

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
OKUL ÖNCESİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

OKUL ÖNCESİ DÖNEM ÇOCUKLARININ ÖLÇME BECERİLERİNE
ÖĞRENME ROTALARI TEMELLİ KODLAMA EĞİTİMİNİN ETKİSİ

Mehmet CEYLAN

DOKTORA TEZİ

ADANA / 2022

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
OKUL ÖNCESİ EĞİTİMİ ANA BİLİMDALI**

**OKUL ÖNCESİ DÖNEM ÇOCUKLARININ ÖLÇME BECERİLERİNE
ÖĞRENME ROTALARI TEMELLİ KODLAMA EĞİTİMİNİN ETKİSİ**

Mehmet CEYLAN

Danışman: Prof. Dr. Durmuş ASLAN

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Kamuran TARIM

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Raziye GÜNAY BİLALOĞLU

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Yaşare AKTAŞ ARNAS

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Oğuz Serdar KESİCİOĞLU

DOKTORA TEZİ

ADANA / 2022

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma, jürimiz tarafından Okul Öncesi Eğitimi Ana Bilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Durmuş ASLAN
(Danışman)

Üye: Prof. Dr. Kamuran TARIM

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Raziye GÜNAY BİLALOĞLU

Üye: Prof. Dr. Yaşare AKTAŞ ARNAS

Üye: Doç. Dr. Oğuz Serdar KESİCİOĞLU

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.

.../.../2022

Prof. Dr. Serap ÇABUK
Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ETİK BEYANI

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

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

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. / / 2022

Mehmet CEYLAN

ÖZET

OKUL ÖNCESİ DÖNEM ÇOCUKLARININ ÖLÇME BECERİLERİNE ÖĞRENME ROTALARI TEMELLİ KODLAMA EĞİTİMİNİN ETKİSİ

Mehmet CEYLAN

Doktora Tezi, Okul Öncesi Eğitimi Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Durmuş ASLAN

Mayıs 2022, 183 sayfa

Bu araştırma, öğrenme rotaları temelli etkinliklerin ve öğrenme rotaları temelli kodlama etkinliklerinin okul öncesi dönem çocuklarının uzunluk, alan, hacim ve açı ölçme becerilerine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Nicel bir yaklaşımla yürütülen çalışmada, yarı deneysel araştırma deseni kullanılmıştır. Katılımcılar, Adıyaman il merkezinde MEB'e bağlı bir anaokulundan seçilen üç sınıftaki 55-71 aylık 47 çocuktan oluşmaktadır. Yansız atama yoluyla, söz konusu sınıflardan ikisi deney (deney 1 [n=15] ve deney 2 [n=17]) ve bir tanesi de kontrol (n=15) grubu olarak seçilmiştir. Kontrol grubuna mevcut okul öncesi eğitim programı uygulanırken, deney 1 grubunda öğrenme rotalarını temel alarak hazırlanan kodlama etkinlikleri, deney 2 grubunda ise öğrenme rotaları temelli eğitim etkinlikleri uygulanmıştır. Deney 1 ve deney 2 grubundaki uygulamalar, haftada üç gün olmak üzere her bir deney grubu için toplam 16 oturumdan oluşmaktadır.

Veri toplama aracı olarak, araştırmacı tarafından geliştirilen Erken Ölçme Testi (EÖT) kullanılmıştır. Araştırma kapsamında çocukların ölçme becerileri uygulama öncesinde, uygulama sonunda ve son uygulamadan dört hafta sonra EÖT ile ölçülmüştür. Veriler, hiyerarşik linear modelleme (HLM) ile analiz edilmiştir. Araştırma bulguları, deney 1 ve deney 2 grubunda yer alan çocuklara uygulanan etkinliklerin çocukların uzunluk, alan, hacim ve açı ölçme becerilerini geliştirmede kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ve kalıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bu etki deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmamaktadır. Sonuç olarak, öğrenme rotaları etkinliklerin ve öğrenme rotaları temelli kodlama etkinliklerinin çocukların ölçme becerisini geliştirmede etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Öğrenme rotaları, okul öncesi, ölçme, kodlama, robotik

ABSTRACT**THE EFFECT OF LEARNING TRAJECTORIES BASED CODING TRAINING
ON PRESCHOOLERS' MEASUREMENT SKILLS****Mehmet CEYLAN****Ph.D. Thesis, Department of Preschool Education****Supervisor: Prof. Dr. Durmuş ASLAN****May 2022, 183 pages**

The study was conducted to investigate the effects of learning trajectories and learning trajectories based coding activities on preschoolers' length, area, volume, and angle measurements skills. A quantitative approach and a quasi-experimental research design were used. The participants consisted of 47 children aged 55-71 months from a state kindergarten in Adiyaman province. The children were selected as experimental (experimental 1 [n=15], experimental 2 [n=17]) and control group by random assignment. The current preschool education curriculum was implemented in control, learning trajectories based coding activities were implemented in experimental 1, and learning trajectories based activities were implemented in experimental 2. Experimental activities were 16 sessions for each group.

The Early Measurement Assessment (EMA) was used for data collection which was developed by the researcher. Pre, post, and follow-up tests were applied to measure children's measurement skills. The data was analyzed by Hierarchical Linear Modeling (HLM). Findings revealed that both experimental activities have a significant and permanent effect to improve children's length, area, volume, and angle measurement skills compared to control activities. There was no significant difference between experimental groups. The study extended the effects of learning trajectories and coding activities on preschool children's mathematical abilities.

Keywords: Learning trajectory, preschool, measurement, coding, robotics

ÖNSÖZ

Bilimsel çalışmalar, daha öncekilerin varlığı ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle ilk olarak erken dönem eğitimi üzerine yapılmış sayısız bilimsel çalışma ile bu çalışmayı mümkün kılan araştırmacılara teşekkür ederim.

Araştırma sürecini bir yola benzetirsek, şüphesiz bu yoldaki en önemli unsur da yola kiminle çıktığınızdır. Ben bu konuda kendimi çok şanslı hissediyorum. Çalışmanın öncesinden son anına kadar, sadece değerli görüşleri, açık, net ve anlaşılır geri dönütleri, sabrı ve akademik bilgisiyle değil aynı zamanda kişiliği, çalışma azmi ve duruşu ile de örnek olan çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Durmuş ASLAN'a teşekkür ederim. Tez izleme komitemde bulunan, bilgi ve deneyimlerini paylaşan, çalışmanın son haline gelmesinde çok büyük emeği olan sayın hocalarım Prof. Dr. Yaşare AKTAŞ ARNAS'a, Prof. Dr. Kamuran TARIM'a, Dr. Öğretim Üyesi Raziye GÜNAY BİLALOĞLU'na teşekkür ederim. Ayrıca sunduğu önerilerle tezimin gelişimine katkı sunan tezimin savunmasında jüri üyeliğinde yer alan sayın Doç.Dr. Oğuz Serdar KESİCİOĞLU'na teşekkür ederim. Hiyerarşik etkileşimcilik ile ilgili şekilleri yeniden oluşturarak, kullanmam için gönderen Prof. Dr. Douglas CLEMENTS'e teşekkür ederim.

Doktora eğitimim boyunca akademik olarak gelişimime katkı sunan Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Okul Öncesi Eğitimi Ana Bilim Dalı'ndaki bütün hocalarıma, gerek test geliştirme gerek program uygulaması boyunca bana destek olan okul yöneticilerine, öğretmenlerine, izin veren ebeveynlere ve hiçbir karşılık beklemeksizin bana yardımcı olan bütün çocuklara çok teşekkür ederim. Onlar olmadan bu çalışmanın gerçekleşmesi mümkün değildi.

Hayatım boyunca desteğini esirgemeyen, her ihtiyaç duyduğumda yanımda olan kardeşime; zaman zaman kendi ihtiyaçlarını görmezden gelme pahasına maddi manevi çok büyük fedakarlıklar yaparak şu an olduğum kişi olmamı sağlayan anneme ve babama çok teşekkür ederim. Son olarak bana hep ilham kaynağı olan, en umutsuz zamanlarda dahi ayağa kalkmamı sağlayan hayat arkadaşım Huriye Gözde CEYLAN'a çok teşekkür ederim. İyi ki varsınız.

Mehmet CEYLAN

ADANA, 2022

Umut'a



İÇİNDEKİLER

ÖZET	Sayfa iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
KISALTMALAR	xi
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
EŞİTLİKLER LİSTESİ	xv
EKLER LİSTESİ	xvi

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem	2
1.2. Araştırmanın Amacı	7
1.3. Araştırmanın Önemi	8
1.4. Sınırlılıklar	9
1.5. Tanımlar	10

BÖLÜM II

KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal Açıklamalar	12
2.1.1. Okul Öncesi Dönemde Ölçme	12
2.1.2. Öğrenme Rotaları	14
2.1.3. Ölçme Alanındaki Öğrenme Rotaları	26
2.1.3.1. Uzunluk Ölçme Öğrenme Rotaları	26
2.1.3.2. Alan Ölçme Öğrenme Rotaları	28
2.1.3.3. Hacim Ölçme Öğrenme Rotaları	31
2.1.3.4. Açık Ölçme Öğrenme Rotaları	33
2.1.4. Kodlama ve Eğitim Amaçlı Kullanımı	35
2.2. İlgili Araştırmalar	37

2.2.1. Erken Çocukluk Dönemi Ölçme Becerileri ile İlgili Araştırmalar	38
2.2.2. Öğrenme Rotaları ile İlgili Araştırmalar	47
2.2.3. Erken Çocuklukta Matematik Eğitiminde Kodlama ile İlgili Yapılan Çalışmalar	52

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli	56
3.2. Çalışma Grubu	57
3.3. Veri Toplama Araçları	58
3.3.1. Erken Ölçme Testi	58
3.3.1.1. Testin Geliştirilmesi	58
3.3.1.2. Testin Verilerinin Analizi	59
3.3.1.2. Testin Geçerlik ve Güvenilirlik Analizleri	59
3.3.2. Etkinlik Uygulamaları Kontrol Listesi	64
3.4. Öğrenme Rotaları Temelli Eğitim Etkinlikleri	66
3.5. Öğrenme Rotaları Temelli Kodlama Etkinlikleri	67
3.6. Etkinlik Planlarının Uygulanması	70
3.7. Verilerin Toplanması	71
3.8. Verilerin Analizi	71
3.9. Araştırmanın Geçerliliği	76
3.10. Etik Önlemler	77

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların EÖT Toplam Puanlarına Etkisine İlişkin Bulgular	79
4.2. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların UÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Bulgular	87
4.3. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların AÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Bulgular	95

4.4. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların HÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Bulgular	103
4.5. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların AçÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Bulgular	111

BÖLÜM V

TARTIŞMA VE YORUM

5.1. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların EÖT Toplam Puanlarına Etkisine İlişkin Tartışma ve Yorum	120
5.2. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların UÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Tartışma ve Yorum	123
5.3. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların AÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Tartışma ve Yorum	125
5.4. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların HÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Tartışma ve Yorum	127
5.5. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların AçÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Tartışma ve Yorum	128

BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar	130
6.2. Öneriler	131
6.2.1. Araştırmacılara yönelik öneriler	131
6.2.2. Uygulamalara yönelik öneriler	132
KAYNAKÇA.....	133
EKLER	150
ÖZGEÇMİŞ	183

KISALTMALAR

HLM: Hiyerarşik Linear Modelleme

EÖT: Erken Ölçme Testi

UÖAT: Uzunluk Ölçme Alt Testi

AÖAT: Alan Ölçme Alt Testi

HÖAT: Hacim Ölçme Alt Testi

AçÖAT: Açık Ölçme Alt Testi

S. h.: Standart Hata

S. s.: Standart Sapma

%95 G.a: %95 Güven Aralığı

ÇBMTK: Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramı

KMK: Klasik Madde Kuramı

TABLOLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. Uzunluk Ölçme Öğrenme Rotaları	28
Tablo 2. Alan Ölçme Öğrenme Rotaları	31
Tablo 3. Hacim Ölçme Öğrenme Rotaları	33
Tablo 4. Açık Ölçme Öğrenme Rotaları	35
Tablo 5. Araştırma Deseni	56
Tablo 6. Çalışma Grubuna Ait Demografik Bilgiler.....	57
Tablo 7. Erken Ölçme Testi Tanımlayıcı İstatistikler.....	60
Tablo 8. EÖT Yaş Gruplarına Göre Tek Yönlü Varyans Analizi.....	61
Tablo 9. EÖT ve TEMA-3 Arası Korelasyon	61
Tablo 10. EÖT Uyum İstatistikleri.....	62
Tablo 11. EÖT Madde İstatistikleri	63
Tablo 12. Etkinlik Uygulamaları Kontrol Listesi	65
Tablo 13. Öğrenme Rotaları Temelli Eğitim Etkinlikleri Etkinlik Künyesi.....	67
Tablo 14. Öğrenme Rotaları Temelli Kodlama Etkinlikleri Künyesi.....	70
Tablo 15. EÖT Tanımlayıcı İstatistikler	79
Tablo 16. EÖT Model 1a Sonuçları	80
Tablo 17. EÖT Model 1b Sonuçları.....	81
Tablo 18. EÖT Model 1c Sonuçları	82
Tablo 19. EÖT Model Uyum İstatistikleri ve Varyansların Dağılımı	84
Tablo 20. Model 1c Düzey1 Artık Değerler Normallik Varsayım Kontrolü.....	85
Tablo 21. EÖT Son ve Kalıcılık Testi Koşulsuz Model	86
Tablo 22. EÖT Son ve Kalıcılık Testi Tanımlanmış Model	86
Tablo 23. UÖAT Tanımlayıcı İstatistikler.....	87
Tablo 24. UÖAT Model 2a Sonuçları.....	88
Tablo 25. UÖAT Model 2b Sonuçları.....	89
Tablo 26. UÖAT Model 2c Sonuçları.....	90
Tablo 27. UÖAT Model Uyum İstatistikleri ve Varyansların Dağılımı	92
Tablo 28. Model 2c Düzey1 Artık Değerler Normallik Varsayım Kontrolü.....	93
Tablo 29. UÖAT Son ve Kalıcılık Testi Koşulsuz Model	94
Tablo 30. UÖAT Son ve Kalıcılık Testi Tanımlanmış Model.....	94
Tablo 31. AÖAT Tanımlayıcı İstatistikler	95

Tablo 32. AÖAT Model 3a Sonuçları.....	96
Tablo 33. AÖAT Model 3b Sonuçları.....	97
Tablo 34. AÖAT Model 3c Sonuçları.....	98
Tablo 35. AÖAT Model Uyum İstatistikleri ve Varyansların Dağılımı	100
Tablo 36. Model 3c Düzey1 Artık Değerler Normallik Varsayım Kontrolü	101
Tablo 37. AÖAT Son ve Kalıcılık Testi Koşulsuz Model	102
Tablo 38. AÖAT Son ve Kalıcılık Testi Tanımlanmış Model.....	102
Tablo 39. HÖAT Tanımlayıcı İstatistikler	103
Tablo 40. HÖAT Model 4a Sonuçları.....	104
Tablo 41. HÖAT Model 4b Sonuçları.....	105
Tablo 42. HÖAT Model 4c Sonuçları.....	106
Tablo 43. HÖAT Model Uyum İstatistikleri ve Varyansların Dağılımı	108
Tablo 44. Model 4c Düzey1 Artık Değerler Normallik Varsayım Kontrolü	109
Tablo 45. HÖAT Son ve Kalıcılık Testi Koşulsuz Model	110
Tablo 46. HÖAT Son ve Kalıcılık Testi Tanımlanmış Model.....	110
Tablo 47. AçÖAT Tanımlayıcı İstatistikler	111
Tablo 48. AçÖAT Model 5a Sonuçları.....	112
Tablo 49. AçÖAT Model 5b Sonuçları.....	113
Tablo 50. AçÖAT Model 5c Sonuçları.....	114
Tablo 51. AçÖAT Model Uyum İstatistikleri ve Varyansların Dağılımı	116
Tablo 52. Model 5c Düzey1 Artık Değerler Normallik Varsayım Kontrolü	117
Tablo 53. AçÖAT Son ve Kalıcılık Testi Koşulsuz Model	118
Tablo 54. AçÖAT Son ve Kalıcılık Testi Tanımlanmış Model	118

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. Matematik öğretim döngüsü içerisinde varsayımsal öğrenme rotaları	17
Şekil 2. Öğrenme rotaları.....	18
Şekil 3. Hiyerarşik etkileşimcilik	23
Şekil 4. Uygun olmayan bir eğitim ile gelişimsel ilerleme	24
Şekil 5. İdeal şartlarda gelişimsel ilerleme	25
Şekil 6. Matatalab ve CubeCode robotik kodlama materyalleri.....	68
Şekil 7. Model 1c doğrusallık varsayımı kontrolü	84
Şekil 8. Model 2c doğrusallık varsayım kontrolü.....	92
Şekil 9. Model 3c doğrusallık varsayım kontrolü.....	100
Şekil 10. Model 4c doğrusallık varsayım kontrolü.....	108
Şekil 11. Model 5c doğrusallık varsayım kontrolü.....	116

EŞİTLİKLER LİSTESİ

	Sayfa
Eşitlik 1. Koşulsuz Model Düzey1 Eşitliği.....	72
Eşitlik 2. Koşulsuz Model Düzey2 Eşitliği.....	72
Eşitlik 3. Koşulsuz Model Birleştirilmiş Eşitlik	72
Eşitlik 4. Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı Eşitliği.	73
Eşitlik 5. Güven Aralığı Hesaplama Eşitliği.	73
Eşitlik 6. Model b'ye Ait Düzey1 Eşitliği.....	74
Eşitlik 7. Model b'ye Ait Düzey2 Eşitliği.....	74
Eşitlik 8. Model b'ye Ait Birleştirilmiş Eşitlik.	74
Eşitlik 9. Model c'ye Ait Düzey1 Eşitliği.....	75
Eşitlik 10. Model c'ye Ait Düzey 2 Eşitliği.....	75
Eşitlik 11. Model c'ye Ait Birleştirilmiş Eşitlik.	75
Eşitlik 12. Etki Boyutu Eşitliği.	76

EKLER LİSTESİ

	Sayfa
EK 1. Sosyal Bilimler Enstitüsü Etik Kurul İzni.....	150
EK 2. Adıyaman Valiliği Araştırma Uygulama İzni.....	151
EK 3. Veli Onam Formu Örneği	152
EK 4. TEMA-3 Uygulama İzni	153
EK 5. Deney 1 Grubu Örnek Etkinlikler.....	155
EK 6. Deney 2 Grubu Örnek Etkinlikler.....	158
EK 7. EÖT Örnek Soru	172



BÖLÜM I

GİRİŞ

Okul öncesi dönem çocuklarının matematiksel becerileri, çeşitli nedenlerden dolayı araştırmacıların dikkatini her geçen gün daha da fazla çekmektedir. Bu nedenlerden birincisi, genel olarak okul öncesi eğitime erişimin giderek artması ve daha fazla çocuğun okul öncesi eğitimden yararlanmasıdır. Bu durum, okul öncesi eğitim içeriğinin ve dolayısıyla da okul öncesi matematik uygulamalarının çağdaş eğitim yaklaşımları ile sürekli olarak gözden geçirilmesini zorunlu kılmaktadır. İkincisi, çok sayıda araştırma, erken dönemdeki matematiksel becerilerin ilerleyen yıllardaki akademik başarıyı güçlü bir şekilde yordadığını ortaya koymaktadır (Nguyen ve diğerleri, 2016). Araştırmalar bu dönemdeki matematiksel becerilerin, aile ve çocuğun karakteristik özellikleri, bilişsel becerileri (Watts, Duncan, Siegler, & Davis-Kean, 2014), zekâ, okuma, dikkat becerileri (Duncan ve diğerleri, 2007) ve hafıza becerisi (Krajewski & Schneider, 2009) kontrol altına alındığında dahi, ilerleyen yıllardaki akademik başarıyı ve orta yaştaki sosyo-ekonomik statüyü (Ritchie & Bates, 2013) yordadığını göstermektedir. Üçüncü olarak, erken dönemdeki matematik becerileri, eğitimcilerin olduğu kadar eğitim psikologlarının, gelişim psikologlarının ve bilişsel psikologların da yoğun biçimde ilgisini çekmekte ve farklı disiplinlerde yapılan çalışmalar birbirine katkı sağlamaktadır (Newcombo ve diğerleri, 2009). Son olarak, teknolojik ve bilimsel ilerlemeler doğrultusunda matematiğin uygulama alanları giderek artmakta, buna paralel olarak da yetişmiş iş gücü açısından toplumda matematiksel düşünebilen, matematik bilen bireylere ihtiyaç doğmakta ve bunun yansımada her kademe eğitim ve öğretim programında matematiksel konular kendine yer bulmaktadır.

Okul öncesi dönemdeki matematiksel becerilerinin içeriği yaygın olarak *sayı ve işlemler, cebir, geometri, ölçme ve veri analizi ve olasılık* konularından oluşmaktadır. Çocukların erken dönemde matematiğin bu alanlarında öğrenme eksikliklerinin giderilmesi, sezgisel ve informal bilgileri ile okul matematiği arasındaki bağlantıyı kurmasını kolaylaştırmakta ve güçlü bir matematiksel temel oluşturmaya yardımcı olmaktadır (Ginsburg, Klein, & Starkey, 1998; Hiebert, 1986; Nunes, Light, & Mason, 1993).

1.1.Problem

Erken matematik becerileri arasında yer alan ölçme, en genel anlamıyla bilinen veya standart bir *büyüklikle* bilinmeyen bir *büyüklüğü* tanımlama işlemidir. Büyüklük terimi ise “bir olgu, cisim veya maddeye ait olan ve miktarı sayı ve/veya referans olarak ifade edilebilen özellik” anlamında kullanılmaktadır (TUBİTAK UME, 2008). Uluslararası Birimler Sistemi’ne (SI) göre ölçülebilen temel büyüklükler uzunluk, ışık şiddeti, elektrik akımı, termodinamik sıcaklık, zaman, kütle ve madde miktarıdır. Günlük yaşantımızda karşımıza çıkan ve erken çocukluk eğitim programında bulunan alan, hacim, açı ise uzunluk dikkate alınarak türetilmiştir (TUBİTAK UME, 2022).

Uzunluk, alan, hacim ve açı ölçme becerileri, çocuklara matematiksel ve bilimsel düşüncelerini geliştirme imkânı sunmaktadır. Bu alanlardaki ölçme becerileri aracılığıyla çocuklar büyüklükleri karşılaştırabilmekte veya gözlemlerini niceliğe dönüştürerek zaman içerisindeki değişimi izleyebilmektedir (Clements, Barrett, & Sarama, 2016). Bu kapsamda ölçme becerileri, matematik eğitiminde geometri ve cebir arasında köprü görevi görmekte ve her iki alana da kavramsal destek sağlamaktadır (Clements & Sarama, 2007). Ölçme, aynı zamanda “matematik ve bilim arasında da bağlantı kurmakta ve günlük deneyimler içinde kök salmaktadır” (Lehrer, 2003, s. 179). Çocuklar doğal ve informal yollarla ölçmeyi deneyimlerken cebir ve geometri alanında öğrendiklerini pekiştirme fırsatı bulmakta, bilimsel düşüncenin kapısını aralamaktadır. Ayrıca, ölçme etkinlikleri sayesinde matematik konuları çocuklar için formal olarak anlamlı bağlamlar içinde sunulabilmektedir (Copley ve diğerleri, 2004; Tudge & Doucet, 2004).

Erken çocukluk döneminde ölçme becerilerini inceleyen çalışmaların geçmişi Piaget’nin korunum deneylerine kadar uzanmaktadır. Piaget, çocuklarda matematiksel ve mantıksal düşünmeyi araştırdığı çalışmalarda çocukların uzunluk, alan, hacim, miktar ve sayı korunumuna yönelik deneyler gerçekleştirmiştir. Örneğin, hacim korunumunda başlangıçta özdeş olan iki kaba belirli miktarda sıvı doldurulmuş, sonrasında ise kaplardan birisindeki sıvı daha geniş veya dar çeşitli özellikteki kaplara boşaltılmış ve eşitlik durumu yeniden sorulmuştur. Piaget, gerçekleştirilen söz konusu işlem, çocukların gözleri önünde tersine çevrilebilse dahi çocukların sıvı miktarlarının aynı olmadığını düşündüklerini belirlemiştir. Piaget, işlem öncesi dönem çocuklarının korunum ilkesini kazanamadığını, bu durumun çocuğun baskın olan özelliğe odaklanmasından kaynaklandığını ve dolayısıyla da bu dönemde ölçme gibi mantıksal

ve matematiksel bilgilerinin geliştirilmesinin oldukça güç olduğunu vurgulamaktadır (Piaget, 1952/1984; Piaget & Inhelder, 1967; Piaget, Inhelder, & Szeminska, 1960). Sonraki araştırmacılar, iki önemli sınırlılık nedeniyle Piaget'nin korunum deneylerinin çocukların gerçek kapasitelerini yansıtmadığını belirtmişlerdir (Anderson & Cuneo, 1978; Gelman & Gallistel, 1978; Miller K. F., 1989).

