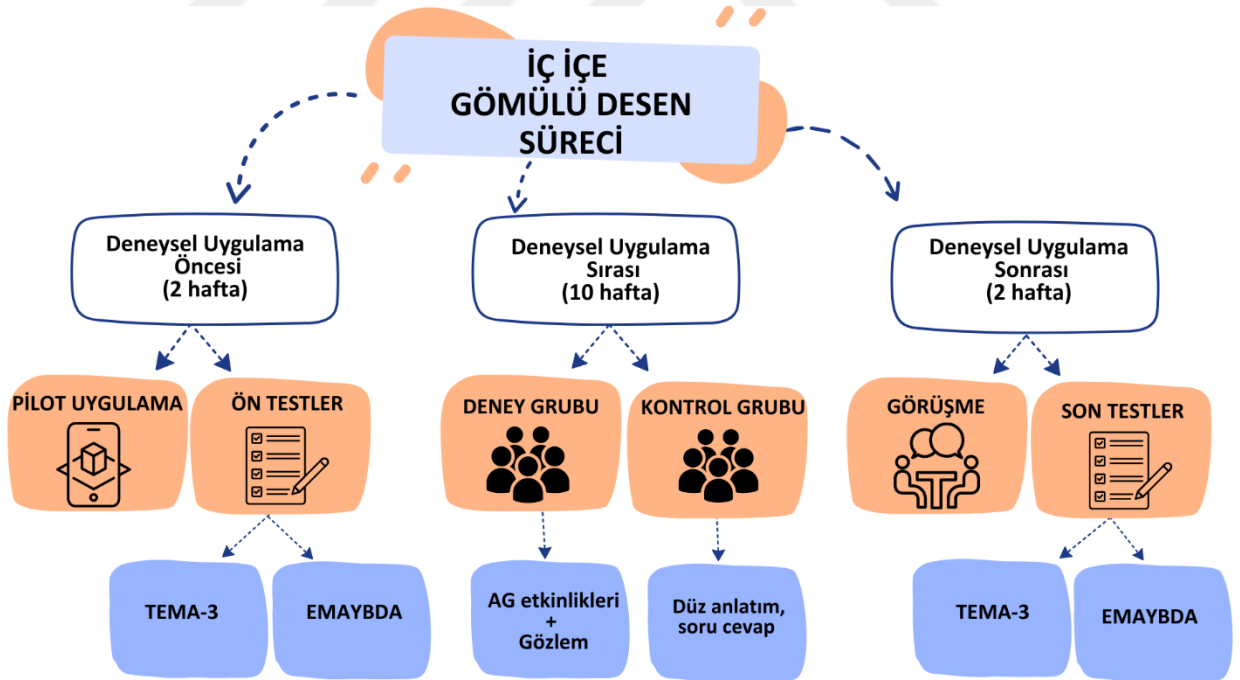
İç içe gömülü desende, deneysel bir çalışmaya ikincil araştırma sorusunu yanıtlamak amacıyla nitel bir aşama eklenebilir ve bu desende veri analizi sıralı ya da eş zamanlı olarak gerçekleştirilebilir (Creswell vd., 2011). Bu araştırmada, deneysel desen çerçevesinde yürütülen nicel süreci desteklemek ve ikincil araştırma sorusunu yanıtlamak amacıyla sürecin sonunda nitel bir aşamaya yer verilmiştir. Veri toplama ve analiz süreci ardışık şekilde ilerlediği için çalışma, sıralı iç içe karma desen özelliği taşımaktadır. Araştırmanın nicel boyutunda, deney ve kontrol gruplu öntest-sontest yarı deneysel desen kullanılmış; katılımcılar deneysel işlem öncesinde ve sonrasında bağımlı değişken açısından test edilmiştir. Çalışmada, 5 yaş grubu okul öncesi çocuklarına deneysel işlem öncesinde erken matematik yeteneği ve akıl yürütme becerileri testleri uygulanmış, öğretim sürecinde ise AG uygulamalarıyla desteklenen etkinlikler, gözlemler ve görüşme soruları aracılığıyla veriler toplanmıştır.

Araştırmanın nitel boyutunda durum çalışması kullanılmıştır. Durum çalışmasında çocukların uygulama sırasında yaşadıkları sorunlar, beğenmedikleri özellikler ve keyif aldıkları durumları içeren görüşme soruları ve gözlem formu kullanılmıştır. 10 haftalık sürecin sonunda çalışma gruplarına erken matematik yeteneği ve akıl yürütme becerileri testleri tekrar uygulanmıştır. Son olarak toplanan nicel ve nitel veriler analiz edilerek sonuçlar raporlaştırılmıştır. Araştırma süreci akış diyagramı Şekil 12’de araştırmanın iç içe gömülü desen süreci görselleştirilmiştir.

Şekil 12. Araştırmanın Karma Yöntem Süreci



Şekil 13. Araştırmanın İç İçe Gömülü Desen Süreci



Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, Türkiye'nin doğusunda yer alan bir il merkezindeki devlet okullarına bağlı anaokullarında öğrenim gören 5 yaş grubundaki toplam 44 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma grubu, yarı deneysel desen kapsamında belirlenmiş olup, örneklem

seçimi sürecinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden “tipik durum örnekleme” tercih edilmiştir. Bu doğrultuda, benzer sosyo-ekonomik düzeye sahip öğrenci profiline sahip sınıfların yer aldığı bir anaokulu seçilmiş ve aynı okul bünyesindeki iki farklı sınıf çalışma grubuna dâhil edilmiştir.

Seçilen bu iki sınıf, uygulama öncesinde gerçekleştirilen ön test sonuçlarına göre matematiksel ön bilgi düzeyleri açısından eşleştirilmiştir. Ön testte, çocukların erken matematiksel kavramlara yönelik bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla; sayı tanıma, sayma, sıralama, karşılaştırma (büyük-küçük, uzun-kısa, dolu-boş gibi) ve temel matematiksel kavramları ayırt edebilme becerileri ölçülmüştür. Bu eşleştirme sonucunda gruplar, deney ve kontrol grubu olarak atanmış ve atama süreci seçkisiz atama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir.

Uygulama sürecinde yer alan tüm öğrenciler için veli onam formları hazırlanmış, ebeveynlerden yazılı onay alınmıştır. Ayrıca araştırmanın etik ilkeler doğrultusunda yürütülmesi amacıyla, ilgili üniversitenin Etik Kurul Komisyonu’ndan gerekli izinler alınmış ve çalışma etik kurul onayı ile gerçekleştirilmiştir (EK-1) Çalışma grubuna ilişkin demografik bilgiler ve grup dağılımı Tablo 4’te ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 4. *Araştırmaya Katılan Çocukların Dağılımları*

	Cinsiyet	Frekans	Yüzde
Deney Grubu	Kız	8	18.2
	Erkek	14	31.8
Kontrol Grubu	Kız	9	20.4
	Erkek	13	29.6
Toplam	Kız	17	38.6
	Erkek	27	61.4
	Toplam	44	100

Tablo 2’ye bakıldığında; deney grubu 22, kontrol grubu 22 olmak üzere toplam 44 çocuk araştırmaya katılmıştır. Deney grubu katılımcılarının 8’i kız (%18,2) ve 14’ü erkek (%18,2), kontrol grubunun 9’u kız (%18,2) ve 13’ü erkek (%18,2). Toplamda araştırmaya katılan çocukların 17’ si (%38,6) kız, 27’si (%38,6) ise erkektir.

Veri Toplama Araçları

Erken Matematik Yeteneği Testi (Tema-3)

Bu araştırmada, çocukların matematiksel becerilerini değerlendirmek amacıyla “Erken Matematik Yeteneği Testi-3” (Test of Early Mathematics Ability-3, TEMA-3) kullanılmıştır. Bu test, ilk olarak Ginsburg ve Baroody tarafından 1983 yılında geliştirilmiş ve 3 yaş ile 8 yaş

11 ay arasındaki çocukların matematiksel yeteneklerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. 1990 yılında gözden geçirilip TEMA-2 ismini almış, ardından 1993'te yeniden düzenlenerek TEMA-3 adını almıştır (Ginsburg & Baroody, 2003).

TEMA-3, toplamda 72 maddeden oluşan bir değerlendirme aracıdır. Hem informal (örneğin az-çok kavramı, sayma) hem de formal (sayılar, aralarındaki ilişkiler, işlemler, onluk sistem) matematik alanlarını kapsar. Test, Form A ve Form B olmak üzere iki paralel formdan oluşur ve bu iki formun içeriği büyük ölçüde benzer olup farklı zamanlarda yapılan ölçümlerde kullanılabilir (EK-5).

Testin uygulanmasında çocuklara bireysel olarak çeşitli görseller, semboller ve küçük nesnelerle desteklenen maddeler sunulur. Uygulama öncesinde çocuğun kronolojik yaşı gün, ay ve yıl cinsinden hesaplanarak yaşa uygun sorudan başlanır. Örneğin, 36 aylık çocuklar birinci sorudan, 48 aylık çocuklar yedinci sorudan, 60 aylık çocuklar on beşinci sorudan teste başlatılır. Bu çalışmada çocuklara, testin beşinci maddesinden itibaren on soru yöneltilmiştir. TEMA-3'ün uygulama yapısı gereği, çocuğun yaşına uygun maddeden önce gelen sorulara doğru yanıt verdiği varsayılmaktadır (Erdoğan & Baran, 2003; Ginsburg & Baroody, 2003)

Ginsburg ve Baroody (2003) tarafından yapılan çalışmalarda, TEMA-3'ün farklı formları arasındaki korelasyon değerleri oldukça yüksek bulunmuştur: Form A'dan Form A'ya .82, Form B'den Form B'ye .93 ve Form A'dan Form B'ye .93. İç tutarlılık katsayısı tüm gruplar için .94 olarak belirlenmiştir. Türkiye'de testin 60-72 aylık çocuklar için geçerlik ve güvenirlik çalışmaları, Erdoğan ve Baran (2006) tarafından yürütülmüştür. 2004-2005 eğitim öğretim yılında yapılan bu çalışmaya toplam 200 anaokulu öğrencisi katılmıştır. Uyarlama sürecinde ölçüt geçerliği incelenmiş ve öğretmenlerin iyi ve zayıf olarak nitelendirdiği çocukların TEMA-3 puanları karşılaştırılarak anlamlı farklar olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, testin ayırt edici gücünü doğrulamıştır.

Test-tekrar test analizlerinde ise Form A'dan Form A'ya .90, Form A'dan Form B'ye .88, Form B'den Form B'ye .90 ve Form B'den Form A'ya .90 korelasyonları elde edilmiştir ($p < .01$). İç tutarlılığa ilişkin KR-20 katsayıları Form A için .92, Form B için .93 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler, TEMA-3'ün 60-72 aylık Türk çocuklarının matematiksel becerilerini güvenilir ve geçerli bir şekilde ölçtüğünü göstermektedir (Erdoğan & Baran, 2006).

Testte çocukların her bir soruya verdiği cevaplar doğru (+) ya da yanlış (-) olarak işaretlenir. Doğru yanıtların toplamı ham puanı oluşturur. Eğer çocuk art arda beş soruya yanlış cevap verirse test sonlandırılır. Çocuğun kronolojik yaşına göre elde edilen ham puan, standart puan tablosu kullanılarak matematik puanına (matematik katsayısı) dönüştürülür. Bu puan, çocuğun matematik yeteneğinin seviyesini gösterir. TEMA-3 ile alınabilecek puanlar 55 ile 145

arasında değişmektedir (Erdoğan & Baran, 2006). Bu çalışmanın verileriyle yapılan Cronbach alpha güvenirlik katsayısı .77 bulunmuş olup testin araştırma kapsamında güvenilirliğini yüksek olduğu söylenebilir (EK-6).

Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Değerlendirme Aracı (EMAYBDA)

Bu araştırmada, Ergül (2014) tarafından geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmış olan ve 60–74 aylık çocuklara yönelik geliştirilen “Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Değerlendirme Aracı” kullanılmıştır. Ölçek, matematiksel düşünmenin iki temel süreci olan tümevarım ve tümdengelim olmak üzere iki alt boyuttan oluşmakta; toplam 40 sorudan meydana gelmektedir. Bu 40 sorunun 28’inde görsel içerikler (resimler), 9’unda ise çeşitli materyaller kullanılmıştır. Kalan birkaç soruda materyal kullanımına yer verilmemiştir. Uygulama süreci bireysel olarak gerçekleştirilmiş, her sorunun çocuklara sözlü olarak sunulması sağlanmıştır. Uygulamanın süresi her çocuk için ortalama 30 dakika sürmektedir. Her bir soru 0 ile 5 puan arasında değer alarak EMAYBDA ile alınabilecek puanlar 0 ile 200 arasında değişmektedir.

Ölçeğin kapsam geçerliği, erken çocukluk dönemi matematik eğitimi alanında uzman 9 akademisyen tarafından değerlendirilmiş; maddelerin içeriği, görsel temsiliyet düzeyi, gelişimsel uygunluğu ve anlaşılabilirliği gibi kriterler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Maddelerin ayırt ediciliği de analiz edilerek ölçeğe son hali verilmiştir. Ergül (2014) tarafından yapılan geçerlik ve güvenirlik çalışmaları sonucunda, ölçeğin kapsam geçerliği yüksek bulunmuş; geçerlik katsayısı .91, test-tekrar test güvenirlik katsayısı ise .98 olarak rapor edilmiştir. Bu bulgular, ölçme aracının hem geçerli hem de oldukça güvenilir olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada kullanılan örneklem verileriyle de ölçme aracının güvenirliği yeniden değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında toplanan verilerle yapılan Cronbach Alpha iç tutarlılık analizi sonucunda güvenirlik katsayısı .86 olarak bulunmuştur. Bu değer, testin araştırma bağlamında da yüksek düzeyde güvenilir sonuçlar verdiğini göstermektedir (EK-8).

Sonuç olarak, hem alanyazınındaki güçlü geçerlik-güvenirlik bulguları hem de bu çalışmanın örnekleminden elde edilen istatistiksel sonuçlar, “Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Değerlendirme Aracı”nın, okul öncesi dönemde matematiksel düşünme becerilerini geçerli ve güvenilir biçimde ölçebilen nitelikli bir değerlendirme aracı olduğunu ortaya koymaktadır.

Etkileşim Gözlem Formu

Çocukların artırılmış geçeklik teknolojisi etkinlikleri sırasında etkileşimlerini incelemek amacıyla gözlem formu geliştirilmiştir. Araştırmacı, gözlem formundaki davranışları Safar vd. (2017) ile Albayrak ve Yılmaz (2022) tarafından geliştirilen formları incelemiş ve çalışmanın amacı doğrultusunda yeniden düzenlemiştir. Formun geçerlilik ve güvenilirliği, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesi tarafından kontrol edilmiştir. Yapı geçerliliği ise araştırmacı ve uzman bir okul öncesi öğretmeni tarafından kontrol edilmiştir. 12 maddeden oluşan Etkileşim Gözlem formu; çocukların materyalle etkileşimi (5 madde), sınıftaki diğer çocuklarla etkileşimi (3 madde) ve çocukların öğretmenleriyle etkileşimlerini (4 madde) içermektedir. Hiç Gözlenmedi (1), Nadiren (2), Sık sık (3), Her zaman (4) seçenekleri ile gözlem sonuçları doğrultusunda her çocuk için haftalık puanlamalar yapılmıştır.

Öğrenci Görüşme Formu

Araştırmada, çocukların AG uygulamalarına ilişkin görüşlerini ortaya koymak amacıyla yarı yapılandırılmış bir görüşme formu geliştirilmiştir. Bu formun oluşturulmasında Coşgun-Demirdağ vd. (2024) çalışmasındaki görüşme formu temel alınmış ve araştırmanın özel amaçlarına göre yeniden düzenlenmiştir. Beş sorudan oluşan görüşme formu, deney grubundaki 10 öğrenci ile gerçekleştirilen odak grup görüşmeleri aracılığıyla uygulanmıştır. Görüşme süresince çocukların verdiği yanıtlar ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir.

Görüşme formunun geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla çeşitli aşamalar izlenmiştir. Öncelikle içerik geçerliliğini değerlendirmek amacıyla, eğitim programları ile öğretim ve eğitim teknolojileri alanlarında uzman iki akademisyenin görüşlerine başvurulmuştur. Uzmanlardan alınan geri bildirimler doğrultusunda, soruların ifadesi çocukların gelişim düzeyine uygun hâle getirilmiş, anlaşılır ve yönlendirici olmayan bir dil kullanılarak gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu kapsamda, çocuklara yönelik beş açık uçlu sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu son hâline getirilmiştir. Ayrıca formun uygulanabilirliğini test etmek amacıyla ön uygulama gerçekleştirilmiş ve soruların anlaşılabilirliği değerlendirilmiştir. Bu süreçler, görüşme formunun hem geçerli hem de güvenilir bir veri toplama aracı olarak kullanılmasını sağlamıştır.

Uygulama

Bu doktora tezinde öncelikle araştırmacı AG teknolojisini öğrenmek ve okul öncesi matematik öğretiminde kullanabilmek amacıyla BTK Akademi platformu üzerinden Unity ve Vuforia araçlarına yönelik bir eğitim almış ve bu eğitimi başarıyla tamamlayarak sertifika

almıştır. (EK-11). Çalışmada, CTML (Bilişsel Teoriye Dayalı Çoklu Ortam Öğrenme) ilkelerinden çoklu ortam ilkesi, uzamsal yakınlık ilkesi, zamansal yakınlık ilkesi ve tutarlılık ilkesi (Mayer, 2017) dikkate alınarak okul öncesi eğitimde matematik öğrenimi için AG destekli öğrenme materyalleri tasarlanmıştır. Materyal geliştirme süreci ADDIE öğretim tasarımı modeli doğrultusunda yapılandırılmıştır.

ADDIE öğretim tasarımı modeli, eğitim teknolojileri alanında yapılandırılmış ve sistematik bir öğrenme süreci oluşturmak amacıyla geliştirilen en yaygın yaklaşımlardan biridir. 1970’li yıllarda Florida Eyalet Üniversitesi tarafından ortaya konan bu model; Analiz (Analysis), Tasarım (Design), Geliştirme (Development), Uygulama (Implementation) ve Değerlendirme (Evaluation) olmak üzere beş temel aşamayı içermektedir (Allen, 2017). Bu aşamalar, öğrenme sürecine sistemli bir yapı kazandırmayı, öğrenci odaklı bir tasarım sağlamayı ve teknolojik uygulamalara uygun bir yol haritası sunmayı amaçlamaktadır (Gustafson & Branch, 2002).

AG destekli öğretim materyali geliştirme sürecinde ilk aşama olan analiz; çocukların gelişimsel özellikleri, teknolojik yeterlilik seviyeleri ve eğitim ortamlarının değerlendirilmesini kapsamaktadır. Özellikle okul öncesi dönemde çocukların dikkat sürelerinin kısa olması, somut deneyimlere gereksinim duymaları ve duyulara hitap eden materyallerle daha kolay öğrenmeleri, bu aşamada önemli veriler sunmaktadır (Rini vd., 2022). Bu çerçevede, AG gibi görsel-işitsel ve etkileşimli teknolojiler, erken çocukluk eğitimi için oldukça uygun seçenekler olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca bu aşamada öğretmenlerin teknolojiye olan yaklaşımları, uygulama yapılacak ortamın teknik donanımı ve içerik ihtiyaçları da analiz edilmektedir (Azhar vd., 2019).

Tasarım sürecinde, AG tabanlı içeriklerin okul öncesi dönemdeki çocukların gelişim düzeylerine uygun biçimde yapılandırılması büyük önem taşımaktadır. Bu çerçevede, Mayer’in (2017) Bilişsel Teoriye Dayalı Çoklu Ortam Öğrenme Kuramı (CTML- Cognitive Theory of Multimedia Learning) temel alınarak, içeriklerin pedagojik açıdan etkili ve öğrenmeyi destekleyici nitelikte olmasına özen gösterilmiştir. Mayer’in kuramında yer alan temel ilkelerden çoklu ortam, zamansal yakınlık, mekânsal yakınlık ve tutarlılık gibi unsurlar, tasarım sürecinin yapı taşlarını oluşturmuştur.

Araştırmanın tasarım sürecinde CTML ilkelerinden ele alınan çoklu ortam ilkesi, çocukların hem sözel (işitsel) hem de görsel bilgi kaynaklarından birlikte faydalandıklarında daha etkili öğrendiklerini vurgular. Bu doğrultuda, geliştirilen AG içeriklerinde sesli anlatım, efektler ve animasyonlu görseller birlikte kullanılmış; görsel-işitsel uyum gözetilmiştir. Zamansal yakınlık ilkesi gereği, bir kavramın görsel sunumu ile ona ait sesli açıklama aynı anda

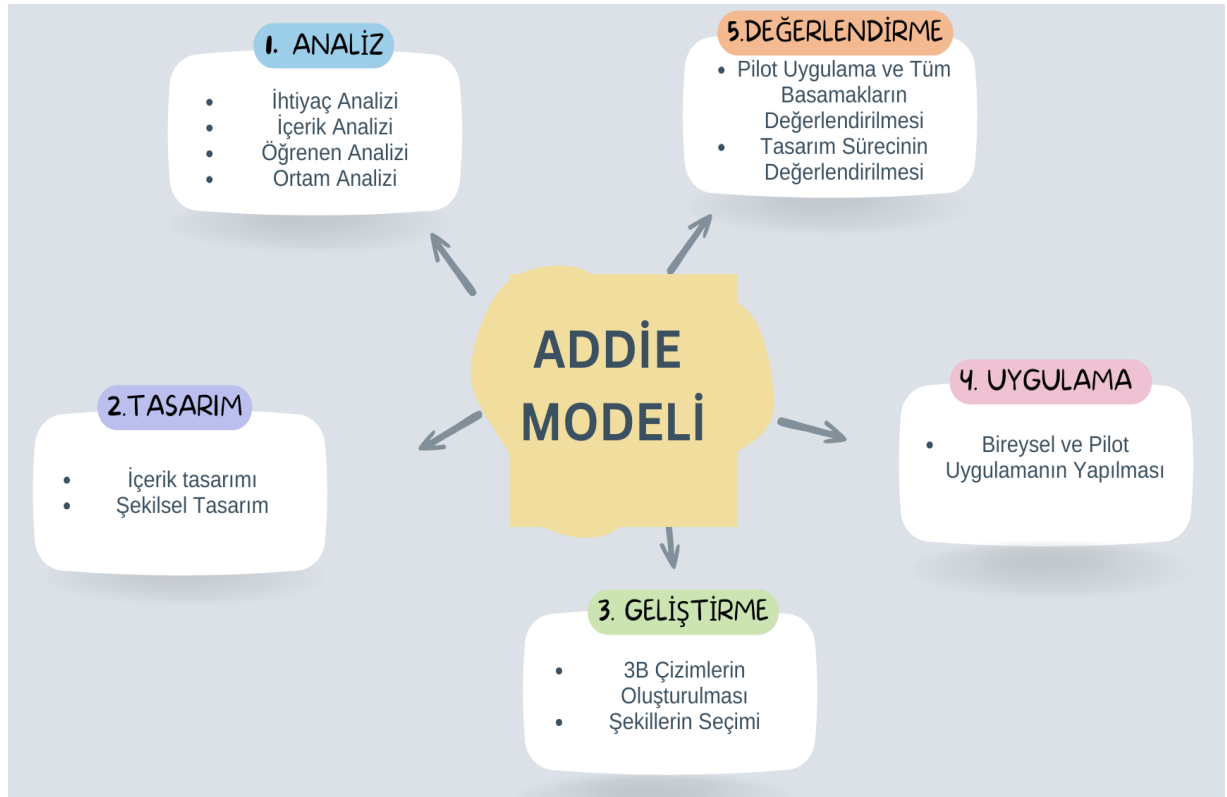
sunulmuş; böylece bilgi akışının eşzamanlı olması sağlanarak çocukların dikkatleri dağılmadan kavramı anlamaları hedeflenmiştir. Mekânsal yakınlık ilkesi, çocukların ekranda yer alan metin ya da sesli anlatımla ilişkili görselleri aynı alanda görmelerinin öğrenmeyi kolaylaştırdığını savunur. Bu ilkeye uygun olarak, sayılar, şekiller ya da matematiksel kavramlar anlatılırken, onlara ait görseller ekranda mümkün olduğunca yakın konumlandırılmıştır. Böylece çocukların dikkatini farklı yerlere yönlendirmesine gerek kalmadan bilgiye bütüncül biçimde ulaşmaları sağlanmıştır. Tutarlılık ilkesi ise öğrenmeyi desteklemeyen gereksiz ses, görsel ya da metinlerin öğrenme sürecinden çıkarılmasını öngörür. Okul öncesi çocukların sınırlı dikkat süreleri dikkate alınarak, tasarlanan AG uygulamalarında görsel karmaşadan kaçınılmış; yalnızca öğrenilecek kavramla doğrudan ilişkili görsel ve işitsel öğelere yer verilmiştir. Böylece çocukların zihinsel yükü azaltılarak kavrama odaklanmaları kolaylaştırılmıştır. Tüm bu ilkeler doğrultusunda, AG içerikleri hem eğitsel hem de gelişimsel olarak destekleyici nitelikte tasarlanmış; çocukların dikkatini çekebilecek ama bilişsel yük oluşturmada öğrenmeyi kolaylaştıracak bir yapı hedeflenmiştir. Bu kuramsal temel üzerine inşa edilen içerik geliştirme sürecinde, belirlenen tasarıma uygun şekilde AG modülleri geliştirilmiştir. Bu kapsamda, Unity ve Vuforia gibi yazılımlar kullanılarak 30 farklı AG modülü oluşturulmuş ve Maarif Modeli'nin "Çekirdek" çalışma kitabı içerikleriyle entegre edilmiştir. Her bir modül; 3B çizimlerin oluşturulması, yönlendirme simgeleri, ses efektleri gibi teknik unsurlar açısından test edilmiş ve işlevselliği göz önünde bulundurularak geliştirilmiştir. Ayrıca küçük ölçekli pilot uygulamalarla çocukların içeriklere verdikleri tepkiler gözlemlenmiş ve gerekli revizyonlar yapılmıştır (Rini vd., 2022).

Uygulama aşamasında ise geliştirilen AG materyalleri, okul öncesi sınıf ortamında çocuklarla birebir ve grup hâlinde uygulanmıştır. Öğretmen rehberliğinde gerçekleştirilen uygulamalarda çocukların materyallerle aktif etkileşim kurmaları, nesneleri hareket ettirmeleri, sayma, karşılaştırma ve gözlem yapmaları sağlanmıştır. Uygulama sürecinde gözlemlenen veriler, çocukların yüksek motivasyon gösterdiğini, materyallere karşı yoğun ilgi duyduklarını ve matematiksel kavramları daha somut biçimde kavradıklarını ortaya koymuştur (Almelhi, 2021; Azhar vd., 2019). Ayrıca öğretmenlerin materyal kullanımındaki tutumu, sürecin başarısını etkileyen önemli bir faktör olmuştur.

Son aşama olan değerlendirme sürecinde hem öğretim hedeflerine ulaşıp ulaşılmadığı hem de materyalin çocukların gelişim alanlarına etkisi kapsamlı şekilde incelenmiştir. Bu süreçte, gelişim alanlarına yönelik ölçme araçlarıyla veriler toplanmış; öğretmen görüşleri, etkileşim gözlem form verileri analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, ADDIE modeline uygun şekilde yapılandırılan AG materyallerinin okul öncesi dönemde hem dikkat çekici hem de

kavramsal öğrenmeyi destekleyici olduğunu göstermiştir (Peterson, 2003; Allen, 2017). ADDIE tasarım modelinin çalışmada kullanımı Şekil 14’te verilmiştir.

Şekil 14. *Araştırmada ADDIE Modeli*



Çocuklara matematik alanında kazandırılması hedeflenen kavram ve beceriler doğrultusunda, Okul Öncesi Maarif Modeli kapsamında rakamlar ile uzun-kısa, ağır-hafif, büyük-küçük, az-çok, dolu-boş gibi temel matematiksel kavramlara yönelik etkinlik planları hazırlanmıştır. Bu etkinlik planları temel alınarak, AG uygulamaları geliştirilmiştir. Uygulamalarda, Maarif Modeli’nin okul öncesi düzeyindeki “Çekirdek” isimli çalışma kitabındaki ilgili matematik sayfaları seçilmiş ve bu içerikler AG teknolojisiyle bütünleştirilmiştir.

AG materyallerinin hazırlanma sürecinde, geliştirilecek içerikler için storyboardlar (senaryo panoları) hazırlanmış (EK-12), ardından bu storyboardlar doğrultusunda yazılım desteği sağlanmıştır. AG materyalleri Unity ve Vuforia yazılımları kullanılarak geliştirilmiş ve bilişsel, sosyal-duygusal, psikomotor ve dil gelişim alanlarını destekleyecek şekilde günlük planlar ve kazanımlar doğrultusunda tasarlanmıştır. Hazırlanan AG içerikleri, 30 farklı modül hâlinde bir uygulamaya dönüştürülmüştür. Her bir modül, öğrencilerin hem materyallerle hem de birbirleriyle etkileşim kurmasını sağlayacak şekilde yapılandırılmıştır.

Deneyisel çalışmadan önce, uygulamanın gerçekleştirileceği okulda görev yapan tüm öğretmenlere AG teknolojisi hakkında kapsamlı bir eğitim verilmiş; tez sürecinde kullanılacak

yazılımlar tanıtılmıştır. Deney ve kontrol grubu dışında tutulan bir sınıfta yer alan 10 öğrenciyle iki hafta süren pilot bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, internet bağlantısı, tablet kullanımında karşılaşılabilecek olası teknik sorunlar ve öğretmen rehberliğinin yeterliliği gibi faktörler göz önünde bulundurulmuştur.

AG teknolojisi olarak, Unity Vuforia dışında Biartech ve Quiver isimli yazılımlarla desteklenerek kullanılmıştır. AG destekli rakam flash kartları çocuklara sırayla gösterilmiştir. Ayrıca, Quiver uygulaması aracılığıyla rakamlara ait boyama sayfaları çocuklara boyatılmış ve bu sayfalar üzerindeki QR kodlar okutularak ilgili 3B içerikler tabletlerle gösterilmiştir. Hazırlanan içerikler, EBA (Eğitimde Bilişim Ağı) platformundaki kazanım ve kavram videolarıyla desteklenmiş; kitap sayfalarındaki tablette okutularak bu videolara erişim sağlanmıştır. 3B nesneler ve dijital içerikler sayesinde çocukların etkileşimli öğrenme deneyimi yaşaması hedeflenmiştir.

AG uygulamaları, haftada 3 modül olmak üzere 10 hafta boyunca deney grubu öğrencilerine uygulanmıştır (EK-15). Tüm uygulamalar, 4-5 kişilik küçük gruplar halinde yürütülmüş; her grup için bir adet tablet kullanılması sağlanmıştır. DeneySEL süreçte yönelik detaylı bir çalışma takvimi oluşturulmuştur (EK-13). Etkinliklerde araştırmacı, sınıf öğretmeni ve yardımcı öğretmenler aktif olarak görev almıştır. Araştırmacı, aynı zamanda okul öncesi öğretmeni olarak deney grubunda aktif rol üstlenmiştir. Süreç boyunca öğretmenler öğrencilerin yanında bulunarak her öğrenciyi gözlemlemiş ve uygulamaya yönelik hazırlanan gözlem formlarına verileri sistemli şekilde kaydetmişlerdir. Uygulama sonunda, öğrencilerin AG uygulamalarıyla desteklenen matematik programına dair görüşleri alınmış ve bu görüşler kayıt altına alınarak nitel analiz sürecine dahil edilmiştir. Böylece sadece kazanım düzeyi değil, öğrencilerin deneyime dair algı ve geri bildirimleri de araştırmaya katkı sağlamıştır.

Kontrol grubundaki öğrenciler, araştırmanın ilk aşamasında 10 hafta boyunca matematik programı kapsamında yer alan etkinlikleri, sunum, düz anlatım ve soru cevap yöntemleriyle öğretmen rehberliğinde gerçekleştirmişlerdir (EK-16). Bu süreçte öğrenciler, 3-4 kişilik küçük gruplar hâlinde “Çekirdek” kitabındaki çalışma sayfalarını tamamlamış, etkinliklerde öğretmenler tarafından hazırlanan planlar doğrultusunda sunuş yoluyla öğretim stratejisi kullanılmıştır. Ayrıca, öğretim sürecinde anlatım, soru-cevap, gösterip yaptırma gibi klasik yöntem ve teknikler uygulanmıştır. Öğrenciler, Quiver uygulamasına ait boyama sayfalarını sadece fiziksel olarak incelemiş ve renklendirmiş, ancak bu içerikler dijital ortamda canlandırılmamıştır. Yine, Biartech yazılımına ait rakam flash kartları da dijital araçlar kullanılmadan yalnızca fiziksel materyal olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle kontrol

grubundaki öğrenme ortamı daha çok kâğıt-kalem temelli, iki boyutlu ve öğretmen merkezli bir yapıda ilerlemiştir.

Ancak, 10 haftalık uygulama süreci ve son testlerin ardından, kontrol grubuna da beş haftalık ek bir AG uygulama süreci gerçekleştirilmiştir. Bu ikinci aşamada, deney grubunda kullanılan AG etkinlikleri kontrol grubuna da sunulmuş, böylece her iki grup da teknoloji destekli öğrenme deneyiminden faydalanmıştır. Uygulamalar sırasında öğretmen gözlemleri ve öğrencilerin teknolojiyle etkileşim düzeyleri, etkileşim gözlem formu aracılığıyla sistemli biçimde kaydedilmiştir. Bu ek uygulama, kontrol grubunun da AG destekli materyallere verdiği tepkilerin değerlendirilmesine olanak sağlamış, öğretmenlerin gözlemleri aracılığıyla sürecin etkililiği hakkında nitel veriler elde edilmiştir.

Araştırmacı Rolü

Araştırmacı, bir devlet okulunda okul öncesi öğretmeni olarak görev yapmakta ve özellikle eğitimde dijital teknolojilerin etkili kullanımı üzerine çeşitli eğitim ve seminerlere katılmıştır. Bu kapsamda hem lisans hem de lisansüstü düzeyde aldığı eğitimlerle alan bilgisini geliştirmiştir. Ayrıca araştırmacı, görev yaptığı okulda teknolojinin eğitim ortamlarında verimli kullanımına yönelik olarak diğer öğretmenlere çeşitli hizmet içi eğitimler vermiştir.

Araştırmanın deneysel sürecinde, deney grubundaki uygulamalar araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Bu kapsamda araştırmacı, derste kullanılmak üzere geliştirilen teknoloji destekli etkinlikleri planlamış, öğrencileri yönlendirmiş, grup çalışmalarını organize etmiş ve süreci yakından takip etmiştir. Uygulama sürecinde öğrencilerle bire bir etkileşim kurarak süreci aktif bir şekilde yönetmiş; ön test ve son test uygulamaları ile birlikte öğrenci görüşmelerini de bizzat gerçekleştirmiştir. Ayrıca uygulamalar sırasında yapılan gözlemlerin sağlıklı yürütülmesini sağlamıştır.

Araştırmacının doğrudan deney grubuyla çalışması nedeniyle oluşabilecek yanlılıkları azaltmak amacıyla, aynı öğretim programını takip eden farklı bir sınıfta, farklı bir öğretmenle yürütülen derste de ön test ve son test uygulamaları gerçekleştirilmiş; elde edilen bulgular kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Araştırma süreci boyunca, her aşamada uzman görüşlerine başvurulmuş ve uygulamalar bilimsel temellere dayalı olarak yürütülmüştür.

Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmalarda kullanılan ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirliği, elde edilen verilerin doğru, tutarlı ve anlamlı yorumlanabilmesi için kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, AG destekli matematik öğretiminde kullanılan tüm ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirlik özellikleri hem alanyazında bildirilen önceki çalışmalar hem de mevcut örneklemde elde

edilen analizlerle değerlendirilmiştir. İnceleme sürecinde iç geçerlik, dış geçerlik ve güvenilirlik boyutları ayrı ayrı ele alınmıştır:

İç Geçerlik

İç geçerlik, ölçme aracının gerçekten ölçmek istediği kavramı ne derece doğru ölçtüğünü ifade eder. Bu çalışmada her bir veri toplama aracının kapsam ve yapı geçerliği titizlikle incelenmiştir.

- **TEMA-3 (Erken Matematik Yeteneği Testi-3):** Testin özgün geliştirme sürecinde yüksek düzeyde iç geçerlik sağlanmıştır. Türkiye uyarlamasında test-tekrar-test korelasyonları yaklaşık .90, KR-20 katsayıları ise .92–.93 bulunmuştur. Bu çalışmada TEMA-3 için Cronbach $\alpha = .77$ hesaplanmış, bu değer hem Kayış (2009) tarafından belirtilen “.60 üzeri oldukça güvenilir” ölçütünü hem de genel kabul gören .70 eşiğini aşarak iç geçerliğin ve tutarlılığın güçlü olduğunu göstermiştir.
- **EMAYBDA (Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Değerlendirme Aracı):** Ergül (2014) tarafından geliştirilen aracın kapsam geçerliliği alan uzmanları tarafından onaylanmış, madde analizleri yapılmıştır. Alanyazında test-tekrar-test güvenilirliği .98 olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada Cronbach $\alpha = .86$ bulunmuş, bu değer iç geçerliğin ve tutarlılığın yüksek olduğunu ortaya koymuştur.
- **Etkileşim Gözlem Formu:** 12 maddelik form, önceki çalışmalardaki benzer formlar temel alınarak hazırlanmış, okul öncesi eğitimi ve bilgisayar ve öğretim teknolojileri alan uzmanlarının incelemesiyle yapı geçerliği sağlanmıştır. Ön uygulama ile ölçüt ve puanlama anahtarları test edilerek gerekli düzenlemeler yapılmıştır.
- **Odak Grup Görüşme Formu:** Deney grubundaki çocukların AG uygulamalarına yönelik algılarını ölçmek için geliştirilen formun içerik geçerliliği, ölçme-değerlendirme uzmanlarının görüşleri ve ön uygulama sonuçlarıyla desteklenmiştir. Görüşme verilerinin kodlama sürecinde bağımsız kodlayıcılar kullanılarak tutarlılık sağlanmıştır.

Dış Geçerlik

Dış geçerlik, elde edilen sonuçların farklı örneklemeler, ortamlarda ve zamanlarda tekrarlanabilirliğini ifade eder. Bu araştırmada dış geçerlik, ölçme araçlarının daha önce farklı çalışma gruplarında da yüksek geçerlik-güvenirlik değerleri göstermesiyle desteklenmiştir.

- TEMA-3 ve EMAYBDA, farklı yaş gruplarında ve farklı kültürel bağlamlarda uygulanarak benzer psikometrik özellikler sergilemiştir.

- Etkileşim Gözlem Formu ve Odak Grup Görüşme Formu, benzer çalışmalarda da kullanılabilecek şekilde standartlaştırılmıştır.

Bu durum, araştırmada kullanılan araçların yalnızca bu örneklem için değil, benzer özellikteki diğer gruplar için de geçerli ölçümler yapabileceğini göstermektedir.

Güvenirlik

Güvenirlik, ölçümlerin tekrarlandığında benzer sonuçlar vermesi anlamına gelir ve bu çalışmada birden fazla yöntemle test edilmiştir:

- TEMA-3: Cronbach $\alpha = .77 \rightarrow$ Yüksek iç tutarlılık.
- EMAYBDA: Cronbach $\alpha = .86 \rightarrow$ Çok yüksek iç tutarlılık.
- Etkileşim Gözlem Formu: Gözlemciler arası uyum kontrol edilerek ölçümlerin tutarlılığı artırılmıştır.
- Odak Grup Görüşme Formu: Kodlayıcılar arası tutarlılık ile güvenilirlik pekiştirilmiştir.

Ayrıca ölçüt güvenilirliği, içerik geçerliliği ve iç tutarlılık analizleri ile elde edilen bulgular, araştırmanın ölçme sürecinin sağlam temellere dayandığını göstermektedir.

Araştırmanın uygulama sürecinde geçerlik ve güvenilirliği artırmak amacıyla çeşitli önlemler alınmıştır. Öncelikle, veri toplama araçlarının anlaşılabilirliğini ve uygulanabilirliğini test etmek amacıyla pilot uygulama gerçekleştirilmiş, bu süreçte elde edilen geri bildirimler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Deney grubundaki uygulamaları yürütecek öğretmenlere, sürece ilişkin detaylı bilgilendirme ve uygulama eğitimi verilmiş; etkinlikler belirlenen senaryo, içerik yapısı ve zaman çizelgesine sadık kalınarak yürütülmüştür. Araştırma süreci boyunca uygulamaların standart bir biçimde ilerlemesi amacıyla araştırmacı, uygulamaları doğrudan gözlemleyerek süreci izleyici ve denetleyici konumunda bulunmuştur. Ayrıca, araştırma sürecinin etik ilkeler çerçevesinde yürütülebilmesi amacıyla gerekli etik kurul onayı alınmış ve katılımcı verileri anonimleştirilerek veri güvenliği sağlanmıştır. Tüm bu önlemler, araştırmanın yöntemsel bütünlüğünü güçlendirmiş ve elde edilen bulguların güvenilirliğini desteklemiştir.

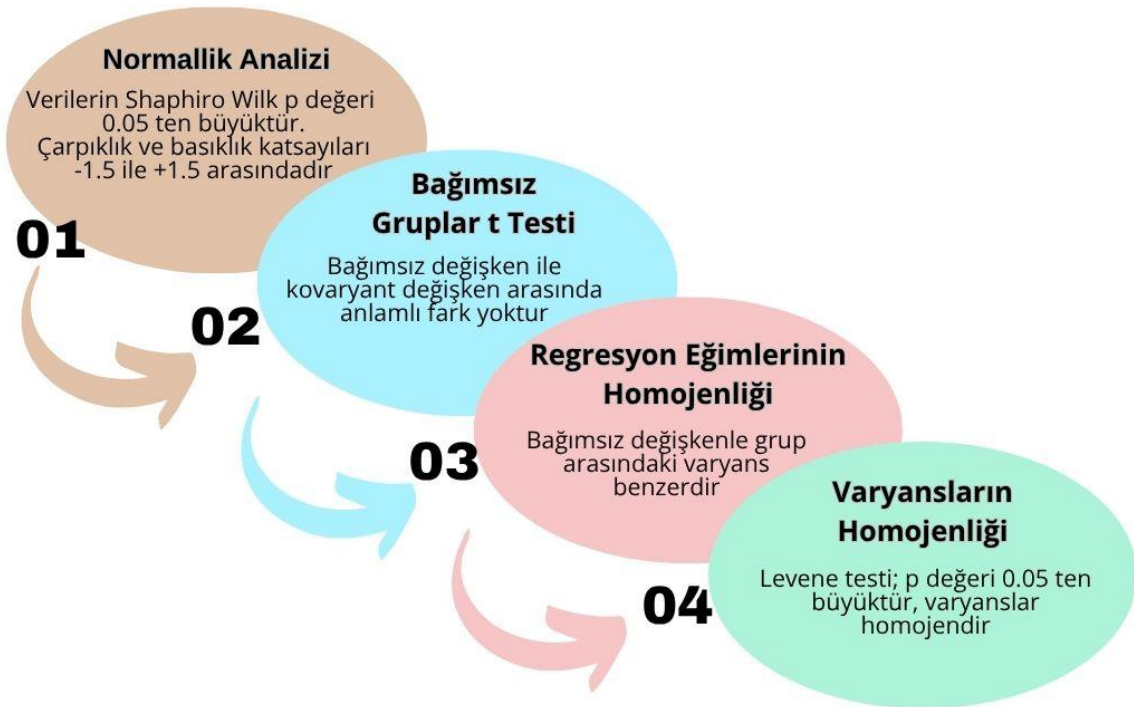
Sonuç olarak, bu araştırmada kullanılan tüm ölçme araçları için hem alanyazınındaki geçerlik-güvenirlik bulguları hem de bu çalışmanın verileri göz önünde bulundurularak, ölçümlerin sağlam temellere dayandığı sonucuna ulaşılmıştır. Ölçüt güvenilirliği, içerik geçerliliği ve iç tutarlılık analizleriyle elde edilen bu veriler, araştırmanın ölçme sürecinin güvenilirliğini desteklemektedir.

Verilerin Analizi

Bu araştırmada, TEMA-3 ve EMAYBDA ölçeklerinden elde edilen veriler SPSS 27 yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Hangi tür istatistiksel testlerin (parametrik ya da parametrik olmayan) tercih edileceğini belirlemek adına, ilk adım olarak verilerin dağılımının normalliği incelenmiştir. Zira parametrik testlerin uygulanabilmesi için bazı temel varsayımların karşılanması gerekir. Bu varsayımlar; verilerin en az aralık düzeyinde ölçülmüş olması, dağılımın normal seyretmesi, gruplar arasındaki varyansların homojenliği ve her bireyin ölçümlerinin birbirinden bağımsız olması şeklinde özetlenebilir (Can, 2018).

Analiz sürecine geçmeden önce, bu varsayımların her biri kontrol edilmiştir. Verilerin normal dağılıma uyup uymadığını test etmek amacıyla hem Kolmogorov-Smirnov hem de Shapiro-Wilk testlerinden faydalanılmıştır. Özellikle her iki grupta da öğrenci sayısının 22'ser kişi olması, bu iki testin birlikte uygulanmasını gerekli kılmıştır. Elde edilen p değerlerinin .05'in üzerinde olması, verilerin normal dağılıma uygun olduğunu ortaya koymuştur. Bu durumda, istatistiksel analizlerde parametrik testlerin kullanılması bilimsel açıdan uygun görülmektedir (Büyüköztürk, 2018; Can, 2018). Gruplar arasında bağımsızlığın ölçülmesi için bağımsız gruplar t testinden faydalanılmış ve son olarak Levene testi ile varsayanların homojenliği kontrol edilmiştir. Varsayımların kontrolü Şekil 15 'te gösterilmiştir.

Şekil 15. Kovaryans Analizi İçin Gereken Varsayımların Kontrolü



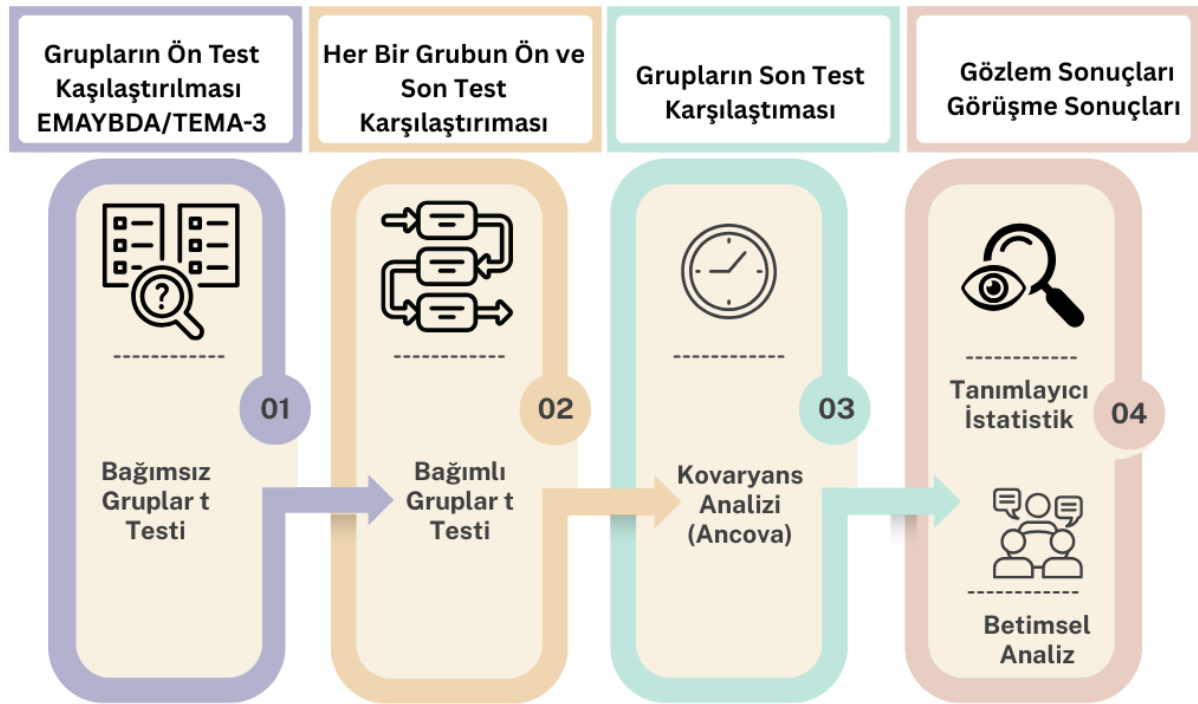
Gerekli varsayımların karşılanması ile analiz aşamasında, AG destekli matematik etkinliklerinin etkisini ortaya koymak için çeşitli istatistiksel yöntemlere başvurulmuştur.

Deney ve kontrol gruplarının öntest ve sontest sonuçları karşılaştırılırken bağımlı ve bağımsız örneklem t-testleri ile Kovaryans Analizi (ANCOVA) kullanılmıştır.

Kovaryans analizi (ANCOVA), bağımlı değişken üzerinde hem bağımsız değişkenin etkisini hem de kontrol edilmek istenen bir veya daha fazla kovaryant (sürekli değişken) değişkenin etkisini birlikte incelemeye yarar. (Ryan & Hess, 1991; Kılıç, 2017). Kovaryant değişkenler, genellikle gruplar arası başlangıçtaki farkları kontrol etmek için kullanılır (Jamieson, 2004). Araştırmada yapılan Kovaryans analizinde, gruplar arasındaki başlangıç düzey farklılıklarını dengelemek amacıyla ön test puanları kovaryant değişken olarak kullanılmıştır. Bu sayede, uygulamanın etkisi daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmiş ve sonuçlar üzerindeki ön test kaynaklı etkiler kontrol altına alınmıştır.

Nitel verilerin çözümünde ise haftalık gözlem raporları betimsel analiz yöntemiyle incelenmiş, bu analizler haftalık ortalamalar üzerinden değerlendirilmiştir. Uygulama sonrasında gerçekleştirilen odak grup görüşmeleri ise betimsel analize tabi tutulmuş; ortaya çıkan bulgular, olumlu ve olumsuz temalar ekseninde sınıflandırılarak raporlanmıştır. Araştırmanın veri analiz süreci Şekil 16’da gösterilmiştir.

Şekil 16. *Araştırmanın Veri Analiz Süreci*



Bu araştırmada tercih edilen analiz yöntemleri, verilerin yapısı, araştırma deseni ve değişkenlerin ölçüm düzeyine göre şekillenmiştir. Araştırmada yer alan nicel verilerin analizinde dört temel istatistiksel yöntem kullanılmıştır: Bağımsız gruplar t-testi, bağımlı

gruplar t-testi, kovaryans analizi (ANCOVA) ve betimsel analiz. Her analiz, verinin doğasına uygun biçimde planlanmış ve araştırma sorularına sistematik cevaplar üretmeyi amaçlamıştır.

İlk aşamada, deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesi düzeylerini karşılaştırmak için bağımsız gruplar t-testi yapılmıştır. İki bağımsız grubun ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test eden bu parametrik yöntem, verinin normal dağılması ve varyansların homojen olması gibi varsayımlar sağlandığında tercih edilmektedir (Büyüköztürk, 2018). Bu koşullar yerine getirildiğinde, iki bağımsız grup arasındaki farkı ortaya koymada oldukça işlevsel bir yöntemdir (Gravetter & Wallnau, 2017).

Sonrasında, deney ve kontrol gruplarının her birinin uygulama öncesi ve sonrası puanları arasındaki değişimi incelemek üzere bağımlı gruplar t-testi tercih edilmiştir. Aynı grubun iki farklı zamandaki ölçümleri arasındaki anlamlı farkı ortaya koymaya yönelik bu analiz, bireylerden elde edilen ölçümler arasındaki farkı hassas biçimde değerlendirme imkânı tanır (Büyüköztürk, 2018; Field, 2018).

Grupların son test puanlarının karşılaştırılmasında ise, ön test puanlarını kontrol ederek kovaryans analizi (ANCOVA) uygulanmıştır. ANCOVA, bağımlı değişken üzerindeki etkileri kontrol değişkeni aracılığıyla istatistiksel olarak ayıklayıp, grup ortalamalarını karşılaştırma imkânı sunar (Tabachnick & Fidell, 2019). Bu analiz kapsamında, ön test puanları kovaryant olarak modele dahil edilmiş ve uygulama sonrası puanlar bireylerin başlangıç düzeyinden bağımsız şekilde değerlendirilmiştir (Büyüköztürk, 1998). Kovaryans analizi, özellikle deney öncesi gruplar arası dengeyi sağlamak ve başlangıç düzeyine bağlı etkileri ortadan kaldırmak için etkili bir yöntemdir. Ayrıca son test puan karşılaştırılmasında etki büyüklüğü hesaplaması kullanılmıştır. Cohen (1988) tarafından geliştirilen etki büyüklüğü sınıflaması, deneysel çalışmalarda gruplar arasında elde edilen farkların yalnızca istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değil, aynı zamanda bu farkların pratikte ne düzeyde etkili olduğunu değerlendirmek açısından önemlidir. Bu sınıflamaya göre, $d = 0.20$ küçük (düşük) etki, $d = 0.50$ orta düzeyde etki ve $d = 0.80$ ve üzeri ise büyük (yüksek) etki büyüklüğü olarak kabul edilmektedir. Bu ölçütler, araştırma bulgularının yorumlanmasında daha bütüncül bir bakış açısı sunarak, elde edilen sonuçların eğitim uygulamalarına ne derece yansıtılabilir olduğunu ortaya koymaktadır (Cohen, 1988; Fraenkel vd., 2012).

Son olarak, çalışmada elde edilen gözlem ve görüşme verilerinin analizinde tanımlayıcı istatistikler ile betimsel analiz yöntemlerinden faydalanılmıştır. Tanımlayıcı analizle veriler düzenlenmiş, özetlenmiş ve yorumlanmış; bu kapsamda frekans, yüzde ve ortalama gibi temel istatistiklerle genel bir görünüm ortaya konmuştur (Healey, 2014). Nitel veriler ise betimsel analiz yaklaşımıyla ele alınmış; görüşmelerden alınan doğrudan alıntılar ve oluşturulan

temalarla içerik yorumlanmıştır. Bu süreçte, betimsel analiz verilerin düzenli biçimde yapılandırılmasına ve örüntülerin açık biçimde anlaşılmasına olanak tanımıştır (Büyüköztürk, 2018). Elde edilen ses kayıtları, birden fazla araştırmacı tarafından bağımsız olarak analiz edilmiş ve kodlayıcılar arası uyum oranı hesaplanarak analiz sürecinin güvenilirliği sağlanmıştır. Kodlayıcılar arası uyumu belirlemek amacıyla Miles ve Huberman'ın (1994) formülü kullanılmış; yapılan hesaplama sonucunda elde edilen oran, literatürde yaygın olarak kabul edilen %80 eşik değerinin üzerinde bulunmuştur. Bu sonuç, analiz sürecinin güvenilirliğini desteklemektedir. Ayrıca, görüşmelerden elde edilen temalar bazı katılımcılarla paylaşılmış ve ifadelerin doğruluğu, katılımcı onayı yoluyla teyit edilmiştir.

Sonuç olarak, analiz yöntemlerinin seçimi; ölçme düzeyi, grup yapısı ve araştırma sorularının doğasına uygun şekilde gerçekleştirilmiş, bilimsel geçerlilik esas alınarak uygulanmıştır. Bu kapsamda, izlenen bilimsel yöntem süreci, araştırmanın sistematik, geçerli ve güvenilir bir şekilde yürütüldüğünü göstermektedir. Analitik karar süreci ise, çalışmanın veriye dayalı sağlam sonuçlara ulaşmasında belirleyici bir rol oynamıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu bölümde verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bulgular araştırma sorularına göre düzenlenerek sunulmuştur. Nicel verilere ilişkin bağımsız ve bağımlı grup t testleri, tek faktörlü Kovaryans Analizi modelinden elde edilen bulgular; nitel verilere ilişkin ise yarı yapılandırılmış görüşmeler ve gözlem sonuçlarının betimsel analizinden elde edilen bulgular sunulmuştur.