Birincisi, araştırmacılara göre bu deneylerde algısal muhakeme görmezden gelinmekte ve eylemsel muhakemeyle algısal muhakeme birbirinden tamamen ayrı değerlendirilmektedir (Anderson & Cuneo, 1978; Cuneo, 1980; Miller K. F., 1989). Oysaki algısal muhakeme, korunum görevleri dâhil bütün kararlarda rol oynamaktadır ve kararların neredeyse tümüyle iç içe geçmiş durumdadır. Anderson ve Cuneo'nun (1978) bu durumu dikkate alarak kurgulamış oldukları hacim korunumu deneyinde, beş yaşındaki çocukların bardaktan silindire sıvı aktarımı yapıldığı sırada sıvı miktarını belirlemek için sadece yüksekliği dikkate aldıklarını, ancak bardak yerine tamamen farklı silindirler (yükseklik ve genişlik açısından birbirinden farklı özellikteki) kullanıldığında yüksekliği ve genişliği birlikte dikkate alarak algısal yorumlar yapabildiklerini belirlemişlerdir.

Piaget'nin korunum deneylerindeki ikinci önemli sınırlılık, kullandığı yöntem olarak görülmektedir. Araştırmacılar, tipik korunum testlerinde çocukların başarılı olabilmeleri için asıl test edilen becerinin yanında birçok ikincil beceriyi de edinmiş olmaları gerektiğini belirtmektedirler (Ebeling & Gelman, 1994; Ebeling & Gelman, 1988; Gallistel & Gelman, 1992; Gelman, 1977; Gelman, 1972; Gelman, Meck, & Merkin, 1986). Örneğin Gelman (1972) sayı korunum görevinin çocukların sadece sayı ile ilgili bilgilerini değil; mantıksal kapasite, tahmin becerisi, dil bilgisi ve dikkat becerilerini de içerdiğini ifade etmektedir. Piaget'nin korunum deneylerindeki bu sınırlılık ortadan kaldırılarak tasarlanan deneyler neticesinde, çocukların belirtilenden çok daha önce sayı ile ilgili bilgilerinin olduğu saptanmıştır (Gelman, 1972).

Piaget'nin korunum deneylerindeki sınırlılıklar nedeniyle, pek çok araştırmacı okul öncesi dönem çocuklarının ölçme ile ilgili kavrayışlarının gerçek kapasitelerini yansıtmadığını dile getirmişlerdir (Anderson & Cuneo, 1978; Gelman & Gallistel, 1978; Miller K. F., 1989). Bu eleştiriler, araştırmacıları yeni kuramsal arayışlara yönlendirmiş ve ilerleyen dönemlerde erken çocukluk matematik eğitime yönelik Vygotsky'nin kuramını temele alarak kurgulanan çalışmalar ortaya çıkmaya başlamıştır (Anderson, Anderson, & Thauberg, 2008).

Vygotsky'nin sosyokültürel kuramı, bilişsel gelişimde zihinsel araçların önemine vurgu yapmakta ve gelişim ile öğretim arasındaki kuramı formüle ederken dört farklı araştırma dizisinden hareket etmektedir (Vygotsky, 1961/1998). Birincisi, temel konularda öğretimin psikolojik temellerinin gelişmesinin öğretimden önce gerçekleşmeyip, öğretimin katkılarıyla sürekli bir etkileşim halinde ilerlediğini ifade etmektedir. Çocukların yeni bir beceriyi edinebilmesi için alt sınır bir gelişim düzeyi olmakla birlikte, öğretim gelişim düzeyini üst seviyeye çıkartmaktadır. İkinci olarak Vygotsky, öğretim ile öğretime karşılık gelen psikolojik işlevlerin gelişme süreçleri arasında zaman ilişkisi oluşturmuştur. Vygotsky, genellikle öğretimin gelişimin önünde gittiğini belirtmiştir. Üçüncü olarak, öğretimin sunuluşunu incelemiş ve okulda ele alınan farklı konularda öğretim için gerekli psikolojik önkoşulların büyük ölçüde aynı olduğunu, belli konuda verilen öğretimin, o konunun sınırlarının çok ötesinde, daha yüksek işlevlerin gelişmesini etkilediğini belirtmiştir. Dördüncü ve en önemlisi ise, çocukların zihinsel gelişme düzeyini ölçme yöntemine getirmiş olduğu yeni bakış açısidir. Çocukların zihinsel gelişme düzeylerini belirlemek için genellikle standartlaşmış problemler sunulmaktadır. Ancak bu şekilde çocuğun kendi başına çözebildiği problemler ile tamamlanmış olan zihinsel gelişimlerine paralel olarak anlık ve durağan bir sonuca ulaşılmaktadır. Buna karşılık Vygotsky, çocuklara kendi başlarına çözebildiklerinden daha zor problemler sunmuş ve belirli alanlarda belli bir oranda yardım etmiştir. Böylelikle yardımsız problem çözme düzeyleri aynı olan çocukların, yardımla farklı seviyelere ulaşabildiklerini saptamıştır. Vygotsky bu durumu *yakınsal gelişim alanı* olarak tanımlamakta ve her çocuğun yardımla, kendi başına yapabildiğinden daha fazlasını yapabileceğini ifade etmektedir (Hedegaard, 1990; Vygotsky, 1961/1998).

Sonuç olarak her ne kadar Piaget'yi temel alan bakış açısına göre okul öncesi dönem çocuklarında korunum becerilerinin gelişmediği ve bunun sonucunda da çocukların ölçme işlemlerinde başarısız olacakları düşünülse de Vygotsky'nin perspektifine göre çocukların paylaşılan etkinlikler ve yetişkin desteği ile ölçme becerilerini geliştirmeleri mümkün görünmektedir. Örneğin K.F. Miller (1989) üç yaşındaki çocukların uygun destek sağlandığında daha derin olan deliği belirleyebildiklerini ve ölçme sürecinin zihinsel bir araç olarak kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Öte yandan, Simon (1995) yalnızca Piaget veya Vygotsky'nin kuramlarından yararlanmak yerine her iki kuramdan birlikte yararlanarak bir matematik öğretim deneyi

tasarlamış ve bu deneyde matematik öğretim döngüsü içerisinde öğrenme rotaları kavramına yer vermiştir. Clements ve Sarama (2004) bu kavramı bilişsel bilim perspektifinde ve hiyerarşik etkileşimcilik teorisi altında yeniden değerlendirmiş ve öğrenme rotaları yaklaşımını geliştirmiştir. Öğrenme rotaları yaklaşımına göre, çocuklar belirli bir matematiksel hedefi hiyerarşik olarak bazı gelişimsel ilerlemelerden geçerek öğrenmektedirler (Clements & Sarama, 2004; Sarama & Clements, 2009).

Öğrenme rotaları, belirli bir matematiksel hedefi, çocuğun gelişimsel seviyesini ve bu seviyeyi anlamaya yönelik geliştirilen matematiksel görevleri ve etkinlikleri tek çatı altında birleştirmektedir. Buna göre, çocuğun gelişimsel seviyesi ve bu seviyeye yönelik geliştirilen matematiksel etkinlikler birbirine bağlıdır. Bu sayede öğrenme rotaları, eğitim etkinliklerini çocukların bulunduğu gelişimsel seviye ile buluşturarak, bir sonraki seviye için gerekli olan kilit gelişimsel aşamaya vurgu yapmakta ve çocuğun belirli bir matematiksel hedef doğrultusunda bir üst seviyede düşünceye erişmesi için ortam sunmaktadır. Nitekim çalışmalar, öğrenme rotaları yaklaşımının erken çocukluk döneminde ölçme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir. Örneğin Sarama ve diğerleri (2021) uzunluk, Cullen ve Barrett (2020) alan, van Dine (2014) hacim, Cullen, Cullen ve O'Hanlon (2018) açı ölçme becerilerine yönelik müdahale çalışması gerçekleştirmiş ve bu çalışmalar sonucunda erken çocukluk döneminde belirtilen alanlardaki ölçme becerilerinin gelişim gösterdiği saptanmıştır. Söz konusu çalışmalarda teorik olarak öğrenme rotaları yaklaşımının kullanılmasının yanı sıra, teknolojik araç ve gereçlerin de kullanıldığı görülmektedir.

Öğrenme rotaları yaklaşımı çocukların matematiksel gelişimlerine teorik bir çerçeve sunarken, matematik eğitiminde teknoloji kullanımını da önermektedir (Clements & Sarama, 2021). Teknoloji, çocukların bireysel veya grup olarak, belirli bir matematiksel beceriye yönelik problem çözmelerine ve bu çözümlerini paylaşımlarına imkân sunmaktadır. Uygun teknoloji kullanımı sayesinde zengin bir öğrenme ortamı oluşturulabilmekte ve böylece çocuklar daha derin anlayışlar geliştirebilmektedir (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000).

Erken çocukluk dönemi matematik eğitiminde teknoloji kullanımına yönelik çalışmalar incelendiğinde, ilk olarak LOGO programlama dilinin eğitsel bir yazılım olarak kullanıldığı görülmektedir (Bers, 2018). Bu çalışmalarda çocukların matematiksel konularda anlayışlarının geliştirmesi hedeflenmiştir (Resnick, Ocko, & Papert, 1988). Örneğin, Clements ve Battista (1990) LOGO programlama dilinin kullanımının çocukların açı kavramını ve geometrik şekilleri, Clements, Battista,

Sarama, Swaminathan ve McMillen (1997) ise, uzunluk ölçmeyi öğrenmelerinde etkili olduğunu saptamışlardır. Sonraki çalışmalarda bilgisayar yazılımlarının yanı sıra, robotik materyallerin de erken çocukluk döneminde çeşitli matematiksel becerileri geliştirmek için kullanıldığı görülmektedir (Bers, 2007; Bers, Ponte, Juelich, Viera, & Schenker, 2002). Shumway, Welch, Kozlowski, Clarke-Midura ve Lee (2021) okul öncesi dönem çocuklarının robotik oyuncaklarla geçirmiş olduğu etkinlikleri video ile analiz etmiş, bu etkinliklerin çocukların uzamsal, ölçme ve sayı bilgilerini sergilemesi için imkân sunduğunu, dahası çocukların programlama becerilerinin belirtilen alanlardaki matematiksel içerikleri kullanımlarını da etkilediğini belirtmişlerdir.

Günümüzde robotik materyaller, çocuklara kodlama becerilerinin öğretilmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır. Robotik kodlama sürecinde, robotlara kodlayıcı tarafından adım adım belirtilen bir hedef doğrultusunda önceden belirlenmiş komutlar tanımlanmaktadır. Bu süreç, sayı bilgisi, uzamsal beceriler ve problem çözme gibi çeşitli matematiksel becerileri içermektedir (Bartolini Bussi & Baccaglini-Frank, 2015; Lee, 2020; Lee & Junoh, 2019). Nitekim, robotik kodlamanın erken çocukluk döneminde çeşitli matematiksel becerileri geliştirmede etkili olduğu görülmektedir (Coxon, Dohrman, & Nadler, 2018; Hudson & Beak, 2022; Somuncu & Aslan, 2022).

Ginsburg, Joon ve Boyd (2008) erken yıllarda matematik öğretiminin sınırlı doğası nedeniyle hala okul öncesi dönem çocuklarının matematiksel kapasitelerini tam olarak anlayamadığımızı bu nedenle yüksek kaliteli matematik eğitimi için alışlagelmişin dışında öğrenme ve öğretme yolları denemelerinin yapılarak, sınır tanımadan çocukların neleri yapabileceklerinin denenmesini önermektedirler (s.16). Erken dönemdeki matematiksel becerilerin bireyin ilerleyen yıllardaki akademik başarısına etkisi göz önünde bulundurulduğunda, okul öncesi dönemden itibaren güçlü bir matematiksel başlangıca ihtiyaç duyulmaktadır (Duncan ve diğerleri, 2007; Krajewski & Schneider, 2009). Matematiksel becerilerin önemli bir parçası olan ölçme becerileri cebir ve geometri arasında köprü görevi görmek ve her ikisine de kavramsal destek sağlarken, bilimsel düşüncenin de temellerini oluşturmaktadır (Clements & Sarama, 2007; Lehrer, 2003). Sonuç olarak, mevcut kuram ve çalışmalardan hareketle, öğrenme rotaları yaklaşımını ve öğrenme rotaları yaklaşımını temel alan kodlama etkinliklerinin okul öncesi dönem çocuklarının ölçme becerilerine etkisi araştırmaya değer bulunmuş ve bu etkileri sınavan müdahale çalışması yapmaya karar verilmiştir.

1.2.Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı öğrenme rotaları yaklaşımının ve öğrenme rotaları yaklaşımıyla birlikte robotik materyallerle verilen kodlama etkinliklerinin okul öncesi dönem çocuklarının ölçme becerilerine etkisinin incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda deney 1 grubunda öğrenme rotaları yaklaşımıyla birlikte robotik materyallerle kodlama etkinlikleri, deney 2 grubunda yalnızca öğrenme rotaları yaklaşımı kullanılmış, kontrol grubunda ise öğrenme rotaları yaklaşımı veya robotik materyaller kullanılmamıştır. Araştırmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

- 1- Deney 1 ve deney 2 grubunda uygulanan etkinlikler, çocukların Erken Ölçme Testi (EÖT) toplam puanlarını geliştirmekte kontrol grubuna nazaran istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkili midir? Eğer etkili ise;
 - a) Bu etki deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmakta mıdır?
 - b) Bu etki kalıcı mıdır?
- 2- Deney 1 ve deney 2 grubunda uygulanan etkinlikler, çocukların Uzunluk Ölçme Alt Testi (UÖAT) puanlarını geliştirmekte kontrol grubuna nazaran istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkili midir? Eğer etkili ise;
 - a) Bu etki deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmakta mıdır?
 - b) Bu etki kalıcı mıdır?
- 3- Deney 1 ve deney 2 grubunda uygulanan etkinlikler, çocukların Alan Ölçme Alt Testi (AÖAT) puanlarını geliştirmekte kontrol grubuna nazaran istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkili midir? Eğer etkili ise;
 - a) Bu etki deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmakta mıdır?
 - b) Bu etki kalıcı mıdır?
- 4- Deney 1 ve deney 2 grubunda uygulanan etkinlikler, çocukların Hacim Ölçme Alt Testi (HÖAT) puanlarını geliştirmekte kontrol grubuna nazaran istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkili midir? Eğer etkili ise;
 - a) Bu etki deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmakta mıdır?
 - b) Bu etki kalıcı mıdır?

- 5- Deney 1 ve deney 2 grubunda uygulanan etkinlikler, çocukların Açık Ölçme Alt Testi (AçÖAT) puanlarını geliştirmekte kontrol grubuna nazaran istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkili midir? Eğer etkili ise;
- a) Bu etki deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmakta mıdır?
 - b) Bu etki kalıcı mıdır?

1.3. Araştırmanın Önemi

Bu çalışmanın, okul öncesi dönem çocuklarının ölçme becerilerine yönelik geliştirilen bir müdahale çalışması olması nedeniyle araştırmacılara, program geliştiricilere ve öğretmenlere yönelik çeşitli faydalar sağlayacağı düşünülmektedir. Birincisi, mevcut araştırmanın çocukların ölçme alanındaki kapasitelerinin anlaşılmasına katkı sağlaması beklenmektedir. Ölçme alanındaki çalışmaların hem ulusal hem de uluslararası düzeyde sınırlı olmasının, araştırmanın önemini arttırdığı düşünülmektedir. Araştırma, çocukların uzunluk, alan, hacim ve açı ölçme becerilerine yönelmektedir. Öte yandan, erken çocukluk döneminde açı, hacim ve alan ölçüm becerilerine yönelik ulusal düzeyde bir çalışmaya rastlanmazken, yurt dışında okul öncesi dönem çocuklarının belirtilen alandaki ölçme becerilerinin incelenmesine ve geliştirilmesine yönelik çalışmalar yer almaktadır. Ülkemizde uygulanan mevcut eğitim programına göre çocuklar beşinci sınıfa kadar açı kavramı ile karşılaşmamakta ve alan kavramıyla da üçüncü sınıfta karşılaşmaktadır. Oysaki erken dönemde yaşantılar yoluyla edinilen kavram ve becerilerin ilerleyen yıllardaki akademik başarıyı arttırdığı bilinmektedir.

İkincisi, bu çalışma öğrenme rotaları yaklaşımının ölçme becerileri konusunda okul öncesi dönem çocuklarına uygulanmasını içermektedir. Öğrenme rotaları nispeten yeni olmasına rağmen kökleri uzun süreli çalışmalara ve ampirik gözlemlere dayanan dinamik bir yaklaşımdır. Türkiye örnekleminde ise öğrenme rotalarını temel alan ölçme alanında ve/veya okul öncesi düzeyinde bir çalışmaya rastlanmamıştır. Araştırmanın çalışma grubunun hem kültürel hem de dil açısından öğrenme rotalarını konu edinen mevcut uluslararası çalışmalardan farklılıklar içermesi çalışmayı önemli kılmaktadır.

Üçüncüsü, toplumda her geçen gün teknoloji kullanan ve üreten bireylere ihtiyaç artmaktadır. Bu çalışmada da okul öncesi seviyesinde robotik materyaller ve kodlama etkinlikleri araç olarak kullanılmıştır. Çocukların kodlama ile erken yaşlarda tanışması

ilerleyen yıllarda teknoloji kullanımına yönelik olumlu tutum geliştirmesini sağlayabilir (Bers, González-González, & Armas-Torres, 2019). Bununla beraber hem öğrenme rotaları yaklaşımı hem de NCTM, matematik eğitiminde teknoloji kullanımını önermektedir. Bu çalışma çağdaş eğitim yaklaşımını teknolojik araçlarla buluşturması açısından önemlidir.

Dördüncüsü, bu çalışma kapsamında yaşları 48 ile 96 ay arası değişen çocuklar için öğrenme rotalarını temele alan Erken Ölçme Testi (EÖT) geliştirilmiştir. Çocukların matematik becerileri arasında çok küçük yaşlardan itibaren farklılıklar görülmektedir. EÖT gibi değerlendirme araçları, çocuğun desteğe ihtiyaç duyduğu alanların geçerli ve güvenilir olarak belirlenmesini sağlayabilir, araştırmacılar tarafından farklı örneklem gruplarında ve farklı ölçme araçlarıyla kullanılabilir. Testin erken çocukluk eğitimi literatürüne katkı sunacağı düşünülmektedir.

Son olarak, çalışma kapsamında iki farklı eğitim etkinlikleri hazırlanmıştır. Hazırlanmış olan eğitim etkinlikleri farklı çocuklarda, araştırmacılar ve eğitimciler tarafından kullanılabilir. Ölçme becerilerinin önemine yönelik öğretmen ve ebeveynlerde bir farkındalık yaratabilir.

Sonuç olarak, çocukların ölçme becerilerini keşfetmenin ve bu becerileri geliştirmeye yönelik müdahale etkinliklerinin önemli faydalar sunacağı, öğrenme rotalarının ve robotik materyallerin farklı alanlarda ve seviyelerde uygulanmasına yönelik sonuç ve önerilerin önemli olduğu düşünülmektedir.

1.4. Sınırlılıklar

- HLM analizi varsayım olan birinci düzey artık değerler ile birinci düzey kestirilen değerlerin doğrusal olması varsayımı saçılım grafiği aracılığıyla görsel olarak sınanmıştır.
- HLM analizi, post-hoc testleri içermemesi nedeniyle, deney 1 ve deney 2 grubu kontrol grubu ile kıyaslanırken önce tek bir grup olarak ele alınmış, ardından deney grupları arası farklılaşma durumu sınanmıştır.
- EÖT'nin geçerlik ve güvenilirlik çalışması hem çok boyutlu madde tepki kuramı hem de klasik madde kuramı ile analiz edilmiş olmasına rağmen bu çalışmada yalnızca klasik madde kuramı (KMK) puanları kullanılmıştır. Bunun iki nedeni vardır. Birincisi, çok boyutlu madde tepki kuramından (ÇBMTK) elde edilen sonuçlarda her bir gözlemin birbirinden bağımsız

olması gerekmektedir (Reckase, 2009). Bu çalışmada çocuklara üç farklı zamanda EÖT uygulanması nedeniyle ön-son ve kalıcılık testine ait gözlemlerde ÇBMTK'ye ait varsayım ihlal edilmektedir. Her ne kadar boylamsal ÇBMTK modelleri olsa da (Soland, 2022) örneklem sayısının düşük olması durumunda sonuçların güvenilirliği düşeceğinden dolayı tercih edilmemiştir. İkincisi ÇBMTK ile elde edilen puanlarda uzunluk, alan, hacim ve açı ölçme alt testlerine ait puanlar bulunmamaktadır. Çocukların alt testlerdeki gelişiminin araştırılması nedeniyle ÇBMTK puanları kullanılamamıştır.

1.5. Tanımlar

Öğrenme Rotaları: İlk kez Simon (1995) tarafından bir matematik öğretim döngüsü içerisinde tanımlanan, sonrasında Clements ve Sarama (2004/2014a/2021) ve Sarama ve Clements (2009) tarafından teorik çerçevesi geliştirilen, belirli bir matematiksel hedef, çocuğun gelişimsel ilerlemesi ve bu seviyeyle eşleştirilmiş belirli matematiksel etkinlikler ve değerlendirme araçlarını içeren, matematik öğretim yaklaşımıdır.

Gelişimsel İlerleme: Her biri bir öncesinden daha gelişmiş olan, çocuğun belirli bir matematiksel hedef doğrultusunda yer aldığı düşünce seviyeleridir (Sarama & Clements, 2009, s. 17).

Ölçme: En, boy, hacim, süre gibi nicelikleri kendi cinslerinden seçilmiş bir birim ile karşılaştırıp kaç birim geldiklerini belirtmektir (Türk Dil Kurumu [TDK], 2011).

Hacim: Hacim kelimesi kullanıldığı bağlama göre farklı anlamlar taşıyabilmektedir (Van Dine, 2014, s. 2). Bu çalışmada geometrik cisimlerin içerisine sığacak birim küp miktarı ve ölçü kaplarının içerisine sığacak sıvı/akışkan miktarı olarak ele alınmıştır.

Alan: Yüzeyin düzlemsel olup olmaması fark etmeksizin, sınırları kapalı şekillerle çevrelenmiş, iki boyutlu uzayın miktarıdır (Smith III, Males, & Gonulates, 2016, s. 240).

Açı: Bir noktadan ayrılan iki doğru çizgi arasındaki açıklıktır (Atatürk, 1937/2015, s. 9)

Uzunluk: Nesne veya varlıkların iki uç noktası arasındaki uzaklıktır (Clements & Sarama, 2014a, s. 164).



BÖLÜM II

KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal Açıklamalar

Bu araştırmada öğrenme rotaları yaklaşımının ve öğrenme rotalarıyla robotik materyallerin kullanıldığı kodlama etkinliklerinin okul öncesi dönem çocuklarının uzunluk, alan, hacim ve açı ölçme becerilerine etkisi araştırılmıştır. Bu doğrultuda kuramsal açıklamalar bölümünde okul öncesi dönem çocuklarının ölçme becerilerine, öğrenme rotalarına, ölçme alanındaki öğrenme rotalarına ve kodlama ve eğitim amaçlı kullanımı başlıklarına yer verilmiştir.

2.1.1. Okul Öncesi Dönemde Ölçme

Piaget ve onu takip eden araştırmacılar erken çocuklukta geometri ve uzay gelişimini incelerken, ölçmeyi bütünün bir parçasının alınarak, bütün boyunca yinelenmesi olarak tanımlamaktadırlar (Piaget & Inhelder, 1967; Piaget, Inhelder, & Szeminska, 1960). Sonraki araştırmacılar tarafından bu tanımlamanın erken çocukluk döneminde ölçme becerileri gelişirken yaşanan süreçleri incelemede yetersiz olduğu, çocuklarda ölçme kavramının kısmi veya tam olarak gelişmesi sürecinde çok çeşitli aşamalar görüldüğü ifade edilmiştir (Battista, 2004; Barrett, ve diğerleri, 2012; Cheeseman & Yianna, 2017; Lehrer, 2003; Szilágyi, Clements, & Sarama, 2013). Bu nedenle Lehrer (2003) ölçmeyi anlamak için gelişimsel bir bakış açısı önermekte ve Piaget'nin tanımını genişleterek ölçme ile ilgili sekiz kavramsal temelden bahsetmektedir. Bunlar;

- 1- *Birim-özellik ilişkisi.* Birim ile ölçülen özelliğin birbiri ile ilişkisini ifade etmektedir. Örneğin, bir oyun salonunun alanını tahmin etmek, salonu modellemeyi (örneğin, dikdörtgen gibi) ve kastedilen ölçümü anlamayı gerektirmektedir. Bu ilişki, çoğu zaman netmiş gibi görünse de çocuklar ölçülen özelliği ve birimi karıştırabilmektedirler.
- 2- *Yineleme.* Birimlerin tekrarlı olarak kullanılmasıdır. Bu özellik ise, bölme ve dönüşüme bağlıdır. Örneğin, uzunluk birimini yinelemek için çocuğun

uzunluğun daha küçük parçalara ayrılabilcek bir mesafeyi temsil ettiğini anlaması gerekmektedir.