Deney ve Kontrol Gruplarının TEMA-3 Ön Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular

Deney ve kontrol gruplarının erken matematik yeteneği (TEMA-3) ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için uygulanan bağımsız gruplar t-testi analiz sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. *Grupların TEMA-3 Ön Test Puanları Arasındaki Farklılıklar*

	N	Puan Aralığı	$\bar{X}$	Ss	Sd	T	p
Deney	22	55-145	74.05	10.43	42	.707	.483
Kontrol	22	55-145	71.95	9.13			

Not. $p > .05$

Tablo 5'e göre deney grubu öğrencilerinin erken matematik yeteneği (TEMA-3) ön test ortalaması ($\bar{X} = 74.05$, $ss = 10.43$) kontrol grubuna göre ($\bar{X} = 71.95$, $ss = 9.13$) yüksek olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir [$t_{(42)} = .707$, $p > .05$]. Bu sonuçlar deney ve kontrol gruplarının birbirine denk olduklarını göstermektedir.

Deney Grubunun TEMA-3 Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular

Deney grubunun Erken Matematik Yeteneği (TEMA-3) testi ön test ve son test puan karşılaştırılması için bağımlı gruplar t testi yapılmış, ön test ve son test puanlarına ilişkin bulgular Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. *Deney Grubu TEMA-3 Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Sonuçlar*

	N	Puan Aralığı	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p	d
ÖnTEMA-3	22	55-145	74.05	10.436	21	-10.55	.000	1.82
SonTEMA-3	22	55-145	97.77	15.153				

Tablo 6 incelendiğinde deney grubu çocuklarının erken matematik yeteneği ön test puan ortalamaları ($\bar{X} = 74.05$) ile son test akademik başarı puan ortalamaları ($\bar{X} = 97.77$) arasında son test lehine anlamlı bir fark bulunmuştur [$t_{(21)} = -10.55$, $p < 0.05$]. Bu bulguya göre deney grubu çocukların erken matematik yeteneği son test puan ortalamalarının ön test puan ortalamalarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Etki büyüklüğü değeri 1.82 olarak bulunmuş olup bu etki büyüklüğü yüksek büyüklükte bir etkiyi yansıtmaktadır (Cohen, 1988).

Kontrol Grubunun TEMA-3 Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular

Kontrol grubunun Erken Matematik Yeteneği (TEMA-3) testi ön test ve son test puan karşılaştırılması için bağımlı gruplar t testi yapılmış, ön test ve son test puanlarına ilişkin bulgular Tablo 7’ de verilmiştir.

Tablo 7. *Kontrol Grubu TEMA-3 Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Sonuçlar*

	N	Puan Aralığı	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p	d
ÖnTEMA-3	22	55-145	71.95	9.13	21	-7.86	.000	1.51
SonTEMA-3	22	55-145	86.27	9.76				

Tablo 7 incelendiğinde kontrol grubu çocuklarının erken matematik yeteneği ön test puan ortalamaları ($\bar{X} = 71.95$) ile son test akademik başarı puan ortalamaları ($\bar{X} = 86.27$) arasında son test lehine anlamlı bir fark bulunmuştur [$t_{(21)} = -7.86$, $p < 0.05$]. Bu bulguya göre deney grubu çocukların erken matematik yeteneği son test puan ortalamalarının ön test puan ortalamalarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca etki büyüklüğü değeri 1.51 olarak bulunmuştur ve bu etki büyüklüğü yüksek büyüklükte bir etkiyi yansıtmaktadır (Cohen, 1988).

Deney ve Kontrol Gruplarının TEMA-3 Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular

Araştırmada deney ve kontrol gruplarının erken matematik yeteneği son test puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için Kovaryans Analizi (ANCOVA) yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen deney ve kontrol gruplarının ortalama ve düzeltilmiş ortalama puanları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. *Çocukların Gruplara Göre TEMA-3 Son Test Başarıları*

	Son Test ortalamaları			Düzeltilmiş son test ortalama
Gruplar	N	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$
Deney grubu	22	97.77	15.15	96.86
Kontrol Grubu	22	86.27	9.76	87.17

Düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, deney grubu öğrencilerinin son test ortalamaları kontrol grubu öğrencilerinin son test ortalamalarından daha yüksektir. Puanlar arasındaki bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için Kovaryans analizi yapılmıştır; sonuçlar Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. *Kovaryans Analizi Sonuçları*

	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi Eta kare (η^2)
Düzeltilmiş Model	4521.92	2	2241.21	24.21	.00	.542
Kesişim	618.30	1	618.30	6.68	.01	.140
Başlangıç (Öntema-3)	3027.68	1	3027.68	32.71	.00	.444
Gruplar	1020.58	1	1020.58	11,02	.00	.212
Hata	3794.543	41	92.55			
Toplam	380877.00	44				
Düzeltilmiş Toplam	8276.97	43				

Tablo 9 incelendiğinde, araştırmaya katılan deney ve kontrol grubu çocuklarının ön testlerine göre düzeltilmiş puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır ($F(1-41) = 11.02$, $p = 0.00$). AG teknolojisi destekli matematik etkinliklerinin öğrencilerin erken matematik yetenek puanları üzerindeki etkisi %21 düzeyindedir ($\eta^2 = .212$).

Deney ve Kontrol Gruplarının EMAYBDA Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular

Deney ve kontrol gruplarının erken matematiksel akıl yürütme becerileri (EMAYBDA) ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için uygulanan bağımsız gruplar t-testi analiz sonuçları Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10. *Grupların EMAYBDA Ön Test Puanları Arasındaki Farklılıklar*

	N	Puan Aralığı	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Deney	22	0-200	88.91	16.54	42	.994	.326
Kontrol	22	0-200	84.50	12.61			

Not. $p > .05$

Tablo 10’a göre deney grubu öğrencilerinin erken matematiksel akıl yürütme becerileri (EMAYBDA) ön test ortalaması ($\bar{X} = 88.91$, $SS = 16.54$) kontrol grubuna göre ($\bar{X} = 84.50$, $SS = 12.61$) yüksek olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir [$t_{(42)} = .994$, $p > .05$]. Bu sonuçlar deney ve kontrol gruplarının birbirine denk olduklarını göstermektedir.

Deney Grubunun EMAYBDA Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular

Deney grubunun erken matematiksel akıl yürütme becerileri (EMAYBDA) testi ön test ve son test puan karşılaştırılması için bağımlı gruplar t testi yapılmış, ön test ve son test puanlarına ilişkin bulgular Tablo 11’ de verilmiştir.

Tablo 11. *Deney Grubu EMAYBDA Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Sonuçlar*

	N	Puan Aralığı	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p	d
ÖnEMAYBDA	22	0-200	88.91	16.541	21	-11.43	.00	2.08
SonEMAYBDA	22	0-200	120.36	13.404				

Tablo 11 incelendiğinde deney grubu çocuklarının erken matematiksel akıl yürütme becerileri ön test puan ortalamaları ($\bar{X} = 88.91$) ile son test akademik başarı puan ortalamaları ($\bar{X} = 120.36$) arasında son test lehine anlamlı bir fark bulunmuştur [$t_{(21)} = -11.43$, $p < 0.05$]. Bu bulguya göre deney grubu çocukların erken matematiksel akıl yürütme becerileri son test puan ortalamalarının ön test puan ortalamalarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca etki büyüklüğü değeri 2.08 olarak bulunmuştur ve bu etki büyüklüğü yüksek büyüklükte bir etkiyi yansıtmaktadır (Cohen, 1988).

Kontrol Grubunun EMAYBDA Ön Test ve Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular

Kontrol grubunun erken matematiksel akıl yürütme becerileri testi ön test ve son test puan karşılaştırılması için bağımlı gruplar t testi yapılmış, ön test ve son test puanlarına ilişkin bulgular Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. *Kontrol Grubu EMAYBDA Ön ve Son Test Puanlarına İlişkin Sonuçlar*

	N	Puan Aralığı	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p	d
ÖnEMAYBDA	22	0-200	84.50	12.61	21	-10.82	.00	1.59
SonEMAYBDA	22	0-200	104.82	12.87				

Tablo 12 incelendiğinde kontrol grubu çocuklarının erken matematiksel akıl yürütme becerileri ön test puan ortalamaları ($\bar{X} = 84.50$) ile son test akademik başarı puan ortalamaları ($\bar{X} = 104.82$) arasında son test lehine anlamlı bir fark bulunmuştur [$t_{(21)} = -10.82$, $p < 0.05$]. Bu bulguya göre kontrol grubu çocukların erken matematiksel akıl yürütme becerileri son test puan ortalamalarının ön test puan ortalamalarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca etki büyüklüğü değeri 1.59 olarak bulunmuştur ve bu etki büyüklüğü yüksek büyüklükte bir etkiyi yansıtmaktadır (Cohen, 1988).

Deney ve Kontrol Gruplarının EMAYBDA Son Test Sonuçlarına Yönelik Bulgular

Araştırmada deney ve kontrol gruplarının erken matematiksel akıl yürütme becerileri son test puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için Kovaryans Analizi yapılmıştır. Son test ortalama ve düzeltilmiş puanlara ilişkin bulgular Tablo 13’ te verilmiştir.

Tablo 13. *Çocukların Gruplara Göre EMAYBDA Son Test Başarıları*

		Son Test ortalamaları		Düzeltilmiş son test ortalama
Gruplar	N	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$
Deney grubu	22	120.36	13.40	119.00
Kontrol Grubu	22	104.82	12.87	106.17

Düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, deney grubu çocuklarının son test ortalamaları ($\bar{X}$ =120,36, ss=13,40) kontrol grubu öğrencilerinin son test ortalamalarından ($\bar{X}$ =104.82, ss=12.87) daha yüksektir. Yapılan analizde deney ve kontrol gruplarının erken matematiksel akıl yürütme becerileri son test puan ortalamalarında; ön testin kontrol altında alındığı durumda, istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığına yönelik yapılan tek yönlü kovaryans analizinin sonuçları Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14. *Kovaryans Analizi Sonuçları*

	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi Eta kare (η^2)
Düzeltilmiş Model	6120.0	2	3060.00	33.08	.00	.617
Kesişim	4105.93	1	4105.93	44.38	.00	.520
Başlangıç (ÖnEMAYBDA)	3461.72	1	3461.72	37.42	.00	.477
Gruplar	1767.45	1	1767.45	19.10	.00	.318
Hata	3792.63	41	92.50			
Toplam	567688.00	44	3059.61			
Düzeltilmiş Toplam	9912.63	43	4764.11			

Tablo 14 incelendiğinde, araştırmaya katılan deney ve kontrol grubu çocuklarının ön testlerine göre düzeltilmiş puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır ($F_{(1-41)} = 19.10$, $p = 0.00$). AG teknolojisi destekli matematik etkinliklerinin öğrencilerin erken matematiksel akıl yürütme becerilerine etkisi %31 düzeyindedir ($\eta^2 = .318$). Buradan AG destekli matematik etkinliklerinin öğrencilerin erken matematiksel akıl yürütme becerileri üzerindeki etkisinin orta seviyede olduğu söylenebilir.

Yukarıda sunulan bulgular doğrultusunda, AG destekli matematik etkinliklerinin deney grubundaki öğrencilerin erken matematik yetenekleri ile erken matematiksel akıl yürütme becerileri üzerinde anlamlı ve yüksek düzeyde etkili olduğu görülmüştür. Bu çerçevede, araştırmada yer alan tüm katılımcılar için eğitimde fırsat eşitliğini sağlamak amacıyla, araştırmanın tamamlanmasının ardından kontrol grubuna da AG destekli etkinlikler beş haftalık bir süreyle uygulanmıştır. Bu ek uygulamanın ardından kontrol grubundaki öğrencilerin TEMA-3 ve EMAYBDA testleri yeniden uygulanarak son test puanları alınmış ve elde edilen veriler aşağıdaki Tablo 15 ve Tablo 16’da sunulmuştur.

Tablo 15. *Kontrol Grubunun AG Teknoloji Destekli Etkinlikler sonrası TEMA-3 Puanlarına İlişkin Bulgular*

	N	Puan Aralığı	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p	d
ÖnTEMA-3	22	55-145	86.27	9.76	21	-4.88	.000	.90
SonTEMA-3	22	55-145	95.91	11.41				

Kontrol grubuna araştırma sürecinin ardından beş hafta süresince uygulanan AG destekli matematik etkinliklerinden elde edilen TEMA-3 test sonuçları, bu yaklaşımın erken matematiksel yetenek üzerindeki etkisini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Yapılan bağımlı gruplar t-testi analizine göre, kontrol grubunun son puan ortalaması ($\bar{X} = 86.27$ ss = 9.76) ile son test puan ortalaması ($\bar{X} = 95.91$, ss = 11.41) arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t_{(21)} = -4.88$, $p < .05$]. Bu bulgu, AG destekli etkinliklerin kontrol grubundaki öğrencilerin erken dönem matematik yeteneklerini önemli ölçüde geliştirdiğini göstermektedir. Hesaplanan etki büyüklüğü ($d = 0.90$) ise yüksek bir etkiye işaret etmekte ve bu yöntemin güçlü bir öğrenme katkısı sunduğunu ortaya koymaktadır (Cohen, 1988).

Aynı gruba daha önce on hafta süresince uygulanan geleneksel (anlatım ve soru-cevap temelli) matematik etkinlikleri sonucunda da TEMA-3 puanlarında anlamlı bir artış gözlenmiş ve yüksek düzeyli bir etki büyüklüğü ($d = 1.51$) elde edilmiştir. Ancak öğrencilerin beş haftalık AG destekli etkinlikler sonrasında ulaştıkları ortalama puan ($\bar{X} = 95.91$), önceki dönemin üzerinde gerçekleşmiştir. Bu durum, AG destekli uygulamaların daha kısa sürede uygulanmasına rağmen, öğrenme çıktıları açısından güçlü bir etki yarattığını göstermektedir. Beş haftalık kısa süreli AG uygulaması, on haftalık geleneksel süreci hem başarı düzeyi hem de etki büyüklüğü bakımından geride bırakmıştır. Bu durum, özellikle matematik öğretiminde yenilikçi teknolojilerin öğrenme sürecine hız ve derinlik kazandırma potansiyelini açık biçimde ortaya koymaktadır.

Konntol grubunda buluan çocukların beş haftalık AG destekli matematik etkinlikleri sonrası puanları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. *Kontrol Grubunun AG Teknoloji Destekli Etkinlikler Sonrası EMAYBDA Puanlarına İlişkin Bulgular*

	N	Puan Aralığı	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p	d
ÖnEMAYBDA	22	0-200	104.82	12.87	21	-7.864	.00	.64
SonEMAYBDA	22	0-200	112.95	12.17				

Kontrol grubuna araştırma süreci sonrasında beş haftalık AG destekli matematik etkinlikleri uygulanmış ve bu sürecin ardından öğrencilerin erken matematiksel akıl yürütme becerilerindeki gelişim EMAYBDA testi ile değerlendirilmiştir. Yapılan bağımlı gruplar t-testi sonuçlarına göre, kontrol grubunun son test puan ortalaması ($\bar{X} = 104.82$, $ss = 12.87$) ile AG uygulamaları sonrasındaki son test puan ortalaması ($\bar{X} = 112.95$, $ss = 12.17$) arasında, son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t_{(21)} = -7.864$, $p < .05$]. Hesaplanan etki büyüklüğü değeri ($d = 0.64$) ise orta düzeyde bir etkiye işaret etmektedir.

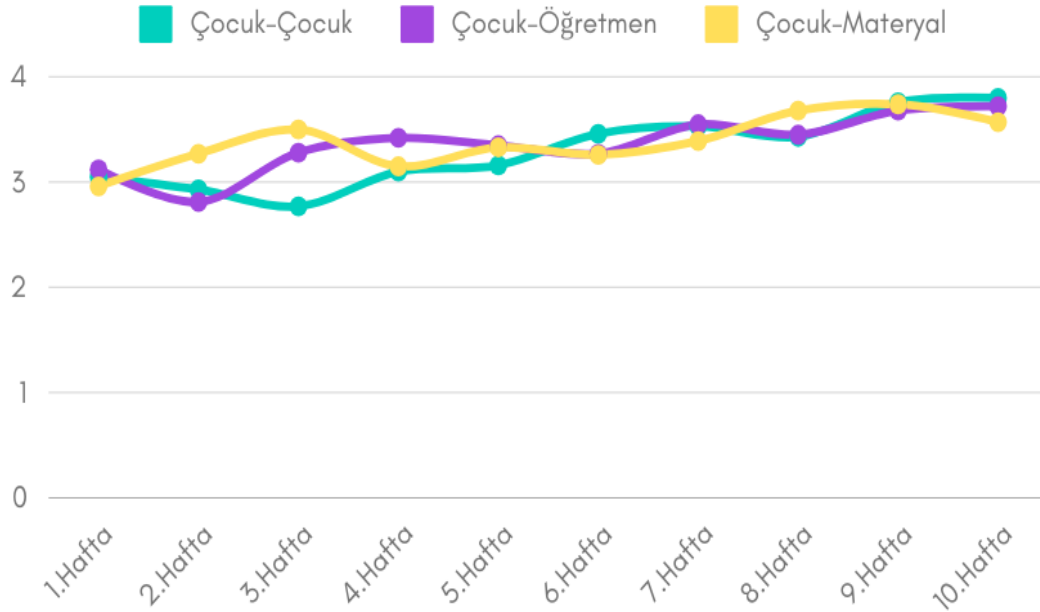
Bu bulgular, beş haftalık kısa süreli AG destekli etkinliklerin, kontrol grubundaki öğrencilerin erken matematiksel akıl yürütme becerilerini, daha önce uygulanan 10 haftalık geleneksel yöntemlere kıyasla ($\bar{X} = 104.82$, $d = 1.59$) daha etkili biçimde geliştirdiğini göstermektedir. Bu durum, AG teknolojisinin bilişsel düzeyde karmaşık becerilerin gelişimine katkı sağlayan güçlü bir araç olduğunu ve özellikle kısa süre içinde yüksek düzeyde etki yaratma potansiyeline sahip bulunduğunu ortaya koymaktadır. AG teknolojisinin bu dikkat çekici katkısı, eğitimde teknolojik araçların kullanımının sadece öğrencilerin ilgisini çekmekle kalmayıp aynı zamanda bilişsel gelişim açısından da önemli bir işlev gördüğünü göstermektedir. Başlangıçta uygulanan soru-cevap ve anlatım temelli etkinliklerin etkisi yüksek düzeyde ($\bar{X}=104.82$, $d=1.59$) olsa da sonrasında uygulanan AG destekli etkinlikler sonrası ortalama puanın yükseldiği ($\bar{X}=112.95$) görülmektedir. Bu bulgu, AG uygulamalarının öğrencilerin erken matematiksel akıl yürütme becerilerini geliştirmede daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Çocukların Deneysel Uygulama Sürecindeki Davranışlarına Yönelik Gözlem Sonuçları

Çocukların sergiledikleri davranışlar, dört seçenekten oluşan bir gözlem formu aracılığıyla, bağımsız bir gözlemci tarafından sistematik olarak kaydedilmiştir [Hiç Gözlenmedi (1), Nadiren (2), Sık sık (3), Her zaman (4)]. Ayrıca, gözlem formunda yer alan açıklama bölümlerine, gözlemci tarafından dikkat çeken davranışlara ilişkin nitel gözlem

notları da yazılmıştır. Her bir alan ve alt kategoriye ilişkin ortalama puanlar ise Şekil 17'de görsel olarak sunulmuştur.

Şekil 17. *Çocukların Deneyisel Uygulama Sürecindeki Davranışlarına Yönelik Gözlem Sonuçları*



Şekil 17 incelendiğinde, on haftalık uygulama süresi tüm kategorilerinde gözlem puanlarında artış tespit edilmiştir. Genel olarak AG teknolojisi destekli uygulamaların çocukların ilgisini çektiği görülmektedir.

Gözlem formundaki (EK-9) veriler ve gözlemci notları doğrultusunda, çocukların materyalle etkileşim, akranlarıyla sosyal etkileşim ve öğretmenle iletişim düzeylerinde belirgin artışlar gözlemlenmiştir.

Çocukların AG destekli etkinlikler sırasında dijital materyallerle yüksek düzeyde etkileşim kurdukları belirlenmiştir. Gözlem notlarına göre (EK-9) Özellikle uygulamanın çalışmasını kontrol etme (1.1) ve ekrana dokunma, nesneleri inceleme, yakınlaştırma, butonlarla geçiş yapma gibi eylemleri içeren AG uygulamasını inceleme (1.2) davranışları “sık sık” ve “her zaman” düzeylerinde kaydedilmiştir. Ayrıca, çocukların AG uygulamasının ayrıntılarını gösterme (1.3), nesneleri farklı açılardan görme (1.4) ve AG uygulamasındaki sesleri dinleme (1.5) gibi davranışları da haftalar ilerledikçe yoğunluk kazanmıştır. Bu bulgular, çocukların dijital ortamda kendi öğrenmelerini yönettiklerini ve aktif katılım gösterdiklerini ortaya koymaktadır.

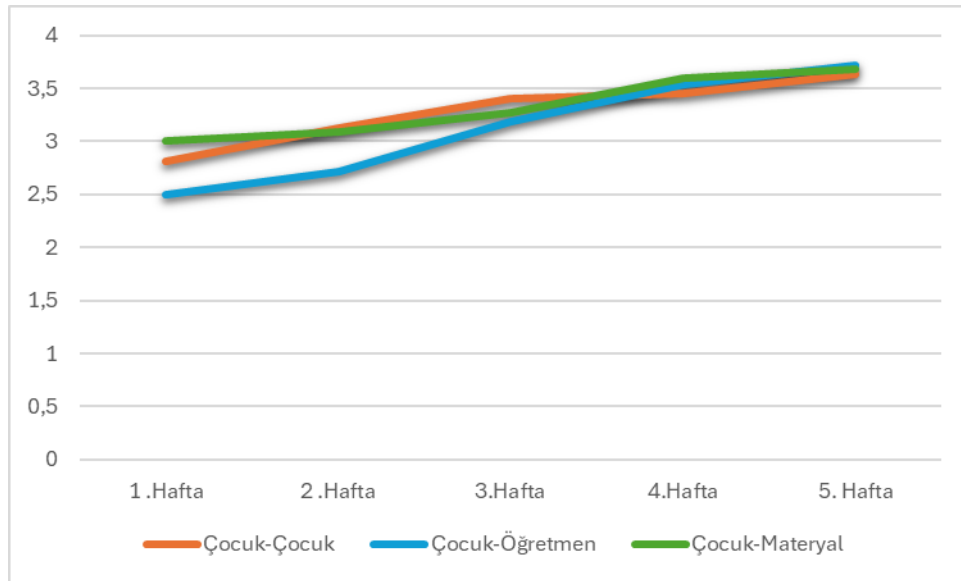
AG destekli etkinlikler çocuklar arasındaki sosyal etkileşimi de artırmıştır. Gözlemler (EK-9), çocukların AG uygulaması hakkında arkadaşlarına yorum yapma (2.1), etkinliklerde arkadaşlarıyla iş birliği yapma (2.2) ve arkadaşlarına soru sorma veya cevap verme (2.3) gibi

davranışları haftalar ilerledikçe daha sık sergilediğini göstermiştir. Bu durum, AG uygulamalarının sadece bireysel değil aynı zamanda sosyal öğrenme ortamlarını da desteklediğine işaret etmektedir.

Gözlemci notlarına göre (EK-9), öğrencilerin öğretmenle olan etkileşimlerinde de olumlu bir artış yaşanmıştır. Özellikle AG uygulaması hakkında öğretmene yorum yapma veya fikir belirtme (3.1), öğretmenden yardım isteme veya hataları düzeltilmesi için destek alma (3.2) ve öğretmenin yönlendirmesiyle rehberlik edici sorular sorma (3.3) gibi davranışlarda gözle görülür bir artış olmuştur. Ayrıca, çocukların öğretmene soru sorma ve cevap verme (3.4) davranışları da giderek artan sıklıkta kaydedilmiştir. Bu durum, öğretmenin süreci etkin şekilde rehberlik etmesiyle birlikte öğrencilerin öğrenme sorumluluğunu paylaşmaya başladığını göstermektedir.

Kontrol Grubunda AG Uygulaması Sonrası Beş Haftalık Süreçte Gözlemlenen Davranışlar. Öğretim sürecinde teknolojinin etkili kullanımı, öğrencilerin öğrenmeye katılımını ve etkileşim düzeylerini artırma potansiyeli taşımaktadır. Bu doğrultuda, kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel öğretim yöntemlerinin ardından beş hafta süreyle artırılmış gerçeklik (AG) destekli etkinlikler uygulanmıştır. Bu uygulamalar süresince çocukların materyal, arkadaşları ve öğretmenleriyle olan etkileşimleri, EK-9 Etkileşim Gözlem Formundaki ölçütler doğrultusunda sistematik olarak gözlemlenmiştir. Şekil 18 de Gözlem Formundan elde edilen puanlamalar verilmiştir.

Şekil 18. Kontrol grubu çocuklarını AG uygulamaları sırsındaki Gözlemlerine İlişkin Sonuçlar



Şekil 18 incelendiğinde AG destekli etkinlikler sırasında çocukların materyallere yönelik ilgilerinin belirgin şekilde arttığı gözlemlenmiştir. Uygulamanın çalışmasını kontrol etme

davranışı, çocukların uygulamalara aktif şekilde dokunmaları, seçim yapmaları ve yönlendirmelerde bulunmaları ile sık sık gözlenmiştir. AG uygulamasını inceleme (ekrana dokunma, yakınlaştırma/uzaklaştırma, buton kullanma) davranışı her hafta düzenli olarak gerçekleşmiş ve çoğu çocuk bu işlemleri bağımsızca yürütmüştür. AG uygulamasının ayrıntılarını gösterme davranışı da sık sık gözlenmiş; öğrenciler uygulamadaki detayları fark edip paylaşma eğiliminde olmuşlardır. Nesneleri farklı açılardan görmek için cihazı veya kâğıdı çevirme davranışı çocuklar tarafından oldukça doğal bir şekilde gerçekleştirilmiş, bu da uygulamaya aktif katılımlarını yansıtmıştır. AG uygulamasındaki sesleri dikkatlice dinleme davranışı ise özellikle sesli yönlendirme ve anlatımların olduğu bölümlerde çocuklar tarafından dikkatli biçimde yerine getirilmiştir.

AG etkinliklerinin çocuklar arasında iş birliğini ve iletişimi artırdığı gözlenmiştir. Çocukların AG uygulaması hakkında arkadaşlarına yorum yapma davranışı sık sık ve hatta bazı durumlarda her zaman gerçekleşmiştir. Etkinliklerde arkadaşlarıyla iş birliği yapma davranışı da desteklenmiş ve öğrencilerin birlikte keşfetme, birbirlerine yardım etme gibi tutumlar sergilediği gözlenmiştir. Arkadaşına soru sorma ve cevaplama davranışı doğal bir şekilde gelişmiş ve öğrenme ortamında destekleyici bir iletişim ortamı oluşmuştur.

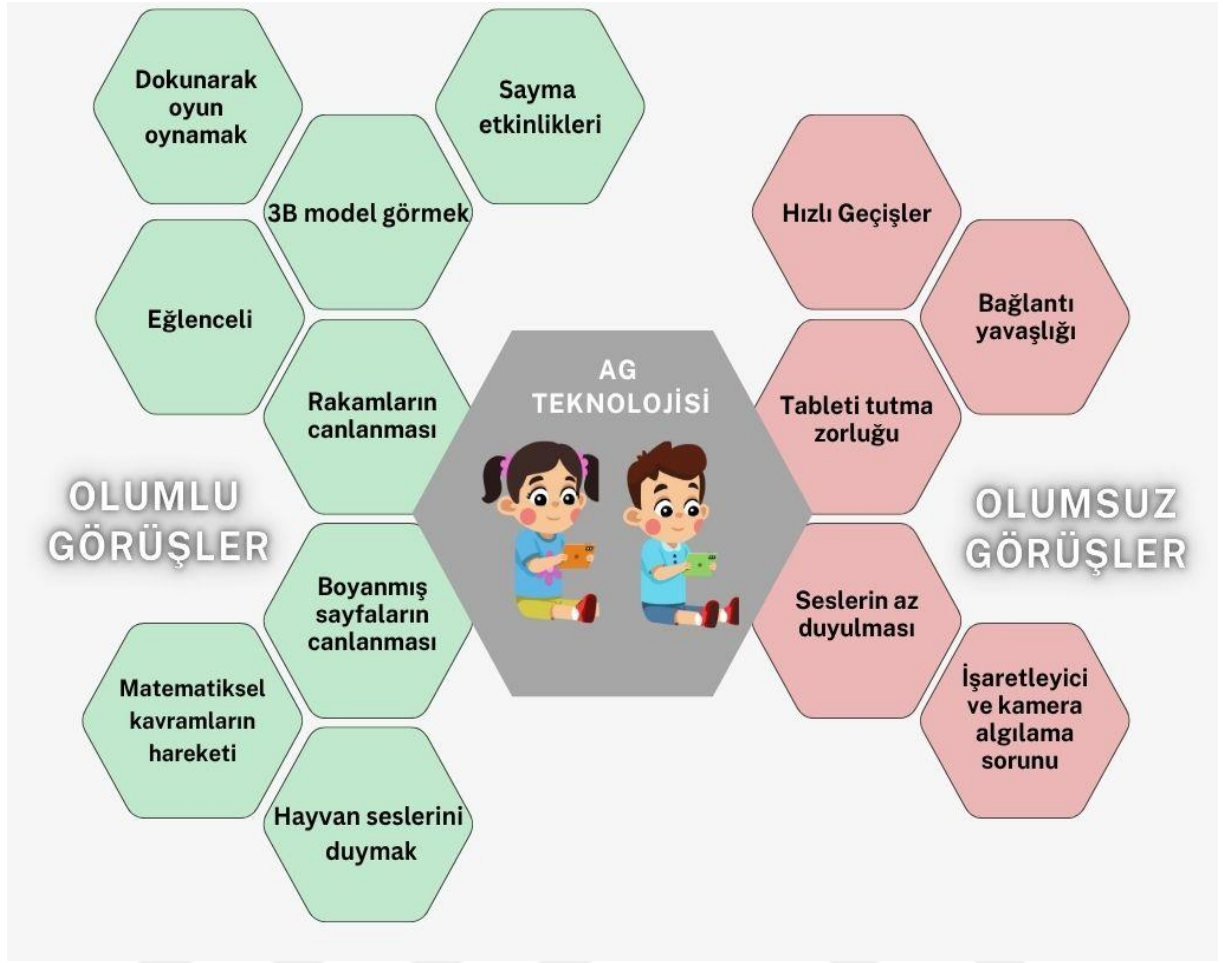
AG etkinlikleri öğretmen-öğrenci etkileşimini de olumlu yönde etkilemiştir. Çocukların öğretmenin AG uygulaması hakkındaki yorumlarına yanıt verme veya fikir belirtme davranışı sık sık gözlenmiştir. Öğrencilerin hatalarını fark ederek düzeltme için ipucu alma davranışı öğretmen rehberliğinde gelişmiş ve pekişmiştir. Öğretmene soru sorma ya da cevap verme davranışı aktif biçimde sürdürülmüş, çocuklar öğretmen desteğine açık ve istekli davranmışlardır.

Kontrol grubunda AG destekli uygulamalara geçilmesiyle birlikte çocukların hem bireysel katılım hem de sosyal etkileşim düzeylerinde belirgin bir artış yaşanmıştır. Materyalle daha fazla ve anlamlı etkileşim kurulmuş, çocukların birbirleriyle ve öğretmenleriyle olan iletişimleri güçlenmiştir. Bu gözlemler, AG teknolojisinin öğrenme sürecine aktif katılımı ve iş birliğini artırıcı etkisini ortaya koymaktadır.

Çocukların AG Teknoloji Destekli Matematik Etkinliklerine İlişkin Görüşme Sonuçları

Görüşmeye ait veriler araştırmacılar tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış bir görüşme formu kullanılarak toplanmıştır. Görüşme deney grubundaki öğrencilerle odak grup görüşmesi şeklinde gerçekleştirilmiş ve ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır. Kodlar olumlu ve olumsuz görüşler olmak üzere iki tema altında oluşturulmuştur. Elde edilen veriler Şekil 19’da sunulmuştur.

Şekil 19. Çocukların AG Etkinliklerine Yönelik Görüşleri



Çocuklardan elde edilen görüşler, AG destekli matematik etkinliğinin okul öncesi düzeyde oldukça ilgi çekici, eğlenceli ve etkili bir öğrenme yöntemi olarak değerlendirildiğini göstermektedir. Çocuklar, özellikle teknolojik araçlarla etkileşime girmenin ve dokunarak öğrenmenin eğlenceli belirtmişlerdir. Boyadıkları şekillerin canlanması, sayıların hareket etmesi, dokunarak nesneleri büyütme-küçültme ya da döndürme gibi özellikler onların dikkatini çekmiş ve öğrenme sürecine aktif katılımlarını sağlamıştır. Ayrıca bazı çocukların tabletle ilk defa karşılaşılıyor olmaları, etkinliği daha da özel ve anlamlı hale getirmiştir. Aşağıda bazı çocukların en çok sevdikleri ve olumsuz olarak gördükleri özelliklere ilişkin ifadeleri yer almaktadır.

“... Tableti çok seviyorum ve onunla bir şeyler yapmak çok güzel.” Ç12

“Evet, bir daha yapalım, lütfen. Şarkılar, videolar ve dokunarak oyunlar vardı.” Ç4

“Boyadığım üçgenler canlandı, renkleri değişti, çok eğlenceliydi.” Ç5

“... Tableti tuttuğumda elim ağrıyor; çok uzun süre tutamıyorum.” Ç9

“...Havuçları parmaklarımla toprağa ekтім, dokununca elimdeydi gerçek gibiydi.” Ç2

“... Beklemeyi sevmiyorum. Hemen açılmasını istiyorum ama çok uzun sürüyor.” Ç3

“...Çünkü dokunarak döndürebiliyorum, büyüüp küçülüyor, sanki ekran benim parmaklarım gibi.” Ç6

“İlk defa böyle bir etkinlik yaptığım için çok heyecanlıydım. Evde tabletim yok. ” Ç10

“...Parmaklarımla sayıları yazdım, dokunduğum sayılar zıpladı çok güzeldi.” Ç7

Görüşmelere göre bazı olumsuz deneyimler de ifade edilmiştir. Özellikle tableti uzun süre tutmanın fiziksel olarak yorucu olması, uygulamanın yavaş açılması ya da geç tepki vermesi gibi teknik ve ergonomik sorunlar dikkat çekmektedir. Bu durum, küçük yaş grubundaki çocukların dikkat süreleri ve fiziksel dayanıklılıkları göz önüne alındığında önemli bir geliştirme alanı olarak değerlendirilebilir.

Genel olarak çocukların ifadeleri, AG teknolojisinin matematiksel kavramların (büyük-küçük, uzun-kısa, rakamlar vb.) öğretilmesinde görselliği ve etkileşimi artırarak öğrenmeyi kolaylaştırdığını ve motivasyonu olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Ancak bu teknolojinin daha verimli kullanılabilmesi için teknik aksaklıkların giderilmesi ve yaş grubuna uygun ergonomik düzenlemelerin yapılması önerilmektedir.

Araştırmadaki tüm bulgulara göre, elde edilen nitel bulgular ile nicel veriler arasında anlamlı bir uyum olduğu görülmektedir. Nicel analizlerle desteklenen nitel veriler, öğrencilerin erken matematik becerilerindeki gelişimi çok boyutlu olarak ortaya koymaktadır. Nicel ve nitel verilerin karşılaştırmalı ve bütüncül biçimde yorumlandığı değerlendirme Şekil 19’da sunulmuştur.

Şekil 20. Nicel ve Nitel Bulguların Özetlenmiş Karşılaştırmalı Değerlendirmesi



Şekil 20'ye göre, nicel ve nitel verilerin birlikte analizi, AG destekli matematik etkinliklerinin çocukların hem erken matematik yeteneklerini hem de erken matematiksel akıl yürütme becerilerini anlamlı düzeyde geliştirdiğini ortaya koymuştur. Deney grubundaki çocukların TEMA-3 ve EMAYBDA puanlarında elde edilen anlamlı artışlar, öğrenci görüşleri ve gözlem sonuçlarıyla desteklenmiştir. Özellikle sayıların hareketli ve dokunsal sunumu, 3B modeller ve etkileşimli içerikler çocukların dikkatini çekmiş; sayı tanıma, sınıflama, karşılaştırma ve problem çözme gibi temel becerilerde gözle görülür gelişmeler kaydedilmiştir.

Kontrol grubuna sonradan uygulanan kısa süreli AG destekli etkinlikler de hem akademik başarıda hem de öğrenme motivasyonunda belirgin yükseliş sağlamış; bu durum, AG uygulamalarının sadece etkili değil, aynı zamanda hızlı sonuç veren bir öğretim aracı olduğunu göstermiştir. Genel olarak, nicel verilerdeki yüksek etki büyüklükleri, nitel verilerle desteklenerek güçlü bir bütünlük oluşturmuş; AG destekli öğrenmenin çocukların bilişsel gelişimine ve öğrenmeye yönelik tutumlarına çok boyutlu katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada okul öncesi dönem matematik öğretiminde AG desteği ile hazırlanan etkinliklerinin erken matematik yeteneği ve akıl yürütme becerilerine etkisi incelenmiştir. Bu bölümde araştırmanın sonuçları, araştırmanın alt problemleri kapsamında benzer çalışmalarla karşılaştırılarak tartışılmıştır.

AG Teknolojisi Destekli Matematik Etkinliklerinin Çocuklarda Erken Matematik Yeteneği Üzerindeki Etkisi

Bu araştırmada elde edilen bulgular, AG destekli matematik etkinliklerinin okul öncesi çocukların erken matematik yeteneğini anlamlı ve yüksek düzeyde geliştirdiğini ortaya koymuştur. Deney grubundaki 5 yaş çocuklar, on haftalık AG tabanlı matematik etkinlikleri sonrasında TEMA-3 ile ölçülen erken matematik performanslarında kontrol grubuna göre belirgin bir artış sergilemiştir. Deney grubunun ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş, bu artış yüksek düzeyde etki büyüklüğü ile desteklenmiştir. Kontrol grubunda da anlamlı bir gelişme gözlemlenmiş olmakla birlikte deney grubu lehine fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kovaryans analizi sonucunda, AG destekli etkinliklerin erken matematik yeteneği üzerindeki etkisi %21 düzeyinde belirlenmiştir. Bu bulgu, AG teknolojisinin sayı ve nicelik farkındalığı, karşılaştırma, sınıflama gibi temel matematiksel kavramların kazanımını desteklemede etkili bir araç olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu sonuçlar, AG tabanlı eğitimin öğrenme çıktıları üzerinde büyük ölçekli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koyan güncel meta-analiz çalışmasıyla da (Garzón & Acevedo, 2019) uyumludur.

Bu bulgulara ek olarak, kontrol grubuna araştırma sonrasında uygulanan beş haftalık AG destekli matematik etkinlikleri sonucunda da TEMA-3 puanlarında anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. 10 haftalık geleneksel yöntemlerle elde edilen gelişime kıyasla, beş haftalık kısa süreli AG destekli uygulama sonucunda öğrencilerin ortalama puanları daha yüksek düzeye ulaştığı görülmüştür. Bu durum, AG teknolojisinin matematik öğretiminde yalnızca uzun süreli değil, kısa süreli uygulamalarda da etkili ve güçlü bir öğrenme katkısı sunduğunu göstermektedir. Geleneksel yöntemlerle ulaşılan kazanımların, kısa süreli ancak yoğun AG deneyimleriyle daha üst düzeye taşınabilmesi, bu teknolojinin öğrenme hızını ve derinliğini artırma potansiyelini ortaya koymaktadır.

Alanyazında, erken çocukluk döneminde matematik becerilerinin çevresel, bilişsel ve pedagojik faktörlerle şekillendiği belirtilmektedir (Baten & Desoete, 2018; Espy vd., 2004; Passolunghi vd., 2008). Bu faktörler arasında öğretim süresi, öğretmen yeterlikleri, sosyoekonomik düzey ve sunulan öğrenme deneyimlerinin niteliği öne çıkmaktadır. Uslu-Çavdarcı ve Ünal (2021), 48–72 aylık çocuklarda uygulanan destekleyici programların matematik becerilerinde anlamlı gelişmelere yol açtığını rapor etmektedir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda, AG teknolojisinin erken çocukluk döneminde matematik eğitimi açısından önemli fırsatlar sunduğu söylenebilir. AG uygulamaları sayesinde çocuklar matematiksel kavramları sadece ezberlemek yerine, onları deneyimleyerek ve çoklu duyularını kullanarak öğrenme imkânı (Erbaş & Demirer, 2014) bulmuşlardır. Sayılar, şekiller ve matematiksel kavramlar gibi öğelerin somutlaştırılarak sunulması (Bacca vd., 2018), çocukların sayı tanıma, sıralama, örüntü kurma ve problem çözme gibi becerileri oyun temelli bir ortamda geliştirmesine katkı sağlamıştır. Bu durum, matematik öğretiminde içeriğin sunuluş biçiminin de en az içerik kadar önemli olduğunu göstermektedir. AG tabanlı etkinlikler, çocukların aktif katılımını desteklemekte, dikkat, bellek ve yürütücü işlev gibi (Goff vd., 2108) bilişsel süreçleri harekete geçirmektedir. Böylece öğrenme süreci daha kalıcı ve anlamlı hale gelmektedir.

Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisinin, erken çocukluk döneminde matematik öğretiminde etkili bir araç olduğu alanyazında geniş biçimde vurgulanmaktadır. Özellikle soyut matematiksel kavramların çocuklar tarafından anlaşılmasında AG'nin önemli katkılar sunduğu (Dilek-Eryiğit vd., 2025); zaman, sıra, uzamsal düşünme ve problem çözme gibi bilişsel alanlarda gelişimi desteklediği belirtilmektedir (Zhou vd., 2020; Gecu-Parmaksız & Delialioğlu, 2018). Parviainen vd. (2023) ise öğretmenlerin çoğunlukla sayısal becerilere odaklandığını; ancak mekânsal düşünme ve akıl yürütme gibi alanların öğretiminde yetersizlikler olduğunu vurgulamıştır. Bu durum, AG teknolojisinin özellikle geleneksel yöntemlerin geri planda bıraktığı alanlarda tamamlayıcı bir rol üstlenebileceğini göstermektedir.

Okul Öncesi Eğitim Programı'nda yer alan matematiksel kazanımlar “problem çözme”, “örüntü oluşturma”, “ilişki kurma”, “nesneleri karşılaştırma” ve “mekânsal ilişkileri anlama” gibi bu çalışmada uygulanan AG destekli etkinliklerle doğrudan örtüşmektedir (MEB, 2024). Bu kapsamda kullanılan üç boyutlu, sesli ve etkileşimli materyaller, çocuklara soyut kavramları oyun temelli ve keşfetmeye dayalı bir öğrenme deneyimi sunarak somutlaştırmalarını kolaylaştırmıştır (Bacca vd., 2018). Bu bulgu, öğretim sıklığı ve derinliğinin öğretmen yeterlikleri ve pedagojik farkındalıkla ilişkili olduğunu belirten Parviainen vd. (2023) ile uyum

göstermektedir. Ayrıca dikkat ve belleğe dayalı yaklaşımların (Tokuç, 2023), görsel-uzamsal bellek gibi bilişsel süreçlerin (Fanari vd., 2019) erken matematik başarısı üzerindeki etkisini ortaya koyan çalışmalar, bu uygulamaların çoklu duyuşsal doğasını desteklemektedir.

AG teknolojisinin öğrenme ortamlarında etkili biçimde kullanılabilmesi, teknik ve pedagojik unsurların uyumlu biçimde bütünleştirilmesine bağlıdır. Bu çalışmada kullanılan AG uygulamaları, kullanıcı dostu arayüz (Tsai vd., 2016), hızlı erişim (Davidavičienė vd., 2021) ve düşük gecikme süresi (Kiourexidou vd., 2024) gibi teknik yeterliklerle donatılmıştır. Ayrıca sayı, şekil, örüntü ve karşılaştırma gibi matematiksel kavramlar yalnızca statik görsellerle değil, animasyon, 3D modelleme ve ses efektleriyle desteklenerek çoklu duyuşsal kanallar üzerinden sunulmuştur. Böyle bir tasarım yaklaşımı, öğrenme sürecini hem bilişsel hem de duyuşsal olarak derinleştirmekte; aynı zamanda teknik altyapı ile programın pedagojik hedefleri arasında güçlü bir köprü kurmaktadır.

Bu araştırma bulguları, yalnızca AG teknolojisinin pedagojik katkılarını değil, aynı zamanda geleneksel yöntemlerin sınırlı kaldığı alanlarda sunduğu olanakları da göstermektedir (Garzon vd., 2020). AG destekli etkinlikler sayesinde çocuklar, sayısal işlemlerden çok daha fazlasını içeren matematiksel becerileri, aktif ve anlamlı yollarla deneyimleme fırsatı bulmuşlardır. Özellikle örüntü, ilişki kurma ve mekânsal düşünme gibi beceriler, AG uygulamalarında dinamik içeriklerle tekrar tekrar deneyimlenmiş, bu da hem bilişsel hem de duyuşsal katılımı artırmıştır. Böylece AG, yalnızca kısa süreli öğrenme kazançlarını değil, aynı zamanda öğrenmenin niteliğini de derinleştiren bir araç haline gelmiştir.

AG Teknolojisi Destekli Matematik Etkinliklerinin Çocuklarda Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Üzerindeki Etkisi

Bu çalışmada elde edilen bulgular, AG teknolojisinin okul öncesi çocukların erken matematiksel akıl yürütme becerileri üzerinde anlamlı ve yüksek düzeyde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Deney grubundaki öğrencilerin EMAYBDA ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş, son test lehine gözlenen bu artış yüksek düzeyde etki büyüklüğü ile desteklenmiştir. Kontrol grubunda da anlamlı bir gelişme gözlemlenmekle birlikte, deney grubu lehine fark istatistiksel olarak anlamlıdır ve analiz sonucunda AG etkinliklerinin erken matematiksel akıl yürütme becerilerine etkisinin %31 düzeyinde olduğu saptanmıştır. Bu bulgular, AG teknolojisinin özellikle problem çözme, örüntü kurma, karşılaştırma ve ilişkilendirme gibi bilişsel süreçleri güçlendirdiğini göstermektedir.

Kontrol grubuna uygulanan beş haftalık AG destekli etkinlikler sonrasında elde edilen EMAYBDA sonuçları da dikkat çekicidir. Kontrol grubunun son test puan ortalaması anlamlı

biçimde artmıştır. Bu bulgu, kısa süreli ancak etkili planlanmış AG tabanlı etkinliklerin, öğrencilerin matematiksel akıl yürütme becerilerini geliştirmede güçlü ve hızlı bir öğrenme katkısı sunduğunu göstermektedir. Özellikle örüntü kurma, ilişkilendirme, karşılaştırma ve problem çözme gibi üst düzey bilişsel beceriler açısından, AG teknolojisi geleneksel yöntemlere göre çok daha etkili bir öğrenme ortamı sağlamaktadır. Bu bulgular alanyazındaki pek çok çalışma ile örtüşmektedir. Örneğin, Zhou vd. (2020) çalışmasında AG destekli uygulamaların çocukların aritmetik hikâye problemlerini çözme süreçlerinde bağımsız düşüncelerine ve bütünsel değerlendirme yapabilmelerine olanak sağladığı görülmüştür. Bu tür uygulamaların problem çözme ve akıl yürütmeye dayalı bilişsel süreçleri desteklediği açıkça ortaya konmuştur. Benzer biçimde, Halim vd. (2022) tarafından geliştirilen “Let’s Calculate Kids” adlı mobil öğrenme uygulaması da çocukların matematiksel kavramlara ilgisini artırmış, öğrenmeyi daha anlamlı hale getirmiştir.

Çalışmada elde edilen yüksek etki büyüklüğü, alanyazında PMRI gibi yapılandırmacı yaklaşımların sunduğu başarı düzeylerinden daha yüksektir (Saleh vd., 2018). Bu durum, AG destekli etkinliklerin soyut kavramları somutlaştırma becerisiyle doğrudan ilişkili olabilir. Nitekim, Fan vd., (2020) ve Gecu-Parmaksız ve Delialioğlu (2018) gibi çalışmalar, AG’nin uzamsal düşünme, sıralama ve problem çözme gibi becerilerde gelişim sağladığını göstermiştir.

Erken matematiksel akıl yürütme becerileri ile ilgili olarak, Özgür (2023) ve Küçükkelepçe (2020) gibi araştırmalar yürütücü işlevler, görsel algı ve dil gelişimi gibi faktörlerin bu becerileri şekillendirdiğini belirtmiştir. Araştırmada kullanılan AG etkinliklerinin çoklu duyuşsal, görsel-işitsel ve etkileşimli doğası, tam da bu bilişsel alanları harekete geçirmiş olabilir. Espy vd. (2004) ve Berg ve McDonald (2018) gibi araştırmalarda da matematiksel akıl yürütmenin kısa süreli bellek, dikkat ve görsel-uzamsal işleme becerileri ile yakından ilişkili olduğu gösterilmiştir. AG teknolojisi, bu bilişsel sistemleri aktif hale getirerek matematiksel düşünmeyi doğal biçimde desteklemiştir. Ayrıca Yayla (2022) ve Vanluydt vd. (2021) gibi örüntü ve desen tanıma temelli çalışmalar da akıl yürütme becerileri ile örüntü tanıma arasındaki güçlü korelasyonu ortaya koymuştur. Çalışmadaki örüntü, ilişki kurma, karşılaştırma gibi becerileri geliştirmeyi hedefleyen AG etkinlikleri, bu tür bilişsel yapıları destekleyerek öğrenme sürecine somut katkı sağlamıştır.

Alanyazındaki birçok çalışmada (Altınkaynak, 2023; Dilek-Eryiğit vd., 2025; Tanrıverdi, 2022; Wang vd., 2024) AG uygulamalarının sadece bilişsel değil, aynı zamanda duyuşsal boyutları da (motivasyon, ilgi, katılım) güçlendirdiği gösterilmiştir. Özellikle Gözlem sonuçlarında çocukların öğrenme sürecine aktif katılım göstermesi, duyuşsal bağlılık kurması ve matematiğe olan ilgisinin artması, bu çalışmaları desteklemektedir. Ayrıca, Parviainen vd.

(2023) çalışmasında öğretmenlerin erken yaş grubunda akıl yürütme gibi karmaşık bilişsel becerilere yeterince yer vermediği ortaya konmuştur. Bu durum, geleneksel uygulamaların bu alandaki yetersizliğini ortaya koyarken, bu çalışma AG destekli ortamların bu eksikliği telafi edebilecek nitelikte olduğunu göstermektedir.

Yapılan AG destekli matematik etkinlikleri, çocukların erken matematiksel akıl yürütme becerilerinde belirgin gelişmeler sağlamıştır. Problem çözme (Yüce & Sezer, 2021), örüntü kurma (Rittle-Johnson vd., 2019; Vanluydt vd. 2021) karşılaştırma gibi bilişsel süreçleri içeren etkinlikler, etkileşimli senaryolar ve dinamik görseller aracılığıyla çocukların kavramlar arası ilişkileri keşfetmelerine imkân tanımıştır. Özellikle 3D modeller ve animasyonlar sayesinde matematiksel kavramların somutlaştırılması (Bacca vd., 2018), çocukların sebep–sonuç ilişkileri kurarak akıl yürütme becerilerini uygulamalı biçimde deneyimlemelerini sağlamıştır. Geleneksel yöntemlerin çoğunlukla sunduğu tekil ve sınırlı öğrenme deneyimlerinin aksine, AG ortamları çocuklara farklı senaryolar üzerinden tekrar tekrar deneme, hata yapma, düzeltme ve yeni çözüm yolları geliştirme fırsatı sunmuştur (Stefanidi vd., 2020). Bu öğrenme süreci hem bilişsel esnekliği hem de alternatif düşünme becerilerini güçlendirmiştir. Ayrıca, etkinliklerin MEB Okul Öncesi Eğitim Programı’ndaki “örüntü oluşturma”, “ilişki kurma”, “karşılaştırma yapma” ve “problem çözme yolları geliştirme” gibi kazanımlarla doğrudan örtüşmesi, akıl yürütme becerilerinin yaşa uygun biçimde derinlemesine işlenmesine olanak tanımıştır. Bu bütünlük yapı, çocukların üst düzey düşünme becerilerini oyun temelli ve etkileşimli bir ortamda doğal biçimde geliştirmelerine katkı sağlamıştır.

Sonuç olarak, bu araştırmada elde edilen bulgular hem ulusal hem de uluslararası alanyazındaki sonuçlarla tutarlıdır. AG destekli matematik etkinlikleri, erken çocukluk döneminde matematiksel akıl yürütme becerilerini yalnızca desteklemekle kalmamış, aynı zamanda bilişsel, duyuşsal ve pedagojik açılardan da öğrenme ortamını zenginleştirmiştir. Özellikle örüntü kurma, karşılaştırma, sıralama ve problem çözme gibi alt becerilerin geliştirilmesinde AG teknolojisinin güçlü bir araç olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırma bulguları, erken yaşta akıl yürütme becerilerini geliştirmeyi hedefleyen eğitim programlarında artırılmış gerçekliğin hem etkili hem de sürdürülebilir bir alternatif sunduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

AG Teknolojisi Destekli Matematik Etkinliklerinin Çocuklardaki Etkileşimleri

On hafta süren uygulamaya ilişkin gözlemler, çocukların ilgi ve dikkat sürelerinde artış, aktif etkileşim (öğretmen ve akranlarla) ve coşkulu katılım gösterdiklerini ortaya çıkarmıştır. Araştırma kapsamında yapılan gözlemler ve çocukların kendi ifadeleri, AG destekli matematik etkinliklerinin okul öncesi dönemde öğrenme sürecini çocuklar için eğlenceli, ilgi çekici ve

tekrarlanmak istenen bir deneyime dönüştürdüğünü ortaya koymuştur. Üç boyutlu nesnelerin görünmesi, sayıların animasyonlarla canlandırılması ve hayvan sesleri gibi duyuşal öğelerin entegre edilmesi, çocukların dikkatini çekmiş ve içsel motivasyonlarını artırmıştır. Bu durum, Dilek-Eryiğit vd. (2025) çalışmasında da ortaya konduğu gibi, AG ortamlarının çocukların öğrenme motivasyonunu ve duyuşal katılımını artırdığı yönündeki bulgularla örtüşmektedir.

Kontrol grubuna uygulanan beş haftalık AG destekli matematik etkinlikleri, çocukların etkileşim düzeylerinde belirgin bir iyileşme sağlamıştır. Süreç boyunca çocukların hem akranları hem öğretmenleri hem de öğrenme materyalleriyle daha fazla etkileşim kurdukları gözlenmiştir. Bu durum, AG ortamlarının çocukların dikkatini çekerek derse aktif katılımı artırdığı ve sosyal etkileşimi güçlendirdiği yönündeki alanyazın bulgularını desteklemektedir (Yao vd., 2025; Kayaduman & Sağlam, 2024). Geleneksel yöntemlerde genellikle pasif alıcı konumunda kalan çocukların, AG ile sunulan üç boyutlu ve etkileşimli içerikler sayesinde öğrenme sürecinde daha aktif rol aldıkları ve materyalleri keşfetmeye yönelik istekliliklerinin arttığı görülmüştür (Yao vd., 2025).

Araştırmanın sonuçlarıyla benzer olarak; Wang vd. (2024) ile Redondo vd. (2022) tarafından yapılan çalışmalarda da AG uygulamalarının çocukların öğrenmeye yönelik ilgisini ve bilişsel katılım düzeyini artırdığı görülmektedir. Bu bulgular, çocukların öğrenmeye yönelik olumlu tutum geliştirdiğini ve öğrenme sürecini aktif biçimde deneyimlediğini göstermektedir. Söz konusu motivasyonel yükseliş, Fan vd. (2020) ve Huang vd. (2016) çalışmalarında da vurgulanmış ve AG ortamlarının öğrenme başarısında anlamlı iyileşmelere neden olduğu raporlanmıştır.