- 3- *Kaplama-döşeme*. Birimlerin sırayı, hacmi, açığı veya düzlemleri doldurmasıdır. Örneğin, masanın kenar uzunluğunu ölçen kişi düzenli bir şekilde, boşluk bırakmadan ölçü birimini kullanmalıdır. Okul öncesi dönem çocukları genellikle birimi başarılı bir şekilde kullansalar da bazen birimler arasında boşluklar bırakmanın sonuçlarını anlayamamaktadırlar.
- 4- *Özdeşlik*. Birimler özdeş olduğunda sayım sonucunun ölçümü temsil etmesidir. Örneğin, kalemin uzunluğu özdeş ataçlar ile ölçüldüğünde, ataç sayısının kalemin uzunluğunu temsil etmesidir. Farklı birimler açıkça belirtilmelidir. Örneğin, kalemin boyu 2 ataç 1 silgi uzunluğunda ifadesinde veya standart birimler için ise 1 metre 15 cm örneğinde olduğu gibi.
- 5- *Standartlaştırma*. Birimle ilgili iletişimi kolaylaştırmaktadır. Standartlaştırma sayesinde ele alınan birimin herkes için aynı anlamı ifade etmesidir.
- 6- *Orantısallık*. Farklı büyüklükteki birimler ile yapılan ölçümler, farklı miktarların aynı ölçüyü temsil edebileceğini belirtmektedir. Bu miktarlar ise, birimlerin büyüklüğü ile ters orantılıdır.
- 7- *Toplanırlık*. Öklidyen geometrisi, ayrıştırılma ve yeniden düzenlenebilme özelliğine sahiptir. Böylece, iki nokta arasındaki toplam mesafe, aynı iki nokta arasındaki doğruyu rastgele iki parçaya ayıran mesafelerin toplamına eşittir. Bu tanımlamanın içinde aynı zamanda korunum çalışmalarının dayanağı yer almaktadır. Benzer şekilde iki çizginin uzunluğu, aynı noktada başlayıp, aynı noktada bitse dahi farklı olabilir, çünkü iki çizginin izlediği yol farklı olabilir.
- 8- *Sıfır referans noktası (Mutlak sıfır)*. Ölçüm, genellikle bir ölçeğin gelişimini içerir. Ölçeğin özellikleri farklı ölçüm sistemlerine göre değişiklik gösterse de Öklid uzay ölçümleri oranlara uygundur. Böylelikle, 0 ile 10 arasındaki mesafe ile 30 ile 40 arasındaki mesafe aynıdır. Bu özellik sayesinde ölçüm yaparken herhangi bir yer başlangıç referans noktası olarak alınabilmektedir. Başka bir ifadeyle, başlangıç noktasının mutlak sıfır oluşu ölçüm sonuçları üzerinde çarpma ve bölme işlemleri yapabilmeyi mümkün kılmaktadır. Öte yandan, örneğin çikolatalı dondurmayı sevme oranını belirten beşli rubrik bir

ölçekte, 4'lük bir kararın 2'lik bir karardan iki kat fazla sevgi gösterdiğini söylemek mümkün değildir (Lehrer, 2003).

Lehrer (2003) tarafından ifade edilen ilkelere ek olarak araştırmacılar, *ölçülebilir özelliğin farkına varılması* (Szilágyi, Clements, & Sarama, 2013), *ölçmeye ait sosyal-kültürel terimler* (Castle & Needham, 2007), *geçişlilik* (Kamii & Clark, 1997) ve *korunum* (Bulton-Lewis, 1987; Bulton-Lewis, Wilss, & Mutch, 1996) ilkelerine önem atfetmişlerdir. Bununla birlikte, Clements (1999) kavramsal olarak ölçmenin tam anlaşılması için korunum ve geçişlilik ilkesinin kazanılmış olması gerektiğini ancak ölçme yapabilmek için korunum ve geçişlilik ilkesinin kazanımının zorunlu olmadığını belirtmiştir. Bunun yerine, birim ile gerekli birim sayısı arasındaki ters ilişki ile ölçme yaparken eşit birimlerin kullanılmasına olan ihtiyacın kavratılmasının yeterli olduğunu ve korunum ilkesi edinmemiş çocukların da bu konuda başarılı olabildiklerini belirtmiştir.

2.1.2. Öğrenme Rotaları

Öğrenme rotaları, ilk olarak Simon (1995) tarafından sosyal yapılandırmacılığa dayalı bir matematik öğretim deneyinde, matematik öğretim döngüsü içerisinde yer bulmuştur. Kısa sürede matematik eğitimi (Barrett, ve diğerleri, 2011; Blanton, Brizuela, Gardiner, Sawrey, & Newman-Owens, 2015; Sarama, ve diğerleri, 2021; Szilágyi, Clements, & Sarama, 2013), öğretmen eğitimi (Callejo, Perez-Tyteca, Moreno, & Sanchez-Matamoros Garcia, 2021), test geliştirme (Clements, Sarama, & Liu, 2008; Ebby & Petit, 2017) ve müfredat geliştirme (Baroody, Cibulskis, Lai, & Li, 2004; Confrey, Maloney, & Corley, 2014) gibi farklı disiplinlerin dikkatini çekmiştir (Maloney, Confrey, & Nguyen, 2014). Clements ve Sarama (2004) bilişsel psikoloji perspektifinden, öğrenme rotalarını hiyerarşik etkileşimcilik adını verdikleri kuramsal temel çerçevede yeniden yorumlamışlardır. Bu çalışmada da hiyerarşik etkileşimcilik temelinde yapılan çalışmalardan elde edilen, uzunluk, alan, hacim ve açı ölçümü alanlarındaki önceki araştırmacılar tarafından ortaya konulan öğrenme rotaları kullanılmıştır.

Erken çocukluk döneminde matematik eğitimi ile ilgili çalışmalarda çoğunlukla yapılandırmacı bakış açısı temele alınmaktadır (Anderson, Anderson, & Thaubergger, 2008, s. 96). Yapılandırmacılık, bireysel olarak çocukların matematiksel kavramları edinme süreçlerini açıklamak ve faydalı bir kuramsal çerçeve sunmakla birlikte

Simon’a göre yapılandırmacı bakış açısı, matematik öğretiminin tam olarak nasıl olması gerektiğine dair bir model sunmamaktadır (1995, s. 114). Öte yandan, sosyo-kültürel bakış açısı, paylaşılan bilgiyi ve sınıf normlarını incelemekte ve matematiğin nasıl öğretilmeyeceğine dair kullanışlı modeller sunmaktadır. Simon’a göre, öğrenimde bilişsel veya sosyal boyutun öne çıkması yerine, bu iki bakış açısının birleştirilmesinden öğrenilebileceklerimiz ön planda olmalıdır (1995, s. 116). Varsayımsal öğrenme rotaları ilk olarak Simon (1995) tarafından, sosyal yapılandırmacılık bakış açısı temel alınarak gerçekleştirilen öğretim deneyinde, “matematik öğretim döngüsü” nün bir bileşeni olarak ortaya atılmıştır. Simon, varsayımsal öğrenme rotalarını şu şekilde açıklamaktadır:

Öğretmenin öğretim hedefi varsayımsal öğrenme rotalarına doğru bir yönelim sağlar. Öğretmenin öğrenmenin devam edeceği yola yönelik tahmini yerine bilinçli olarak varsayımsal öğrenme rotaları terimini tercih ettim. Bu varsayımsaldır, çünkü asıl öğrenme rotası önceden bilinemez, bunun yerine beklenen bir eğilimi karakterize eder. Öğrencilerin bireysel öğrenmeleri genellikle benzer olmasına rağmen, kendine özgü yollardan ilerler (1995, s. 135).

Simon (1995) çalışmasında matematik öğretim döngüsü içerisinde varsayımsal öğrenme rotalarına ve teorik çerçevesine önemli bir yer atfetmiştir. Hem özellikle seçmiş olduğu terimlerin ne anlam ifade ettiğini, hem de radikal yapılandırmacılık veya sosyo-kültürel bakış açısı yerine iki kuramdan birlikte nasıl yararlanılabileceğini daha iyi açıklayabilmek için iki analogi tanımlamıştır. Birincisinde fizikçilerin ışığın dalga teorisi veya parçacık teorisi özelliğini araştırmak yerine duruma göre her ikisini de kullandığını belirtmiştir (s.116). İkinci analogisinde ise aşağıdaki analogiyi kullanmıştır.

Yol (path) ifadesine atfedilen rota (trajectory) teriminin doğasının, takip eden analogi ile açıklığa kavuşacağını umuyorum. Daha önce hiç görmediğiniz yerleri gezmek için bir deniz yolculuğuna çıktığınızı varsayın. Bu geziyi ne tamamen tesadüfi ne de net şekilde belirtilmiş bir program dahilinde yapmak gerekir. Bunun yerine yolculukla ilgili edinebildiğiniz kadar bilgi edinip, ardından plan yapabilirsiniz. Başlangıçta bütün bir geziyi veya bir kısmını planlayabilirsiniz. Planınıza göre gezmeye başlayabilirsiniz. Ancak karşı karşıya kaldığınız şartlar neticesiyle sürekli olarak planlarınızda uyarlamalar yapmanız gerekecektir. Yol boyunca yolculuk, mevcut şartlar ve ziyaret etmek istediğiniz bölge hakkında bilgi edinmeye devam edersiniz. Gezmek istediğiniz yerlerin sırası sabit kalsa dahi planınızda değişiklikler yapabilirsiniz. Gezi boyunca tanıştığınız kişilerle etkileşiminizin sonucu olarak, ziyaretlerinizin uzunluğunu ve içeriğini değiştirebilirsiniz. Daha önceden var olduğunu bilmediğiniz yerleri, gitmek istediğiniz yerlere ekleyebilirsiniz. Gezi boyunca gittiğiniz yol, sizin

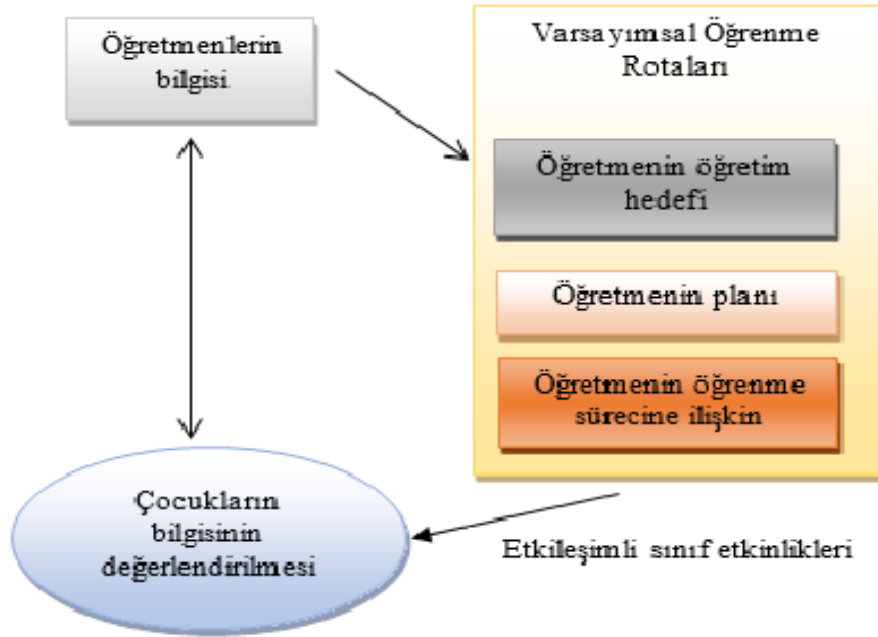
‘rotalarınızdır’. Gezinizdeki belirli bir zamana ait önceden tahmin ettiğiniz bir yol ise ‘varsayımsal öğrenme rotanızdır (Simon, 1995, s. 136).

Bu çalışmada, İngilizce “trajectory” kelimesi, Türkçe rota olarak kullanılmıştır. Ancak Türkiye’de yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu kavrama karşılık olarak öğrenme rotaları kullanılan çalışmalar (Yılmaz N. , 2019; Yılmaz Z. , 2015) olmakla birlikte, bunun yerine, öğrenme yol haritaları (Camci, 2018; Güven Akdeniz, 2018), tahmini öğrenme yolları (Eroğlu, 2016; Özaltun Çelik, 2018) ve öğrenme yörüngeleri (Güzel Candan, 2019; Kubanç, 2019) kavramlarının da kullanıldığı görülmektedir. Türk Dil Kurumu *Güncel Türkçe Sözlüğü*nde rota kelimesinin, İtalyanca “rotta” kelimesinden Türkçe’ ye geçtiği, iki anlamda kullanıldığı görülmektedir. Bunlar;

“1-(isim) Bir gemi veya uçağın gidiş yönü, izleyeceği yol.

2-(isim, mecaz) Görüş veya tutuma göre gidilen, izlenen yol" (TDK, 2011).

Simon (1995) tarafından aktarılan yukarıdaki analogi ve kelimelerin sözlük anlamı dikkate alınarak, bu çalışmada rota kelimesinin kullanımına karar verilmiştir. Yukarıdaki analogi üzerinden öğrenme rotalarını incelediğimizde, planlanan gezinin kendisi öğretmen tarafından, öğrencinin ulaşması istenen belirli bir matematik konusundaki kavram edinim sürecini ifade etmektedir. Gezi boyunca önceden ziyaret etmeyi umulan yerler ise o kavramı edinmek için öğrenilmesi planlanan beceriler yani varsayımsal öğrenme rotalarıdır. Ancak, tıpkı gezideki gibi, belirli bir plana harfiyen uymak yerine, yolda tanışılan kişiler, değişen şartlar ile varılmak istenen durak aynı da olsa planda uyarlamalar yapılabilir. Bu noktada ise sınıf içi etkinlikler, öğretmenin sınıf ve öğrenciler üzerindeki gözlemleri, öğrencilerin birbirleriyle olan etkileşimi devreye girmektedir. Simon’a göre öğretmen, sınıf içindeki değişen durumlara göre sürekli olarak gelişen şartları yeniden değerlendirmeli ve öğretim planlarında bu doğrultuda uyarlamalar yapmalıdır (1995, s. 139). Aynı zamanda bireyde edinilmesi arzu edilen belirli bir matematiksel kavramın gezi metaforu ile süreç içerisinde yapılandırılması ve yolculuk boyunca harfiyen önceden belirtilmiş hedefler yerine yolda tanışılan kişilerle etkileşim sonucunda edinilen yeni bilgiler çerçevesinde sürekli olarak uyarlamaların yapılması ile sosyal yapılandırmacılık kuramına vurgu yapılmaktadır.

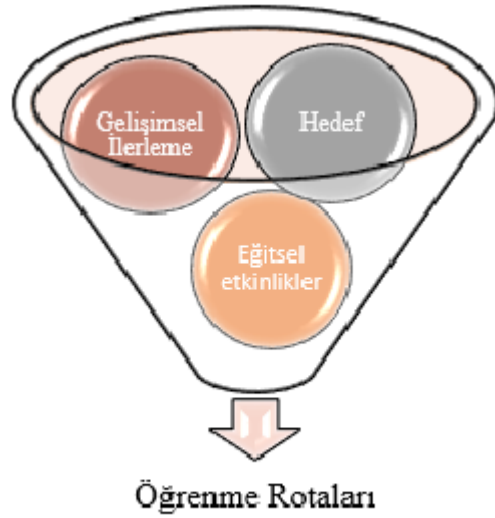


Şekil 1. Matematik öğretim döngüsü içerisinde varsayımsal öğrenme rotaları

Kaynak: Simon (1995) çalışmasından esinlenerek, araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 1’de Simon (1995) tarafından matematik öğretim döngüsü içerisinde yer verilen varsayımsal öğrenme rotaları gösterilmiştir. Buna göre varsayımsal öğrenme, etkinlikler boyunca çocukların zihinsel süreçlerini ve/veya eylemleri ile bilişsel gelişimini meydana çıkararak düşünce yapısındaki gelişimsel ilerlemeleri tanımlayan yapılardır (Clements & Sarama, 2004, s. 83).

Simon’un (1995) varsayımsal öğrenme rotalarına benzer şekilde, Clements ve Sarama (2004) tarafından kavramsallaştırılan öğrenme rotalarının da üç bileşeni bulunmaktadır. Bunlar; (1) hedef, (2) gelişimsel ilerleme ve (3) eğitimsel etkinliklerdir. Clements ve Sarama’ya (2004) göre öğrenme rotaları, çocukların belirli bir matematiksel alanda yeterlilik kazanması (hedef) için mevcut bilgilerine uygun matematiksel etkinliklerden (eğitimsel etkinlikler) destek alarak her bir seviyeyi başarılı olarak öğrenmesi (gelişimsel ilerleme) sonucu daha yüksek seviyelerde düşünebilmeyi mümkün kılan, zihinsel eylemler içeren yapılardır (s. 83).



Şekil 2. Öğrenme rotaları

Öğrenme rotalarının gücü ve eğitim literatüründe kullanılan benzer terimlerden önemli bir farkı, çocuğun düşüncesindeki gelişimsel ilerlemeler ile eğitimsel etkinlikler gibi çok önemli iki alanın birbirinden ayrılamayacak kadar bağımlı olduklarını kabul etmesidir. Çocuğun düşüncesindeki gelişimsel ilerlemeler ve eğitimsel etkinlikler öğrenme rotalarının en önemli bileşenine, yani belirli bir matematiksel hedefe hizmet eder (2014a). Bir başka ifadeyle, öğrenme rotaları içerik, kazanım ve çocuğun gelişimsel ilerlemesini uygun eğitim etkinlikleriyle birleştirmesi bakımından eşsiz bir yapıya sahiptir.

Öğrenme rotalarında hedef belirlenirken çocukların matematiksel düşünme süreçleri ve öğrenmeleri ile ilgilenen araştırmacılar kadar, uzman matematikçilerden de yararlanılmaktadır (Clements & Sarama, 2014a). Bu sayede hedefler, matematiğin odak fikirlerine göre düzenlenmektedir. Hedefler, çocukların düşüncesinde matematiksel olarak merkeze alınmış fikirler ile uyumlu, tutarlı ve istikrarlı yapılar içeren kavram ve becerileri kapsamaktadır.

Matematiksel hedefler belirlendikten sonra bunların, teorik ve ampirik olarak çocukların belirli bir kültürde, belirli bir yaş aralığında düşünme, öğrenme ve gelişimlerinde tanımlanabilecek doğal bir gelişimsel ilerleme olup olmadığı araştırmalar aracılığıyla incelenmektedir. Clements ve Sarama “doğal” gelişimsel ilerlemeyi, “hiyerarşik etkileşimcilik” (hierarchical interactionalism) adını verdikleri teorik çerçeve içerisinde açıklamaktadırlar. Hiyerarşik etkileşimciliğin temelinde ise, öğrenme rotaları ilkesi bulunmaktadır ve diğer ilkeler öğrenme rotalarının tanımlanmasına ve

doğrulanmasına yardımcı olmaktadır (Clements & Sarama 2004/2014a/2021; Sarama & Clements 2009).

Hiyerarşik etkileşimcilik terimi doğuştan gelen yetkinliklerin, içsel kaynakların, kültürel etkenlerin ve eğitim gibi deneyimlerin alana özgü küresel ve yerel bilişsel seviyelerle etkileşimini ve bu bilişsel seviyelere etkisini belirtmektedir. Çocuklar matematiksel fikirleri başlangıçta sezgisel olarak, ardından dil aracılığıyla, sonrasında da üst-bilişsel olarak yansıtmaktadırlar (Sarama & Clements, 2009, s. 20).

Hiyerarşik etkileşimcilik bazı temel ilkelere dayanmaktadır. Bunlar;

1-*Gelişimsel ilerleme (Developmental progression)*. Çoğu içerik bilgisi düşünme seviyelerindeki gelişimsel ilerlemeler boyunca edinilir. Bu ilerlemeler çocukların bilişsel gelişiminde ve öğrenmelerinde özel bir rol oynamaktadır, çünkü gelişimsel ilerlemeler çocukların sezgisel bilgisi başta olmak üzere çeşitli gelişim düzeylerindeki düşünme ve öğrenme kalıplarıyla tutarlıdır (Clements & Sarama, 2007). Her bir gelişim seviyesi, belirgin zihinsel eylemler ve nesneler ile karakterize edilir (Clements, Wilson, & Sarama, 2004).

2-*Alana özgü ilerleme (Domain-specific progression)*. Gelişimsel ilerlemeler, sıklıkla belirli bir matematiksel alan veya konu ile tanımlanmaktadır. Genel bilişsel süreçlerle (üst-bilişsel süreçler, genel muhakeme ve öğrenmeyi öğrenme becerileri) konuların kendi içinde ve konular arasında birçok düzeyde hiyerarşik etkileşimler meydana gelmesine rağmen çocukların belirli matematik alanındaki bilgisi (nesneler ve eylemler aracılığıyla o alanda geliştirdikleri) her bir ilerlemenin ana belirleyicisidir (Clements & Sarama, 2007).

3-*Hiyerarşik gelişim (Hierarchic development)*. Hiyerarşik gelişim ilkesi, iki fikri içermektedir. Birincisi, gelişim tamamen yeni süreçlerin ve ürünlerin ortaya çıkmasından ziyade var olan bilgilerin ve süreçlerin (hem genel hem de o alana özgü), sıklıkla karşılıklı etkileşimiyle meydana gelmektedir. İkincisi, her seviye, daha önceki kavramlar ve süreçler üzerine hiyerarşik olarak inşa edilir, yani bir alandaki gelişimsel ilerlemeler, yeni içeriklerde kendisini tekrar edebilir. Düşünme seviyeleri tutarlı yapılardır ve genellikle artan karmaşıklık, çok yönlülük, yeti, soyutlama ve genelleme ile karakterize edilmektedir. Bununla birlikte öğrenme, kesikli ve düzensiz değil de çoğu kez artımlı ve yavaşça bütünleşme eğilimindedir. Ancak, genelde durağan seviyeler olmakla birlikte yeni deneyimler hızlı değişimlere ve yeni seviyelere sebebiyet sunabilir. Bir noktaya kadar çeşitli model ve düşünme seviyeleri birlikte ilerleyebilir ancak her seviyenin eşik değeri aşılmadan önce bir önceki seviye çocuğun

düşüncelerine ve davranışlarına hâkim olmalıdır (Clements & Sarama, 2004). Başarılı uygulamalar belirli bir seviyede düşünmeyi arttırmaya yönelmelidir. Sunulan eğitim içeriğinin karmaşıklığı arttığında, stres veya başarısızlık nedeniyle çocuk daha önceki bir düşünme seviyesinde davranış gösterebilir. Zihinsel bir temsilin daha üst seviyede yeniden kaydedilmesi önceki temsili silmez. Dinamik bir şekilde temsile dayalı şemalar oluşturulur. Bu esnada ya yeni şemalar oluşur ya da mevcut şema bu doğrultuda değiştirilir. Ancak temel alt şemalar, bilişsel gelişimin işlevinden dolayı giderek değişime daha dirençli hale gelir. Daha önceki düşünme seviyelerinin var olmaya devam etmesi ve bireylerin yaşamlarındaki sosyal etki gibi nedenler, aynı zamanda yetişkinlerin dahi belirli durumlarda korunum görevlerinde hata yapmasını açıklamaktadır (Sarama & Clements, 2009).

4-Somutlaştırma döngüsü (Cyclic concretization). Gelişimsel ilerlemeler genellikle duyuşal-somut seviyeler aracılığıyla oluşur. Bu seviyelerin gelişimi için algıya yönelik somut destekler gereklidir ve başlangıçta muhakeme oldukça sınırlı vakalarla (küçük sayılar gibi) kısıtlıdır. Muhakemenin daha belirgin olması için sözlü genellemeler ve soyutlamaya ihtiyaç duyulur. Soyutlama ise, başlangıçta zayıf tümleşik (içsel bilgi ve eğitim etkinliği neticesinde) anlamalara dayanır. Başlangıçta belli belirsiz, zayıf olan bu anlamalar soyutlama ve işlem için zihinsel model görevi yürütür. Böylelikle, giderek artan karmaşıklıkta ve güçlükteki soyutlamalar, gelişimsel ilerlemeler bu somutlaştırma döngüsü içerisinde gerçekleşir (Clements & Sarama, 2007).

5-Kavramların ve becerilerin ortak gelişimi (Co-mutual development of concepts and skills). Kavram ve beceriler sürekli etkileşim halinde gelişir ve çocukta kavram eksikliği işlem becerisini de kısıtlar (Baroody, Lai, & Mix, 2006). Etkili bir öğretim, çocukların yaratıcı çözüm metotlarını kapsamalı, çocukların matematiğe eğilimlerini ve matematiksel düşüncelerini dikkate almalı, özerkliğe önem vermelidir (Clements & Sarama, 2007). Kavramlar ve becerilerin yapılandırılması, genel bilişsel becerilerde ve sembolik temsil yeteneğinde artan kabiliyeti içermektedir (Clements & Sarama, 2014b).