Gözlemlerde dikkat çeken bir diğer unsur, çocukların AG etkinliklerine yönelik anlamlandırma düzeyinin yüksek olmasıdır. Sayılarla yapılan etkileşimlerin sadece görsel değil aynı zamanda kavramsal olarak da farkındalık yarattığı, örneğin “sayı büyüyünce nesne de büyüyor” gibi ilişkiler kurulduğu gözlenmiştir. Bu durum, Zhou vd. (2020) ve Gecu-Parmaksız ve Delialioğlu (2018) gibi çalışmalarda da vurgulanan, AG’nin uzamsal düşünme ve problem çözme becerilerini destekleme yönündeki etkisini doğrulamaktadır. Bunların yanında Dalim vd. (2016) ve Rambli vd. (2013) gibi çalışmalarda AG’nin ergonomik tasarımının çocuk kullanıcılar için sade, hızlı ve sezgisel olması gerektiğine dikkat çekmiştir.

AG teknolojisinin çocuklarda güçlü bir ilgi oluşturmaya rağmen, bazı çocukların teknolojik ortama fazla odaklandığı ve dikkatlerini öğrenme hedefinden zaman zaman uzaklaştırabildiği de gözlemlenmiştir. Bu tür durumlar, Yılmaz vd. (2017) ve Bujak vd. (2013) gibi çalışmalarda da raporlanmış ve öğretmen rehberliğinin dijital materyallerin etkili kullanımında belirleyici olduğu vurgulanmıştır.

Sonuç olarak; çocukların AG destekli matematik öğrenme deneyimlerine ilişkin gözlemler, bu teknolojinin dikkat çekici, motive edici ve eğlenceli öğrenme ortamları sunduğunu göstermektedir. Üç boyutlu, sesli ve etkileşimli içerikler, çocukların öğrenmeye aktif olarak katılmasını sağlamış, anlamlı öğrenme yaşantıları oluşturmuştur. Ancak, bu olumlu deneyimlerin sürdürülebilirliği için teknik altyapının güçlendirilmesi, ergonomik tasarım iyileştirmeleri yapılması ve öğretmen rehberliğinin güçlendirilmesi gerektiği açıktır. Alanyazındaki çalışmalarla tam uyum gösteren bu bulgular, AG teknolojisinin potansiyelini ortaya koyarken, aynı zamanda eğitim ortamlarında verimli uygulanabilmesi için dikkat edilmesi gereken noktaları vurgulamıştır.

Çocukların AG Teknoloji Destekli Matematik Öğrenme Deneyimlerine İlişkin Görüşleri

Araştırma kapsamında Çocuklarla gerçekleştirilen odak grup görüşmeleri, AG destekli matematik etkinliklerinin okul öncesi dönemde yalnızca bilişsel açıdan değil, aynı zamanda motivasyonel, duysal ve sosyal yönleri de etkilediğini ortaya koymuştur. Görüşmelerde, çocukların çoğu AG uygulamalarını “eğlenceli”, “canlı”, “dokunulabilir”, “gerçek gibi” ifadeleriyle tanımlamış; özellikle rakamların canlanması, 3B nesnelerin hareket etmesi, hayvan seslerinin duyulması gibi çoklu duyuya hitap eden özellikleri beğendiklerini dile getirmişlerdir. Örneğin, “Parmaklarımla sayıları yazdım, dokunduğum sayılar zıpladı” (Ç7) veya “Boyadığım üçgenler canlandı, çok eğlenceliydi” (Ç5) gibi ifadeler, çocukların öğrenmeye yalnızca zihinsel değil duysal olarak da dâhil olduklarını göstermektedir.

Çalışmanın sonuçları alanyazında artırılmış gerçekliğin öğrenme sürecinde motivasyonu artırıcı etkisini vurgulayan birçok çalışmayla paralellik göstermektedir (Dilek-Eryiğit vd., 2025; Ibáñez, vd., 2020; Küçük vd., 2017). Özellikle oyunlaştırılmış etkileşimler ve çocukların doğrudan nesnelerle temas kurması, öğrenme sürecini anlamlı hale getirmiştir. Bu durum, Garzon vd. (2020) ve Erbaş ve Demirel (2014)’in vurguladığı gibi çoklu duysal öğrenme ortamlarının kalıcı öğrenmeye olan katkısını destekler niteliktedir. Özellikle “dokununca elimdeydi, gerçek gibiydi” (Ç2) veya “sanki ekran parmaklarım gibi” (Ç6) gibi ifadeler, AG’nin soyut matematiksel kavramları somutlaştırma işlevini (Bacca vd., 2018) ve çocukların algısal bütünlüğünü destekleme etkisini açık biçimde ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, çocukların bu deneyimleri sırasında çeşitli teknik ve ergonomik sınırlılıklara da dikkat çektikleri görülmüştür. “Tableti uzun süre tutamıyorum” (Ç9) veya “çok geç açılıyor” (Ç3) gibi ifadeler, teknolojinin sınıf içinde uygulanabilirliğini kısıtlayabilecek yapısal problemlere işaret etmektedir. Bu bulgular, Arena vd. (2022), Villagran-Vizcarra vd. (2023) ve Dalim vd. (2016) gibi araştırmalarda da vurgulanan altyapı, erişim ve ergonomi sorunlarıyla örtüşmektedir. Bu nedenle AG’nin sunduğu avantajların sınıf ortamında etkili

biçimde kullanılabilmesi için öğretmen rehberliği, uygun materyal seçimi ve teknolojik hazırlık önem arz etmektedir.

Görüşmelerde yer alan bir diğer dikkat çekici unsur ise çocukların AG deneyimlerini sosyal ve duygusal yönleriyle de tanımlamalarıdır. “İlk kez böyle bir etkinlik yaptım, çok heyecanlıyım. Evde tabletim yok” (Ç10) ifadesi, teknolojik araçlara erişimin sınırlı olduğu sosyoekonomik düzeylerde AG uygulamalarının çocuklara sunduğu deneyimin ne kadar çarpıcı olduğunu göstermektedir. Bu durum, Fan vd. (2020) ve Motahar vd. (2018) çalışmalarında da vurgulandığı gibi, AG’nin eşitsiz öğrenme ortamlarında dikkat, ilgi ve erişim açısından dengeleyici bir rol üstlenebileceğini göstermektedir. Ayrıca AG’nin çocuklar arasında ortak etkileşim ve iş birliğini teşvik ettiği, akran ilişkilerini güçlendirme potansiyeli taşıdığı da ifade edilebilir (Mulvey vd., 2017; Wu vd., 2013)

Özetle, çocuk görüşmeleri, artırılmış gerçekliğin öğrenme ortamlarında dikkat çekicilik (Goff vd., 2018), anlamlı öğrenme (Parmaxi & Demetriou, 2020), yaratıcı düşünmeyi teşvik etme (Pellas vd., 2019) ve öğrenmeye duygusal bütünlük kazandırma (Bacca vd., 2018) gibi çok yönlü faydalarını uygulamalı biçimde ortaya koymaktadır. Çocukların “bir daha yapmak istemeleri” ve “heyecan verici bulmaları”, yalnızca geçici bir merak duygusunu değil, aynı zamanda teknolojiyle bütünleşen pedagojik yapıların kalıcı ve motive edici etkisini de yansıtmaktadır. Bununla birlikte, yaşanan teknik aksaklıkların ve ergonomik sınırlılıkların giderilmesi, bu uygulamaların sınıf içi entegrasyonunu daha etkili kılacaktır.

Buna karşılık, çocukların ses duyulmama, tableti uzun tutmanın zor olması, uygulamanın yavaş açılması gibi ergonomik ve teknik zorlukları ifade etmeleri, AG teknolojisinin sınıfta uygulanabilirlik açısından halen iyileştirilmesi gereken yönleri olduğunu göstermektedir. Arena vd. (2022) ile Villagran-Vizcarra vd. (2023) sistematik incelemeleri de benzer teknik ve altyapı sorunlarına dikkat çekmektedir.

Elde edilen tüm bulgular AG teknolojisi destekli matematik etkinliklerinin okul öncesi çocukların hem erken matematik yetenekleri hem de matematiksel akıl yürütme becerilerini anlamlı ve yüksek düzeyde geliştirdiğini ortaya koymuştur. Deneysel veriler, AG uygulamalarının sayı, örüntü, karşılaştırma ve problem çözme gibi temel matematiksel kavramların öğretiminde etkili olduğunu; bilişsel süreçlerin yanı sıra dikkat, bellek ve yürütücü işlevler gibi alanlarda da gelişimi desteklediğini göstermiştir. Gözlem verileri ve çocuk görüşmeleri de bu bulguları desteklemekte; çocukların etkinliklere yüksek düzeyde dikkat ve ilgi gösterdiğini, akranları ve öğretmenleriyle daha fazla etkileşim kurduğunu ve öğrenme sürecini eğlenceli, motive edici ve anlamlı bir deneyim olarak yaşadığını ortaya koymaktadır. Ayrıca AG teknolojisi, öğrenme ortamlarını üç boyutlu, etkileşimli ve çoklu duyuya hitap eden

bir yapıya kavuşturarak hem pedagojik hedeflerle örtüşmekte hem de okul öncesi eğitim programının kazanımlarını desteklemektedir. Bununla birlikte, teknik altyapı, ergonomik tasarım ve öğretmen rehberliği gibi bileşenlerin sürecin başarısında belirleyici olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Sonuç olarak, AG teknolojisi erken çocukluk döneminde matematik öğretimine yenilikçi, etkili ve sürdürülebilir bir alternatif sunmakta; çocukların bilişsel ve duyuşsal gelişimlerine bütüncül katkılar sağlamaktadır.

Öneriler

Bu araştırmada AG destekli matematik etkinliklerinin, okul öncesi dönem çocuklarının erken matematik yeteneği ile erken matematiksel akıl yürütme becerilerine etkisi incelenmiş ve elde edilen bulgular doğrultusunda aşağıdaki öneriler sunulmuştur.

Araştırmacılar İçin Öneriler

Çalışmada özellikle sayı tanıma, karşılaştırma, örüntü kurma ve problem çözme becerilerinde anlamlı gelişmeler gözlenmiştir. Ancak araştırma yalnızca beş yaş grubuyla sınırlı tutulmuştur. Bu nedenle, ilerleyen çalışmalarda AG destekli etkinliklerin ilköğretim, özel eğitim gereksinimi olan çocuklar veya farklı yaş gruplarındaki öğrenciler üzerindeki etkilerinin incelenmesi önerilmektedir.

Araştırma sürecinde, AG uygulamalarının çocukların motivasyonunu belirgin biçimde artırdığı, ancak bazı öğrencilerin teknolojik öğelere fazlaca odaklanarak zaman zaman öğrenme hedefinden uzaklaştıkları gözlenmiştir. Bu durum, öğretmen rehberliğinin ve etkinlik akışının dikkatle planlanmasının önemini ortaya koymaktadır. Gelecek araştırmalarda, AG uygulamalarının dikkat ve odaklanma süreçlerine etkisinin yanı sıra, farklı süre ve içerik yapılandırmalarının öğrenme çıktıları üzerindeki etkilerinin karşılaştırıldığı deneysel desenler kullanılabilir.

Farklı bilişsel alanlara (ör. uzamsal düşünme, bilgi işlemsel düşünme vb.) odaklanan AG destekli uygulamaların etkilerinin araştırılması, bu teknolojinin bilişsel gelişimdeki çok yönlü rolünü anlamak açısından önemlidir. Ayrıca, erken çocukluk eğitiminde AG uygulamalarının uzun vadeli etkilerini izlemek amacıyla boylamsal çalışmalar yürütülmesi hem bilişsel hem de duyuşsal gelişim (öğrenmeye karşı ilgi, tutum, motivasyon vb.) açısından zengin veriler sağlayacaktır.

Uygulayıcılar İçin Öneriler

Okul öncesi eğitim kurumlarında görev yapan öğretmenlerin, matematik etkinliklerinde AG teknolojisini oyun temelli yaklaşımlarla entegre etmeleri, öğrenme sürecini destekleyici bir

yaklaşım olarak görülmektedir. Uygulama sürecinde yalnızca içeriğin doğruluğu değil; çocukların dikkat süresi, görsel-işitsel yük ve ergonomik faktörlerin de dikkate alınmasının, etkinliklerin etkililiğini artırabileceği düşünülmektedir. Çalışma sürecindeki gözlemler, sadeleştirilmiş arayüzlerin ve hızlı tepki veren uygulamaların çocuk deneyimini olumlu etkilediğini göstermiştir. Bu doğrultuda, sınıf ortamında teknik donanımın yeterliliği ile ergonomik tablet kullanımına yönelik düzenlemelerin yapılması önerilmektedir.

AG teknolojisinin etkili kullanımını desteklemek amacıyla, öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik hizmet içi eğitim programlarının planlanması yararlı olabilir. Araştırma süresince elde edilen gözlemler, öğretmen rehberliğinin AG etkinliklerinin öğrenme hedeflerine ulaşmasında önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle, öğretmenlerin uygulama süreci boyunca yönlendirici ve destekleyici bir rol üstlenmelerinin öğrenme çıktıları üzerinde olumlu etkiler yaratabileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Abalı-Öztürk, Y., & Şahin, Ç. (2015). Matematiğe ilişkin akademik başarı - özyeterlilik ve tutum arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 31, 343-366. <https://doi.org/10.9761/JASSS2621>
- Abidin, Z., Sutama, Herman, T., Jupri, A., Farokhah, L., Apuanor, & Sonedi. (2021). Gifted children's mathematical reasoning abilities on problem-based learning and project-based learning literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1720, 012018. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1720/1/012018>
- Ahmad, N., & Junaini, S. N. (2020). Augmented reality for learning mathematics: A systematic literature review. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(16), 106-122. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i16.14961>
- Aktaş-Arnas, Y. (2013). *Okul öncesi dönemde matematik eğitimi*. Vize.
- Albayrak, S., & Yilmaz, R. M. (2022). An investigation of pre-school children's interactions with augmented reality applications. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 38(2), 165-184. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.040>
- Allen, M. (2017). Designing online asynchronous information literacy instruction using the ADDIE model. In *Distributed learning* (pp. 69-91). Chandos Publishing.
- Allsop, Y. (2016). A reflective study into children's cognition when making computer games. *British Journal of Educational Technology*, 47(4), 665-679. <https://doi.org/10.1111/bjet.12251>
- Almelhi, A. M. (2021). Effectiveness of the ADDIE model within an E-learning environment in developing creative writing in EFL students. *English Language Teaching*, 14(2), 20-36. <https://doi.org/10.5539/elt.v14n2p20>
- Althouse, R. (1995). *Mathematics in early childhood*. Teachers College Press.
- Altınkaynak, H. (2023). *Okul öncesi eğitimde artırılmış gerçeklik: quiver uygulamasının fen öğrenimine etkisi*. (Tez No. 825850) [Yüksek lisans tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi-Burdur]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Altınpulluk, H. (2018). *Açık ve uzaktan öğrenmede evrensel tasarım ilkeleri çerçevesinde artırılmış gerçeklik kullanılabilirliği*. (Tez No. 531761) [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi-Eskişehir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Altınpulluk, H., & Kurubacak, G. (2016). MoBip Project: To Raise Awareness about Bipolar Disorder through an 3D Pop-Up Book. In *M-Health Innovations for Patient-Centered Care* (pp. 147-169). IGI Global Scientific Publishing.
- Altıparmak, K., & Öziş, T. (2005). Matematiksel ispat ve matematiksel muhakemenin gelişimi üzerine bir inceleme. *Ege Eğitim Dergisi*, 6(1), 25-37.
- Altun, M., & Bozkurt, I. (2017). A new classification proposal for mathematical literacy problems. *Eğitim ve Bilim*, 42(190). <https://doi.org/10.15390/EB.2017.6916>
- Anthony, G., & Walshaw, M. (2009). Characteristics of effective teaching of mathematics: A view from the West. *Journal of Mathematics Education*, 2(2), 147-164.
- Aral, N. (2022). Dijital dünyada çocuk olmak. *TRT Akademi*, 7(16), 1134-1153.
- Aral, N., Aysu, B., & Kadan, G. (2020). Covid 19 sürecinde çocuklar: Gelişimsel ihtiyaçlar ve öneriler. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(2), 360-379.

- Arena, F., Collotta, M., Pau, G., & Termine, F. (2022). An overview of augmented reality. *Computers*, 11(2), 28. <https://doi.org/10.3390/computers11020028>
- Argon, T., & Akkaya, M. (2018). Ebeveynlerin okul öncesi eğitime ve okul öncesi eğitim kurumlarına yönelik görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 6(2), 413-430. <https://doi.org/10.14527/9786053648819.01>
- Arnold, D. H., & Doctoroff, G. L. (2003). The early education of socioeconomically disadvantaged children. *Annual Review of Psychology*, 54(1), 517-545. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.54.111301.145442>
- Atwood-Blaine, D., & Huffman, D. (2017). Mobile gaming and student interactions in a science center: The future of gaming in science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 45-65. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9801-y>
- Aubrey, C., Godfrey, R., & Dahl, S. (2006). Early mathematics development and later achievement: Further evidence. *Mathematics Education Research Journal*, 18, 27-46. <https://doi.org/10.1007/BF03217428>
- Aunio, P., Hautamäki, J., & Van Luit, J. E. (2005). Mathematical thinking intervention programmes for preschool children with normal and low number sense. *European Journal of Special Needs Education*, 20(2), 131-146.
- Aunio, P., & Korhonen, J., Bashash, L., & Khoshbakht, F. (2014). Mathematical school readiness and early mathematics achievement. *Early Childhood Education Journal*, 42(4), 261–269. <https://doi.org/10.1007/s10643-013-0610-4>
- Aunio, P., & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences*, 20(5), 427–435. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.06.003>
- Aydoğdu, F. (2021). Augmented reality for preschool children: An experience with educational contents. *British Journal of Educational Technology*, 53(2), 326-348. <https://doi.org/10.1111/bjet.13168>
- Azhar, N. H. M., Diah, N. M., Ahmad, S., & Ismail, M. (2019). Development of augmented reality to learn history. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 8(4), 1425-1432. <https://doi.org/10.11591/eei.v8i4.1635>
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Tele operators and 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.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Kinshuk. (2018). Insights into the factors influencing student motivation in augmented reality learning experiences in vocational education and training. *Frontiers in Psychology*, 9, 1486. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01486>
- Bağcı, B., & İvrendi, A. (2016). Türkiye’de okul öncesi dönem matematik becerileri ve eğitimi araştırmaları: Sentez çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(2), 391-424. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.278430>
- Baroody, A. J., & Ginsburg, H. P. (1990). Chapter 4: Children's mathematical learning: A cognitive view. *Journal for Research in Mathematics Education. Monograph*, 4, 51-210. <https://doi.org/10.2307/749912>

- Baroody, A. J., Lai, M. L., & Mix, K. S. (2006). Handbook of research on the education of young children. *Handbook of Research on the Education of Young Children*; Spodek, ONSB, Ed, 187-221.
- Baten, E., & Desoete, A. (2018). Mathematical (dis) abilities within the Opportunity-Propensity Model: The choice of math test matters. *Frontiers in Psychology*, 9, 667. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00667>
- Belmonte-Lopez, J., Moreno-Guerrero, A. J., López-Núñez, J. A., & Hinojo-Lucena, F. J. (2020). Augmented reality in education. *A scientific mapping in Web of Science, Interactive Learning Environments*, 31(4), 1860-1874. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1859546>
- Berg, D. H., & McDonald, P. A. (2018). Differences in mathematical reasoning between typically achieving and gifted children. *Journal of Cognitive Psychology*, 30(3), 281–291. <https://doi.org/10.1080/20445911.2018.1457034>
- Berk, S. (2021). *Okul Öncesinde özel gereksinimi olan ve olmayan çocukların Matematik performanslarının öğretmen görüşüne dayalı olarak belirlenmesi* (Tez No. 671298) [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi-Ankara], Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Bers, M. U. (2010). The TangibleK Robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research & Practice*, 12(2), 1-20.
- Billinghurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001). The magicbook-moving seamlessly between reality and virtuality. *IEEE Computer Graphics and Application*, 21(3), 6-8. <https://doi.org/10.1145/634086.634087>
- Blake, S., Hurley, S., & Arenz, B. (1995). *Mathematical problem solving and young children. Early Childhood Education Journal*, 23(2), 81–87. <https://doi.org/10.1007/BF02353397>
- 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>
- Boulton-Lewis, G. M. (1996). Children's strategy use and interpretations of mathematical representations. *Journal of Mathematical Behavior*, 17(2), 219–237. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(99\)80060-3](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(99)80060-3)
- Bozkurt, G. (2022). Matematik eğitiminde teknoloji odaklı gerçekleştirilen bir proje kapsamında matematik öğretmenlerinin teknolojiye yönelik görüş ve farkındalıklarının incelenmesi. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 196-211. <https://doi.org/10.21666/muefd.951476>
- Brannon, E. M., & Van de Walle, G. A. (2001). The development of ordinal numerical competence in young children. *Cognitive Psychology*, 43(1), 53-81. <https://doi.org/10.1006/cogp.2001.0756>
- Brendefur, J., Strother, S., Thiede, K., Lane, C., & Surges-Prokop, M. J. (2013). A professional development program to improve math skills among preschool children in Head Start. *Early Childhood Education Journal*, 41, 187-195. <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0543-8>
- Brooker, L., & Siraj-Blatchford, J. (2002). 'Click on Miaow!': how children of three and four years experience the nursery computer. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 3(2), 251-273. <https://doi.org/10.2304/ciec.2002.3.2.7>

- Brown, E. D., Garnett, M. L., Velazquez-Mart'in, B. M., & Mellor, T. J. (2018). The art of Head Start: Intensive arts integration associated with advantage in school readiness for economically disadvantaged children. *Early Childhood Research Quarterly*, 45, 204-214. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2017.12.002>
- Brünken, R., Plass, J. L., & Moreno, R. (Eds.). (2010). Current issues and open questions in cognitive load research. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Eds.), *Cognitive load theory* (pp. 253-272). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511844744.014>
- 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>
- Bulut, M., & Borromeo-Ferri, R. (2023). A systematic literature review on augmented reality in mathematics education. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 11(3), 556-572. <https://doi.org/10.30935/scimath/13124>
- Burns, M. S., Donovan, M. S., & Bowman, B. T. (Eds.). (2001). *Eager to learn: Educating our preschoolers*. National Academies.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(1), 3-18. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x>
- Büyüköztürk, Ş. (1998). Kovaryans analizi (Varyans analizi ile karşılaştırmalı bir inceleme). *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 31(1), 33-50. https://doi.org/10.1501/Egifak_0000000247
- Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum*. Pegem Akademi. <https://doi.org/10.14527/9789756802748>
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. K. (2014). A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.018>
- Campbell, F. A., Pungello, E. P., Miller-Johnson, S., Burchinal, M., & Ramey, C. T. (2001). The development of cognitive and academic abilities: growth curves from an early childhood educational experiment. *Developmental Psychology*, 37(2), 231-242. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.37.2.231>
- Can, A. (2018). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Pegem Akademi.
- Carvalho, C. V. de A., & Lemos, B. (2014). Possibilities of augmented reality use in mathematics aiming at a meaningful learning. *Creative Education*, 5(9), 690-700. <https://doi.org/10.4236/ce.2014.59081>
- Cascales, A., Laguna, I., Pérez-López, D., Perona, P., & Contero, M. (2013, July). An experience in natural sciences augmented reality contents for preschoolers. [Conference presentation] In International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality (pp. 103-112). https://doi.org/10.1007/978-3-642-39420-1_12
- Cemelelioğlu-Altın, N. (2019). *Çocuk gelişiminde bir eğitim aracı olarak etkileşimli medya tasarımı ve müze deneyimi*. Çizgi Kitabevi
- Cerqueira, J., Sylla, C., Moura, J. M., & Ferreira, L. (2018). Learning basic mathematical functions with augmented reality. In *Proceedings of the International Conference on Learning and Collaboration Technologies* (pp. 508-513). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-06134-0_53

- Ceylan, M. (2016). *Okul öncesi dönemde erken matematik yeteneği düzeyleri*. (Tez No. 430725) [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi- İzmir], Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Ceylan, M. & Ellez, A. M. (2020). Okul öncesi dönemde erken matematik yeteneği düzeyleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 14(1), 292-315. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.648860>
- Charlesworth, R., & Lind, K. K. (2007). *Math and science for young children*. Wadsworth Cengage Learning.
- Chen, R. W., & Chan, K. K. (2019). Using augmented reality flashcards to learn vocabulary in early childhood education. *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), 1812-1831. <https://doi.org/10.1177/0735633119854028>
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2017). A review of using augmented reality in education from 2011 to 2016. *Innovations in Smart Learning*, 13-18. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2419-1_2,
- Chaudron, S., & Beutel, M. (2015). *Young children (0-8) and digital technology: A qualitative exploratory study across seven countries*. Joint Research Centre.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2007). Early childhood mathematics learning. In F. K. Lester Jr. (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 461–555). Information Age Publishing.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2008). Experimental evaluation of the effects of a research-based preschool mathematics curriculum. *American Educational Research Journal*, 45(2), 443-494. <https://doi.org/10.3102/0002831207312908>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2009). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203883389>
- Clements, D. H., Fuson, K. C., & Sarama, J. (2019). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003083528>
- Clipa, O., & Gavriluță, P. (2017). Early childhood education–parents’ perceptions. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*. In. Edu World 2016 7th International Conference. <http://dx.doi.org/10.15405/epsbs.2017.05.02.210>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Collins, A., & Halverson, R. (2018). *Rethinking education in the age of technology: The digital revolution and schooling in America*. Teachers College Press.
- Copley, J. V. (2000). *The young child and mathematics*. National Association for the Education of Young Children, 1509 16th Street, NW, Washington, DC 20036-1426.
- Coşgun-Demirdağ, M., Küçük, S., & Taşgın, A. (2024). An investigation of the effectiveness of augmented reality technology supported English language learning activities on preschool children. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 41(4), 2410-2423. <https://doi.org/10.1080/10447318.2024.2323278>
- Creswell, J. W., Klassen, A. C., Plano-Clark, V. L., & Smith, K. C. (2011). Best practices for mixed methods research in the health sciences. *Bethesda (Maryland): National Institutes of Health*, 2013, 541-545.
- Creswell, J. W. (2014). *A concise introduction to mixed methods research*. SAGE.

- Cross, C. T., Woods, T. A., & Schweingruber, H. (2009). *Mathematics learning in early childhood: Paths toward excellence and equity*. National Research Council.
- Cullen, C. J., Hertel, J. T., & Nickels, M. (2020). The roles of technology in mathematics education. *The Educational Forum* 84(2), 166-178. Routledge. <https://doi.org/10.1080/00131725.2020.1698683>
- Curtis, R., Okamoto, Y., & Weckbacher, L. M. (2009). Preschoolers' use of count information to judge relative quantity. *Early Childhood Research Quarterly*, 24(3), 325-336. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2009.04.003>
- Çelik, M. (2022). Türkiye'de okul öncesi matematik eğitimi araştırmalarının betimsel içerik analizi: 2016-2020. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 315-332. <https://doi.org/10.21666/muefd.973234>
- Çetin, A. (2019). *Erken okuryazarlık becerileri eğitim programının erken okuryazarlık ve erken matematik becerileri üzerine etkisinin incelenmesi* (Tez No. 430725) [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi-Ankara], Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- 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 öğrenme. *Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Dergisi*, 6(2), 50-57.
- Dalim, C. S. C., Dey, A., Piumsomboon, T., Billinghamurst, M., & Sunar, S. (2016, September). TeachAR: An interactive augmented reality tool for teaching basic English to non-native children. In *2016 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct)* (pp. 82-86). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct.2016.0046>
- Dalim, C. S. C., Sunar, M. S., Dey, A., & Billinghamurst, M. (2020). Using augmented reality with speech input for non-native children's language learning. *International Journal of Human-Computer Studies*, 134, 44-64. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.10.002>
- Daugherty, M., K., Carter, V., & Swagerty, L. (2014). Elementary STEM education: The future for technology and engineering education? *The Journal of STEM Teacher Education*, 49(1), 45–56. <https://doi.org/10.30707/JSTE49.1Daugherty>
- Davidavičienė, V., Raudeliūnienė, J., & Viršilaitė, R. (2021). Evaluation of user experience in augmented reality mobile applications. *Journal of business economics and management*, 22(2), 467-481. <https://doi.org/10.3846/jbem.2020.13999>
- Demir, B. (2022). *Artırılmış gerçeklik destekli eğitsel oyuncakların okul öncesi İngilizce öğretiminde kullanımının incelenmesi*. (Tez No. 748743) [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi-Erzurum]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Dilek-Eryiğit, C., Kucuk, S., & Tasgin, A. (2025). Impact of augmented reality technology on geometry skills and motivation of preschool children. *Education and Information Technologies*, 1-26. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13631-4>
- Donhost, M., J., & Anfara, V., A., Jr. (2010). Data-driven decision making. *Middle School Journal*, 42(2), 56–63. <https://doi.org/10.1080/00940771.2010.11461758>
- Dorouka, P., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2020). Tablets and apps for promoting robotics, mathematics, STEM education and literacy in early childhood education. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 14(2), 255-274. <https://doi.org/10.1504/IJMLO.2020.106179> .

- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
- Durualp, E., Aral, N. (2015). Oyunun Gelişimi ve Türleri. A. B. Aksoy içinde *Okul öncesi Eğitimde Oyun* (s. 231-254). Hedef CS.
- Ekinci-Vural, D., & Kocabaş, A. (2016). Okul öncesi eğitim ve aile katılımı. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(59), 1174-1185. <https://doi.org/10.17755/esosder.64697>
- Enu, J. A. O. K., Agyman, O. K., & Nkum, D. (2015). Factors influencing students' mathematics performance in some selected colleges of education in Ghana. *International Journal of Education Learning and Development*, 3(3), 68-74.
- Epstein, A. S. (2015). Using technology appropriately in the preschool classroom. *Exchange Focus*, 28(1), 1-19.
- Erbaş, C., & Demirel, V. (2019). The effects of augmented reality on students' academic achievement and motivation in a biology course. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(3), 450-458. <https://doi.org/10.1111/jcal.12350>
- Erdem, E. (2011). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel ve olasılıksal muhakeme becerilerinin incelenmesi*. (Tez No. 419698) [Yüksek lisans tezi, Adıyaman Üniversitesi-Adıyaman]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Erdoğan, S., & Baran, G. (2003). Erken çocukluk döneminde matematik. *Eğitim ve Bilim*, 28(130), 32-40.
- Erdoğan, S. & Baran, G. (2006). Erken Matematik Yeteneği Testi-3 (Tema-3)'ün 60-72 aylar arasında olan çocuklar için uyarlama çalışması. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 31(332), 32-38.
- Ergül, A. (2014). *Erken matematiksel akıl yürütme becerileri değerlendirme aracı geliştirilmesi*. (Tez No. 359002) [Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Ergül, A., & Artan, İ. (2015). Erken matematiksel akıl yürütme becerilerinin incelenmesi. *Journal of Theoretical Educational Science*, 8(4), 454-485. <https://doi.org/10.5578/keg.8984>
- Ernest, P. (2018). The ethics of mathematics: Is mathematics harmful? In P. Ernest (Ed.), *The philosophy of mathematics education today* (pp. 187-216), Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77760-3_12
- Esi, A. (2017). Matematik ve sanat. *Journal of Awareness (JoA)*, 2, 515-522.
- Espitia, A. C. S., Otálora, Y., & Osorio, H. T. (2022). Aprendizaje del conteo y los números naturales en preschooler: una revisión sistemática de la literatura. *Universitas Psychologica*, 21, 1-16. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy21.acnn>
- Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 465-486. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2601_6
- 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>

- Fanari, R., Meloni, C., & Massidda, D. (2019). Visual and spatial working memory abilities predict early math skills: A longitudinal study. *Frontiers in Psychology*, 10, 2460. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02460>
- Fatima, S. (2008). *Reasoning ability of adolescent students*. Discovery Publishing House.
- Feng, Z., Gong, C., Jiao, X., Liu, Z., & Cai, S. (2022, July). The effects of AR learning environment to preschool children's numerical cognition. In *2022 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 352-356). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICALT55010.2022.00110>
- Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers & Education*, 63, 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.016>
- Field, A. P. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). Sage Publications.
- Fonseca, L. (2018). Mathematical reasoning and proof schemes in the early years. *Journal of the European Teacher Education Network*, 13, 34-44.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). New York.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education: China lectures*. Springer.
- Furlong, M., McLoughlin, F., McGilloway, S., & Geary, D. (2016). Interventions to improve mathematical performance for children with mathematical learning difficulties (MLD). *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2016(4), CD012130. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012130>
- Fuson, K. C. (2019). Relating math words, visual images, and math symbols for understanding and competence. *International Journal of Disability, Development and Education*, 66(2), 119-132. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2018.1535109>
- Garzon, J. (2021). An overview of twenty-five years of augmented reality in education. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(7), 37. <https://doi.org/10.3390/mti5070037>
- Garzón, J., & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244-260. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001>
- Garzón, J., Kinshuk, Baldiris, S., Gutiérrez, J., & Pavón, J. (2020). How do pedagogical Approach es affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and Research synthesis. *Educational Research Review*, 31, 100334. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100334>
- Gecu-Parmaksız, Z. (2017). *Okul öncesi çocuklar için artırılmış gerçeklik etkinlikleri: Geometrik şekilleri anlamanın ve uzamsal becerileri geliştirmenin karşılaştırmalı analizi*. (Tez No. 475084) [Doktora tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gecu-Parmaksız, Z., & Delialioğlu, Ö. (2018). The effect of augmented reality activities on improving preschool children's spatial skills. *Interactive Learning Environments*, 28(7), 876-889. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1546747>
- Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Harvard University Press.
- Ginsburg, H. P., Inoue, N., & Seo, K. H. (1999). Young children doing mathematics: observations of everyday activities. *Mathematics in The Early Years*, 1, 88-99.

- Ginsburg, H., & Baroody, A. (2003). *TEMA-3 examiners manual*. Austin, TX: ProEd
- Ginsburg, H. P. (2004). The importance of early mathematical thinking. In D. H. Clements & J. Sarama (Eds.), *Engaging young children in mathematics* (pp. 3–10). Lawrence Erlbaum.
- Ginsburg, H. P., Kaplan, R. G., Cannon, J., Cordero, M. I., Eisenband, J. G., Galanter, M., & Morgenlander, M. (2006). Helping early childhood educators to teach mathematics. In M. Zaslow & I. Martinez-Beck (Eds.), *Critical issues in early childhood professional development* (pp. 171–202). Paul H. Brookes Publishing Co.
- 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. *Society for Research in Child Development* 22(1), 3–22. <https://doi.org/10.1002/j.2379-3988.2008.tb00054.x>
- Goff, E. E., Mulvey, K. L., Irvin, M. J., & Hartstone-Rose, A. (2018). Applications of augmented reality in informal science learning sites: A review. *Journal of Science Education and Technology*, 27(5), 433-447 <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9734-4>
- Goodwin, K. (2018). *Dijital dünyada çocuk büyütmek: Teknolojiyi doğru kullanmanın yolları*. Aganta Kitap.
- Gormley, W. T. (2007). Early childhood care and education: Lessons and puzzles. *Journal of Policy Analysis and Management*, 26(3), 633-671. <https://doi.org/10.1002/pam.20269>
- Göncü, H. B. (2020). *Tahmin becerilerinin geliştirilmesinin 60-72 aylık çocukların akıl yürütme ve sezgisel matematik yeteneklerine etkisi*. (Tez No. 607937) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gönen, M., & Dalkılıç, N. (1998). Okul öncesi eğitime genel bir bakış. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 31(1), 41–50.
- Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2017). *Statistics for the behavioral sciences* (10th ed.). Cengage Learning.
- Gray, S. A., & Reeve, R. A. (2016). Number-specific and general cognitive markers of preschoolers' math ability profiles. *Journal of Experimental Child Psychology*, 147, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.02.004>
- Guarnera, M., & D'Amico, A. (2014). Training of attention in children with low arithmetical achievement. *Europe's Journal of Psychology*, 10(2). <https://doi.org/10.5964/ejop.v10i2.744>
- Gustafson, K. L., & Branch, R. M. (2002). What is instructional design. *Trends and Issues in Instructional Design and Technology*, 2, 10-16.
- Güven, G., Yumugan, S., & Sakarya, O. (2025). 2024 Maarif modeli ile Türk kültürünün okul öncesi eğitimde yeniden yorumlanması. *Ulusal Eğitim Dergisi*, 5(2), 20258. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14843224>
- Halford, G. S. (2014). *Children's understanding: The development of mental models*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781315801803>
- Halim, S. N., Zamri, M. B., Azli, N. M., Ali, M. H. M., & Hani, M. (2022). Let's calculate kids: the development of 3d augmented reality mobile learning apps to enhance learning engagement in basic calculation for preschools. *Multidisciplinary Applied Research and Innovation*, 3(1), 60-69.
- Hanafi, A., Elaachak, L., Bouhorma, M., & Bennis, E. K. (2019, October). Safe laboratory practices & Procedures introduced to the students through an augmented reality

- application. In *Proceedings of the 4th International Conference on Smart City Applications* (pp. 1-7). <https://doi.org/10.1145/3368756.3369042>
- Hansen, E. K. S. (2021). Students' agency, creative reasoning, and collaboration in mathematical problem solving. *Math Ed Res J.* [Advance Online Publication]. <https://doi.org/10.1007/s13394-021-00365-y>
- Healey, J. F. (2014). *Statistics: A tool for social research* (10th ed.). Cengage Learning.
- Heckman, J. J. (2000). *Invest in the very young* [working paper. Ounce of Prevention Fund.
- Heft, T., & Swaminathan, S. (2002). The effects of computers on the social behavior of preschoolers. *Journal of Childhood Education*, 16, 162-174. <https://doi.org/10.1080/02568540209594982>
- Huang, Y., Li, H., & Fong, R. (2016). 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>
- Huang, P., & Yang, X. (2020). Research on the application of augmented reality technology into the educational activities of kindergarten's number concept. *Creative Education*, 11(12), 2722-2729. <https://doi.org/10.4236/ce.2020.1112199>
- Huang, Q., Zhang, X., Liu, Y., Yang, W., & Song, Z. (2017). The contribution of parent-child numeracy activities to young Chinese children's mathematical ability. *British Journal of Educational Psychology*, 87(3), 328-344. <https://doi.org/10.1111/bjep.12152>
- Hughes, E. M., Riccomini, P. J., & Lee, J. Y. (2020). Investigating written expressions of mathematical reasoning for students with learning disabilities. *The Journal of Mathematical Behavior*, 58, 100775. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100775>
- Hunting, R. P. (2003). Part-whole number knowledge in preschool children. *The Journal of Mathematical Behavior*, 22(3), 217-235. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(03\)00021-X](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(03)00021-X)
- Ibáñez, M. B., Uriarte Portillo, A., Zatarain Cabada, R., & Barrón, M. L. (2020). Impact of augmented reality technology on academic achievement and motivation of students from public and private Mexican schools. A case study in a middle-school geometry course, *Computers & Education*, 145, 103734, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103734>
- Ibhaze, F. O. (2018). Early childhood relationships: the foundation for a sustainable future. *International Journal of Research and Review*, 5(2), 22-28.
- Ibili, 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>
- Ikemoto, G. S., & Marsh, J. A. (2007). Cutting through the "data-driven" mantra: Different conceptions of data-driven decision making. *Yearbook of the National Society for the Study of Education*, 106(1), 105-131. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7984.2007.00099.x>
- Jamieson, J. (2004). Analysis of covariance (ANCOVA) with difference scores. *International Journal of Psychophysiology*, 52(3), 277-283. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2003.12.009>

- Jeannotte, D., & Kieran, C. (2017). A conceptual model of mathematical reasoning for school mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 96, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s10649-017-9761-8>
- Jeffri, N. F. S., & Rambli, D. R. A. (2017). Design and development of an augmented reality book and mobile application to enhance the hand writing-instruction for preschoolchildren. *Open Journal of Social Sciences*, 5(10), 361-371. <http://dx.doi.org/10.4236/jss.2017.510030>
- Jensen, P., & Sjö, N. M. (2024). The effects of a large-scale school readiness intervention on Danish preschool children's emergent mathematics skills. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 68(3), 488-503. <https://doi.org/10.1080/00313831.2022.2148281>
- Jitendra, A. K., Nelson, G., Pulles, S. M., Kiss, A. J., & Houseworth, J. (2016). Is mathematical representation of problems an evidence-based strategy for students with mathematics difficulties? *Exceptional Children*, 83(1), 8–25. <https://doi.org/10.1177/0014402915625062>
- 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>
- Kalicki, M., Belson, S. I., McClave, R., & Snelling, A. (2019). Healthy educators, healthy children: A pathway to lifelong health starts in early childhood. *Journal of Education and Human Development* 8(4), 31-35. <https://doi.org/10.15640/jehd.v8n4a5>
- Kanbur, B. N. (2022). *Okul öncesi dönemi çocuklarında sosyal problem çözme becerilerini geliştirmek: Artırılmış gerçeklik destekli etkinlik planı önerisi*. (Tez No. 751010) [Yüksek lisans tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi-Çanakkale], Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Kang, S., Shokeen, E., Byrne, V. L., Norooz, L., Bonsignore, E., Williams-Pierce, C., & Froehlich, J. E. (2020, April). ARMath: Augmenting everyday life with math learning. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-15). <https://doi.org/10.1145/3313831.3376252>
- Kayaduman, H., & Sağlam, M. (2024). An examination of the research studies on augmented reality use in preschool education: A bibliometric mapping analysis. *Journal of Research on Technology in Education*, 56(5), 595-615. <https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2186988>
- Kayış, A. (2009). Güvenirlilik analizi. Ş. Kalaycı (Ed.), *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri içinde* (ss. 403–419). Asil Yayın Dağıtım.
- Kılıç, S. (2017). Covariance analysis. *Journal of Mood Disorders*, 7(1), 73–78. <https://doi.org/10.5455/jmood.20161230045344>
- Kilday, C. R., & Kinzie, M. B. (2009). An analysis of instruments that measure the quality of mathematics teaching in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 36, 365-372. www.doi.org/10.1007/s10643-008-0286-8
- Kiourexidou, M., Kanavos, A., Klouvidaki, M., & Antonopoulos, N. (2024). Exploring the role of user experience and interface design communication in augmented reality for education. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(6), 43. <https://doi.org/10.3390/mti8060043>
- Klein, P. S., Adi-Japha, E., & Hakak-Benizri, S. (2010). Mathematical thinking of kindergarten boys and girls: Similar achievement, different contributing processes. *Educational Studies in Mathematics*, 73(3), 233-246. <https://doi.org/10.1007/s10649-009-9216-y>

- Klibanoff, R. S., Levine, S. C., Huttenlocher, J., Vasilyeva, M., & Hedges, L. V. (2006). Preschool children's mathematical knowledge: The effect of teacher "math talk". *Developmental Psychology*, 42(1), 59–69. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.42.1.59>
- Kol, S. (2012). Okul öncesi eğitimde teknolojik araç-gereç kullanımına yönelik tutum ölçeği geliştirilmesi. *Kastamonu Education Journal*, 20(2), 543-554.
- Konca, A. (2020). Velilerin okul öncesi eğitim hakkında görüşlerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(3), 892-902. <https://doi.org/10.31592/aeusbed.804853>
- Ktoridou, D., Eteokleous, N., & Gregoriou, G. (2005, November). Preschoolers developing mathematical understanding through computer-based activities. In *EUROCON 2005-The International Conference on "Computer as a Tool"* (Vol. 1, pp. 787-790). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EURCON.2005.1630050>
- Küçük, S., Yılmaz, R. M., & Göktaş, Y. (2014). Augmented reality for learning English: Achievement, attitude, and cognitive load levels of students. *Education and Science*, 39(176), 393-404. <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2014.3595>
- Küçükkeleşçi, A. (2020). 60–72 ay arasındaki çocukların dil gelişimleri, temel matematiksel akıl yürütme becerileri ve görsel algı düzeylerinin incelenmesi (Tez No. 650590) [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi-Ankara], Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Lai, J. W., & Cheong, K. H. (2022). Adoption of virtual and augmented reality for mathematics education: A scoping review. *IEEE Access*, 10, 13693-13703.
- Lee, J. S., & Ginsburg, H. P. (2007). What is appropriate mathematics education for four-year-olds? Pre-kindergarten teachers' beliefs. *Journal of Early Childhood Research*, 5(1), 2-31.
- Lee, K. (2016). Head Start's impact on cognitive outcomes for children in foster care. *Child Abuse Review*, 25(2), 128-141. <https://doi.org/10.1002/car.2413>
- Lee, L., & O'Rourke, M. (2006). Information and communication technologies: transforming views of literacies in early childhood settings. *Early Years*, 26(1), 49-62. <https://doi.org/10.1080/09575140500507835>
- Li, X., Atkins, M., & Stanton, B. (2006). Effects of home and school computer use on school readiness and cognitive development among Head Start children: A randomized controlled pilot trial. *Merrill-Palmer Quarterly*, 52(2), 239-263. <https://doi.org/10.1353/mpq.2006.0010>
- Libertus, M. E., Feigenson, L., & Halberda, J. (2011). Preschool acuity of the approximate number system correlates with school math ability. *Developmental Science*, 14(6), 1292–1300. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2011.01080.x>
- Liljedahl, P., & Santos-Trigo, M. (Eds.) (2019). *Mathematical problem solving*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-10472-6>
- Linder, T. (2008). *Transdisciplinary play-based assessment (TPBA2)*. Paul H. Brookes Publishing Co.
- Lingefjård, T. (2006). Faces of mathematical modelling. *ZDM* 38(2), 96-112. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02655884>
- Lithner, J. (2008). A research framework for creative and imitative reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 67, 255-276. <https://doi.org/10.1007/s10649-007-9104-2>

- Liu, L., Li, H., & Gruteser, M. (2019, August). Edge assisted real-time object detection for mobile augmented reality. In *The 25th Annual International Conference on mobile computing and Networking* (pp. 1-16). <https://doi.org/10.1145/3300061.3300116>
- Ludwig, J., & Phillips, D. (2007). *The benefits and costs of Head Start*. NBER working paper No. W12973. National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w12973>
- MacDonald, A., & Carmichael, C. (2018). The development of young children's mathematics understanding through the use of open-ended tasks. *Mathematics Education Research Journal*, 30(2), 163–183.
- Marti, N. W., Dewi, L. J. E., Permana, A. A. J., & Ariawan, I. M. Y. (2020, April). Augmented reality (AR) based application to introduce animals for children. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1516(1), 012022. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1516/1/012022>
- Martínez, A. A., Benito, J. R. L., González, E. A., & Ajuria, E. B. (2017, November). An experience of the application of augmented reality to learn English in Infant Education. In *2017 International Symposium on Computers in Education*, 1-6, IEEE. <https://doi.org/10.1109/SIIE.2017.8259645>
- Mayer, R. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819>
- Mayer, R. E. (2017). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- McManis, L. D., & Gunnewig, S. B. (2012). Finding the education in educational technology with early learners. *Young Children*, 67(3), 14-24.
- Metin, Z. (2021). Öykülerle desteklenmiş matematik eğitim programının 48-60 aylık çocukların matematik becerilerine etkisinin incelenmesi. (Tez No. 694364) [Yüksek lisans tezi, Uşak Üniversitesi-Uşak], Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Miles, D. A. (2017, August). A taxonomy of research gaps: Identifying and defining the seven research gaps. In *Doctoral student workshop: finding research gaps-research methods and strategies*, Dallas, Texas (Vol. 1, pp. 1-10).
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- Milgram, P., & Kishino, A. F. (1994). Taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Miller, K. F., & Paredes, D. R. (1996). On the shoulders of giants: Cultural tools and mathematical development. In R. J. Sternberg & T. Ben-Zeev (Eds.), *The nature of mathematical thinking* (pp. 83–117). Lawrence Erlbaum Associates.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2019). *Millî eğitim Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planı*.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2024). *Okul öncesi eğitim programı. Türkiye yüzyılı maarif modeli*. Ankara. <https://tymm.meb.gov.tr/ogretim-programlari/okul-oncesi> .
- Montague-Smith, A., Cotton, T., Hansen, A., & Price, A. (2017). *Mathematics in early years education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315189109>
- Motahar T., Fatema T., & Das R. (2018). Bornomala AR-bengali learning experience using augmented reality. Proceedings of the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services Adjunct, 182-188. <https://doi.org/10.1145/3236112.3236138>

- Mulligan, J. T., & Mitchelmore, M. C. (2013). Early awareness of mathematical pattern and structure. *Reconceptualizing Early Mathematics Learning*, 29-45. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6440-8_3
- Mulvey, K. L., Miller, B., & Rizzardi, V. (2017). Gender and engineering aptitude: Is the color of science, technology, engineering, and math materials related to children's performance? *Journal of Experimental Child Psychology*, 160, 119-126. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.03.006>
- Mystakidis, S., Christopoulos, A. & Pellas, N. (2022). A systematic mapping review of augmented reality applications to support STEM learning in higher education. *Education and Information Technologies*, 27, 1883–1927. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10682-1>
- Nathan, S. S., Berahim, M., Hussain, A., Hashim, N. L., & Kathiresan, K. (2018). An augmented reality mobile application for preschool children in learning Japanese language. *Advanced Science Letters*, 24(11), 8430-8433. <https://doi.org/10.1166/asl.2018.12581>
- National Assessment Governing Board. (2008). *Mathematics framework for the 2009 national assessment of educational progress*. Washington.
- National Association for the Education of Young Children. (2008). *Overview of the NAEYC early childhood program standards*. <http://www.naeyc.org/files/academy/file/OverviewStandards.pdf>
- National Association for the Education of Young Children (NAEYC) & National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2010). *Early childhood mathematics: Promoting good beginnings*. <https://www.naeyc.org/sites/default/files/globally-shared/downloads/PDFs/resources/position-statements/psmath.pdf>. sayfasından erişilmiştir.
- National Center for Children in Poverty. (2006). *Who are America's poor children? The official story*. Mailman School of Public Health, Columbia University. <https://www.nccp.org/publication/who-are-americas-poor-children-the-official-story/>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). *Principles and standards for school mathematics*. <http://www.nctm.org/fullstandards/document/Default.asp?> sayfasından erişilmiştir.
- National Research Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- National Research Council. (2009). *Mathematics learning in early childhood: Paths toward excellence and equity*. committee on early childhood. (Ed. Mathematics, C., T., Cross, T., A., Woods, H., Schweingruber). *Center of Education, Division of Behavioral and Social Science and Education*. The National Academies Press.
- Navarro, J. I., Aguilar, M., Marchena, E., Ruiz, G., Menacho, I., & Van Luit, J. E. (2012). Longitudinal study of low and high achievers in early mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 28-41. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02043.x>
- OECD. (2014). *PISA 2012 Results in Focus*. <https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>
- OECD. (2017). *Starting Strong 2017: Key OECD indicators on early childhood education and care*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264276116-en>

- Ofcom, U. K. (2019). *Children and parents: Media use and attitudes report 2018*. Ofcom. <https://www.ofcom.org.uk/research-and-data/media-literacy->
- Olson, J. (2007). Developing students' mathematical reasoning through games. *Teaching Children Mathematics*, 13(9), 464-471. <https://doi.org/10.5951/TCM.13.9.0464>
- Omurtak, E., & Zeybek, G. (2022). The effect of augmented reality applications in biology lesson on academic achievement and motivation. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 8(1), 55-74. <https://doi.org/10.21891/jeseh.1059283>
- Oppermann, E., Anders, Y., & Hachfeld, A. (2016). The influence of preschool teachers' content knowledge and mathematical ability beliefs on their sensitivity to mathematics in children's play. *Teaching and Teacher Education*, 58, 174-184. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.05.004>
- Orçan, M. (2013). Erken çocukluk dönemi matematik eğitimi için örnek bir model: Yapı taşları (building blocks). *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 1-14.
- Ölekli, N. (2009). *5-6 yaş çocuklarında matematiksel şekil algısı ve sayı kavramının gelişiminde drama yönteminin etkisi*. (Tez No.234880) [Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi-Konya], Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- 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>
- Özen-Altınkaynak, Ş., & Yanıklar, C. (2014). Anne babaların okul öncesi eğitime devam eden çocukların gelişimşne yönelik beklentileri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 1(30), 56-72.
- Özgür, A. B. (2023). *Erken çocukluk döneminde yürütücü işlev Becerilerinin Matematiksel akıl yürütme Becerileri üzerindeki yordayıcı Etkisi*. (Tez No. 799352) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul], Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Pahmi, S., Hendriyanto, A., Sahara, S., Muhaimin, L. H., Kuncoro, K. S., & Usodo, B. (2023). Assessing the influence of augmented reality in mathematics education: A systematic literature review. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(5), 1-25. <https://doi.org/10.26803/ijlter.22.5.1>
- Palancı, A., & Turan, Z. (2021). How does the use of the augmented reality technology in mathematics education affect learning processes? A systematic review. *International Journal of Curriculum and Instructional Studies (IJOCIS)*, 11(1), 89-110. <https://doi.org/10.31704/ijocis.2021.005>
- Pan, Y., Gauvain, M., Liu, Z. & Cheng, L. (2006). American and chinese parental involvement in young childrens mathematics learning. *Cognitive Development*, 21, 17-35. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2005.08.001>
- Pan, Z., López, M., Li, C., & Liu, M. (2021). Introducing augmented reality in early childhood literacy learning. *Research in Learning Technology*, 29. <https://doi.org/10.25304/rlt.v29.2539>
- Papert, S. (1998). Does easy do it? Children, games, and learning. *Game Developer*, 5(6), 88-89.
- Pardamean, B. E. N. S., & Wijayakusumah, A. L. I. F. (2014). 3-D interface design of the virtual world In E-Learning. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 62(3), 1-11.