6-Çocukların önbilgileri (Initial bootstraps). Çocuklar doğuştan gelen genel bilişsel yeterliliklere ve matematik öncesi bilgilere sahiptirler. Ancak bu bilgiler yetişkin bir bakış açısıyla akla gelen türden değil; gelişmemiş, henüz gelişmekte olan ve sonraki öğrenmelere temel olacak bir tür önyüklem bilgileri gibidir. Bu bilgiler takip eden matematiksel bilginin gelişimini sınırlar veya destekler. Ancak, kesinlikle

doğrudan etkilemez. Evrensel deneyimler [“kültürden bağımsız insan türüne özgü davranış örüntüleri, *beklenen deneyim süreci- experience-expectant processes*” (Greenough, Black, & Wallace, 1987, s. 542)], kalıtsal kapasite ve çevreden gelen uyarıların etkileşimini sağlar. Bu etkileşim ise, gelişimin kültürler ve bireyler arasında benzer yollardan ilerlemesini mümkün kılar. Bunlar, mevcut olarak bulunan temsiller veya bilgiler değil, bilginin gelişiminde izlenen yolu yönlendiren yetkinliklerdir. Genel bilişsel ve üst bilişsel yeterlilikler doğumdan itibaren çocukları kendi öğrenmelerinde ve gelişimlerinde aktif katılımcılar yapmaktadır (Sarama & Clements, 2009).

7.Farklı gelişim yolları (Different developmental courses). Belirli sınırlılıklar dahilinde, bireysel, çevresel ve sosyal etkenlerin birleşimiyle farklı gelişimsel yollar olabilmektedir. Ancak, bu çeşitlilikler ne gelişimsel ilerlemelerin teorikte ve pratikte kullanışlılığını etkisiz kılacak kadar yaygın ne de birbirinden tamamen bağımsız ve farklıdır. Herhangi bir gelişimsel seviye içerisinde çocuklar çeşitli bilişsel araçları bir arada bulundurabilir (Clements & Sarama, 2007).

8-İlerlemeli hiyerarşi (Progressive hierarchization). Çocuklar, gelişimsel ilerlemeler boyunca çeşitli matematiksel kavramlar ve işlemler arasında bağlantılar oluşturur. Bu bağlantılar, hiyerarşik olarak gitgide daha sağlam anlayışları inşa eder. Çocuk her aşamada bir önceki aşamadan daha gelişmiş, daha güçlü ve daha kesin bir anlayışa kavuşur. Nihayetinde genellemeler ve üst bilişsel yetenekler aracılığıyla çocuklar, Piaget’nin geleneksel sayı korunum görevi gibi algısal olarak şaşırtıcı ve yanlış yönlendirici problemlere dirençli hale gelecek olan mantıksal-matematiksel yapılar oluşturur. Kaliteli eğitim deneyimi sağlanan çocuklarda matematiğin çeşitli alanlarında benzer matematiksel yapılar oluşur (Clements & Sarama, 2014b).

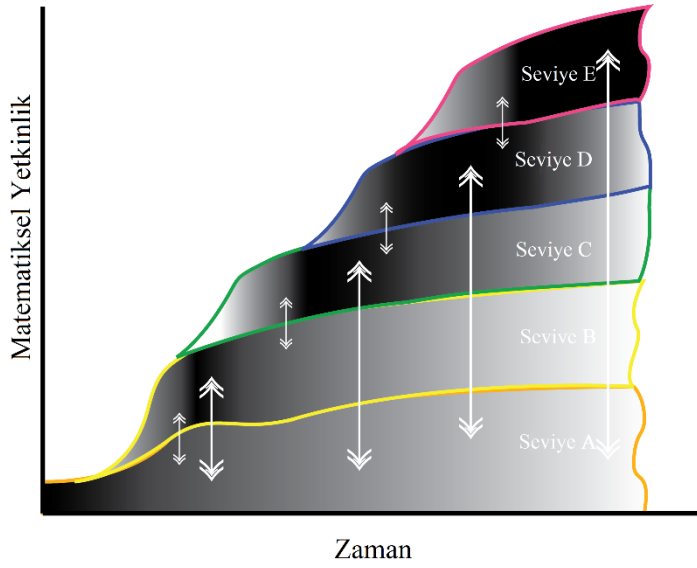
9-Çevre ve kültür (Environment and culture). Çevre ve kültür gelişimsel yolun yönünü ve hızını etkiler. Örneğin gelişimsel ilerlemeleri boyunca, çocukların sayı ve diğer matematiksel kavramları gözlemlemeye ve kullanmaya maruz kalma dereceleri, bu kavramları öğrenme derinliğini ve oranını etkileyecektir. Kültürel ve çevresel gruplar arasındaki farklılıklar nedeniyle de çocukların bu kavramlara maruz kalma dereceleri değişmektedir. Vygotsky’e göre kelimeler, çocukları öğrenilmesi gereken ilgili kelimelerin sınıfına ve belirli matematiksel özelliklerine karşı uyarır ve bu sayede yeni oluşturulacak bir bağlantı noktası sağlayarak, matematiksel kavram ve dil öğreniminin temelini oluşturur (aktaran Clements & Sarama, 2007, s. 466). Çevre, kültür ve eğitim gelişimsel ilerlemeleri etkiler, ideal veya tek bir gelişimsel ilerleme veya öğrenme rotası yoktur. Ancak evrensel gelişimsel faktörler ile kültür ve matematiksel içeriklerin

etkileşime girmesi nedeniyle gelişimsel yollar sınırsız sayıda değildir (Sarama & Clements, 2009).

10-*Gelişimsel ilerleme ve öğretimin uyumu (Consistency of developmental progressions and instruction)*. Çocukların gelişimsel ilerlemelerine uyumlu olarak yapılan öğretim programı daha etkili, verimli ve üretkendir (Clements & Sarama, 2007).

11-*Öğrenme rotaları (Learning trajectories)*. Verimli bir öğretim yaklaşımı varsayımsal öğrenme rotalarına dayanmalıdır (Clements & Sarama, 2004). Öğretim programı geliştirilirken, çocukların düşünme kalıplarını olabildiğince benzer şekilde yansıtabilecek matematiksel etkinlikler tasarlanmalıdır. Bu etkinlikler, öğrenme rotalarını tamamlayabilmek için her biri belirli bir gelişimsel ilerleme ile ilişkili olan sıralarla sunulmalıdır. Bu etkinlikler, teorik olarak özellikle etkili bir eğitim programı olmakla birlikte, sunulan etkinliklerin öğrenme ve öğretim için tek doğru yol olmadığı, yalnızca en verimli yöntemin öğrenme rotaları olduğu varsayılmaktadır (Sarama & Clements, 2009). Etkinlikler, bir problem sunar ve çocukların eylemleri ve problemi çözmek için kullandıkları stratejiler belirli kategorilere yerleştirilerek incelenir ve tartışılır. Stratejiler üzerinde derinlemesine düşünülerek, problemin çocuk tarafından kısmen veya tamamen çözülüp çözülmediği belirlenir. Stratejiler ve yapılar tarafından düzenlenen zihinsel eylemler ise yeni anlayışlara yönlendirir (Clements & Sarama, 2014b).

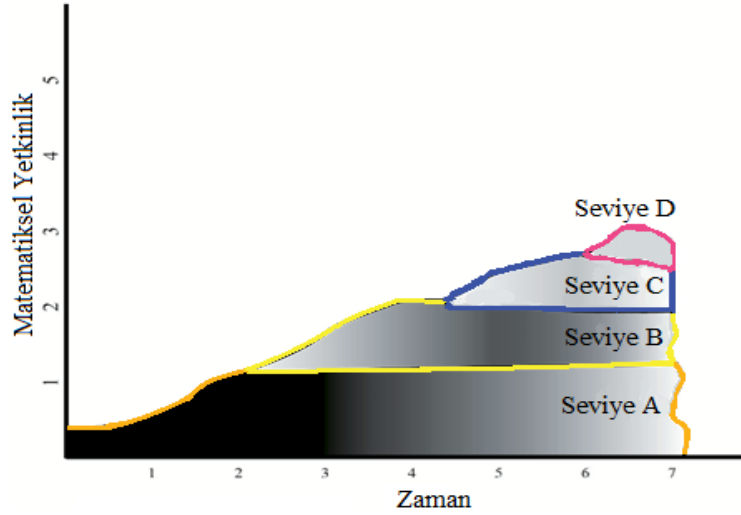
12-*Varsayımsal öğrenme rotalarının örneklendirilmesi (Instantiation of hypothetical learning trajectories)*. Varsayımsal öğrenme rotaları öğretmenler tarafından yorumlanmalıdır. Varsayımsal öğrenme rotaları belirli bir matematiksel etkinlikte çocuk ile öğretmen arasındaki sosyal etkileşim ile açığa çıkartılır (Sarama & Clements, 2009).



Şekil 3. Hiyerarşik etkileşimcilik

Kaynak: Clements ve Sarama (2014b) temel alınarak, bu çalışmada kullanılmak üzere Douglas Clements tarafından yeniden oluşturulmuş, araştırmacı tarafından Türkçeye çevrilmiştir.

Şekil 3'te hiyerarşik etkileşimciliğe göre zaman içerisinde belirli bir matematiksel yeterliliğin gelişimi görülmektedir. Şekilde koyu gölgelendirmeler, belirli bir zaman içerisinde baskın olan düşünme seviyesini ifade etmektedir. Şekil 3'te görüldüğü üzere A seviyesi, erken yıllarda baskın iken, B seviyesi gelişmeye başlar ve nihayetinde A seviyesi ile etkileşime girer. Bu etkileşim başlangıçta zayıftır (soldaki küçük-çift yönlü ok ile sembolize edilmiştir). B seviyesi daha gelişmiş ve güçlü bir şekilde A seviyesi ile etkileşime girdiğinde, baskın olan düşünme seviyesi haline gelir (soldaki daha büyük olan çift yönlü ok ile sembolize edilmiştir) (Clements & Sarama, 2014b, s. 4). Böylelikle, çocuğun düşünmesinde zamanla daha üst seviye baskın rol oynamaktadır. Yukarıda belirtilen ilkelere göre, daha alt seviyede düşünceler zihinden silinmemekle birlikte, baskın olan düşünce hiyerarşik olarak daha üst noktadaki düşünce seviyesi olmaktadır.



Şekil 4. Uygun olmayan bir eğitim ile gelişimsel ilerleme

Kaynak: Clements ve Sarama (2014b) temel alınarak, bu çalışmada kullanılmak üzere Douglas Clements tarafından yeniden oluşturulmuş, araştırmacı tarafından Türkçeye çevrilmiştir.

Şekil 4'te uygun olmayan bir eğitime maruz kalan erken çocukluk dönemindeki bir çocuğun belirli bir alandaki matematiksel yeterliliğinin zaman içerisindeki değişimi temsil edilmiştir. Şekil 3'e benzer şekilde, başlangıçta A seviyesindeki düşünme baskındır, ancak uygun bir eğitimin verilmemesi nedeniyle A seviyesindeki düşünmenin baskın olmaya devam ettiği görülmektedir. A ve B seviyesi arasındaki etkileşimin geç ve zayıf olduğu, B seviyesinin tam olarak baskın düşünme seviyesine dönüşmediği ve bu nedenle C ve D seviyelerinde çok zayıf etkileşimler olduğu görülmektedir. Oldukça sınırlı durumlarda üst seviyelerde performans gerçekleşmekte, genellikle hiyerarşik olarak alt seviyedeki düşüncelerin baskın olduğu görülmektedir.

yansıtmaktadır. Her bir seviye belirli bir kavram bilgisi ve nesneler üzerinde işlem ile karakterize edilmektedir. Örneğin çocuklar, geometrik şekiller ile yap-boz yaparken şekilleri birleştirip, parçalara ayırma esnasında sahip oldukları, döndürme, yansıtma, tekrarlama gibi kavramsal bilgilerini nesneler üzerinde işlem yaparak açığa çıkartabilir (Clements, Wilson, & Sarama, 2004). Çocukların nesneler üzerindeki işlem kabiliyeti, belirli bir matematik konusunda dünyayı bilme ve öğrenmede kullandığı ana yol olarak görülmektedir. Bu sayede çocuğun dünyayı bilme yollarının önceki teorik ve ampirik çalışmalar ile belirlenemeyecek bir kesinlikle açığa çıkartılmasına olanak sunmaktadır. Bu süreçte, çocukların belirli bir içerik bilgisi kadar kavramsal bilgilerini, sezgisel düşüncelerini ve problemi çözmek için kullanılan formal ve informal stratejilerini açığa çıkaran klinik mülakat tekniğinin kullanılması etkili olmaktadır (Clements & Sarama, 2014b).

2.1.3. Ölçme Alanındaki Öğrenme Rotaları

Öğrenme rotaları, uzun süren araştırmalar sonucu ortaya çıkan, ampirik gözlemler içermektedir. Bu nedenle ölçme alanlarındaki öğrenme rotalarının gelişimine kronolojik olarak yer verilmiştir. Her bölüm sonunda çalışmada kullanılan öğrenme rotaları tablo halinde sunulmuştur. Tam bir öğrenme rotası eğitsel etkinlik, gelişimsel ilerleme ve bu gelişimsel ilerlemenin de sınındığı değerlendirme sürecinden oluşmaktadır. Tablolarda ise yalnızca gelişimsel ilerlemeye ve sözel olarak değerlendirme aracına yer verilmiştir.

2.1.3.1. Uzunluk Ölçme Öğrenme Rotaları

Erken çocukluk döneminde uzunluk ölçmenin araştırıldığı çalışmalarda, çocukların belirli aşamalar doğrultusunda uzunluk ölçmeyi öğrendiği belirtilmektedir. Clements ve diğerleri (1997) çalışmasında ikinci ve dördüncü sınıf arasındaki çocukların uzunluk problemi ile karşılaştıklarında üç farklı seviyede strateji kullandıklarını belirtmişlerdir. Birinci seviyedekiler, herhangi bir işlem gerçekleştirilmeden görsel olarak tahmin etme yoluyla; ikinci seviyedekiler, referans noktaları veya çizgiler çizerek; üçüncü seviyedekiler ise, soyut birimler oluşturarak uzunluk problemini çözmeye çalışmışlardır (Barrett & Clements, 2003). Araştırmacılar bu üç seviyeden hareketle dördüncü sınıftaki çocukların uzunluk ölçümünü kavramsallaştırmaya yönelik bir öğretim deneyi tasarlamışlardır. Altı ay süren öğretim

deneyi sonucunda, daha önceki üç seviyeden ikinci seviyeyi iki farklı seviyeye (2a ve 2b) ayırmanın daha uygun olduğuna kanaat getirmiş ve toplamda dört seviye belirtmişlerdir. Buna göre ikinci seviyede zayıf da olsa birimin kullanıldığı bir seviyenin de olduğunu belirtmişlerdir.

Barrett, Clements, Klanderman, Pennisi ve Polaki (2006) önceki çalışmaları ikinci sınıftan sekizinci sınıfa kadar olan çocuklar üzerinde genişletmiş ve üç ana seviye altında toplanan bazı alt seviyelerin görüldüğünü belirtmişlerdir. Ana seviyeler şu şekilde ifade edilmiştir; (1) zayıf bir görsel tahmin yoluyla uzunluk hakkında tahminde bulunma, (2) bu tahmini tutarsız ve birim yerine belli belirsiz referans noktalarının kullanarak yapma ve (3) tutarlı ve belirgin şekilde birim kullanma. İkinci seviyenin alt kategorisi olarak, (2a) tutarsız ve (2b) tutarlı, ancak kısmi olarak birim değeri taşıyan tanımlar yapma; üçüncü seviye alt kategorisi olarak, (3a) birimi yineleyerek doğru bir koordinasyonda kullanma ve (3b) bu koordinasyonu yeni durumlarda da uygulamaya eğilim gösterme seviyesi belirtilmiştir. Bununla birlikte, ileri seviyedeki stratejileri kullanan çocukların sayma, ayırma ve yineleme şemalarını daha çok birlikte kullanma eğilimi gösterdiği ifade edilmiştir (Barrett ve diğerleri, 2006).

Sarama ve Clements (2009) uzunluk ölçme ile ilgili erken yaşlardan itibaren gelişen dokuz seviye belirtmiştir. Bu seviyeler; (1) uzunluğu nicelik olarak algılama öncesi, (2) uzunluğu nicelik olarak algılama, (3) uzunluğu doğrudan karşılaştırma, (4) uzunluğu dolaylı olarak karşılaştırma, (5) altı ve daha fazla nesneyi uzunluklarına göre sıralama, (6) uçtan uca uzunluk ölçme, (7) uzunluk birim ilişkisi kurma ve birim yineleme, (8) uzunluk ölçme ve (9) kavramsal olarak uzunluk ölçme seviyeleridir (Sarama & Clements, 2009, s. 290-291). Sarama, Clements, Barrett, Van Dine ve McDonel (2011) dokuz seviyeyi değerlendirmiş ve genel olarak belirtilen seviyelerin görüldüğünü ancak kelime bilgisinin önemli olduğunu ve dolaylı olarak uzunluk karşılaştırma seviyesinde çocukların zihinsel imgeler kullanarak uzunluk karşılaştırabildiğini belirtmişlerdir.

Barrett ve diğerleri (2012) uçtan uca uzunluk ölçme ile uzunluk birim ilişkisi kurma ve birim yineleme seviyesinde bazı düzenlemeler önermişlerdir. Buna göre, birimlerin eşit olmasına dikkat etmese dahi çocukların uçtan uca uzunluk ölçme seviyesinde sayılabileceğini, uzunluk birim ilişkisi kurma ve birim yineleme seviyesinde ise sıfır referans noktasının başlangıçta kullanılamayabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca çocukların uzunluk ölçmede yetkin seviyeye gelmeleri için *araların (zihinsel olarak bölünen)* sayılabilir birimlermiş gibi sayılmasının uygun bir

eğitsel destek olmadığını, bunun yerine çocukların boşluk, cetvel üzerindeki sayılar ve işaret kullanmalarını birlikte ele alan stratejileri önermektedirler (Barrett, ve diğerleri, 2012). Sonraki araştırmalarda da uzunluk ölçme alanındaki öğrenme rotalarına yönelik çalışmalar sürmüştür, mevcut olan öğrenme rotalarının üzerine küçük değişiklikler önerilmiş (Szilágyi, Clements, & Sarama, 2013) ve uygulanan müdahale çalışmalarında mevcut öğrenme rotalarının çocukların uzunluk ölçme gelişimini yansıttığı görülmüştür (Sarama, ve diğerleri, 2021). Tablo 1’de mevcut çalışmada uzunluk ölçme bölümünde kullanılan öğrenme rotalarına yer verilmiştir.

Tablo 1

Uzunluk Ölçme Öğrenme Rotaları

Gelişimsel ilerleme	Değerlendirme aracı/araçları
Doğrudan uzunluk karşılaştırma	1-Önce İki, sonra dört çubuğu uzunluğuna göre kıyaslar ve uzun olanı söyler. Görsel olarak iki çubuktan hangisinin daha uzun olduğunu söyler.
Dolaylı olarak uzunluk karşılaştırma	1-Kâğıda V şeklinde yapıştırılmış 23 ve 22 cm uzunluğundaki iki çubuktan, üçüncü bir çubuk yardımıyla (23cm) hangisinin daha uzun olduğunu söyler. 2-Kâğıda rasgele yapıştırılmış dört çubuğu (12-11-10-10 cm) beşinci çubuk (12 cm) ile karşılaştırır ve en uzun olanı söyler.
6 ve daha fazlasını uzunluğuna göre sıralama	Altı çubuğu (3’ten 9’a kadar tek renk birim küplerden oluşan) uzunluklarına göre sıralar, sonradan verilen 7. Çubuğu uygun sıraya yerleştirir.
Uçtan uca uzunluk ölçme	1-Çizgiyi mıknatıs çubuklarla ölçer 2-Sayı etiketleri olmayan cetvel yardımıyla şekerin uzunluğunu belirler 3-Ağaçların (12-16-20 cm) uzunluğunu yeterli sayıda çubuk (4cm) ile ölçer.
Uzunluk ile birim arasında ilişki kurma	1-Çiçek uzunluğu ile ölçüm yapılan birim arasında ilişki kurar 2-Kalem uzunluğu ile ölçüm yapılan birim arasında ilişki kurar
Uzunluk ölçme	10 Birim uzunluğunda ve zikzaklı bir yolun uzunluğunu tek birim çubuk ile ölçebilmek için birimi yinelemeli ve ikiye bölerek kullanabilmelidir.

Not. Sütun 1’deki gelişimsel ilerlemeler Clements ve Sarama (2014a) kaynağından yazarın izniyle uyarlanmıştır.

2.1.3.2. Alan Ölçme Öğrenme Rotaları

Çocuklarda alan ölçme becerisinin gelişimine yönelik çalışmalarda farklı sonuçlar görülmektedir. Örneğin, Kamii ve Kysh (2006) beşinci sınıf çocuklarının dahi

“genişlik x yükseklik” formülünü anlamlandırmakta güçlük çektiğini belirtmelerine karşın, Anderson ve Cuneo (1978) beş yaşındaki çocukların bile alan karşılaştırmada şeklin hem genişliğini hem de yüksekliğini dikkate aldığını ifade etmektedirler. Benzer şekilde, Yuzava ve Bart (2002) beş günlük origami etkinliklerinin çocukların alan karşılaştırma stratejilerinde ilerlemelere neden olduğunu, beş ve altı yaşındaki çocukların alan karşılaştırması yaparken hizalama, üst üste koyma gibi efektif stratejiler kullandıklarını belirtmektedirler. Küçük çocukların beş gün gibi kısa bir sürede böylesine efektif stratejiler kullanması, alana dair anlayışlarının olduğunu göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Çocukların alan ölçümünde güçlük çekmesinin bir nedenini Battista, Clements, Arnoff, Battista ve Aukeb-Borrow (1998) çocukların alan ölçümünde alan ölçümü formülünün (genişlik x yükseklik) ezberlemek yerine her bir çocuk tarafından keşfedilmesi gerektiğini, satır ve sütunların çocuklar tarafından görülmediği takdirde sadece çarpma formülünü uygulamanın hiçbir anlamı olmadığını belirtmiştir. Araştırmacılar, bu kapsamda alan ölçümünün gelişiminin de belirli seviyeler doğrultusunda ilerlediğini göstermiştir. Yedi ve sekiz yaşındaki çocukların alan ölçüm stratejilerini incelemiş ve üç ana seviye ve üçüncü seviyenin üç alt kategorisini saptamışlardır. Buna göre, çocuklar öncelikle (1) satır veya sütunları tek boyutlu yollar olarak algılayabilmekte, sonrasında (2) tek boyutlu yolların bileşenlerini ayırabilmekte ve her bileşeni içinde bulunduğu ardışık düzlemde çıkartarak iki boyutlu bileşen olarak algılamakta, iki boyutlu yüzeye dair anlayış göstermektedir. Bir üst seviyede (3a) ise, adeta bir paradigma değişimi yaşanmakta, çocuklar sıralı dizileri satır veya sütunların kopyası olarak görmekte, sonrasında (3b) yineleme işlemi olmadan satırlardan oluştuğunu görebilmekte ve (3c) algısal bir materyal kullanmaya gerek duymadan yineleme işlemlerini de yapabilmektedir (Battista ve diğerleri, 1998; Stephan & Clements, 2003).

Outhred ve Michelmores (2000) birinci sınıftan dördüncü sınıfa kadar olan çocuklara alan ölçümü öğretilmeden, dikdörtgen alanı kaplama görevi sunmuş ve çocukların stratejilerinin beş gelişimsel seviyede geliştiğini göstermiştir. Bu gelişimsel seviyeleri düzey 0'dan başlayarak tanımlamışlardır. Düzey 0'da çocuklar dikdörtgeni tamamen kaplamamakta, boşluk bırakmakta veya üst üste yerleştirmekte ya da yüzey yerine yalnızca kenarlara odaklanmaktadır. Düzey 1, ilkel kaplama olarak adlandırılmaktadır. Bu seviyede, çocuk üst üste yerleştirmeden tamamını kaplayabilmekte ancak bunu sistemli olarak yapamamakta veya doğru hizalama

kuramamaktadır. Düzey 2, birimlerden yapılandırılmış sıralama olarak adlandırılmaktadır. Bu seviyede, çocuk her satır ve sütunda doğru dizi yapısını kurmakta ancak buna göz kararı ile yaklaşık olarak karar vermekte ve genellikle de somut materyaller kullandığında doğru sonuca ulaşabilmektedir. Düzey 3, ölçme ile dizileri kaplama olarak adlandırılmakta, bu seviyedeki stratejileri kullanan çocuklar her doğrultudaki birim sayısını ölçerek satır sayısı üzerinden ölçüm sonucuna ulaşmaktadır. Düzey 4 ise, hesaplama yoluyla dizileri anlama olarak adlandırılmaktadır. Bu seviyede çocuklar herhangi bir çizim veya somut materyal kullanmadan, hesaplama yoluyla dikdörtgenin alanını saptayabilmektedirler.

Sarama ve Clements (2009) ise alan ölçümü alanındaki öğrenme rotalarını yaşamın ilk yıllarından başlayarak ele alan dokuz seviye belirtmişlerdir. Bunlar; (1) alanı bir özellik olarak algılama öncesi, (2) basit olarak alan karşılaştırma, (3) kenardan kenara alan ölçme, (4) basit olarak belirli bir alanı kaplama, (5) alan birim ilişkisi kurma ve birim yinleme, (6) kısmi olarak satır ve sütun yapıları kurma, (7) satır ve sütun yapıları kurma, (8) alan koruma ve (9) sıralı yapılar kurma olarak adlandırılmıştır (s. 303-304). Barrett, Clements ve Sarama (2017) daha önce belirtilen alan ölçüm öğrenme rotalarını çocuklar üzerinde uygulamış ve bazı seviyelerdeki zayıf hiyerarşik bağlantılar nedeniyle düzenlemeler önermişlerdir. Buna göre, daha önce belirtilen (5) alan birim arasında ilişki kurma ve birim yineleyebilen seviyesi öncesinde (a) belirli bir alanı fiziksel nesneler aracılığıyla tamamen kaplama ve sayma, (b) uygun birimleri kullanarak belirli bir alanı kaplama ve sayma seviyelerini önermiş, sonrasında ise (6) “kısmi olarak satır ve sütun yapıları kurma” seviyesini “karma yapılar oluşturma başlangıcı” olarak düzenlemişlerdir (Barrett, Clements, & Sarama, 2017; Cullen & Barrett, 2020). Tablo 2’de mevcut çalışmada kullanılan alan ölçme bölümündeki öğrenme rotalarına yer verilmiştir.

Tablo 2

Alan Ölçme Öğrenme Rotaları

Gelişimsel ilerleme	Değerlendirme aracı/araçları
Alanı bir özellik olarak algılama	İçerisinden dikdörtgen kesilmiş kâğıdı daha küçük bir dikdörtgen ile tamamlamaya çalışır, boşluk olduğunu belirtmesi gerekir.
Alan karşılaştırma	Bir kenarları eşit uzunlukta ancak alanları farklı üç dörtgenin ikili olarak alanlarını karşılaştırır
Fiziksel olarak belirli bir alanı kaplama ve sayma	Dokuz birim kareden oluşan bir kareyi, birim kareler kullanarak kaplar ve kareleri sayar
Uygun birimleri kullanarak belirli bir alanı kaplama	Daire, eşkenar üçgen ve kare şekillerini, daha küçük parçaları kullanarak tamamen kaplar ve sayar.
Alan birim ilişkisi kurma ve birim yineleme	Dokuz ve 4 kareden oluşan ancak aynı ebatlardaki iki çikolatanın alanını karşılaştırır.
Karma yapılar oluşturma başlangıcı	Üç, altı ve dokuz birim kareden oluşan dörtgenlerin alanını tek bir birim kare yardımıyla ölçer.
Kısmi sütun yapısı kurma	Tek sütun yardımıyla dörtgenin alanını ölçer.
Satır ve sütun yapısı kurma	Birim karesi belirli olan dikdörtgenin alanını çizerek ve sayarak bulur.
Alan koruma	Sekiz birim kareden oluşan iki çikolatanın birisinin kareleri ayrılrsa da aynı miktarda çikolata olduğunu belirtir.
Sıralı yapılar kurma	Tek birim ile kenarları farklı uzunlukta olan üç dörtgenden özdeş olan dörtgeni ölçüm yoluyla bulur.

Not. Sütun 1'deki gelişimsel ilerlemeler Clements ve Sarama (2014a) kaynağından yazarın izniyle uyarlanmıştır.

2.1.3.3. Hacim Ölçme Öğrenme Rotaları

Hacim ölçümü iki farklı anlamda düşünülebilir. Birincisi bir cismin hacmi yani uzayda kapladığı boşluğa denk gelmektedir. İkinci ise bardak, kutu veya geometrik cisimlerin sahip olduğu kapasitedir. Mevcut çalışmada hacim ölçümünde, cisimlerin ne kadar küp, kum sıvı vb. materyaller ile doldurulacağı üzerine durulmuştur. Kim Haberstroh, Peters, Howell ve Oláh (2017) uzunluk, alan ve hacim ölçümünü, bir, iki ve üç boyutlu geometrik ölçüm olarak tek bir öğrenme rotaları perspektifinden değerlendirmeyi önermektedir. Ancak her ne kadar ölçme alanındaki öğrenme rotalarında benzer zihinsel süreçler gerekse de önemli farklılıklar da mevcuttur. Sarama

ve Clements (2009) hacmin yalnızca üçüncü bir boyut eklemekle kalmadığını, aynı zamanda ölçülen özelliğin doğası gereği uzaysal yapılandırmanın gerekli olduğunu, bunun da öğrenme rotalarında belirgin farklılıklara sebep olduğunu ifade etmektedirler (s. 304).

Çocuklarda alan ve hacim ölçme becerilerini inceleyen Battista (2004), bu alanda 7 gelişimsel seviye gözlemiştir. Bunlar; (1) birim yerleştirmenin yoksunluğu, (2) birim yerleştirmenin başlangıcı, (3) çift sayma hatalarından kaçınmak için daha koordineli birim yerleştirme, (4) katmanlara ayırarak daha organize bir şekilde yapılar kurma ancak birim yinelenmenin görünmemesi, (5) birimleri zihinsel olarak yeterli düzeyde yerleştirme ancak bunu organize ve genel stratejilerden yoksun olarak gerçekleştirme, (6) birim yerleştirme sürecini tam olarak gerçekleştirme ve (7) zihinsel olarak uzamsal yapıları ve bu yapıların niceliksel ilişkisini kavrama seviyedir. Battista'nın (2004) belirttiği bu seviyeler iki ölçme alanında ortak görünen genel stratejileri belirtmektedir.

Sarama ve Clements (2009) ise, yaşamın ilk yıllarından başlamak üzere çocukların hacim ölçüm becerilerini incelemiş ve 8 gelişimsel seviye belirtmişlerdir. Bu seviyeler, Battista'nın (2004) betimlediği seviyelere göre daha yapılandırılmış ve yalnızca hacim ölçmeye yöneliktir. Bunlar; (1) hacmi nesnenin bir özelliği olarak algılama, (2) hacmi doğrudan karşılaştırma, (3) hacmi dolaylı olarak karşılaştırma, (4) basit düzeyde 3 boyutlu yapıları sayma, (5) hacim birim ilişkisi kurma ve birim yineme, (6) kısmi olarak üç boyutlu yapılar kurma, (7) üç boyutlu satır ve sütun yapıları kurma ve (8) üç boyutlu yapılar kurma şeklindedir. Tablo 3'te, mevcut çalışmada kullanılan hacim ölçme bölümündeki öğrenme rotalarına yer verilmiştir.

Tablo 3

Hacim Ölçme Öğrenme Rotaları

Gelişimsel ilerleme	Değerlendirme aracı/araçları
Hacmi bir özellik olarak algılama.	Tamamen dolu ve daha büyük kaptan (100ml beher) boşaltılan kumun daha küçük kaba (50ml) sığmayacağını anlar.
Hacmi doğrudan karşılaştırma.	Kum yardımıyla 25ml erlen ile 50ml beherin kapasitesini karşılaştırır.
Hacmi dolaylı olarak karşılaştırma.	50ml erlen ile 100ml beherin hacmini, 50ml beher aracılığıyla kıyaslar.
Eş parçalara ayrılmış üç boyutlu yapıları sayma.	Şeffaf küp içerisine kaç birim küp sığacağını bulur.
Hacim birim ilişkisi kurma ve birim yinleme.	1-Dökülen kum miktarının kabın hacmi ile ilgili olduğunu anlar (50ml beher ve 50 ml erlenden özdeş iki farklı kaba kum boşaltır) 2-Kum miktarının hem kullanılan kabın hacmiyle hem de kaç sefer döküldüğü ile ilgili olduğunu anlar.
Üç boyutlu yapıları kısmi olarak kurma.	Renkli küplerden oluşan dikdörtgen prizmadaki küp miktarını bulur.
Üç boyutlu satır ve sütun yapıları kurma.	7+1 birim küp yardımıyla 27 küplük bir küpün kaç küpten oluştuğunu bulur.

Not. Sütun 1'deki gelişimsel ilerlemeler Clements ve Sarama (2014a) kaynağından yazarın izniyle uyarlanmıştır.

2.1.3.4. Açı Ölçme Öğrenme Rotaları

Açı ölçümüne yönelik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Liang ve Castilla-Garsow (2020) literatürde üç farklı açı anlayışının olduğunu belirtmişlerdir. Bunlar; (1) ışın çifti olarak açı, (2) yay olarak açı ve (3) dönüş miktarı olarak açıdır. Her üç anlayışın ortak yönü açının dairenin parçalarından oluşmasıdır. Bir dairenin 360'a bölünmesi bir dereceye tekabül etmektedir.

Clements ve Battista (1990) çocukların açı kavramını edinmelerine yönelik bir öğretim deneyi tasarlamışlardır. Buna göre, dördüncü sınıf çocukların başlangıçta açı ile ilgili bilgileri muğlak olmasına karşın, müdahale sonucunda çocukların kavramsallaştırmalarının olumlu şekilde etkilendiğini belirtmişlerdir. Çalışmaları sonucunda Clements ve Battista (1990), çocukların kavramsallaştırma sürecini üç

seviyede gözlemlemişlerdir. Bunlar; (0) açı öncesi, (1) görsel olarak açi kavramını tanıma ancak açıkça ifade edememe ve (3) açının bileşenlerini ve bu bileşenler arasındaki ilişkiyi anlama seviyeleridir. Sonrasında Clements, Battista, Sarama ve Swaminathan (1996) üçüncü sınıf çocukların açi ve dönüş kavramlarını incelemiş ve çocukların sayı ile açiyı eşleştirmekte güçlük yaşadığını belirtmiştir. Çocukların kavramsallaştırma sürecinde ise hiyerarşik olarak ilerleyen iki şema gözlenmiştir. Bunlar, dönüşü hareket olarak algılayan ve dönüşü bir sayı ile ilişkilendirebilen şemalarıdır. İlk şemada çocuklar dönüşü yalnızca bir hareket olarak algılarken, ikinci şemada çocuklar belirgin bir dönüş miktarını sayılarla eşleştirebilmektedirler. Clements ve Burns (2000) benzer şekilde küçük çocukların başlangıçta sayı ile dönüş miktarını eşleştirmekte isteksiz olduğunu belirtmiştir.

Mitchelmore (1998) bu sürecin üç aşamada olduğunu saptamıştır. Buna göre, başlangıçta bütün dönme deneyimleri çocuklar için farklı olmakta, ardından çocuklar farklı nesneleri döndürme ile dönüş miktarları arasında benzerlikleri fark etmekte ve nihayetinde de dönme miktarları arasındaki benzerlikleri tamamen anlamaktadırlar. Sarama ve Clements (2009) açi ve dönüşü tek bir matematiksel hedef olarak ele almış ve çocukların öğrenme rotalarını anlayabilmeleri için açi kavramının çeşitli bileşenlerini ve birbirleriyle ilişkilerini anlamaları gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda beş seviye belirtmişlerdir. Bunlar; (1) sezgisel olarak açiyı kullanma, (2) örtük olarak açiyı kullanma, (3) açi eşleştirme, (4) açi boyutu karşılaştırma ve (5) açi ölçme seviyeleridir. Tablo 4'te mevcut çalışmada kullanılan açi ölçme öğrenme rotalarına yer verilmiştir.

Tablo 4

Açı Ölçme Öğrenme Rotaları

Gelişimsel ilerleme	Değerlendirme aracı/araçları
Sezgisel olarak açıyı kullanma	Oyuncak arabanın yönü için doğru yolu seçer.
Örtük olarak açıyı kullanma	Görselde sunulan okların hedefini tahmin eder
Açı eşleştirme	1-Işın çifti olarak sunulan açının aynısını bulur. 2-Işın çifti olarak verilen 45 ⁰ açıyı eşleştirir (çizgi uzunlukları eşit) 3-Işın çifti olarak verilen 45 ⁰ açıyı eşleştirir (çizgi uzunlukları farklı)
Açı boyutu karşılaştırma	Farklı uzunluk ve doğrultuda ışın çifti olarak belirtilen açıları karşılaştırır
Açı ölçme	1-Işın çifti olarak verilen açıları (30 ⁰ -60 ⁰ -90 ⁰ -120 ⁰) 30 ⁰ açılarla ölçer 2- Geometrik şekillere ait iç açıları (30 ⁰ -60 ⁰ -90 ⁰ -120 ⁰) 30 ⁰ açılarla ölçer.

Not. Sütun 1'deki gelişimsel ilerlemeler Clements ve Sarama (2014a) kaynağından yazarın izniyle uyarlanmıştır.

2.1.4. Kodlama ve Eğitim Amaçlı Kullanımı

Kodlama bir programı bir programlama dilinde ifade etme süreci olarak tanımlanmaktadır (Türk Standardları Enstitüsü [TSE], 2006). Bu özelliği nedeniyle kodlama belirtilen dilde daha önceden belirlenmiş kurallara göre bir program veya makine ile kurulan iletişim olarak değerlendirilmektedir. McLennan (2017) kodlama için “dijital çağın temel dili” ifadesini kullanmış, günlük hayatta karşımıza çıkan bütün cihazların çalışması için kodlamanın kullanıldığını belirtmiştir. Modern teknolojinin giderek karmaşıklaşması ve birbiriyle bağlantılı olması nedeniyle temel alandaki eğitimlerin yanında kodlama eğitiminin de erken yaşlardan itibaren çocuklarla tanıştırılması önerilmektedir (Campbell & Walsh, 2017; Screpanti, Miotti, & Montreiu, 2021).

Erken çocukluk döneminde kodlama etkinliklerinin, çocukların gelişimlerine uygun olması için anlamlı bağlamlar içerisinde sunulması gerekmektedir (Lee, 2020; Taylor, Harlow, & Forret, 2010). Bu nedenle kodlamanın erken çocukluk döneminde eğitim amaçlı kullanımında üç farklı yöntem görülmektedir. Bunlar, ekransız/araçsız

kodlama, robotik materyallerle kodlama ve ekranlı/etkileşimli kodlama etkinlikleridir. Ekransız/araçsız kodlama yöntemi, herhangi bir robotik araç veya bilgisayar/tablet ekranı olmaksızın, oyunlar, çeşitli materyaller, haritalar veya parkurlar gibi araçlarla yapılan kodlama etkinlikleridir. Robotik kodlamada robotik oyuncaklar kodlayan tarafından belirli bir hedef/amaç doğrultusunda önceden kodlanmaktadır. Ekran üzerinde gerçekleştirilen etkileşimli uygulamalarda ise görsel olarak ekranda belirtilen karakterin hareketleri kodlanmaktadır.

Kodlamanın eğitim amaçlı kullanılması ilk olarak LOGO programlama dili ile başlamaktadır (Bers, 2018). LOGO, çocuklar için geliştirilmiş, basit bir programlama dilidir. LOGO, ekranlı/etkileşimli kodlama yöntemine örnek oluşturmaktadır. Çocuklar kaplumbağayı verilen komutlarla yönlendirmekte, kaplumbağa geçtiği yolları çizerek geometrik şekiller oluşturmaktadır (Papert, 1980). Robotik materyallerin kodlamada eğitim amaçlı kullanılmasının başlangıcı ise LOGO programlama dili ile LEGO'nun birleşimini içermektedir. Resnick, Ocko ve Papert (1988) geleneksel LEGO parçalarına motor, sensör, tekerlek gibi parçalar eklemiş ve robotik araçlar oluşturmuşlardır. Sonrasında oluşturulan araçlar ile LOGO programlama diliyle bilgisayar aracılığıyla bağlantı kurulmuş, bilgisayar üzerinden LOGO ile verilen komutların LEGO ile geliştirilen robotik araçları kontrol etmesi sağlanmıştır. Araştırmacılar bu süreci LOGO'nun kaplumbağasına atıf yaparak, "kaplumbağayı ekranın dışarısına çıkarmak" olarak yorumlamışlardır (Resnick, Ocko, & Papert, 1988). Ekransız/araçsız kodlama etkinlikleri, kodlamanın eğitim amaçlı kullanımının yaygınlaşmasıyla ortaya çıkmıştır. Bell, Witten ve Fellows (1998) ekran veya araç olmadan yapılabilecek bazı etkinlikler sayesinde, bilgisayarın çocuklar tarafından daha verimli kullanılmasının sağlanabileceğini ve böylelikle bilgisayar olmadan bilgisayarın nasıl düşündüğünü ve çalıştığını öğrenebileceğini belirtmişlerdir. Her yaştan çocuk için geliştirilen bu etkinliklerde ikili sistemin temel mantığından, algoritmalara kadar çeşitli etkinliklere yer verilmiştir.

Üç yöntemde de benzer bilişsel süreçler işe koşulmaktadır. Kodlama sürecinde, belirli bir hedef çıktı doğrultusunda kodlanan aracın ne zaman ne yapacağı adım adım detaylandırılmaktadır. Belirli bir probleme yönelik yapılan bu işlem algoritma olarak tanımlanmaktadır ([TSE], 2006). Kodlama yaparken çocuklar algoritmalar ile tanışmaktadır (Lee, 2020). Çocuklar bu süreçte algoritmalar oluşturarak, oluşturulan algoritmaları deneme ve düzeltme imkânı bulmaktadır. Kodlama eğitimi sayesinde

çocuklar hem dijital çağın temel dili ile tanışmakta hem de çeşitli matematiksel ve bilimsel becerileri edinmektedirler.

Araştırmalar okul öncesi dönem çocuklarının kodlamayı öğrenebileceğini göstermektedir (Metin, 2022). Erken yaşlarda çocukların kodlama ile tanışması, ilerleyen yıllarda teknolojiye karşı olumlu tutum geliştirmesini sağlayabilir (Bers, González-González, & Armas-Torres, 2019). Ayrıca bu beceriler, 21.yy becerileri olarak ele alınmakta ve çocuğun gelecekteki başarıları için oldukça değerlidir (McLennan, 2017). Modern toplumun ihtiyaçlarına yanıt verebilmek için bireylerin erken yıllarda kodlamayla tanıştırılmaları tavsiye edilmektedir (Campbell & Walsh, 2017; Screpanti, Miotti, & Montreiu, 2021).

Çok sayıda araştırma matematik ve kodlama arasındaki bağlantıya dikkat çekmiş, kodlama süreci boyunca hangi matematiksel becerilerin geliştirilebileceği araştırılmıştır (Bers, Ponte, Juelich, Viera, & Schenker, 2002; Clements & Battista, 1990; Miller J. , 2019). Kodlama eğitimi çocukların çeşitli matematiksel becerilerini geliştirmesine katkı sunmaktadır. Kodlama etkinlikleri boyunca çocuklar, uzamsal, ölçme ve sayı bilgilerini kullanmaktadırlar (Shumway ve diğerleri, 2021). Bununla birlikte kodlama eğitimi alan çocukların akıl yürütme becerilerinde (Somuncu & Aslan, 2022), örüntü becerilerinde (Miller J. , 2019), problem çözme becerilerinde (Fessakis, Gouli, & Mavroudi, 2013; Sullivan & Bers, 2016) ve geometrik şekil bilgilerinde (Bartolini Bussi & Baccaglini-Frank, 2015) gelişim gözlenmektedir.

Kodlama eğitimi, matematiksel becerilerin yanı sıra çocuklar arasındaki iş birliğini ve iletişimi geliştirmektedir (Cicconi, 2014). Çocuklar yalnız başına bir problemle başa çıkmak yerine, küçük gruplar halinde problemle ilgilenmekte böylelikle belirtilen problem doğrultusunda çözüm yollarını paylaşma imkânı bulmaktadırlar (Pozdniakov & Freiman, 2021). Kodlama yaparken, tek bir doğru yol olmadığından, olası farklı çözüm yolları çocuklar tarafından denenmekte, en etkili çözüm stratejisinin araştırılması için çocuklar cesaretlendirilmektedir (McLennan, 2017).

2.2. İlgili Araştırmalar

Erken çocukluk döneminde matematiksel düşünme, matematik becerilerindeki gelişim ve matematiksel becerilerin öğretimi gibi konular yalnızca eğitimcilerin değil, farklı disiplinlerin de ilgi duyduğu bir alandır. Bu alanda çalışmalar incelendiğinde, matematikçilerin, eğitim psikologlarının, gelişim psikologlarının ve bilişsel

psikologların çalışmalarına rastlamak mümkündür. Newcombo ve diğerleri (2009) sadece psikoloji alanındaki çalışmaların erken dönemdeki matematik eğitimi uygulamalarını zenginleştirip temel oluşturmadığını, aynı zamanda erken dönem matematik eğitimi alanındaki araştırma uygulamalarının da psikolojiyi zenginleştirip, temel oluşturduğunu ifade etmektedirler. Farklı disiplinler kendi perspektiflerinden benzer sorulara yanıt ararken bir dizi teori, deneysel kanıtlar ve kuramsal çerçeveler oluşturulmuştur. Geliştirilen her teori, elde edilen her deneysel kanıt ise erken çocukluk döneminde matematik ile ilgili araştırmaları uzun yıllar boyunca canlı tutmuştur.

Bu bölümde erken çocukluk döneminde ölçme becerilerini, öğrenme rotalarını ve matematik eğitiminde kodlamanın kullanımını konu alan çalışmalara yer verilmiştir. Araştırmalar incelendiğinde, sözü edilen üç alanı birden konu edinen çeşitli çalışmaların olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar, ilgi düzeyi en yüksek bölümde amaç, yöntem ve sonuçlarıyla kronolojik sırayla sunulmuştur.

2.2.1. Erken Çocukluk Dönemi Ölçme Becerileri ile İlgili Araştırmalar

Erken çocukluk dönemi ölçme becerileri, genellikle diğer matematik becerileriyle birlikte ele alınmaktadır. Bu nedenle, bu bölümde ağırlıklı olarak ölçme becerilerini konu alan çalışmalara yer verilmekle birlikte, sayı, işlem, geometri gibi becerileri konu alan çalışmalara da yer verilmiştir. Söz konusu çalışmalarda, Piaget'nin korunum deneylerinin önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Sayı, madde, miktar, uzunluk, alan, ağırlık ve hacim konularında Piaget'nin yapmış olduğu deneyler, ölçme becerilerine yönelik araştırmalara hem bir set hem de bir temel oluşturmaktadır. Bu nedenle, kısaca Piaget tarafından yapılan korunum deneylerine yer verilmiş, ardından korunum deneylerinin aksi yönde sonuçlar bildiren çalışmalara değinilmiş ve sonrasında ise çocukların ölçme becerilerini inceleyen çalışmalara yer verilmiştir.

Piaget, korunum kavramına ilişkin çeşitli deneyler gerçekleştirmiştir. Uzunluk korunumu ile ilgili deneyinde, eşit uzunluktaki iki çubuğu çocuklara göstermiş ve ardından çubuklardan birisini küçük parçalara ayırmıştır. Sonrasında, küçük parçalara ayrılmış çubuğu uç uca eklediğinde işlem öncesi dönem çocuklarının parçaların bütünü oluşturduğunu dikkate almadıklarını, yalnızca son noktalarına bakarak karar verdiklerini belirlemiştir. Uzunluk korunumuna ait diğer bir deneyinde ise, eşit uzunlukta iki çubuğu yan yana koymuş, ardından çubuklardan birisini yana kaydırmıştır. Çubuk yana kaydırıldığında çocuklar çubukların artık eşit uzunlukta olmadığını belirtmişlerdir.

Miktar-hacim korunumunda ise, başlangıçta özdeş olan iki kaba belirli miktarda sıvı doldurmuştur. Sonrasında ise, kaplardan birisindeki sıvıyı daha geniş veya daha dar çeşitli özellikteki kaplara boşaltarak, kaplardaki suyun eşit olup olmadığını sormuştur. Sıvı ekleme veya çıkarma durumu olmadığı halde ve çocukların gözleri önünde işlem tersine çevrildiğinde bile çocukların sıvı miktarlarının aynı olmadığını düşündüğünü saptamıştır. Alan korunumunda ise iki farklı deney tasarlanmıştır. Bu deneylerden birincisinde, nesnelerin yerlerini değiştirerek, her iki alanda da aynı miktarda yer olup olmadığı sorulurken; ikincisinde, eşit büyüklükteki iki adet dikdörtgen gösterildikten sonra birisi parçalara ayrılmış ve halâ aynı olup olmadığı sorulmuştur. Her iki deneyde de çocuklar başlangıçta kıyaslanan nesnelerin eşit büyüklükte olduğunu belirtirken, nesnelerin alanlarında herhangi bir eksilme veya artış görülmediği halde yapılan işlem sonrası eşitliğin bozulduğunu düşünmektedirler. Sayı korunumunda ise çocukların önüne sekiz kırmızı jeton koyulmaktadır. Çocuklardan kırmızı jetonların karşısına, kırmızı jeton kadar mavi jeton koyulması istendiğinde başarıyla koyabilmekte ve her iki grubu da doğru sayabilmektedirler. Ancak bir sıradaki jetonlar arası mesafe arttırılıp-azaltılınca işlem öncesi dönem çocuklarının, jetonların aynı sayıda olmadığını düşündüğü saptanmıştır. Piaget'ye göre bütün korunum görevlerinde çocuklar baskın olan özelliğe odaklanmakta ve bu nedenle korunum görevlerinde başarısız olmaktadır (Haktanır, 1994; Piaget, 1952/1984; Piaget & Inhelder, 1967; Piaget, Inhelder, & Szeminska, 1960).