- Parhizkar, B., Obeidy, W. K., Chowdhury, S. A., Gebril, Z. M., Ngan, M. N. A., & Lashkari, A. H. (2012, May). Android mobile augmented reality application based on different learning theories for primary school children. In *2012 International Conference on Multimedia Computing and Systems* (pp. 404-408). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICMCS.2012.6320114>
- Parmaxi, A., & Demetriou, Alan A. (2020). Augmented reality in language learning: A state-of-the-art review of 2014-2019. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(6), 861-875. <https://doi.org/10.1111/jcal.12486>
- Parviainen, P., Eklund, K., Koivula, M., Liinamaa, T., & Rutanen, N. (2023). Teaching early mathematical skills to 3-to 7-year-old children—Differences related to mathematical skill category, children's age group and teachers' characteristics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(7), 1961-1983. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10341-y>
- Passolunghi, M. C., Cargnelutti, E., & Pastore, M. (2014). The contribution of general cognitive abilities and approximate number system to early mathematics. *British Journal of Educational Psychology*, 84(4), 631-649. <https://doi.org/10.1111/bjep.12054>
- Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C., & Altoè, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 229-250. <https://doi.org/10.1080/87565640801982320>
- Pay, G. (2018). *Okul öncesi dönem çocukların matematiksel akıl yürütme becerilerinin incelenmesi*. (Tez No. 525734) [Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi-Eskişehir] Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi
- Pellas, N., Fotaris, P., & Kazanidis, I. (2019). Augmenting the learning experience in primary and secondary school education: A systematic review of recent trends in augmented reality game-based learning. *Virtual Reality*, 23, 329-346. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0347-2>
- Peterson, C. (2003). Bringing ADDIE to life: Instructional design at its best. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12(3), 227-241.
- Pianta, R. C., Belsky, J., Houts, R., & Morrison, F. (2007). Opportunities to learn in America's elementary classrooms. *Science*, 315(5820), 1795-1796. <https://doi.org/10.1126/science.1139719>
- Pound, L. (2006). *Supporting mathematical development in the early years*. McGraw-Hill Education (UK).
- Price, S., & Rogers, Y. (2004). Let's get physical: The learning benefits of interacting in digitally augmented physical spaces. *Computers & Education*, 43(1-2), 137-151. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2003.12.009>
- Pu, M., & Zhong, Z. (2018). Development of a situational interaction game for improving preschool children's performance in English vocabulary learning. In *Proceedings of the 2018 international conference on distance education and learning* (pp. 88–92). New York: ACM. <https://doi.org/10.1145/3231848.3231851>
- Radesky, J. S., Schumacher, J., & Zuckerman, B. (2015). Mobile and interactive media use by young children: The good, the bad, and the unknown. *Pediatrics*, 135(1), 1-3. <https://doi.org/10.1542/peds.2014-2251>
- Raghubar, K. P., & Barnes, M. A. (2017). Early numeracy skills in preschool-aged children: a review of neurocognitive findings and implications for assessment and intervention. *The*

- 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>
- Rasalingam, R. R., Muniandy, B., & Rass, R. (2014). Exploring the application of Augmented Reality technology in early childhood classroom in Malaysia. *Journal of Research ve Method in Education (IOSR-JRME)*, 4(5), 33-40. <https://doi.org/10.9790/7388-04543340>
- Reynolds, A. J., Temple, J. A., & Ou, S. R. (2003). School-based early intervention and child well-being in the Chicago longitudinal study. *Child Welfare*, 633-656.
- Rideout, V. & Robb, M. B. (2020). The common sense census: Media use by kids age zero to eight, 2020. *Common Sense Media*. <https://doi.org/10.3886/ICPSR38018.v1>
- Rini, D. R., Wisesa, A. M., Wulandari, R. T., & Prihandini, T. F. (2022). Innovation for Early Childhood Based on Augmented Reality. In *Improving Assessment and Evaluation Strategies on Online Learning* (pp. 16–22). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1201/9781003261346-3>
- Rittle-Johnson, B., Zippert, E. L. & Boice, K. L. (2019). The roles of patterning and spatial skills in early mathematics development. *Early Childhood Research Quarterly*, 46, 166-178. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.03.006>
- Romano, E., Babchishin, L., Pagani, L. S., & Kohen, D. (2010). School readiness and later achievement: Replication and extension using a nationwide Canadian survey. *Developmental Psychology*, 46(5), 995-1007. <https://doi.org/10.1037/a0018880>
- Roopa, D., Prabha, R., & Senthil, G. A. (2021). Revolutionizing education system with interactive augmented reality for quality education. *Materials Today: Proceedings*. 46(9), 3860-3863, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.294>
- Rossano, V., Lanzilotti, R., Cazzolla, A., & Roselli, T. (2020). Augmented reality to support geometry learning. *IEEE Access*, 8, 107772–107780. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3000990>
- Ryan, J. M., & Hess, R. K. (1991). *Handbook of statistical procedures and their computer applications to education and the behavioral sciences*. McMillian Publishing Company.
- Ryan, T. & Bagley, G. (2015). Nurturing the integration of technology in education. *Journal of Theory and Practice in Education*, 11(1), 33-50. <https://hdl.handle.net/20.500.12428/1061>
- Safar, A., Al-Jafar, A., & Al-Yousefi, Z. (2017). 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. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00624a>
- Saleh, M., Prahmana, R. C. I., Isa, M., & Murni. (2018). Improving the reasoning ability of elementary school student through the Indonesian realistic mathematics education. *Journal on Mathematics Education*, 9(1), 41–54. <https://doi.org/10.22342/jme.9.1.5049.41-54>
- Santos, M. E. C., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M. M. T., Sandor, C., & Kato, H. (2016). Augmented reality as multimedia: The case for situated vocabulary learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s41039-016-0028-2>

- Shadiq, F. (2004). *Penalaran, pemecahan masalah, dan komunikasi dalam pembelajaran matematika*. Depdiknas.
- Sims, M., & Brettig, K. (2018). Early childhood education and early childhood development: Do the differences matter? *Power and Education*, 10(3), 275-287. <https://doi.org/10.1177/1757743818771986>
- Sinclair, N. ve Bruce, CD (2015). İlkokulda geometri eğitiminde yeni fırsatlar. *ZDM*, 47(3), 319-329. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0693-4>
- Sommerauer, P., & Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*, 79, 59-68. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.013>
- Somuncu, B., & Aslan, D. (2021). Effect of coding activities on preschool children's mathematical reasoning skills. *Education and Information Technologies*, 27, 877-890. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10618-9>
- Swanson, H. L. (2016). Word problem solving, working memory and serious math difficulties: Do cognitive strategies really make a difference? *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4), 368-383. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2016.04.012>
- Starr, A., Libertus, M. E., & Brannon, E. M. (2013). Number sense in infancy predicts mathematical abilities in childhood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(45), 18116-18120. <https://doi.org/10.1073/pnas.1302751110>
- Stevenson, H. W., Lee, S. Y., & Stigler, J. W. (1986). Mathematics achievement of Chinese, Japanese, and American children. *Science*, 231(4739), 693-699. <https://doi.org/10.1126/science.3945803>
- Stefanidi, E., Arampatzis, D., Leonidis, A., Korozi, M., Antona, M., & Papagiannakis, G. (2020). Magiplay: an augmented reality serious game allowing children to program intelligent environments. In *Transactions on Computational Science XXXVII: Special Issue on Computer Graphics* (pp. 144-169). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61983-4_9
- Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J., & Edwards, I. (2007). A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. *Mathematics: Essential Research, Essential Practice*, 2(1), 688-697.
- Stipek, D. J., & Ryan, R. H. (1997). Economically disadvantaged preschoolers: Ready to learn but further to go. *Developmental Psychology*, 33(4), 711. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.33.4.711>
- Sumpter, L., & Hedefalk, M. (2015). Preschool children's collective mathematical reasoning during free outdoor play. *The Journal of Mathematical Behavior*, 39, 1-10.
- Sukirwan, S., Darhim, D., & Herman, T. (2018). Analysis of students' mathematical reasoning. *Journal of Physics: Conference Series*, 948, 012036. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/948/1/012036>.
- Susac, A., Bubic, A., Vrbanc, A., & Planinic, M. (2014). Development of abstract mathematical reasoning: the case of algebra. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 679. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00679>
- Sutisna, A. P., Budi, A. S., & Noornia, A. (2018). The influence of the realistic mathematics education approach and early mathematical ability to mathematical literacy. *International Journal of Multidisciplinary and Current Research*, 6(4), 798-801. <https://doi.org/10.14741/ijmcr/v.6.4.18>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics* (7th ed.). Pearson.

- Tall, D. (2014). Making sense of mathematical reasoning and proof. *Mathematics & mathematics education: Searching for Common Ground*, 223-235. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7473-5_13
- Tanrıverdi, B. (2022). *Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile desteklenmiş kitap okumanın okul öncesi dönemdeki çocukların dil gelişimine etkisi (durum çalışması)*. [Yayınlanmış tezsiz yüksek lisans, Pamukkale Üniversitesi-Denizli].
- Taş, Ş., Şentürk, Ş., & Şiraz, F. (2024). Türkiye yüzyılı maarif modeli (TYMM) okul öncesi eğitim programının, program öğeleri açısından incelenmesi. *Uluslararası Eğitimde Nitel Araştırmalarda Mükemmellik Arayışı Dergisi*, 3(2), 85-99.
- Taşdelen, B. (2019). Yeni medyada çocuk ve iletişim. A. M. Kırık. (Ed.), *Okul öncesi çocuklar için sağlık içerikli eğitici videoların Youtube aracılığıyla kullanılması*. (ss. 97-115). Çizgi.
- Taştan, D. E. (2019). *Amerika Birleşik Devletleri'nde en çok izlenen üç dizide bahsedilen sağlık sorunları ile Google trends verileri arasındaki ilişkinin incelenmesi*. (Tez no. 556825) [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi-Antalya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Thamrongrat, P., & Law, E. L. C. (2019, August). Design and evaluation of an augmented reality app for learning geometric shapes in 3D. In *IFIP Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 364-385). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29390-1_20
- Titchiev, I., Caftanov, O., Iamandi, V., Talambuta, D., & Caganovschi, D. (2023). An approach to Augmented Reality Classification and an example of its usage for application development with VAK learning styles Markers. *Computer Science Journal of Moldova*, 92(2), 248-271. <https://doi.org/10.56415/csjm.v31.13>
- Tobih, D. O., & Izang, A. M. (2020). impact of option length on students' mathematics achievement in command secondary schools in Nigeria. *Bulgarian Journal of Science & Education Policy*, 14(2), 320-339
- Tokuç, H. (2023). *Hikâye temelli çalışma belleği müdahale programının çalışma belleği kapasitesine ve erken matematik yeterliğine etkisi*. (Tez No. 819567) [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Tomi, A. B., & 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>
- To'raqulovich, J. U. (2021). Innovative pedagogical technologies in a preschool educational institution. *International Journal of Culture and Modernity*, 11, 215-218.
- Tsai, T. H., Chang, H. T., Yu, M. C., Chen, H. T., Kuo, C. Y., & Wu, W. H. (2016, June). Design of a mobile augmented reality application: An example of demonstrated usability. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction* (pp. 198-205). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40244-4_19
- Tsamir, P., Tirosh, D., & Levenson, E. (2011). Intuitive non-examples: The case of triangles. *Educational Studies in Mathematics*, 76(1), 51-65.
- Türk Dil Kurumu (TDK) (2024). *Güncel Türkçe sözlük*.
- Türkmenoğlu, F. (2006). *60-72 aylık çocukların matematik becerilerini kazanmalarında, oyun yoluyla matematik becerilerini kazandırma programının etkisinin incelenmesi*. (Tez No. 215436) [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Umay, A. (2003). İlköğretim öğrencilerinin matematiksel akıl yürütme düzeylerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 36(1-2), 23.
- Umay, A., & Kaf, Y. (2005). A study on flawed reasoning in mathematics. *Hacettepe University Journal of Education*, 28(28), 188-195.
- Uslu-Çavdarıcı, T., & Ünal, F. (2021). The effects of family supported maths education programme's on the preschool children's early maths ability. *International Journal of Current Approaches in Language, Education and Social Sciences*, 3(2), 244-264. <https://doi.org/10.35452/caless.2021.13>
- Van de Walle, J. A. (2004). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (5th Ed.). Alloy and Bacon.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2008). Realistic mathematics education as work in progress. In K. Krainer & T. Wood (Eds.), *International handbook of mathematics teacher education: volume 1* (pp. 255–282). Sense Publishers.
- Vanluydt, E., Wijns, N., Torbeyns, J., & Van Dooren, W. (2021). Early childhood mathematical development: The association between patterning and proportional reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 107, 93–110. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10017-w>
- Villagran-Vizcarra, D. C., Luviano-Cruz, D., Pérez-Domínguez, L. A., Méndez-González, L. C., & Garcia-Luna, F. (2023). Applications analyses, challenges and development of augmented reality in education, industry, marketing, medicine, and entertainment. *Applied Sciences*, 13(5), 2766. <https://doi.org/10.3390/app13052766>
- Walker, A., Leary, H., & Hmelo-Silver, C. (Eds.). (2015). *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows*. Purdue University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt6wq6fh>
- Wang, X., Abdul Rahman, M. N. B., & Nizam Shaharom, M. S. (2024). The impacts of augmented reality technology integrated STEM preschooler module for teaching and learning activity on children in China. *Cogent Education*, 11(1), 2343527. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2343527>
- Wartella, E., Rideout, V., Lauricella, A. R., & Connell, S. (2013). *Parenting in the age of digital technology*. Report for the center on media and human development school of communication. Northwestern University.
- Weisberg, S. M., Schinazi, V. R., Newcombe, N. S., Shipley, T. F., & Epstein, R. A. (2014). Variations in cognitive maps: understanding individual differences in navigation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 40(3), 669.
- Wibawa, B. (2022). Digital storytelling for early childhood creativity: diffusion of innovation" 3-d coloring quiver application based on augmented reality technology in children's creativity development". *International Journal of Online & Biomedical Engineering*, 18(10), 26–42. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i10.32845>
- Wohlstetter, P., Datnow, A., & Park, V. (2008). Creating a system for data-driven decision-making: Applying the principal-agent framework. *School Effectiveness and School Improvement*, 19(3), 239–259. <https://doi.org/10.1080/09243450802246376>
- Wu, H., Lee, S., Chang, H., & Liang, J. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>.

- Wu, Q., Lei, P. W., DiPerna, J. C., Morgan, P. L., & Reid, E. E. (2015). Identifying differences in early mathematical skills among children in Head Start. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 1403-1423. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9552-y>
- Wu, C. L. (2023). Using video modeling with augmented reality to teach students with developmental disabilities to solve mathematical word problems. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 35(3), 487-507. <https://doi.org/10.1007/s10882-022-09862-9>
- Xia, S., Li, X., Liu, Y., Wu, T., & Liu, P. (2025, April). Evaluating mathematical reasoning beyond accuracy. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence* 39(26), 27723-27730. <https://doi.org/10.1609/aaai.v39i26.34987>
- Yao, W., Wang, L., & Liu, D. (2025). Augmented reality-based language and math learning applications for preschool children education. *Universal Access in the Information Society*, 24(3), 759-770. <https://doi.org/10.1007/s10209-024-01101-6>
- Yayla, K. (2022). *Okul öncesi eğitime devam eden çocukların matematiksel akıl yürütme becerileri ile örüntü becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi*. (Tez No. 707348) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul], Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yen, J. C., Tsai, C. H., & Wu, M. (2013). Augmented reality in the higher education: Students' science concept learning and academic achievement in astronomy. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 103, 165-173. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.322>
- Yıldırım, K. (2012). PISA 2006 verilerine göre Türkiye'de eğitimin kalitesini belirleyen temel faktörler. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(2), 229-255.
- Yılmaz, R. M. (2016). Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education. *Computers in Human Behavior*, 54, 240-248. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.040>
- Yılmaz, R. M., Küçük, S., & Göktaş, Y. (2017). 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://dx.doi.org/10.1111/bjet.12452>
- Yılmaz, R. M., Topu, F. B., & Takkaç-Tulgar, A. (2022). An examination of vocabulary learning and retention levels of pre-school children using augmented reality technology in English language learning. *Education and Information Technologies*, 1-29. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10916-w>
- 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>
- Yüce, A., & Sezer, T. (2021). 5-6 yaş grubu çocukların sayı ve sayma becerileri ile problem çözme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 305-319. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2021.21.60703-847668>
- Yüzbaşıoğlu, Y., Celik, C., & Saraç, N. (2024). Aile katılımlı matematik programının çocukların matematik becerilerine etkisi: Boylamsal çalışma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (54), 61-73. <https://doi.org/10.52642/susbed.1407792>
- Zhang, S., Yu, S., Xiao, J., Liu, Y., & Jiang, T. (2021). The effects of concrete-representational-abstract sequence instruction on fractions for Chinese elementary students with mathematics learning disabilities. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20, 1481-1498. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10215-9>

- Zhou, F., Duh, H. B.- L., ve Billinghurst, 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, IEEE Computer Society. <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 P. Zaphiris & A. Ioannou (Eds.), *Learning and collaboration technologies: Human and technology ecosystems* (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 12206, pp. 489–500). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50506-6_39



EKLER

EK-1. Etik Kurul Kararı

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU
Eğitim Bilimleri Birim Etik Kurulu Karar Formu

KARAR BİLGİLERİ	Toplantı Sayısı: 05 Karar No: 17	Toplantı Tarihi: 30.05.2024
	Aşağıda bilgileri verilen doktora tez ile ilgili çalışmanın, etik ilkeler açısından değerlendirilmesi isteği ile ilgili husus görüşüldü. Yapılan görüşmelerden sonra; söz konusu doktora tez ile ilgili yapılacak çalışma için, araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak konuyla ilgili çalışmanın gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel yönden sakınca bulunmadığına, Etik Kurulu oy birliği ile karar vermiştir.	
ÇALIŞMA BİLGİLERİ	Proje Yürütücüsü: Merve COŞGUN DEMİRDAĞ Çalışma Konusu: Artırılmış Gerçeklik Destekli Matematik Öğretim Programının Okul Öncesi Öğrencilerinin Erken Matematik Yeteneği ve Akıl Yürütme Becerilerine Etkisi	

EĞİTİM BİLİMLERİ BİRİM ETİK KURULU		İMZA
Prof. Dr. Ufuk ŞİMŞEK	Etik Kurul Başkanı	e-imza
Prof.Dr. İhsan Sabri BALKAYA	Etik Kurul Başkan Yardımcısı	e-imza
Prof. Dr. Betül ASLAN	Etik Kurul Üyesi	e-imza
Prof.Dr. Muhsine BÖREKÇİ	Etik Kurul Üyesi	e-imza
Prof.Dr. Mustafa CİHAN	Etik Kurul Raportörü	e-imza

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: 24fa866c-9a7c-4b05-a1a5-29f16962eb07 Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/ataturk-universitesi-ebys>



EK-2. MEB Araştırma İzni



T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ARAŞTIRMA UYGULAMA İZİN BELGESİ



Başvuru No: MEB.TT.2024.001278

T.C. Kimlik No: 14*****52

Adı Soyadı: MERVE COŞGUN DEMİRDAĞ

Araştırmanın Adı: ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK DESTEKLİ MATEMATİK ÖĞRETİM PROGRAMININ OKUL ÖNCESİ ÖĞRENCİLERİNİN ERKEN MATEMATİK YETENEĞİ VE AKIL YÜRÜTME BECERİLERİNE ETKİSİ

Araştırmanın Niteliği: Doktora Tezi

Araştırmanın Örneklem / Çalışma Grubu: Öğrenci

Veri Toplama Aracının Başlığı: Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Ölçeği, TEMA-3 Erken Matematik Yeteneği Testi/ Form A, TEMA-3 Erken Matematik Yeteneği Testi/ Form B

Araştırma Uygulama İzninin Kabul Tarihi: 10.09.2024

Araştırma Uygulama İzninin Bitiş Tarihi: 10.09.2025

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 aşağıda ifade edilen bilgiler kapsamında araştırma uygulama izni Millî Eğitim Bakanlığı ilgili birimleri tarafından onaylanmıştır.

Uygulama Yapılacak İller	Uygulama Yapılacak Birimler	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatları	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu
AĞRI	Anaokulu	Şehit Polis Yalçın Demir Anaokulu	974768

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

Doğrulama Kodu: b78e61368a4d28455b67efe4f5a6eee133f3bcc1b5c0a893e01bcb3a9e2c056
Doğrulama Adresi: arastirmaiznleri.meb.gov.tr/belge-dogrula
Serhat Mah. 1290. Sokak No.8/B 06374 Yenimahalle/Ankara TÜRKİYE
Telefon No: (0312) 413 43 00, Belgegeçer No: (0312) 413 45 12
e-posta: ttkb_arastirmaiznleri@meb.gov.tr, internet adresi: ttkb.meb.gov.tr



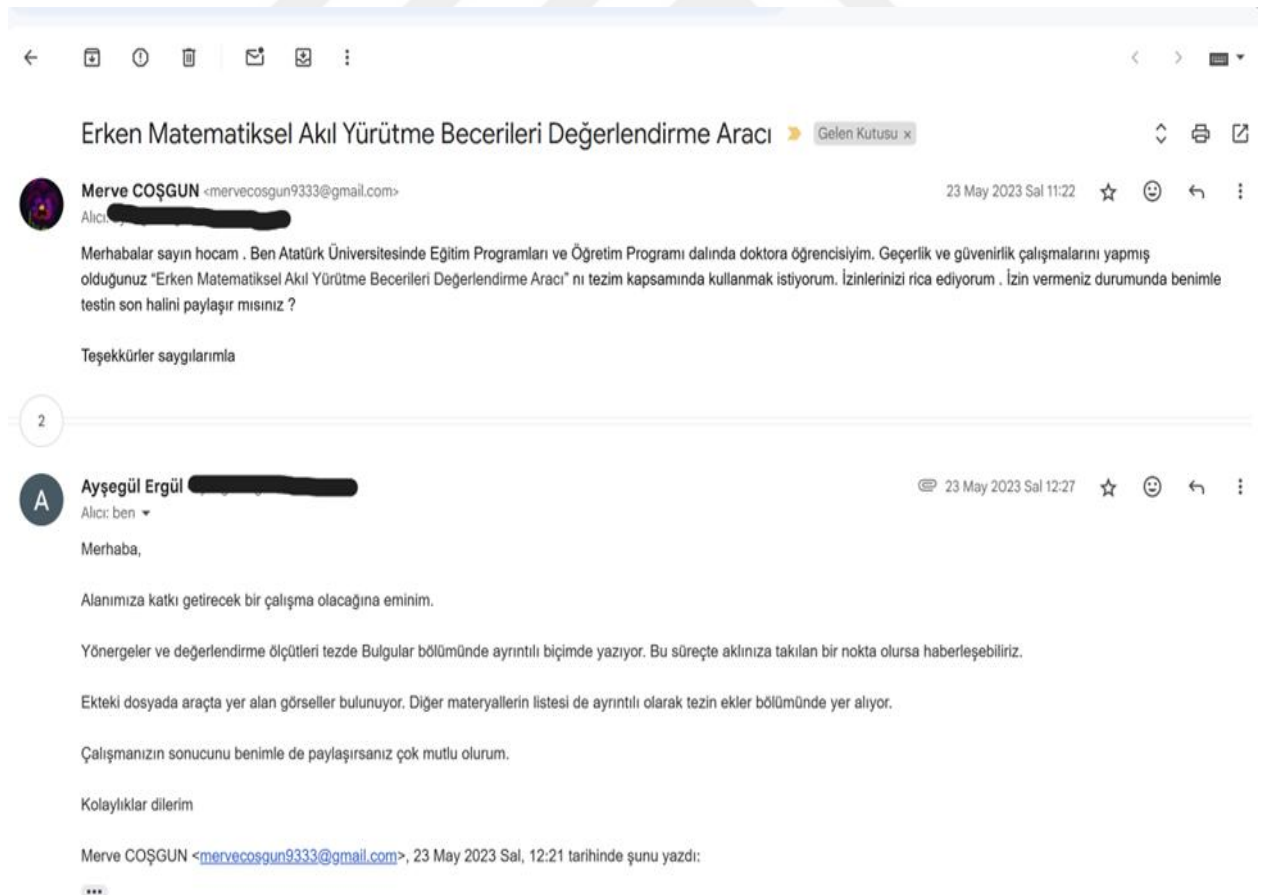
Sayfa 1/1

EK-3. Erken Matematik Yetenği TESTİ (TEMA-3) Ölçek Kullanım İzniErken Matematik Yeteneği Testi (Test of Early Mathematics Ability, TEMA-3) Uygulama İzni

Erken Matematik Yeteneği Testi (Test of Early Mathematics Ability, TEMA) üç yaş ile sekiz yaş on bir ay arasındaki çocukların matematik yeteneklerini değerlendirmek amacıyla Ginsburg ve Baroody tarafından 1983 yılında geliştirilmiştir. 1990 yılında yeniden gözden geçirilerek TEMA-2 adıyla yayınlanmıştır. TEMA-2'nin Türkiye' de geçerlik ve güvenirlik çalışması Güven (1997) tarafından yapılmış ve geçerli, güvenilir bir ölçek olduğu saptanmıştır. Daha sonra yeniden gözden geçirilen TEMA-2 testi 1993 yılında TEMA- 3 olarak geliştirilmiştir. TEMA-3'ün Türkiye' de geçerlik ve güvenirlik çalışması Erdoğan (2006) tarafından yapılmış ve geçerli, güvenilir bir ölçek olduğu saptanmıştır. Tarafımdan geçerlik güvenirlik çalışması yapılmış olan TEMA-3'ün 4 Ekim 2024 tarihinde yapmış olduğum ölçek eğitimine **Merve Coşgun Demirdağ** katılmış ve ölçek kullanımı hakkında eğitimi başarıyla tamamlamıştır. **Merve Coşgun Demirdağ**'ın bundan sonra yapacağı çalışmalarda ölçeği kullanma ve uygulama izni kendisine veriyorum.

Prof. Dr. Serap Erdoğan

EK-4. Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Değerlendirme Aracı (EMAYBDA)
Ölçek Kullanım İzni



TEMA – 3**A Formu**
Profil/Uygulayıcının Kayıt Formu**Erken Matematik Yeteneği Testi****1. Bölüm : Tanıtıcı Bilgiler**

Çocuğun Adı				Erkek ☐ Kız ☐
	Yıl	Ay	Gün	Anne-Baba Adı
Test Tarihi				Okulun Adı
Doğum Tarihi				Okulun Bölgesi
Yaş				Uygulayıcının Ünvanı ve Adı

2. Bölüm : Puanların Kaydı

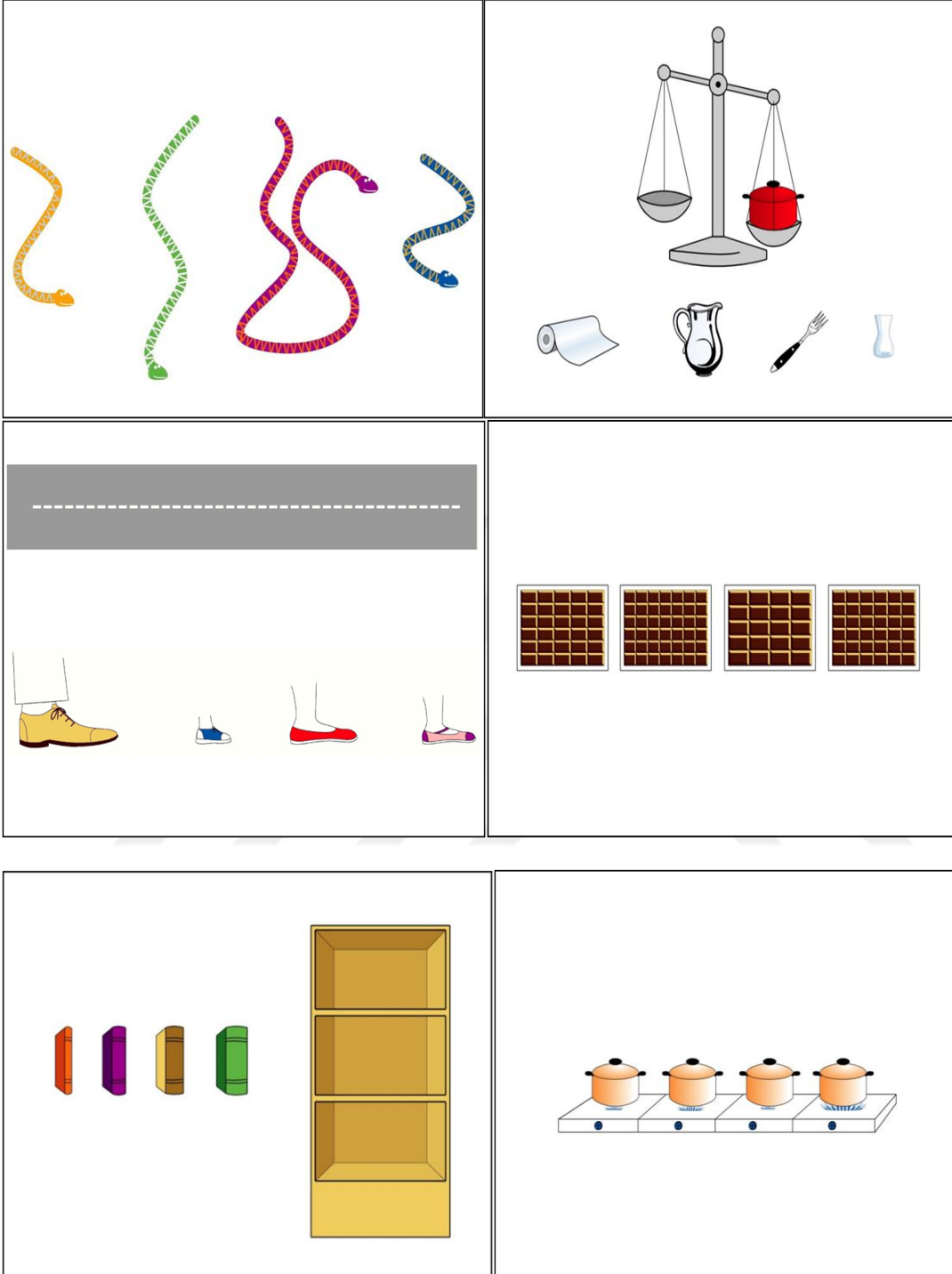
Ham Puan	Yaş Denklığı	Düzye Denklığı	% ile	Matematik Yetenek Puanı	SEM	Güven Aralığı	Matematik Yetenek Puan Aralığı
							— den — ye

3. Bölüm : Madde Performans Kaydı

Uygulamalar : Teste aşağıda gösterilen belirli yaşlara göre ayrılmış maddelerden başlayın. Öğrenci bir satırdaki 5 maddeyi yanlış cevap verdiğinde testi durdurun. Eğer başlangıçtan itibaren bir satırda 5 maddeyi geçmemiş ise, bir satırdan 5 doğru yanıt alınincaya kadar testi tekrarlayın. Tüm maddeler tekrar edilebilir. Emin olmak için çocuğun dikkatli davrandığını sürekli kontrol edin. Deneme için uygulanma maddelere puan verilmez ve p olarak not edilir.