Gelman (1972) çalışmasında çocukların sayı korunumunu araştırdığı iki farklı deney tasarlamıştır. Bu deneylerden birincisine yaşları 36 ay ile 70 ay arası değişen ve her yaş grubundan 32 olmak üzere toplam 96 çocuk katılmıştır. İlk deneyde çocuklara iki tabak üzerinde küçük oyuncak fareler sunmuştur. Tabaktaki farelerin arasındaki mesafe (fareler arası 2,5 cm veya 6,2 cm), sıranın uzunluğu (8 cm veya 5 cm) ve sayısı (üç veya iki) farklıdır. Araştırmacı, herhangi bir vurgu yapmadan sadece tabağı göstererek üç farenin olduğu tabağı kazanan, iki farenin olduğu tabağı kaybeden olarak tanımlamıştır. Ardından bir karton aracılığıyla tabakların üzerini kapatmış, yerlerini değiştirmiş ve çocuktan kazanan tabağı bulmasını talep etmiştir. Ancak, sonrasında gizlice tabaktaki fare sayısını değiştirmiştir. Deney sonucunda, çocukların sayı değişmezliğini anladıkları, bekledikleri sonuçla karşılaşmayınca tepkiler verdikleri saptanmıştır. İkinci deney ise, yaşları üç ile dört yaş arasındaki 35 çocuk ile yürütülmüştür. Bu deneyde, birinci düzenek ile daha geniş tabaklar dışında aynı materyaller kullanılmıştır. İkinci deneyde, hızlıca farelerin sayısı veya uzantısı

değiştirildiğinde kazanan ve kaybeden tabaklara yönelik çocukların düşünceleri incelenmiştir. Sonuçta, çocukların büyük çoğunluğunun (23/32) görevi doğru şekilde yerine getirdiği saptanmıştır. Araştırma neticesinde Gelman, Piaget'nin geleneksel sayı korunum deneylerinde, “daha az/çok ve değerlendirme” gibi ikincil beceriler nedeniyle çocukların başarısız olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Anderson ve Cuneo (1978) beş yaşındaki çocukların alan karşılaştırma stratejilerini incelemiştir. Araştırmacılar, bu amaçla sekiz benzer deney kurgulamışlardır. Araştırmada, küçük çocuklara uygun mobil bir laboratuvar hazırlanmıştır. Ölçme aracı olarak, sol tarafında üzgün yüz, sağ tarafında güler yüz olan ve eşit aralıklı, 5 cm çapında 19 daireden oluşan tahta bir çubuk kullanılmıştır. Çocuklardan bu ölçeği kullanarak araştırmacının söylediği miktarda nesne verildiğinde, o nesneye ihtiyaç duyan bir çocuğun ne kadar mutlu veya üzgün olacağını belirtmeleri istenmiştir. Deneylerden elde edilen sonuçlar, çocukların Piaget'nin belirttiği gibi, alan muhakemesinde sadece baskın olan özelliğe odaklanmadıklarını, yükseklik + genişlik kuralına algısal olarak dikkat ettiklerini ortaya koymuştur. Beş yaşındaki çocukların sıvı miktarını belirlerken bardaktan silindire sıvı aktarımı yapıldığında sadece yüksekliği dikkate aldıkları, ancak bardak yerine tamamen farklı silindirler kullanıldığında yükseklik + genişlik kuralına göre algısal yorumlar yaptıkları belirlenmiştir. Araştırmacılar, çocukların gündelik hayatlarında bardağı sıvı tüketiminde kullanıldıklarından dolayı, bardaktaki sıvı yüksekliği ile sıvı miktarı arasında bilgi transferi gerçekleştirilebildiklerini, bunun tam olarak korunumu yansıtmayacağını belirtmişlerdir.

Gelman ve Gallistel (1978) gerçekleştirdikleri araştırmada, çocukların sayı kavramı gelişimine yönelik çok sayıda deney tasarlamışlardır. Bu deneyler, sonucunda çocuklardaki sayı edinimin bir dizi ilke tarafından yönlendirildiği saptanmıştır. Bu ilkeler, sayma ilkeleri olarak adlandırmış, çok küçük çocukların dahi bu ilkelere uygun sayma eylemi gerçekleştirdiği belirtilmiştir. Buradaki en önemli hatanın küçük çocukların da yetişkinler gibi saymasını beklemek olduğu ifade edilmiş, çocuklar sayı sözcüklerini tam olarak bilmese dahi özellikle de küçük sayılarda her defasında aynı kendine özgü “*idiosyncratic*” hatalar yaptığı görülmüştür. Sonuç olarak araştırmacılar küçük çocukların Piaget'nin belirttiğinden çok daha önce sayı kavramını geliştirdiğini belirtmişlerdir.

Cuneo (1980) çalışmasında, üç ve dört yaşındaki çocukların miktarları karşılaştırmada kullandıkları stratejileri belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmaya 40 çocuk

dâhil edilmiştir. Çocukların sıvı miktarlarını karşılaştırmada kullandıkları stratejileri belirlemek için çapları, 5, 6,5 ve 8 cm arası değişen ve içlerinde 2,5, 5 ve 7,5 cm sıvı bulunan bardaklar kullanılmıştır. Çalışmada, çocuklara bir çocuğun çok fazla susadığı ve belirtilen miktarda sıvı (Kool-Aid) verildiğinde çocuğun ne kadar mutlu olacağı sorulmuştur. Çocukların cevaplarını belirtmeleri için ise sol tarafında üzgün, sağ tarafında güler yüz bulunan grafik gösterilmiştir. Alanları karşılaştırmada kullanılan stratejiyi belirlemek için ise, üçgen şeklinde hamur kurabiyeler kullanılmıştır. Çocuklara bu sefer bir çocuğun çok aç olduğu ve belirtilen miktarda kurabiye verildiğinde çocuğun ne kadar mutlu olacağı sorulmuş, grafik aracılığıyla çocukların cevapları alınmıştır. Araştırma sonucunda, üç ve dört yaşındaki çocukların sıvının miktarını belirlemede sadece yüksekliği dikkate aldıkları, üçgen kurabiyelerin alanın belirlemede ise yükseklik + genişlik kuralını dikkate aldıkları saptanmıştır.

Gelman, Meck ve Merkin (1986) çalışmalarında, 3-5 yaş arasındaki çocukların sayı edinimlerini araştırmak için dört deney tasarlamışlardır. Bu deneyler aracılığıyla çocukların sayma ilkeleri doğrultusunda sayma gerçekleştirip, gerçekleştirmediğini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, küçük çocukların sayı gelişiminin daha önce Gelman ve Gallistel (1978) tarafından belirtilen sayma ilkelerine uyum gösterdiğini, küçük çocukların özellikle de küçük sayı setlerinde yüksek oranda başarı gösterdiğini saptamışlardır.

Bulton-Lewis, Wilss ve Mutch (1996) çalışmalarında birinci, ikinci ve üçüncü sınıfa devam eden 70 çocuğun uzunluk ölçümündeki stratejilerini ve alet kullanımlarını araştırmışlardır. Çalışmaya, düşük, orta ve üst sosyo-ekonomik ailelerden gelen çocuklar eşit bir dağılım ile dâhil edilmiştir. Araştırma verileri, klinik mülakat tekniği ile elde edilmiştir. Klinik mülakat sırasında üç farklı test kullanılmıştır. Birinci testte, karşılaştırma ve ölçme gerektirmektedir. Bu testte üç farklı uzunluktaki ip, çocuklara gösterilerek, uzun olanı bulmaları istenmiş ve çocukların kullandıkları stratejiler ve algıları kaydedilmiştir. İkinci testte, atlama ipi gösterilerek, çocuktan istediği yöntem ve aleti kullanarak ipin uzunluğunu belirlemesi istenmiştir. Üçüncü testte ise kibritlerin yapııştırılmış olduğu kartlar kullanılmıştır. Kibritler farklı boylardadır ve farklı şekilde dizilmiştir. Araştırmacılar, çocuklardan kibritlerin uzunluklarını belirlemelerini istemişlerdir. Çalışma sonucunda birinci testin, birinci sınıftaki çocukların yarısı tarafından başarılı bir şekilde yapabildiğini, ikinci testin birinci sınıftakileri zorladığını ancak ikinci ve üçüncü sınıftakileri zorlamadığını, üçüncü testin ise üçüncü sınıftakilere bile zor geldiği görülmüştür.

Kamii ve Clark (1997) çalışmalarında 383 çocuğun uzunluk ölçümlemlerini incelemişlerdir. Çalışmada ters çevrilmiş T görseli (hem dikey hem de yatay çizgi eşit, 8inç) 12 inç uzunluğunda ve 0,5 inç kalınlığında ip, 5 adet özdeş plastik blok (1,75 x 0,88 x 0,25 inç) ve kurşun kalem kullanılmıştır. Çalışmada başlangıçta çocuklara görsel gösterilerek, dikey ve yatay çizginin uzunluğu hakkında sorular sorulmuş, böylece çocuklar test için ısındırılmıştır. Görüşmeler video ile kayıt altına alınmış ve klinik mülakat yöntemi kullanılmıştır. Üç farklı amaç için sorular sorulmuştur. Bunlar; algısal yargı, geçişlilik ve birim yinelemedir. Araştırmacılar, çocukların büyük çoğunluğunun ancak yedi-sekiz yaşlarında geçişlilik ilkesini algılayabildiklerini ve bu sonuçların Piaget'nin belirttiği yaşlar ile örtüştüğünü ifade etmişlerdir.

Yuzawa ve Bart (2002) çalışmalarında okul öncesi dönem çocuklarının alan karşılaştırma stratejilerini ve origami etkinliklerinin alan karşılaştırma stratejilerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar beş-altı yaşlarından oluşan 12 çocuğu deney, 12 çocuğu ise kontrol grubu olarak seçkisiz olarak atamışlardır. Deney grubuna beş gün boyunca origami etkinlikleri verilmiş, kontrol grubuna ise origami içermeyen etkinlikler sunulmuştur. Çocukların alan karşılaştırma stratejilerini belirlemek için yedi farklı üçgen kullanılmış, veriler klinik mülakat yoluyla elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, origami etkinliklerinin çocukların alan karşılaştırma stratejilerini geliştirmede etkili olduğunu saptamışlardır.

Battista (2004) çalışmasında ilkökul öğrencilerinin alan ve hacim ölçme becerilerine yönelik olarak bilişsel temelli değerlendirme araçlarının uygulanabilirliğini sorgulamıştır. Nitel yaklaşım ve klinik mülakat tekniği ile yürütölen çalışmada, çocukların bu görevler ile başa çıkma stratejileri incelenmiştir. Araştırmacı üç seviyeli, iç içe geçmiş alan ve hacim ölçüm görevleri hazırlamıştır. Bunlar (a) öğrenciler tarafından sıklıkla ve informal olarak edinilmiş olan eğitim öncesi seviye, (b) eğitim ile hedeflenen formal bir matematik kavramının edinimi, (c) öğrenciler tarafından a'dan b'ye geçişteki bilişsel platoların göstergesidir. Çocukların, alan ve hacim ölçümü alanında belirtilen görevlerde yedi seviye belirlenmiş ve rapor edilmiştir. Çalışmada bilişsel olarak tutarlı değerlendirme araçları geliştirebilmek için değerlendirme araçlarının uygun bir şekilde araştırmalara, çocuğun öğrenmelerine ve bilişsel seviyesine uygun olması gerektiği ifade edilmiştir. Bilişsel temelli değerlendirme araçlarının ise bu konuda önemli bir çözüm olacağı belirtilmiştir.

Gelman ve Subrahmanyam (2005) çalışmalarında çocukların ölçme tahminlerinde referans noktası kullanma ile ilgili stratejilerini araştırmışlardır.

Araştırmacılar, 22 tane üçüncü sınıf öğrencisine referans noktası stratejisini kullanmaya yönelik bilgiler verirken, diğer 22 tane üçüncü sınıf öğrencisine tahmin ve kontrol etme stratejisi kullanımını öğretmişlerdir. Araştırma sonucunda çocukların kullandıkları stratejilerin ölçme becerilerini etkilediği, referans noktası kullanan öğrencilerin daha doğru ölçümler yaptıkları görülmüştür.

Cheeseman, McDonough ve Clarke (2011) çocukların kütle ölçümlerini araştırmışlardır. Çalışmaya birinci, ikinci ve üçüncü sınıftan 1806 çocuk dâhil edilmiştir. Çalışmada çocuklarla birebir görüşmeler aracılığıyla testler uygulanmıştır. Bu görüşmelerde formatif bir değerlendirme aracı kullanılmamış ancak çeşitli materyaller ve bu materyallerle ilgili sorular kullanılmıştır. Bu materyaller örneğin, kaya, köpük, plastik kutu, ip yumağı, bir kg ağırlık gibi materyallerdir. Araştırmacılar çeşitli sorular aracılığıyla çocukların ağırlık ölçme becerilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, çocukların birinci sınıfta %1'inin ölçüm yapamadığı, %2'sinin ölçülen özelliğin farkında olduğu, %17'sinin kütleleri karşılaştırabildiği, %69'unun kütleyi belirleyebildiği, %10'unun standart birimler kullanabildiği ve %1'inin ise ölçmenin bütün prosedürlerini uygulayabildiği belirlenmiştir. Araştırmacılar, müfredatın ölçme etkinliklerine daha sık ve detaylı yer verilmesi gerektiğine dair görüş bildirmişlerdir.

Huevel-Panhuizen ve Elia (2011) çalışmalarında okul öncesi dönem çocuklarının uzunluk ölçüm becerilerini ve bu becerilerine uzunluk kavramına vurgu yapılan resimli öykü kitabı okumanın etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, ön test son test kontrol gruplu deneysel desen kullanmışlardır. Çocukların uzunluk ölçme becerilerini, bireysel görüşmeler ile çeşitli resimler kullanarak ölçmüşlerdir. Deney grubundaki çocuklar üç ay süren resimli öykü kitabı okuma programına katılmıştır. Öykü kitaplarında uzunluğa yönelik kavramlar, anlamlı bağlam içerisinde çocuklara sunulmuştur. Araştırmacılar, üç ay süren resimli öykü kitabı okuma etkinliklerinin, 4-6 yaş çocuklarının uzunluk ölçme becerileri üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Zacharos, Antonopoulos ve Ravanis, (2011) çalışmalarında beş altı yaş çocuklarda hacim ölçümüne yönelik etkinliklerin, hacim ölçme becerilerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada tek gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Çalışma grubu 5-6 yaşlarında 20 okul öncesi dönem çocuğundan meydana gelmiştir. Çalışmada ön test, müdahale ve son test uygulanmıştır. Testler, bireysel görüşmeler ile kamera ile kayıt altına alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu testlerde çocuklara hacim ölçümüne yönelik maddeler sunulmuştur. Hacim ölçümüne yönelik müdahale eğitimi ise çocuklara küçük

grup etkinlikleri olarak sunulmuştur. Gruplarda 4-5 çocuk yer almıştır. Böylelikle araştırmacı ile çocukların iletişimde bulunmasının çocukların performansında etkili olacağı düşünülmüştür. Araştırmacılar, yapılan müdahalenin çocukların hacim ölçümlerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Barrett ve diğerleri (2011) boylamsal çalışmalarında ikinci sınıftan beşinci sınıfa kadar çocukların uzunluk, alan ve hacim konularında birim kavramına yönelik müdahale çalışması gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada 25 çocuğa klinik mülakat yöntemiyle uzunluk, alan ve hacim ölçümü konularında bazı eğitsel görevler verilmiş ve ikinci sınıftan beşinci sınıfa kadar geçen sürede çocuklara üç aşamalı çeşitli görevler sunmuşlardır. Birinci aşamada, çocukların birim kavramını çeşitli yollardan nasıl temsil ettiğini ve bu temsili ölçüm için nasıl koordine ettiğini, ikinci aşamada çocukların birimleri birleştirerek ve bölerek oluşturdukları dinamik ve esnek yapıları, üçüncü aşamada ise çocukların orantılı ve orantısız (tam olarak uygun gelen ve artık değerler bırakan) birimler kullanımını incelemişlerdir. Araştırmada çocukların birim yineleme dâhil olmak üzere bu konudaki bilgilerinin yaşla birlikte artış gösterdiği görülmüştür. Bununla beraber, belirli alanı birim ile ölçerken, boşluğa dikkat etmede problem yaşadıkları belirlenmiştir. Ayrıca, çocukların ölçüm teorisini yapılandırmalarında, orantılı ve orantısız birim kullanımı ile birim temsili ve koordinesinin kritik öneme sahip olduğu belirtilmiştir.

Cheeseman, McDonough ve Ferguson (2012) zengin öğrenme ortamının, birinci sınıf öğrencilerinin kütle ölçme becerileri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırma kapsamında 119 çocuğun kütle ölçme becerisi klinik mülakat yöntemiyle beş derslik zenginleştirilmiş eğitim ortamı öncesi ve sonrası ölçülmüş ve dersler sonrasında çocukların büyük çoğunluğunun, standart olmayan ölçü birimi kullanmaktan standart olan ölçü birimi kullanma seviyesine doğru ilerlediği görülmüştür. Araştırmacılar kütle ölçmenin öğretiminde zenginleştirilmiş çevrenin olumlu etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Cohen ve Sarnecka (2014) çalışmalarında çocukların sayı doğrusu üzerindeki tahminleri ile ölçme becerileri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu kapsamda, yaşları üç yaş altı ay ile sekiz yaş arasında değişen 62 çocuk çalışmaya dâhil edilmiştir. Çocuklar üniversite kampüsündeki okul öncesi eğitim kurumlarından gönüllülük esasına göre seçilmiştir. Çalışmada dizüstü bilgisayar ekranına dokunarak çocuklardan istenen sayının yerini tahmin etmeleri istenmiştir. Araştırmada çocuklara iki farklı test sunulmuştur. Bütün çocuklara ilk olarak sınırlandırılmamış sayı doğrusu testi, ardından sınırlandırılmış sayı doğrusu testi uygulanmıştır. Sınırlandırılmamış sayı doğrusu

testinde baştağının sıfır olduğu söylenirken, sonu söylenmemiştir. Sınırlandırılmış sayı doğrusu testinde ise yine baştağının sıfır olduğu, sağ tarafındaki son bölgenin ise 20 olduğu söylenmiştir. İki test arasında bağlantı kurmalarını engellemek için, iki test ardı ardına yapılmamıştır. Araştırma sonucunda küçük çocukların yanıtları tahmin ederken çıkarma veya bölme stratejilerini kullanmadığı, bunun yerine toplama stratejisi kullandığı saptanmıştır.

Kotsopoulos, Makosz ve Zambrzycka (2017) çalışmalarında okul öncesi dönem çocukların sayı bilgisi ve uzunluk ölçme becerileri arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmaya yaşları dört ile beş yaş arasında değişen 64 çocuk dâhil edilmiştir. Çalışmada öncelikle çocukların uzunluk ölçmede standart veya standart olmayan ölçme birimleri ile ilgili tercihleri araştırılmış, ardından çocukların sayı ile ilgili belirli becerileri (sayma ve yazılı sayı tanıma, sembolik veya sembolik olmayan sayı büyüklük karşılaştırma, tahmini sayı doğrusu tahmin) ile standart veya standart olmayan ölçme birimleri kullanmaları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışma sonucunda okul öncesi dönem çocuklarının kendilerine tanıtımı yapıldığı takdirde standart olan ölçme birimlerini tercih ettiği ve bu çocukların önemli bir kısmının cetveli doğru bir şekilde kullanabildiği görülmüştür. Ayrıca, çalışmada sayma ve ölçme becerisi arasında önemli bir ilişki olduğu belirtilmiştir.

Cheeseman, McDonough ve Golemac (2017) çalışmalarında beş ile yedi yaş arasındaki 12 çocuğun eşit kollu terazi kullanımlarını araştırmışlardır. Çalışmada çocuklara eşit kollu terazi tanıtılmış, bu terazi ile neler yapılabileceği sorulmuştur. Araştırmada çocuklara eşit kollu terazi ile ölçüm yapabilecekleri hafif oyuncaklar, farklı malzemelerden yapılan küpler, plastik oyuncaklar gibi çeşitli materyaller sunulmuştur. Araştırmacı ise, çocukların eşit kollu terazi ile etkileşime girmesini sağlamaya çalışmıştır ve çocukların konuşmaları ve hareketleri video ile kaydedilmiştir. Nitel bir yaklaşım ile klinik mülakat yöntemiyle yürütölen çalışmada araştırmacılar, eşit kollu terazi kullanımının çocukların matematiksel düşüncelerini, sorgulamalarını ve konuşmalarını açığa çıkartmakta etkili olduğunu ve beş yaşındaki çocukların terazi yardımıyla ağırlıkları ölçebildiğini belirtmişlerdir.

Doabler ve diğerleri (2019) matematiksel öğrenme güçlüğü yaşayan birinci sınıf çocuklarına ölçme ve veri analizi konularında hazırlamış oldukları müdahalenin etkinliğini araştırmışlardır. Araştırmacılar 48 deney ve 48 kontrol grubunda olmak üzere toplam 96 çocuk ile yürüttükleri çalışmada, müdahale öncesi beş farklı ölçme aracı aracılığıyla ön test sonuçları ile müdahale sonrası son test sonuçlarını

karşılaştırmışlardır. Beş ölçme aracından birisinde istatistiksel olarak deney grubu lehine olumlu farklılıklar görülmüştür. Diğer dört ölçme aracı sonucuna göre ise istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte, deney grubu lehine olumlu gelişmeler gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, ölçme ve veri analizine odaklanan programların sadece çocukların matematiksel bilgilerini güçlendirmekle kalmayacağını aynı zamanda matematiksel öğrenme güçlüğü yaşayan çocukları da kavramsal olarak destekleyerek, sonraki öğrenmelerine temel oluşturabildiğini ifade etmişlerdir.

Eames ve diğerleri (2020) dördüncü sınıf öğrencilerinin alan tahmin performanslarını araştırmışlardır. Çalışmada 21 deney ve 21 kontrol grubu olmak üzere 42 dördüncü sınıf öğrencisine, alanları 5 ile 200 birim arası değişen dikdörtgenin alan tahmin görevleri sunulmuştur. Bütün çocuklar öncelikle ön teste tabi tutulmuş ardından deney grubundaki çocuklar, bireysel olarak araştırmacı ile üç eğitsel görüşme yapmıştır. Üç görüşme ardışık olarak gerçekleştirilmiş, son test ise üçüncü görüşmeden yaklaşık olarak bir ay sonra gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde, doğruluk, ölçüsüz cevapların ve cevaplardaki çeşitliliğin azalması ile ilişkili olarak çocukların alan tahminlerinin geliştiği görülmüştür. Ayrıca çalışmadan elde edilen bulguların öğrenme rotaları ile ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Celements ve diğerleri (2020) okul öncesi dönemden üçüncü sınıfa kadar çocukların uzunluk ölçümü alanındaki stratejilerini ve bilişsel özelliklerini incelemişlerdir. Bunun için 833 çocuğa geliştirmiş oldukları 70 soruluk uzunluk ölçme testini uygulamışlardır. Testi uygularken her çocuğun yanıtındaki doğru, yanlış sonuçlar ve kullanılan stratejiler kaydedilmiştir. Yapılan nicel analizler sonrasında başlangıçtaki 70 maddeden 43'ü kullanılmıştır. Çocukların kullandıkları stratejiler incelendiğinde ise yaşla birlikte stratejilerin de geliştiği görülmüştür. Okul öncesi dönemin başlarında belirgin bir strateji görülmezken, okul öncesinin ilerleyen dönemlerinde tahmin ve aritmetik hesaplamalar belirginleşmeye, ilerleyen yıllarda ise toplama-çıkarma stratejilerin uzunluk belirlemede belirgin bir şekilde kullanıldığı görülmüştür. Araştırmacılar, uygun formatif değerlendirme araçlarının pedagojik olarak en uygun teknik olmasına rağmen en az kullanılan tekniklerden birisi olduğunu, yapılan çalışma ile uzunluk ölçümü alanında kullanılabilecek etkili, pratik bir araç geliştirildiğini ifade etmişlerdir.

Karakuş (2020) Türkçeye uyarladığı matematik eğitim programının okul öncesi dönem çocuklarının matematik becerilerine etkisini incelemiştir. Program, öğretmen eğitimi verilerek, sınıf öğretmenleri tarafından 11 hafta, haftada üç gün olarak

uygulanmıştır. Çalışmaya 58 çocuk katılmıştır. Araştırma sonucunda programın matematik becerisini geliştirmekte geniş, ölçme becerilerine orta düzeyde etkili olduğu belirtilmiştir.

Vasilyeva, Laski, Veraksa, ve Bukhalenkova (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, okul öncesi dönem çocuklarının sayı ve ölçme bilgisinden birindeki gelişimin diğerini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Çalışmaya okul öncesi eğitim kurumlarına devam eden 105 çocuk katılmıştır. Çocukların ölçme becerilerine, özellikle de birim kavramını edinimine yönelik eğitim programı geliştirilmiştir. Ön test son test kontrol gruplu gerçekleştirilen çalışmada başlangıçta bütün çocukların ölçmeye ilişkin bilgileri zayıfken, sonrasında deney grubunun daha iyi performans gösterdiği görülmüştür. Ayrıca, deney grubunun diğer üç ölçme aracı olan sayı doğrusu tahmini, sayı karşılaştırma ve sayısal uzaklık karşılaştırma testlerinde de kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu görülmüştür. Araştırmacılar, ölçme becerilerine yönelik geliştirilen programın, aynı zamanda çocukların sayı bilgilerini de geliştirdiğini belirtmişlerdir.