3 yaş	A1.	Küçük sayıların kavranması	Resimli A Kitabı	Kaç tane kedi görüyorsun?	a: 2; b: 1; c: 3 veya daha büyük	3/3	
	A2.	Parmak ile gösterme 1,2, çok	El	Bana parmak göster. a: 2; b: 1; c: 5	a: 2; b: 1; c: 3 veya daha fazla	3/3	
	A3.	Sözlü sayma (Birer birer): 1 den 5 e kadar	Parmaklar	Bunları benim için say.	Bir, iki, üç, dört, beş	doğru sıra 1 den 5 e	
	A4.	Çok olanı algılama: 10 nesneye kadar	Resimli A Kitabı	Hangi taraf daha fazla A: 10 veya 2; a: 7 veya 3; b: 2 veya 8; c: 1 veya 6; d: 9 veya 4	A: 10; a: 7; b: 8; c: 6; d: 9	4/4	
	A5.	Sözel olmayan üretim: 1 den 4 kadar nesneler	Jetonlar (12) Flaş Kartlar (3)	Sadece benim yaptığının aynısını yap.	a: 2; b: 4; c: 3;	3/3	
	A6.	Birer birer sayma: 1 den 5 e kadar nesneler	Resimli A Kitabı	Yıldızları say.	A: 2; a: 4; b: 5;	2/2	
4 yaş	A7.	Kardinal sayı kuralları	Resimli A Kitabı	Kaç tane yıldız saydın?	A: 2; a: 4; b: 5;	2/2	
	A8.	Sözel olmayan (somut) toplama- çıkarma	Jetonlar (12) Flaş Kartlar (3)	Sadece benim yaptığının aynısını yap. A: 1+1; a: 2+1; b: 2-1; c: 1+3; d: 4-3; e: 2+2	A: 2; a: 3 veya 4; b: 1; c: 4 veya 5; d: 1 veya 2; e: 3, 4 veya 5	4/5	
	A9.	Sayı değişmezliği	Jetonlar (5)	Burada kaç jeton var? a: 3 (); b: 5 (); c: 4 (küme)	a:3; b:5; c: 4	3/3	
	A10.	Kümeler Üretme : 5 nesneye kadar	Jetonlar (10)	Banajeton ver.	a:3; b:5	2/2	
	A11.	5' e kadar sayılarla parmak gösterme	Parmaklar	parmağını havaya kaldır.	A: 2; a: 3; b:5; c: 4	3/3	
	A12.	Birer birer sözel sayma: 1 den 10 a kadar	Jetonlar	Bir, iki, üç, şimdi sen kendi kendine say.	4 ten 10 a kadar say	10 a kadar doğru sıra	

EK-6. EMAYBDA Örnek Soru Görselleri



EK-7. EMAYBDA Materyal Listesi (40 sorudan 21'i)

SORU	MALZEMELER
1.	30-18 santimetre arasında farklı uzunluklarda 4 ip
2.	Resim 1
3.	Resim 2
4.	8x4.5x4.5 ebadında biri boş, biri yarı ve biri tam dolu, aynı renk 3 kutu
5.	Resim 3
6.	Resim 4
7.	21x14.5-17x14.5 santimetre arasında farklı ebatta 4 beyaz dosya kâğıdı
8.	Resim 5
9.	Resim 6
10.	7.5x7x7x5 ebadında ve içleri farklı hacimde 3 kutu ve pinpon topu
11.	Resim 7
12.	Resim 8
13.	Resim 9
14.	Resim 10
15.	Resim 11
16.	Resim 12
17.	Resim 13
18.	Resim 14
19.	Malzeme yok, yalnızca soru
20.	
21.	

EK-8. Araştırma kapsamında Kullanılan EMAYBDA VE TEMA-3 Cronbach alpha değeri**Reliability Statistics**

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,775	,798	2

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,797	,797	2

EK- 9. Etkileşim Gözlem Formu

Uygulama Türleri (Quiver, Unity MatAR, Biartech)	Derecelendirme				Açıklama
	Hiç Gözlenmedi (1)	Nadiren Gözlendi (2)	Sık sık Gözlendi (3)	Her Zaman Gözlendi (4)	
Çocuk-Materyal Etkileşimi					
Uygulamanın çalışmasını kontrol etme (Çocuk tarafından)					
AG uygulamasını inceleme. (ekrana dokunma, yakınlaştırma veya uzaklaştırma, butonlarla geçiş yapma)					
AG uygulamasının ayrıntılarını gösterme.					
Nesneleri farklı açılardan görmek için cihazı/kağıdı çevirme.					
AG uygulamasındaki sesleri dikkatlice dinleme.					
Çocuk-Çocuk Etkileşimi					
AG uygulaması hakkında arkadaşlarına yorum yapma.					
Etkinliklerde arkadaşlarıyla işbirliği yapma					
Arkadaşına soru sorma/cevaplama.					
Çocuk-Öğretmen Etkileşimi					
Öğretmenin AG uygulaması hakkında yorum yapması/fikir vermesi					
Öğretmenin hataları belirtmesi ve düzeltmeler için ipuçları vermesi					
Öğretmenin çocuklara rehberlik etmek için sorular sorması					
Çocukların öğretmene sorular sorması ve cevap vermesi					

EK-10. Öğrenci Görüşme Formu

GÖRÜŞME SORULARI

Merhaba çocuklar, Nasılsınız?

Bugün sizinle sohbet etmek istiyorum. Konuşabilir miyiz?

1. Artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla yaptığımız matematik etkinliklerini sevdiniz mi/ eğlenceli miydi? Niçin?
2. Tablet ekranında matematik etkinliklerinde en çok ne hoşunuza gitti? Bana neden olduğunu söyleyebilir misiniz?
3. Artırılmış gerçeklikle yaptığımız matematik etkinliklerinde en çok dikkatinizi çeken şeyler nelerdi? Niçin?
4. Artırılmış gerçeklikle matematik etkinliklerine katılmaya istekli miydiniz? Nedenini açıklayabilir misiniz?
5. Artırılmış gerçeklik uygulamalarındaki rakamları, büyük-küçük, ağır-hafif, uzun-kısa vb. kavramları öğrenirken zorlandınız mı?

EK-11. Araştırmacının Katılım Sertifikası



EK-12. Story Board Örneği

1 Rakamını Öğreniyorum	Doğru Yazılan 1 Rakamını Bulalım
1 Rakamı 3D olarak ortada çıkar	Üst kısma "Doğru 1 Rakamını Bulalım" yazın. Yine yeni bir sayfa ekleyin. Birkaç tane 1 rakamı ekleyin ve bazılarını düzgülün, bazılarını farklı stillerde yapın (örn. eğik veya bozuk). Doğru 1 rakamları tıklanınca tık işareti ve alkış sesi gelir
Kekin Üzerine 1 Tane Çilek Çizelim	1 Tane Araba Boyayalım
Sayfanın ortasına bir kek görseli ekleyin. "Kekin Üzerine 1 Tane Çilek Çizelim" yazısını ekleyin. 3D Kekin üzerine çizilmesi gereken bir çilek simgesi için boş bir alan bırakın. Kullanıcı çileği yerine yerleştirir ve nesne animasyonla yerine oturur. (ya da 3-4 tane çilekten 1 tanesi elle tutularak kekin üzerine taşınır ve animasyonla alkış tik vs bitirilir)	Bir araba resmi ekleyin (beyaz bir araba). - Bu araba resmini sayfanın ortasına yerleştirin. - Üst kısma "1 Tane Araba Boyayalım" yazısını ekleyin. - Arabaya tıklanınca fırça çıkar ve boyanır (ya da dokununca boyanmış bir araba çıkabilir)

EK-13. Çalışma Takvimi

Haftalar	Etkinlik Oturum	Tarihler	Kavramlar
Ön Testlerin Yapılması		30/09-04/10/2024	TEMA-3 Ön Test
		07-11/10/2024	Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Ön Test
1. HAFTA	1. Oturum	21/10/2024	1 rakamı (Quiver, Biartech)
	2. Oturum	23/10/2024	1 rakamı (Unity-Vuforia)
	3. Oturum	25/10/2024	Büyük-Küçük (Unity-Vuforia)
2. HAFTA	4. Oturum	28/10/2024	2 rakamı (Quiver, Biartech)
	5. Oturum	31/10/2024	2 rakamı (Unity-Vuforia)
	6. Oturum	01/11/2024	Az-çok (Unity-Vuforia)
3. HAFTA	7. Oturum	04/11/2024	3 rakamı (Quiver, Biartech)
	8. Oturum	06/11/2024	3 rakamı (Unity-Vuforia)
	9. Oturum	08/11/2024	Uzun-Kısa (Unity-Vuforia)
4. HAFTA	10. Oturum	18/11/2024	4 rakamı (Quiver, Biartech)
	11. Oturum	20/11/2024	4 Rakamı (Unity-Vuforia)
	12. Oturum	22/11/2024	Ağır-Hafif (Unity-Vuforia)
5. HAFTA	13. Oturum	25/11/2024	5 Rakamı (Quiver, Biartech)
	14. Oturum	27/11/2024	5 Rakamı (Unity-Vuforia)
	15. Oturum	29/11/2024	Sayma (Unity-Vuforia)
6. HAFTA	16. Oturum	02/12/2024	6 Rakamı (Quiver, Biartech)
	17. Oturum	04/12/2024	6 rakamı (Unity-Vuforia)
	18. Oturum	06/12/2024	Sayma (Unity-Vuforia)
7. HAFTA	19. Oturum	09/12/2024	7 rakamı (Quiver, Biartech)
	20. Oturum	11/12/2024	7 rakamı (Unity-Vuforia)
	21. Oturum	13/12/2024	Sayma (Unity-Vuforia)
8. HAFTA	22. Oturum	16/12/2024	8 rakamı (Quiver, Biartech)
	23. Oturum	18/12/2024	8 rakamı (Unity-Vuforia)
	24. Oturum	20/12/2024	Sayma (Unity-Vuforia)
9. HAFTA	25. Oturum	23/12/2024	9 rakamı (Quiver, Biartech)
	26. Oturum	25/12/2024	9 rakamı (Unity-Vuforia)
	27. Oturum	27/12/2024	Sayma (Unity-Vuforia)
10. HAFTA	28. Oturum	30/12/2024	0 Rakamı (Unity-Vuforia)
	29. Oturum	02/01/2025	0 Rakamı (Unity-Vuforia)
	30. Oturum	03/01/2025	Dolu-boş (Unity-Vuforia)
Son test ve Odak Grup Görüşmesi Yapılması		06.01-10.01.2025	TEMA-3 Son Test
		13.01-17.01.2025	Erken Matematiksel Akıl Yürütme Becerileri Son Test

EK-14. Okul Öncesi Çekirdek Kitap Sayfaları

2 RAKAMINI ÖĞRENİYORUM

2

2 2 2 2 2 2 2 2 2 2

2 tane ayı boyayalım.

Doğru yazılan 2 rakamlarını bulalım, işaretleyelim.

Çizgileri ok yönünde birleştirerek 2 rakamlarını tamamlayalım. Çevremizde 2 tane olan hangi nesneler var? Söyleyelim.

2

Saksıya 2 tane çiçek çizelim.

2 rakamını kullanarak bir resim çizelim.

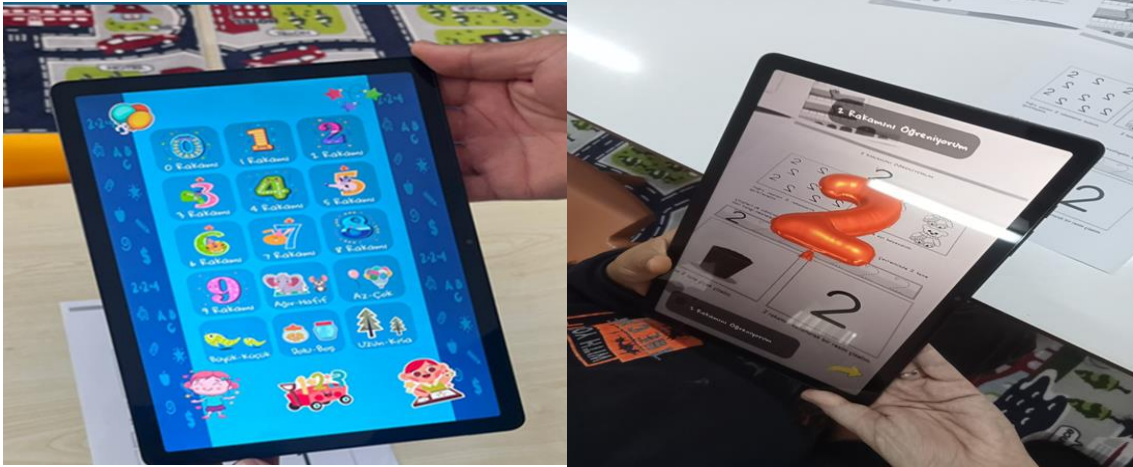
AZ-ÇOK

Hangi akvaryumda daha çok balık var? Gösterelim. Az balık olan akvaryumu işaretleyelim.

Hangi vazoda daha çok çiçek var? Gösterelim. Az çiçek olan vazoyu işaretleyelim.

Mavi kalemlikte kaç tane kalem var? Kırmızı kalemlige mavi kalemlikteki kalemlerden daha az kalem çizelim.

EK-15. Deney Grubu Süreci Görselleri





EK-16. Kontrol Grubu Uygulama Süreci Görselleri



EK-17. Test Verilerinin Normallik Analizi Sonuçları

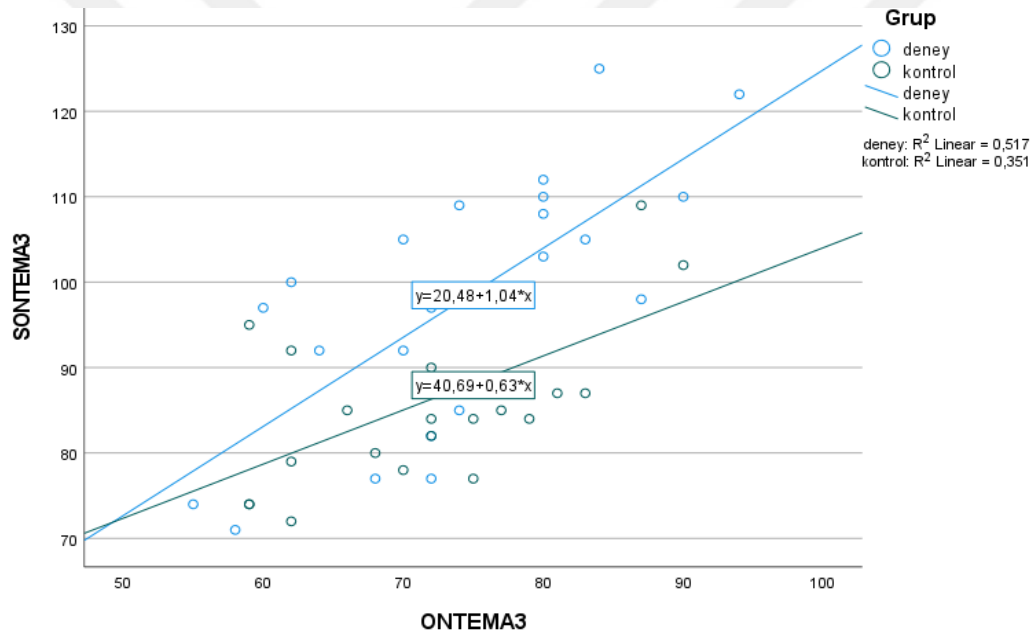
Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ONTEMA3	,098	44	,200 [*]	,975	44	,454
ONEMAYBDA	,075	44	,200 [*]	,979	44	,597
SONTEMA3	,125	44	,080	,957	44	,101
SONEMAYBDA	,087	44	,200 [*]	,982	44	,719

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

EK-18. Gruplar Arası Regresyon Doğrusunun Benzerliği Sonucu

Ek-18.1. Gruplar Arası Regresyon Doğrusunun Benzerliği Sonucu (Scatter Dot) (Tema-3)



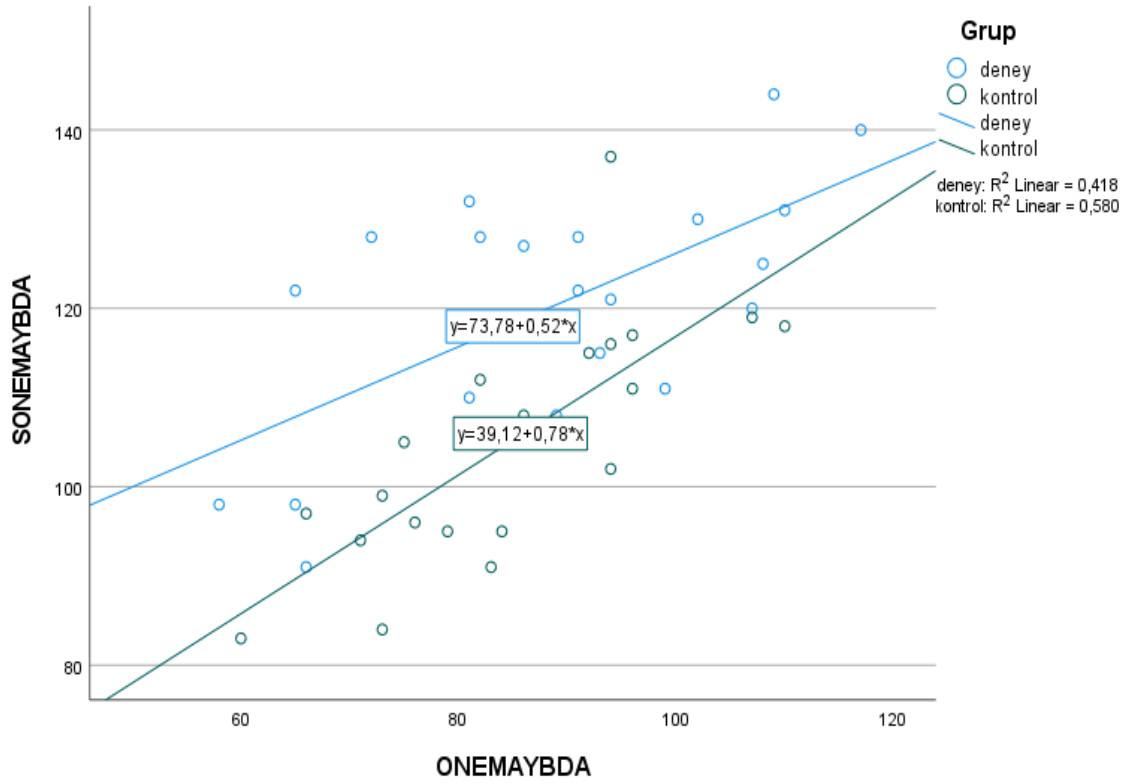
Ek-18.2 Gruplar Arası Regresyon Doğrusunun Benzerliği Sonucu (Tema-3)

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: SONTEMA3						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	4649,398 ^a	3	1549,799	17,089	<,001	,562
Intercept	687,129	1	687,129	7,577	,009	,159
Grup * ONTEMA3	166,964	1	166,964	1,841	,182	,044
ONTEMA3	2790,189	1	2790,189	30,766	<,001	,435
Grup	74,987	1	74,987	,827	,369	,020
Error	3627,579	40	90,689			
Total	380877,000	44				
Corrected Total	8276,977	43				

a. R Squared = ,562 (Adjusted R Squared = ,529)

EK-19. Gruplar Arası Regresyon Doğrusunun Benzerliği Sonucu

Ek-19.1 Gruplar Arası Regresyon Doğrusunun Benzerliği Sonucu (Scatter Dot) (EMAYBDA)



Ek-19.2 Gruplar Arası Regresyon Doğrusunun Benzerliği Sonucu (EMAYBDA)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: SONEMAYBDA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	6255,784 ^a	3	2085,261	22,809	<,001	,631
Intercept	3537,002	1	3537,002	38,689	<,001	,492
Grup	333,311	1	333,311	3,646	,063	,084
Grup * ONEMAYBDA	135,783	1	135,783	1,485	,230	,036
ONEMAYBDA	3578,766	1	3578,766	39,146	<,001	,495
Error	3656,853	40	91,421			
Total	567688,000	44				
Corrected Total	9912,636	43				

a. R Squared = ,631 (Adjusted R Squared = ,603)

EK-20. Varyansların Homojenliği

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: SONTEMA3

F	df1	df2	Sig.
2,074	1	42	,157

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Grup * ONTEMA3 + ONTEMA3 + Grup

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: SONEMAYBDA

F	df1	df2	Sig.
2,110	1	42	,154

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Grup + Grup * ONEMAYBDA + ONEMAYBDA

ÖZ GEÇMİŞ

1. **Adı-Soyadı:** Merve COŞGUN DEMİRDAĞ

2. **Öğrenim Durumu**

Derece	Bölüm	Diploma Alınan Kurum	Yıl
Lise	Hemşirelik	Mersin Sağlık Meslek Lisesi	2011
Lisans	Okul Öncesi Öğretmenliği	Atatürk Üniversitesi	2014
Lisans	Çocuk Gelişimi	İstanbul Üniversitesi	2022
Yüksek Lisans	Eğitim Programları ve Öğretim	Atatürk Üniversitesi	2021
Doktora	Eğitim Programları ve Öğretim	Atatürk Üniversitesi	2025

3. **İş Deneyimi**

- 2011-2016: Hemşire- Palandöken Devlet Hastanesi, Erzurum
- 2016-2017: Okul Öncesi Öğretmeni- Ahmetbey İlkokulu, Ağrı
- 2017-2018: Okul Öncesi Öğretmeni- Baloluk İsmet Bulut İlkokulu, Ağrı
- 2018-2019: Okul Öncesi Öğretmeni- Mehmet Şerafettin Yaltkaya İlkokulu, Ağrı
- 2019-2020: Okul Müdür Yardımcısı- Sevimli Anaokulu, Ağrı
- 2020-2021: Okul Müdürü- P. O. Bülent Avşın Anaokulu, Ağrı
- 2021-2022: İlk Yardım Eğitmeni- Ağrı İl Milli Müdürlüğü, Ağrı
- 2022-Halen: Okul Müdürü- Şehit Polis Yalçın Demir Anokulu, Ağrı

4. **Yüksek Lisans Tezi:** Öğretmenlerin dijital okuryazarlık düzeyleri ile araştırma okuryazarlık becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi (Doç. Dr. Adnan Taşgın danışmanlığında)

5. **Doktora Tezi:** Artırılmış gerçeklik destekli matematik etkinliklerinin, okul öncesi çocuklarda erken matematik yeteneği ve akıl yürütme becerilerine etkisi (Prof. Dr. Adnan Taşgın danışmanlığında)

7. **Projelerde Yaptığı Görevler:**

- Artırılmış Gerçeklik Destekli Matematik Etkinliklerinin, Okul Öncesi Çocuklarda Erken Matematik Yeteneği ve Akıl Yürütme Becerilerine Etkisi
Yüksek Öğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi,
Yürütücü: Taşgın, A. Yürütücü: Taşgının-Demirdağ, M., 08/08/2026
Yürütücü: Taşgın08/08/2026

8. **Eserler**

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

- Coşgun-Demirdağ, M., Küçük, S., & Taşgın, A. (2024). An investigation of the effectiveness of augmented reality technology supported English language learning activities on preschool children. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 41(4), 2410-2423. <https://doi.org/10.1080/10447318.2024.2323278>

2. Öztekin, G., G., Ata, S., & Coşgun-Demirdağ, M. (2025). Maternal/paternal helicopter parenting and school adjustment in adolescents: The mediating roles of internal and external academic locus of control. *School Psychology International*, 46(1), 90-111. <https://doi.org/10.1177/01430343241283683>
3. Coşgun-Demirdağ, M. & Taşgın, A. (2025). The relationship between teachers' digital literacy levels and research literacy skills. *Journal of Theoretical Educational Science*, 18(1), 81-105. <https://doi.org/10.30831/akukeg.1507150>
4. Coşgun-Demirdağ, M. C., & Taşgın, A. (2024). Okul öncesi öğretmenlerinin program okuryazarlığı ve öğretim programı farkındalıkları arasındaki ilişki. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim (TEKE) Dergisi*, 13(3), 1035-1052. <https://doi.org/10.7884/teke.1508003>

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

1. Coşgun-Demirdağ M., Dilek-Eryiğit Ç., & Taşgın, A. (2025). Öğretmen adaylarında öğrenme ve davranışsal eğilimlerin incelenmesi: öğrenme algısı, öğrenme çevikliği, kişisel sorumluluk, girişimcilik yönelimi, öz düzenleme ve erteleme değişkenleri bağlamında ilişkisel bir tarama, 9th *International Congress Of Eurasian Social Sciences*, 81.
2. Coşgun Demirdağ, M., & Uğur, B. (2024, Şubat). Okul öncesi eğitimde ailenin etkisi üzerine aile katılım etkinliklerinin öğretmen bağlamında incelenmesi. İçinde *Maarif Kongresi Bildiri Kitabı* (s. 153–157). Millî Eğitim Bakanlığı. ISBN: 978-975-11-8630-0
3. Coşgun-Demirdağ, M. & Taşgın, A. (2024). Ortaokul Öğrencilerinin Öğrenme Çeviklik Düzeyleri ile Akademik Öz Denetim Becerileri Arasındaki İlişkide Okula Bağlanmanın Aracı Rolü, 12th *International Congress on Curriculum and Instruction*.
4. Coşgun-Demirdağ, M. & Taşgın, A. (2024). Investigating the effectiveness of augmented reality (AR) technology supported science activities in preschool children: Solar system, 7th *International Conference on Advances in Natural and Applied Sciences (ICANAS)*
5. Küçük, S., Taşgın, A. & Coşgun-Demirdağ (2023). Artırılmış gerçeklik teknolojisi destekli ingilizce öğrenim etkinliklerinin okul öncesi çocuklar üzerindeki etkilerinin incelenmesi, *International Educational Technology Conference (IETC)*
6. Küçük, S., Tekindemir-Gedik, Ş., Topdemir, M. S., Zengin, B., & Merve Coşgun-Demirdağ, M. (2023). Artırılmış gerçeklik destekli satranç öğrenim etkinliklerinin okul öncesi öğrenciler üzerinde etkilerinin incelenmesi, *International Educational Technology Conference (IETC)*
7. Coşgun-Demirdağ, M. & Taşgın, A. (2023). Öğretmenlerin dijital okuryazarlık düzeyleri ile araştırma okuryazarlık becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi, *Uluslararası Genç Araştırmacılar Kongresi*.
8. Coşgun-Demirdağ, M. & Taşgın, A. (2022). Lise öğrencilerinin akademik güdülenme, akademik azim ve okula uyum durumları arasındaki ilişki, 4rd *International Young Researchers Student Congress*
9. Coşgun-Demirdağ, M. & Taşgın, A. (2022). Okul Öncesi öğretmenlerinin program okuryazarlığı ve öğretim programı farkındalıkları arasındaki ilişkinin incelenmesi, 4rd *International Young Researchers Student Congress*.

Kitap & Kitap bölümleri:

1. Coşgun-Demirdağ, M., Küçük, S., & Taşgın, A. (2023). *Erken çocukluk döneminde artırılmış gerçeklik teknolojisi*. In F. Karaman & A. Özdeş (Eds.), *Değişen Dünyanın Gelişen Çocukları* (ss. 355–388). Nobel.