2.2.2. Öğrenme Rotaları ile İlgili Araştırmalar

Simon (1995) sosyal yapılandırmacı yaklaşımı temel alarak, öğretim deneyi tasarlamıştır. Gerçekleştirdiği öğretim deneyi süresince öğrencilere farklı problemler sunarak, öğrencilerin bilgiyi yapılandırmalarını, video kaydı, ses kaydı gibi yöntemlerle analiz etmiştir. Farklı aşamalardan oluşan ve üç yıl süren çalışması sonucu, *varsayımsal öğrenme rotaları* (hypotetical learning trajectories) terimini ilk olarak dile getirmiştir. Sonrasında Simon ve Tzur (2004) varsayımsal öğrenme rotalarının kavramsal çerçevesini ve uygulamasını daha detaylı olarak ele almıştır. Buna paralel olarak Clements ve Sarama (2004) öğrenme rotalarının yeni bir kavram olmasına karşın, eğitimcilerin, eğitim psikologlarının ve gelişim psikologlarının uzun yıllarca süren çalışmalarını temel aldığını, özellikle de erken çocukluk matematik eğitiminde büyük bir potansiyel vaat ettiğini ifade etmişlerdir. Sonraki araştırmacılar, çocukların özellikle matematiksel becerileri ediniminde göstermiş oldukları öğrenme rotalarını araştırmışlardır. Türkiye’de yapılan çalışmalarda ise öğrenme rotalarının, öğrenme yörüngeleri, öğrenme yol haritaları, tahmini yol haritaları gibi isimlerle adlandırıldığı görülmüş ve bu çalışmalar rapor edilirken yazarın kullandığı ifade kullanılmıştır. Yurtdışında yapılan çalışmalar rapor edilirken ise *learning trajectories* ifadesi, öğrenme rotaları olarak çevrilmiştir.

Clements, Wilson ve Sarama (2004) çalışmalarında 3 ile 7 yaş arasındaki 72 çocuğun geometrik şekilleri anlamlandırmalarını inceleyerek, öğrenme rotalarını ve bu öğrenme rotalarının altında yatan gelişimsel ilerlemeleri açığa çıkarmayı amaçlamışlardır. Araştırma sonuçlarının öğrenme rotalarına yönelik güçlü kanıtlar sağladığı, çocukların belirli düşünce evrelerinden geçerek 2 boyutlu şekillere dair kavramlar oluşturduğu belirtilmiştir. Çalışma grubundaki çocukların sırasıyla geometrik şekiller oluşturmada yetersizlik, deneme yanılma yoluyla şekilleri birleştirme, şekillerin özelliklerine göre birleştirme ve son olarak şekil kombinasyonlarını yeni şekiller üzerinde sentezleme seviyelerinden geçtikleri görülmüştür.

Steffe (2004) yapmış olduğu öğretim deneyine katılan iki çocuğun, kesirlerin genişletilmesi/sadeleştirilmesi ($1/3=4/12$) olgusunda öğrenme rotalarını incelemiştir. Çalışmada klinik mülakat yöntemi kullanılmıştır. Öğretim deneyi beş bölümden oluşmuştur. Dördüncü sınıf boyunca iki çocuğun belirgin olarak iki farklı bölme şemasına sahip olduğu (birisi-eşit bölme, diğeri eş zamanlı bölme şeması) görülmüştür. Beşinci sınıfın başlangıcında ise iki şemadaki farklılığın çocukların belirli bir kesirde orantılı olarak genişletme/sadeleştirme işleminde açıkça ortaya çıkacağı varsayılmıştır. Buna paralel olarak, eşit bölme şemasına sahip olan çocuk, birinci öğretim bölümünde yeni olarak bir çubuk, 10 küçük çubuk uzunluğunda olduğunda, bunun $1/10$ olarak ifade edilebileceğini algılayarak, eş zamanlı bölme şeması gösteren çocuk için böyle bir varsayımın yapılamayacağı belirtilmiştir. Araştırmacı, çalışma sonunda çocukların kesir kavramında belirgin şekilde öğrenme rotalarına rastlandığını ancak öğrenme rotalarının birinci elden çocuklar ile çalışan öğretmenler ve araştırmacılar tarafından oluşturulması gerektiğini belirtmiştir. Bununla beraber, öğrenme rotalarının, çocukların matematik eğitimi için geniş kapsamlı sonuçları olduğunu ifade etmiştir.

Clements ve Sarama (2008) ön test- son test kontrol gruplu deneysel desen kullanarak gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, okul öncesi dönem çocuklarına uygulanan matematik eğitim programlarının etkisini sınımlıdır. Çalışmada bir gruba öğrenme rotaları temelli etkinlikler, diğer gruba NCTM standartları ile bağlantılı olan farklı bir matematik eğitim programı uygulanmıştır. 26 hafta süren etkinlikler sonucunda kontrol grubuna nazaran her iki gruba uygulanan etkinliklerin de etkili olduğu ancak öğrenme rotalarını temel alan grubun diğer matematik programına nazaran daha iyi performans sergilediği görülmüştür.

Clements, Sarama, Spitler, Lange ve Wolfe (2011) öğrenme rotalarını temel alan eğitim etkinliklerinin genel matematik yeteneklerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmaya

106 okul öncesi eğitim sınıfından toplam 1375 çocuk katılmıştır. Çocuklar seçkisiz olarak deney ve kontrol gruplarına ayrılmışlardır. Araştırmada, öncelikle sınıflarında öğrenme rotalarını uygulayacak öğretmenlere dört günlük bir eğitim verilmiştir. Araştırma sonucunda öğrenme rotalarını temel alan eğitimin çocukların matematik yeteneklerini geliştirmede oldukça etkili olduğu görülmüştür.

Barrett ve diğerleri (2012) gerçekleştirdikleri boylamsal çalışmada sekiz çocuğun, ikinci sınıftan üçüncü sınıfa kadar geçen sürede uzunluk ölçümünde kavramsal ve stratejik bilgilerini incelemişlerdir. Çalışmada çocuklara çeşitli görevler hazırlanmış ve klinik mülakat yöntemiyle çocukların yanıtları kaydedilerek raporlanmıştır. Araştırma sonucunda, uzunluk ölçümüne yönelik öğrenme rotalarının değerlendirme araçları ve formatif eğitimler için oldukça kullanışlı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, çocukların sırayla uzunluğu nesnenin bir özelliği olarak algılama, doğrudan uzunluk karşılaştırma, üçüncü bir nesne kullanarak iki nesnenin uzunluğunu karşılaştırma, uçtan uca uzunluk ölçme, uzunluk birim ilişkisi kurma, uzunluk birimi yineleme ve uzunluk ölçme şeklinde öğrenme rotalarına sahip oldukları belirlenmiştir.

Blanton ve diğerleri (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada altı yaşındaki çocukların fonksiyonel ilişkileri genelleme düşüncelerine (fonksiyonel düşünme) ait öğrenme rotaları incelenmiştir. Nitel bir yaklaşım ile gerçekleştirilen çalışmada, ampirik bulgular rapor edilmiştir. Araştırma sonucunda sekiz seviyeli öğrenme rotası gözlemlenmiştir. Bunlar; (1) yapı öncesi, (2) tekrarlı-belirli yapılar, (3) tekrarlı-genel yapılar, (4) fonksiyonel-belirli yapılar, (5) ilksel fonksiyonel-genel yapılar, (6) gelişmekte-fonksiyonel genel yapılar, (7) yoğunlaşmış fonksiyonel gelen yapılar ve (8) fonksiyonel düşüncedir. Çalışma grubunda yer alan altı yaş çocukların oldukça sofistike ve genelleştirilmiş yollarla fonksiyonel düşünmeyi öğrenebildikleri ve Amerika Birleşik Devletleri'nde temel eğitim seviyesindeki tipik müfredat yaklaşımının yetersiz kaldığı belirtilmiştir.

Güven-Akdeniz (2018) çalışmasında, öğrenme güçlüğüne sahip iki öğrencinin (yaşları 9 ve 10) uzunluk kavramına ilişkin öğrenme rotalarını açığa çıkartmayı amaçlamış ve bu doğrultu bir öğretim deneyi tasarlamıştır. Öğrencilerin öğrenme rotalarını klinik mülakat yöntemiyle incelenmiş, çocukların 9 ve 10 yaşlarında olmalarına rağmen literatüre göre uzunluk kavramına yönelik 7 yaşa ait gelişimsel seviyede oldukları, dört ay süren öğretim deneyi sonrasında ise 8 yaşa ait gelişimsel seviyeye ulaştıkları belirtilmiştir. Öğretim deneyi sonucu öğrencilerin, uzunluğu bir özellik olarak algılama, doğrudan ve dolaylı karşılaştırma, geçişlilik ilkesi, uzunluğun

niceliksel olarak toplamsal olması, aynı uzunluğun farklı büyüklükte birimler ile ölçülmesi, birim uzunluğu ile ölçüm sonucu arasındaki ters ilişki ve birim yineleme konusunda belirlenen öğretim amaçlarını gerçekleştirebildiği bununla beraber niteliğin farklı temsillerini tanıma, birim ile ölçülen nesne arasındaki parça-bütün ilişkisi ve yer kaplama özelliğini edinimde güçlükler yaşadıkları belirtilmiştir.

Camci (2018) çalışmasında tahmini öğrenme yol haritaları çerçevesinde sınıf tabanlı bir öğretim deneyi gerçekleştirmiştir. Öğretim deneyinde 12 öğrenciden oluşan ortaokul altıncı sınıf grubunun geometri ve ölçme konularına ilişkin matematiksel soyutlama mekanizmalarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Öğrencilerle küçük grup ve sınıf tartışmaları şeklinde dokuz haftalık sınıf uygulamaları yapılmıştır. Çalışmada 12 öğrenci arasından üç öğrenci odak olarak seçilmiş ve bu öğrencilerle ön, orta ve son klinik mülakatlar yapılarak veri toplanmıştır. Araştırma sonucunda, tahmini öğrenme yollarına dayalı öğretim deneyi neticesinde başta düşük ders başarısı gösteren öğrenci olmak üzere odak olan üç öğrencinin de dikdörtgen prizmalarda hacim ölçme konusuna ilişkin derin düzeyde soyutlama yaptıkları ve öğrencilerin bireysel eylemlerinin yanı sıra sosyo-matematiksel normların da destekleyici rol oynadığı belirtilmiştir.

Özden (2019) çalışmasında tahmini öğrenme yol haritasına dayanan öğretim deneyi gerçekleştirilmiştir. Ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinden odak olarak seçilen üç öğrencinin aritmetik ve cebir görevlerini çözerken matematiksel olarak nasıl düşündüklerini ve aritmetikten cebire geçişte öğrenmelerini destekleyecek araçları belirlemek amaçlanmıştır. Beş haftalık sınıf uygulamaları süresince, öğrencilerin bilişsel gelişimi izlenmiştir. Üç öğrenci ile geliştirilen ön, ara ve son klinik mülakatlar, video kayıtları, öğrenci ve araştırmacı günlükleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda tahmini öğrenme yollarına dayalı gerçekleştirilen öğretim sürecinin çalışma grubundaki öğrencilerde örüntü genelleme, sözel ve cebirsel ifadeler, cebirsel ifadeleri anlamlandırma, cebirsel ifadelerle işlemler konularını kolaylıkla gerçekleştirebildiklerini ve cebire girişi anlamlandırmada eşitlik işareti ve ilişkişel düşünmenin önemli rol oynadığı belirtilmiştir.

Clements ve diğerleri (2019) dört yaşındaki çocukların geometrik şekil bilgilerini geliştirmede öğrenme rotalarının temel alarak geliştirdikleri eğitim etkinliklerinin etkisini araştırmışlardır. Çalışmada iki deney grubu yer almıştır. Deney gruplarının birinde çocukların mevcut seviyesinin bir seviye üzerinde “n+1”, diğer deney grubunda ise iki seviye üzerindeki “n+2” öğretim etkinliklerinin etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, her iki grubunda geometrik şekil bilgilerinde artış

gözlemlenmesine rağmen, çocukların mevcut seviyesinin bir seviye üzerini hedefleyen etkinliklerin daha etkili olduğunu belirtilmiştir.

Güzel Candan (2019) çalışmasında okul öncesi öğretmen adaylarının eğitiminde öğrenme yörüngeleri modeli ile bir program geliştirme uygulaması gerçekleştirmiştir. Çalışmada öğretmen adaylarının okul öncesi matematik eğitimi için öğrenme yörüngelerine uygun bir program tasarlanmış ve uygulanmış, ardından bu programın öğretmenlerin öğretmenlik mesleğine, öğretmeye ilişkin motivasyonları ile öz yeterlilik inançlarına etkisi incelenmiştir. Çalışmada öğrenme yörüngelerinin okul öncesi öğretmen yetiştirme programlarının geliştirilmesinde fayda sağlayacağı ifade edilmiştir.

Aktaş (2020) görme engelli öğrencilerin temel cebir kavramından eşleşme, ilişkilendirme ve temsil türleri kavramlarına ilişkin cebirsel düşünme süreçlerini öğrenme yol haritaları kapsamında incelemiştir. Çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak görme engelli bireylerin cebir uygulamalarına ilişkin ihtiyaçları, sorunları ve uygulamalarındaki tercihleri incelenmiş ve bu doğrultuda ikinci aşamada küme, doğru, doğru parçası, sayı doğrusu, koordinat sistemi, değişken, iki kümenin elemanları arasında eşleşme ve ilişki kurma, grafik temsili kavramlarına dair öğretim oturumları hazırlanmıştır. Bu oturumlarda 9. ve 10. sınıf doğuştan görme engelli iki öğrencinin öğrenme yol haritaları ortaya çıkartılmıştır. Çalışma sonucunda öğrenme yol haritalarının görme engelli bireyler için destek eğitim araçlarıyla zenginleştirilmiş ve bireyselleştirilmiş eğitim programlarının tasarlanmasında rehber niteliği taşıdığı belirtilmiştir.

Clements ve diğerleri (2021) okul öncesi dönem çocuklarının erken aritmetik bilgilerine öğrenme rotaları temelli eğitim etkinliklerinin etkisini araştırmışlardır. Çalışmaya dört okuldan 291 çocuk katılmıştır. Çocuklar seçkisiz olarak deney ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Çalışma sonucunda, öğrenme rotaları ile eğitim verilen çocukların aritmetik bilgilerinin kontrol grubunda yer alan çocuklara göre daha gelişmiş olduğu belirtilmiştir.

Sarama ve diğerleri (2021) okul öncesi dönem çocuklarının uzunluk ölçme becerileri özelinde, öğrenme rotalarının kuramsal çerçevesini oluşturan hiyerarşik etkileşimciliğe deneysel kanıt aramışlardır. Çalışmada seçkisiz olarak atanan üç farklı eğitim grubunda toplam 189 çocuk yer almıştır. Eğitim gruplarından ikisinde çocuklarla birebir oturumlar aracılığıyla hangi seviyede oldukları belirlenirken, kontrol grubunda böyle bir eylem yapılmamıştır. İki deney grubundan birinde çocukların olduğu seviyeye göre öğretim planlanırken, diğer grupta en üst seviyeye göre öğretim planlanmıştır.

Araştırma sonucunda, her iki deney grubunda da gelişim görülürken, çocukların doğrudan seviyelerine göre birebir planlanan eğitimlerin diğer gruptan da farklılaşarak daha fazla gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Araştırmacılar bu durumu öğrenme rotalarının kuramsal çerçevesi olan hiyerarşik gelişime deneysel kanıt olarak yorumlamışlardır.

2.2.3. Erken Çocuklukta Matematik Eğitiminde Kodlama ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Erken çocukluk döneminde kodlama eğitimi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, kodlama etkinliklerinin ilk olarak LOGO programlama diliyle başladığı görülmektedir (Bers, 2018; Resnick, Ocko, & Papert, 1988). LOGO programa dilinde, kaplumbağa, verilen komutlar aracılığıyla hareket ettirilmekte, çocuklar hareketi programlayarak hem çeşitli matematiksel becerileri kullanmakta hem de kodlama ile tanışmaktadır. Sonrasında programlanabilir robotların ve Web 2.0 araçlarının yanı sıra ekransız-araçsız kodlama etkinliklerinin de eğitim amaçlı kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Çalışmalarda kodlama etkinliklerinin çocukların matematik, geometri, akıl yürütme, bilgi işlemsel düşünme gibi becerilerine veya doğrudan kodlama becerilerine etkisi araştırılmaktadır. Çok sayıda çalışma kodlama etkinliklerinin erken çocukluk döneminde kullanılmasını önermektedir.

Clements ve Battista (1990) LOGO programlama dilinin, erken çocukluk döneminde açı ve geometrik şekil bilgisini geliştirmedeki etkisini araştırmışlardır. Bu kapsamda 6'şar dördüncü sınıf öğrencisi seçkisiz olarak deney ve kontrol grubu olarak atanmış, çocukların açı ve geometrik şekil bilgileri uygulama öncesinde, ortasında ve sonunda birebir görüşmeler aracılığıyla ölçülmüştür. LOGO programla dilinin ve LOGO araçlarının, 40 oturum süren öğretim deneyi neticesinde çocukların açı, açı büyüklüğü, belirli bir dönüş miktarı ile açığı eşleştirme ve geometrik şekil bilgilerini geliştirmede oldukça etkili olduğu saptanmıştır.

Cicconi (2014) Web 2.0 araçlarının okul öncesi dönemde sınıflarında matematik öğretimi amacıyla kullanımını araştırmıştır. Bu kapsamda ücretsiz ve açık erişim imkânı sunan Voki, Vodcast ve VoiceThread araçları incelenmiştir. Belirtilen Web 2.0 araçlarının Vygotsky'nin yakın gelecekteki gelişme kuşağı ile uyumlu olarak çocukların iş birliği içerisinde çalışmasını sağladığını saptamıştır. Uygun teknoloji kullanımının erken okul öncesi dönemde matematik öğretmek için çocuklarda ilgiyi arttırırken

sağlamış olduğu iş birliği kültürü aracılığıyla değerlendirme, analiz etme ve yeni problem durumlarını sına görevlerini üstlendiğini belirtmiştir.

Bartolini Bussi ve Baccaglini-Frank (2015) gerçekleştirmiş oldukları öğretim deneyinde programlanabilir robot oyuncak Bee-Bot aracılığıyla birinci sınıf çocuklara geometrik kavramları öğretmeyi amaçlamışlardır. Yaşları altı ile yedi arasında değişen 18 çocuktan oluşan sınıfta, dört ay süren ve toplam 15 oturumdan meydana gelen etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Araştırma bulguları birebir görüşme aracılığıyla klinik mülakat yöntemiyle elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, programlanabilir oyuncak robotun çocukların geometri bilgilerini geliştirmede etkili olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar, Bee-Bot benzeri araçların özellikle de uzamsal koordinasyon ve ölçme gibi birçok farklı matematiksel beceriler için yararlı olacağını belirtmişlerdir.

Sullivan ve Bers (2016) robotik materyaller kullanımının erken çocukluk döneminde çocukların kodlama bilgilerine etkisini araştırdıkları bir öğretim deneyi tasarlamışlardır. Sekiz hafta süren ve haftada bir gün uygulanan öğretim deneyinde okul öncesi sınıflarından 33, birinci sınıftan 16, ikinci sınıftan 11 olmak üzere toplam 60 çocuk yer almıştır. Araştırmada robotik materyal olarak KIWI robot ve bileşenleri (sensor, motor ve sanat platformu) kullanılmıştır. Araştırmada, iki farklı değerlendirme aracı ile çocukların kodlama ve robotik bilgileri ölçülmüştür. Araştırma sonucunda, okul öncesi yılların başından itibaren çocukların robotik ve kodlama becerilerinin geliştirildiği, daha büyük çocukların robotik materyaller aracılığıyla daha karmaşık problemleri çözebildiğini saptanmıştır. Araştırmacılar, uygun teknoloji ve robotik materyaller kullanımının erken çocukluk dönemi boyunca kullanımını önermişlerdir.

J. Miller (2019) kodlama etkinlikleri aracılığıyla erken çocukluk döneminde çocukların matematiksel düşüncelerinin ve bilgilerinin, örüntü ve matematiksel yapılar özelinde, nasıl geliştirilebileceğini araştırmak için bir öğretim deneyi tasarlamıştır. Öğretim deneyinde iki farklı okulun iki sınıfındaki (2.sınıf) 7-8 yaşlarındaki 40 çocuğa altı hafta süren kodlama etkinlikleri uygulanmıştır. Etkinliklerde Scratch programı ve üç robotik oyuncak kullanılmıştır. Haftada bir gün gerçekleştirilen etkinlikler yaklaşık 45 dakika sürmüş ve video ile kaydedilmiştir. Araştırmada bütün çocukların örüntü ve matematiksel yapıları tanımlama bilgileri uygulama öncesinde ve sonrasında test edilmiştir. Uygulamalar sonrasında çocukların hem kodlama hem de matematiksel örüntü ve yapıları tanımlama bilgilerinin gelişim gösterdiği görülmüştür. Erken çocukluk döneminde kodlama etkinliklerinin çocukların matematiksel düşüncelerini ve bilgilerini geliştirmede oldukça kullanışlı araçlar olduğu belirtilmiştir.

Shumway ve diğerleri (2021) okul öncesi dönem çocuklarının (5-6 yaş) robotik oyuncaklarla programlama öğrenirken hangi matematiksel becerileri kullandıklarını araştırmışlardır. Bunun için 36 çocuğa 16 oturumdan oluşan robotik materyallerle kodlama eğitimi verilmiş ve bu eğitimler video ile kaydedilmiştir. Araştırmacılar, video kayıtları aracılığıyla çocukların bu oturumlarda sergiledikleri matematiksel becerileri ve kavramları incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, çocukların robotik oyuncaklarla (Botley ve Cubetto) verilen kodlama eğitimi boyunca uzamsal bilgilerini, ölçme ve sayı bilgilerini kullandıkları, bunun yanında sunulan kodlama probleminin yapısı, robotun uygunluğu ve kodlama bilgisinin çocukların matematiksel performanslarını etkilediğini saptamışlardır. Araştırmacılar, robotik kodlama materyallerinin dinamik bir matematik öğretim ortamı oluşturduğunu, geleneksel sınıf materyallerine oranla matematik eğitimi için yeni fırsatlar yarattığını belirtmişlerdir.

Pozdniakov ve Freiman (2021) Rusya’da son 30 yıldaki matematik eğitiminde teknoloji destekli eğitimi araştırmıştır. Giderek artan şekilde teknolojik araçların genel olarak eğitimde kullanılmasının yaygınlaştığını, yeni teknolojik araçların genelde önce matematik eğitiminde kullanıldığı belirtilmiştir. Araştırmacılar, Rusya’da eğitimde kullanılan ilk teknolojik aracın LOGO programlama dili olduğunu, onun da matematik eğitimi için kullanıldığını, sonrasında eğitsel amaçlı yazılımların ve robotik materyallerin geliştirildiği belirtilmiştir. Araştırmacılar teknolojik araçların Vygotsky’nin belirttiği zihinsel araçlar olarak kullanılabileceğini, geliştirilen her yeni teknolojinin eğitim ortamına yansıtılmasını önermişlerdir.

Metin (2022) erken çocukluk döneminde kodlama becerilerine sekiz günlük kodlama eğitiminin etkisini araştırmıştır. Araştırmaya okul öncesi sınıfa devam eden 24 çocuk katılmıştır. Çocukların kodlama bilgileri temel kodlama becerileri gözlem formu ve temel robotik kodlama becerileri gözlem formu ile ölçülmüştür. Çalışmada robotik oyuncak Cubetto’nun yanı sıra araçsız-ekransız kodlama etkinlikleri de kullanılmıştır. Uygulamalar sonrasında, çocukların hem temel hem de robotik kodlama becerilerinde artış gözlenmiştir. Araştırma sonucunda, kodlama etkinliklerinin eğlenceli bir şekilde erken çocukluk dönemi eğitiminde çeşitli becerileri geliştirmek için kullanılabileceği belirtilmiştir.

Somuncu ve Aslan (2022) çocukların erken matematiksel akıl yürütme becerilerine kodlama etkinliklerinin etkisini araştırmışlardır. Okul öncesi eğitime devam eden 29 katılımcının (17 deney ve 12 kontrol) bulunduğu öğretim deneyi toplam 20 oturumda gerçekleştirilmiştir. Oturumlarda hem araçsız-ekransız kodlama etkinlikleri

hem de robotik oyuncak Bee-Bot kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, çocukların ön testten son teste erken matematiksel akıl yürütme becerilerinin gelişim gösterdiği saptanmıştır. Kodlama etkinliklerinin ve programlanabilir robotların erken çocukluk dönemi eğitiminde kullanımı önerilmiştir.



BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada, okul öncesi dönem çocuklarının ölçme becerilerine yönelik hazırlanan öğrenme rotaları temelli etkinliklerin ve öğrenme rotaları temelli kodlama etkinliklerinin etkisi sınanmıştır. Bu kapsamda, nicel araştırma yaklaşımı temele alınarak, ön test son test ve kalıcılık testini içeren kontrol gruplu yarı deneysel araştırma deseni kullanılmıştır (Baştürk, 2014). Çalışmada, iki deney grubunun yanı sıra bir de kontrol grubu bulunmaktadır. Araştırma deseni Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5

Araştırma Deseni

Grup		Ön test	İşlem	Son test		Kalıcılık Testi
Deney 1	R	O ₁ Erken Ölçme Testi	Öğrenme Rotaları Temelli Kodlama Etkinlikleri	O ₄ Erken Testi	Ölçme	O ₇ Erken Ölçme Testi
Deney 2	R	O ₂ Erken Ölçme Testi	Öğrenme Rotaları Temelli Etkinlikler	O ₅ Erken Testi	Ölçme	O ₈ Erken Ölçme Testi
Kontrol	R	O ₃ Erken Ölçme Testi	Mevcut Program	O ₆ Erken Testi	Ölçme	O ₉ Erken Ölçme Tesi

Tablo 5’te belirtilen araştırma deseni incelendiğinde, araştırmanın 3x3 karışık desende yer aldığı görülmektedir. Öğrenme rotaları temelli kodlama etkinlikleri, öğrenme rotaları temelli eğitim etkinlikleri ve mevcut program araştırmanın bağımsız değişkenini oluşturmaktadır. Üç farklı zamanda yapılan ölçüm sonucu çocukların testlerden elde ettikleri puanlar ise araştırmanın bağımlı değişkenidir. Araştırmada gruplar yansız olarak atanmış ancak araştırmanın uygulanacağı okul kolay ulaşılabilir

olması nedeniyle yanlış olarak seçilmiştir. Bu nedenle, araştırma yarı-deneyssel desendedir (Baştürk, 2014).

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, Adıyaman il merkezinde alt gelir grubundan ailelerin çocuklarının devam ettiği resmi bir anaokuluna devam eden 47 çocuk oluşturmaktadır. Araştırmaya 49 çocuk ile başlanmış ancak araştırma sürecinde iki çocuk taşınmış ve bu nedenle uygulamalara katılamamıştır. Söz konusu iki çocuğa ait veriler bütün analizlerden çıkartılmıştır. Böylece, deney 1 grubunda 15, deney 2 grubunda 17 ve kontrol grubunda 15 çocuk yer almıştır. Çalışma grubunun seçilmesinde Covid-19 salgın koşulları nedeniyle kolay ulaşılabirlik göz önünde bulundurulmuş ve uygulamalar araştırmacının görev yaptığı okulda gerçekleştirilmiştir. Söz konusu okulda bulunan altı sınıf içinden üç tanesi rast gele bir şekilde deney 1, deney 2 ve kontrol grubu olarak atanmıştır. Çalışma grubuna ait demografik bilgiler Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6

Çalışma Grubuna Ait Demografik Bilgiler

	Deney 1 (%)	Deney 2 (%)	Kontrol (%)
Cinsiyet			
Kız	5 (33)	8 (47)	8 (53)
Erkek	10 (67)	9 (53)	7 (47)
Toplam	15	17	15
Anne öğrenim durumu			
İlkokul	10 (67)	9 (53)	12 (80)
Lise	4 (27)	8 (47)	3 (20)
Yükseköğretim	1 (6)	0	0
Baba öğrenim durumu			
İlkokul	6 (40)	4 (23)	8 (53)
Lise	8 (53)	11 (65)	6 (40)
Yükseköğretim	1 (7)	2 (12)	1 (7)
Kardeş sayısı			
0	0 (-)	1 (6)	3 (20)
1	6 (40)	3 (17)	4 (27)
2	9 (60)	9 (53)	6 (40)
3 ve üzeri	0 (-)	4 (24)	2 (13)
Yaş ortalaması (ay)	62,87	62,47	63,67

Tablo 6 incelendiğinde, deney 1 grubunda kız ve erkek oranlarının erkekler lehine daha yüksek olduğu görülmektedir (%33-67). Erken çocukluk dönemi matematik eğitimini konu alan çalışmalar incelendiğinde, kızlar ve erkeklerin matematik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklar olmadığı görülmektedir (Ceylan & Ellez, 2020; Duru & Savaş, 2005). Bu nedenle gruplara kız-erkek sayısı açısından müdahale edilmeye gerek duyulmamıştır. Her üç gruptaki çocukların yaş ortalamasının, anne ve baba öğrenim durumlarının benzer olduğu görülmektedir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada veri toplama aracı olarak, araştırmacı tarafından geliştirilen Erken Ölçme Testi (EÖT), aydınlatılmış onam formu ve etkinlik uygulamaları kontrol listesi kullanılmıştır. Aydınlatılmış onam formunda velilere çalışma içeriği ve amacı hakkında verilen bilgi ve açıklamaları ile demografik bilgiler elde etmeye yönelik sorular yer almaktadır. Aydınlatılmış onam formu örneği ek3'te sunulmuştur.

3.3.1. Erken Ölçme Testi

Erken Ölçme Testi (EÖT) öğrenme rotaları yaklaşımını temele alarak geliştirilmiş bir başarı testidir. Test, 48-96 ay arası çocukların uzunluk, alan, hacim ve açı ölçümü alanındaki becerilerini ölçmektedir. Testte toplam 38 madde bulunmaktadır. Test birebir uygulanmakta, kayıt formu üzerinden çocukların yanıtları 1 ve 0 olarak kodlanarak toplam puan elde edilmektedir. Bu maddelerin 12'si uzunluk, 10'u alan, 8'eri hacim ve açı ölçümüne ilişkin maddelerdir.

3.3.1.1. Testin Geliştirilmesi

Test geliştirme sürecinde ölçme alanındaki öğrenme rotaları Türkçeye çevrilmiş, erken çocukluk döneminde ölçme becerilerine yönelik literatür taranmıştır. Uzman görüşlerine dayanarak, 42 aday madde hazırlanmış, ardından hazırlanan aday maddeler, 2018/2019 Eğitim ve Öğretim Yılında yaşları 48-96 ay arası değişen 90 çocuğa uygulanmıştır. Pilot uygulamalardan elde edilen veriler doğrultusunda klasik madde analizi kuramına göre, maddelerin güçlük ve ayırt edicilik değerleri uzman görüşüne sunulmuştur. Uzman görüşü sonrasında 4 madde testten çıkartılmış ve 7 maddede ise düzeltme yapılmıştır. Son hali verilen 38 maddeden oluşan test, 2019/2020 Eğitim ve Öğretim Yılında 211 çocuğa uygulanmıştır.

3.3.1.2. Testin Verilerinin Analizi

EÖT'nin maddeleri klasik madde kuramına (KMK) göre seçilmiş ve çok boyutlu madde tepki kuramına (ÇBMTK) göre geçerlilik çalışması yapılmıştır. KMK'ye göre madde analizleri Jmetrik programı kullanılarak yapılmıştır (Meyer, 2014). Madde seçiminde madde güçlük değerlerinin ,95 ile ,05 arasında; ayırt edicilik değerinin ise ,20 üzerinde olması koşulu aranmıştır. ÇBMTK analizleri R programında MIRT paketi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Chalmers, 2012). Çok boyutlu madde tepki kuramı, “madde tepki kuramının tek boyutluluk varsayımının üstesinden gelmek üzere daha karmaşık ve daha gerçekçi yapıları inceleyebilmek için geliştirilmiştir” (Andreis & Ferrari, 2014, s. 2045). ÇBMTK bazı kaynaklarda madde faktör analizi olarak geçmekte (Wirth & Edwards, 2007) ve test ve ölçek gibi yapıların geçerlilik çalışmasında kullanılmaktadır (Andreis & Ferrari, 2014; Ebby & Petit, 2017; Evers ve diğerleri, 2013). Araştırmada bir, iki, üç ve dört boyutlu yapılar, iki ve üç parametrelili lojistik modeller ile sınanmıştır.

3.3.1.2. Testin Geçerlik ve Güvenilirlik Analizleri

Son hali verilen test, yaşları 48-96 ay arası değişen 211 çocuğa uygulanmış ve elde edilen veriler testin geçerlik ve güvenilirlik çalışması kapsamında kullanılmıştır. Test sonucu yapı geçerliliğini belirlemede açıklayıcı çok boyutlu madde tepki kuramı kullanılmıştır. Bununla birlikte çocukların yaş gruplarına göre testin toplam ve alt testlerinden elde ettikleri puanların analizi için klasik madde kuramı ile madde güçlük ve ayırt edicilik değerleri hesaplanmıştır. Tablo 7’de çocukların yaş gruplarına ve klasik madde kuramına göre hesaplanmış puanları sunulmuştur.

Tablo 7

Erken Ölçme Testi Tanımlayıcı İstatistikler

Yaş (Ay)	N	Test	Ortalama	SS	Ranj	Güçlük	Ayırt Edicilik	KR-20 (s.h.)
48-59	50	Uzunluk	2,96	2,39	0-9	,29	,56	,82 (1,01)
		Alan	2,88	1,78	0-8	,36	,55	
		Hacim	1,94	1,25	0-4	,27	,33	
		Açı	2,84	1,36	0-6	,47	,35	
		Toplam	10,62	5,89	2-26	,35	,50	
60-71	56	Uzunluk	4,71	2,84	0-10	,42	,49	,90 (2,00)
		Alan	3,64	1,43	1-7	,45	,42	
		Hacim	3,20	1,70	0-7	,45	,39	
		Açı	4,07	1,54	0-8	,50	,34	
		Toplam	15,62	6,31	2-27	,46	,43	
72-83	51	Uzunluk	7,65	2,40	2-11	,69	,42	,87 (1,99)
		Alan	5,02	1,67	2-10	,49	,33	
		Hacim	4,01	1,68	1-7	,50	,32	
		Açı	4,69	1,28	2-8	,58	,23	
		Toplam	21,45	5,54	8-34	,51	,39	
84-96	54	Uzunluk	9,87	1,90	3-12	,81	,36	,87 (1,87)
		Alan	7,18	1,94	3-10	,71	,36	
		Hacim	5,98	1,19	3-8	,74	,24	
		Açı	5,90	1,57	3-8	,73	,21	
		Toplam	28,95	5,07	15-38	,70	,40	
48-96	211	Uzunluk	6,33	3,58	0-12	,52	,61	,95 (2,03)
		Alan	4,70	2,37	0-10	,47	,54	
		Hacim	3,83	2,08	0-8	,48	,52	
		Açı	4,40	1,81	0-8	,55	,46	
		Toplam	19,26	8,90	2-38	,50	,54	

Not. Klasik madde analizi puanlarıdır.

Tablo 7 incelendiğinde, yaş gruplarına göre çocukların testten ve alt-testlerden elde edilen ortalama puanları, yaş gruplarına göre EÖT ve alt-testlerinin ortalama güçlük ve ayırt edicilik değerleri ile her yaş grubu için ayrı ayrı hesaplanmış güvenilirlik katsayıları görülmektedir. Ayırt edicilikler madde toplam korelasyon yöntemiyle hesaplanmıştır. Testin KR-20 güvenilirlik katsayısı ,95 olarak hesaplanmış ve bu sonuçla testin güvenilir ölçüm yaptığı görülmektedir (Evers ve diğerleri, 2013). Erken çocukluk dönemindeki testlerde en sık karşılaşılan problem, test tekrar test güvenilirliklerinin düşük olmasıdır (Bradley-Johnson, 2001). Testin test-tekrar-test güvenilirliği için ise katılımcıların beşte birine altı hafta arayla tekrar test uygulanmış ve iki ölçüm arasındaki korelasyon ,91 olarak hesaplanmış ve testin test tekrar test güvenilirliği yüksek bulunmuştur.

Erken Ölçme Testinin ölçüt geçerliliğini sınamak için, uzman görüşünün yanı sıra Erken Matematik Yeteneği Testi – 3 (TEMA-3) ile EÖT arasındaki korelasyon hesaplanmıştır. Bununla birlikte erken dönemdeki matematik yeteneklerinin yaş ile arttığı literatürde birçok çalışma tarafından rapor edildiğinden, EÖT ile elde edilen sonuçlarda dört, beş, altı ve yedi yaşındaki çocukların aldıkları puanların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşma durumu sınanmıştır.

Tablo 8

EÖT Yaş Gruplarına Göre Tek Yönlü Varyans Analizi

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlılık
Gruplar arasında	109,80	3	36,60	81,73	,001	4-5, 4-6,
Gruplar içinde	92,70	207	0,45			4-7, 5-6,
Toplam	202,50	210				5-7, 6-7

Not. Çok boyutlu madde tepki kuramı puanları kullanılmıştır.

Tablo 8 incelendiğinde, dört, beş, altı ve yedi yaşındaki çocukların EÖT puan ortalamalarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmektedir [$F=81,73$, $p<,05$]. Yapılan ileri analizler sonucu, bütün grupların puan ortalamasının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmüştür. Tema-3 ve EÖT puanları arasındaki korelasyon Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9

EÖT ve TEMA-3 Arası Korelasyon

Değişken	2	3	4	5
1.Yaş	,49**	,49**	,18	,53**
2.EÖT KMA Puanı		,97**	,84**	,77**
3.EÖT ÇMTK Puanı			,81**	,76**
4.TEMA-3 Ham				,90**
5.TEMA-3 Yetenek				

Not. ** $p<,01$ EÖT KMA, Erken Ölçme Testi klasik madde analizi puanını; EÖT ÇBMTK, Erken Ölçme Testi, çok boyutlu madde tepki kuramı puanını ifade etmektedir.

Tablo 9 incelendiğinde, EÖT’nin hem ÇBMTK puanlarının hem de KMA puanlarının TEMA-3’ün ham ve yetenek puanları ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ve pozitif yönlü korelasyona sahip olduğu görülmektedir. TEMA-3’ün genel matematik becerilerini ölçmesi nedeniyle, pozitif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı

düzeydeki korelasyon, EÖT'nin ölçüt geçerliliğine ilişkin kanıt olarak yorumlanmaktadır.

Testin yapı geçerliliği, açımlayıcı çok değişkenli madde tepki kuramı aracılığıyla sınanmıştır. Bu kapsamda bir, iki, üç ve dört boyutlu yapılar, iki ve üç parametrelili lojistik modeller ile sınanmış, elde edilen uyum istatistiklerine ait veriler Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10

EÖT Uyum İstatistikleri

Model	-2LL	AIC,	BIC	M_2	p	#Sığan Madde Sayısı	RMSE A	SR MR	CFI
1B2PLM	2382,93	4917,86	5172,60	836,63	>0.05	37	0,03	0,05	0,99
1B3PLM	2375,90	4979,80	5361,91	800,04	>0.05	35	0,03	0,05	0,99
2B2PLM	2310,12	4846,25	5225,01	691,86	>0.05	34	0,02	0,05	0,99
2B3PLM	2307,92	4917,85	5423,98	666,66	>0.05	35	0,02	0,05	0,99
3B2PLM	2243,16	4784,32	5283,75	574,34	>0.05	33	0,00	0,04	1,00
3B3PLM	2251,63	4877,26	5504,06	547,54	>0.05	31	0,00	0,04	1,00
4B2PLM	2217,38	4802,76	5419,50	488808,4	<0.05*	0	2,04	0,07	0
4B3PLM	2207,10	4858,21	5602,32	39881,95	<0.05*	0	0,60	0,06	0

Bir, iki, üç ve dört boyutlu modellerin uygunluğu M_2 istatistikleri ile sınanmıştır (Liu, Tian, & Xin, 2016; Xu, Peak, & Xia, 2017). Tablo 10 incelendiğinde bir, iki ve üç boyutlu modeller istatistiksel olarak anlamlı düzeyde uyum sağlarken, dört boyutlu modeller uyum sağlamamaktadır. Uyum sağlayan modeller ise -2LL (azami olabilirlik fonksiyonu), AIC (Akaike's information criterion – Akaike ölçütü), BIC (Bayesian information criterion – Bayesian ölçütü), RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation – yaklaşık hataların ortalama karekökü) SRMR (Standardized Root Mean Square Residual - standartlaştırılmış hata kareleri ortalamasının karekökü) ve CFI (Comparative Fit Index - karşılaştırmalı uyum indeksi) değerleri ile modele uyum sağlayan madde sayıları dikkate alınarak incelenmiş, bir boyutlu iki parametrelili lojistik model test için en uygun model olarak seçilmiştir. Seçilen modele göre hesaplanan madde istatistikleri Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11

EÖT Madde İstatistikleri

Madde	Madde tanımı	Güçlük	Ayırt Edicilik	RMSEA ₂	<i>S-X</i> ²
U1	Doğrudan uzunluk karşılaştırılabilir	-2,14	2,25	,00	,81
U2	Dolaylı uzunluk karşılaştırılabilir	-1,09	2,10	,02	,34
U3	Dolaylı uzunluk karşılaştırılabilir	-1,05	1,80	,06	,05
U4	6 ve fazlasını uzunluğuna göre sıralayabilir	-0,20	6,30	,00	,42
U5	6 ve fazlasını uzunluğuna göre sıralayabilir	-0,14	6,65	,03	,29
U6	Uçtan uca uzunluk ölçebilir	-0,35	3,66	,00	,82
U7	Uçtan uca uzunluk ölçebilir	-0,08	4,50	,02	,34
U8	Uçtan uca uzunluk ölçebilir	-0,11	4,07	,00	,44
U9	Uzunluk birim ilişkisi kurabilir ve birim yineleyebilir	0,35	3,95	,05	,11
U10	Uzunluk birim ilişkisi kurabilir ve birim yineleyebilir	0,51	3,62	,06	,06
U11	Uzunluk ölçebilir	1,27	3,31	,00	,65
U12	Uzunluk ölçebilir	1,73	3,89	,00	,61
A1	Alanı bir özellik olarak algılayabilir	-2,70	1,92	,00	,39
A2	Alan karşılaştırılabilir	-2,05	2,89	,00	,51
A3	Fiziksel olarak belirli bir alanı kaplayabilir ve sayabilir	-0,87	4,78	,00	,86
A4	Uygun birimleri kullanarak belirli bir alanı kaplayabilir	-0,40	3,91	,00	,60
A5	Alan birim ilişkisi kurabilir ve birim yineleyebilir	0,43	2,76	,02	,33
A6	Karma yapılar oluşturma başlangıcı	0,67	3,20	,00	,50
A7	Kısmi sütun yapısı kurabilir	1,00	3,36	,02	,34
A8	Satır ve sütun yapısı kurabilir	0,55	4,16	,00	,75
A9	Alan koruyabilir	1,33	3,20	,00	,94
A10	Sıralı yapılar kurabilir	1,65	4,42	,03	,26
H1	Hacmi bir özellik olarak algılayabilir	-2,06	2,53	,00	,43
H2	Doğrudan hacim kıyaslayabilir	-1,07	1,34	,00	,50
H3	Dolaylı olarak hacim kıyaslayabilir	-0,01	1,31	,00	,67
H4	Eş parçalara ayrılmış üç	-0,31	4,40	,00	,82

	boyutlu yapıları sayabilir				
H5	Hacim birim ilişkisi kurabilir	0,17	2,51	,00	,47
H6	Hacim birim ilişkisi kurabilir ve birim yineleyebilir	1,50	3,23	,00	,76
H7	Üç boyutlu yapıları kısmi olarak kurabilir	0,33	3,01	,00	,46
H8	Üç boyutlu satır ve sütun yapıları kurabilir	2,25	1,71	,03	,31
Aç1	Sezgisel olarak açığı fark eder	-2,68	2,47	-	-
Aç2	Örtük olarak bazı açığı kullanır	-1,57	3,26	,01	,36
Aç3	Açı eşleştirebilir	-1,63	2,09	,00	,80
Aç4	Açı eşleştirebilir	-0,48	2,03	,03	,25
Aç5	Açı eşleştirebilir	0,84	1,41	,02	,32
Aç6	Açı boyutu karşılaştırabilir	0,21	1,77	,04	,12
Aç7	Açı ölçebilir	1,35	2,36	,00	,74
Aç8	Açı ölçebilir	1,66	2,47	,00	,82

Not. U-Uzunluk; A-Alan; H-Hacim; Aç-Açı

Tablo 11 incelendiğinde, madde güçlük değerleri -2,70 (A1) ile 2,25 (H8) arasında değişmektedir. Madde güçlüklerinin daha üst seviyedeki sorular için arttığı görülmektedir. Bu durum öğrenme rotalarının kuramsal çerçevesini oluşturan hiyerarşik etkileşimcilik ile örtüşmektedir (Clements & Sarama, 2004; Sarama & Clements, 2009). Madde ayırt edicilik değerlerinin 6,65 (U5) ile 1,31 (H3) arasında değiştiği görülmektedir. M_2 istatistiğine dayalı RMSEA₂ (M_2 based root mean square error approximation- M_2 bazlı yaklaşık hataların ortalama karekökü) değerleri incelendiğinde ,00 ile ,06 arasında değiştiği görülmektedir (Xu, Peak, & Xia, 2017). $S-X^2$ madde uyum istatistiğine (Pearson's chi squared test – Pearson'ın ki-kare testi) göre Aç1 maddesi dışındaki maddelerin, gözlenen modelden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmadığı yani modele uyum sağladığı görülmektedir (Orlando & Thissen, 2000; Zhang & Stone, 2008).

3.3.2. Etkinlik Uygulamaları Kontrol Listesi

Etkinlik uygulamaları kontrol listesi, araştırmacı tarafından geliştirilen ve her bir uygulama gününde araştırmacı ve sınıf öğretmeni tarafından doldurulan kontrol listesidir. Liste sayesinde etkinliklerin belirtilen program doğrultusunda öğrenme sürecine ne derecede uygun olarak gerçekleştirildiği kontrol edilmektedir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz, & Demirel, 2014, s. 213). Böylelikle uygulanan

etkinliklerin güvenilirliğine ilişkin nicel veriler elde edilmesi amaçlanmıştır. Etkinlik Uygulamaları Kontrol Listesinde yer alan maddeler Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 12

Etkinlik Uygulamaları Kontrol Listesi

Öğrenme Süreci	Yapıldı (2)	Kısmen Yapıldı (1)	Yapılmadı (0)
Etkinlik öncesi gereken materyaller hazırlanmış mı?			
Etkinliğin uygulanacağı yerde gerekli düzenlemeler önceden yapılmış mıydı?			
Etkinlik öncesi çocuklar ile sohbet edildi mi?			
Etkinlik öncesinde çocukların kendilerini ifade etmelerine izin verildi mi?			
Etkinlik öncesi açık uçlu sorular ile çocukların ilgisi toplandı mı?			
Geçiş için uygun bir etkinlik düzenlendi mi?			
Çocuklara yapılacak etkinlik hakkında net ve anlaşılır yönergeler sunuldu mu?			
Yönergelerin anlaşılmadığı yerlerde destekleyici ek yönergeler verildi mi?			
Yönergeleri takip etmekte güçlük yaşayan farklı gelişim ve kişilik özelliklerine sahip çocuklara uygun rehberlik edildi mi?			
Etkinlik sırasında bütün çocukların erişimini sağlamak için gerekli düzenlemeler yapıldı mı?			
Etkinlik planında yer alan öğrenme süreci akışa uygun gerçekleştirildi mi?			
Etkinlik süresi çocukların ilgi ve ihtiyaçlarına uygun olarak ayarlandı mı?			
Etkinlik sonrasında çocukların kendilerini ifade etmelerine izin verildi mi?			
Değerlendirme etkinliklerine yer verildi mi?			
Değerlendirme etkinliklerinde çocuklara açık ve anlaşılır yönergeler verildi mi?			
Değerlendirme etkinliklerinde çocuklara uygun seviyede rehberlik edildi mi?			
Etkinlikte öngörülen süreye uyuldu mu?			
Etkinlik planında yer alan plan dışında fazladan uygulamalar yapıldı mı?			

Tablo 12’de yer alan maddeler, 0, 1 ve 2 olarak kodlanmış ve listeye ait toplam puan ortalaması alınmıştır. Son maddede “etkinlik planında yer alan plan dışında fazladan uygulama yapıldı mı” maddesi ters kodlanmıştır. Böylelikle araştırma

kapsamında hazırlanan eğitim etkinliklerinin, planda belirtildiği şekilde uygulanmasına yönelik nicel kanıtlar elde etmek amaçlanmıştır.

Deney 1 grubunda yapılan etkinliklere ait Etkinlik Uygulamaları Kontrol Listesinden elde edilen puan ortalamasına bakıldığında hem sınıf öğretmeninin hem de araştırmacının verdiği puan ortalamasının 2 puan üzerinden 1,96 puan olduğu görülmektedir. Bu sonuç, yapılan uygulamaların etkinlik planlarında yer alan akışa uygun şekilde gerçekleştirilmesine kanıt olarak yorumlanmaktadır.

Deney 2 grubunda yapılan etkinliklere ait öğretmen ve araştırmacı tarafından doldurulan formlardan elde edilen puan ortalaması incelendiğinde, öğretmen için 1.92 iken araştırmacı tarafından 1,94 puan ortalaması olduğu görülmektedir. Bu sonuç etkinliklerin planda yer aldığı şekilde gerçekleştirilmesine kanıt olarak yorumlanmaktadır.

3.4. Öğrenme Rotaları Temelli Eğitim Etkinlikleri

Öğrenme rotaları temelli eğitim etkinleri anaokuluna devam eden 48-72 aylık çocuklar için hazırlanmıştır. Etkinlikler aracılığıyla çocukların ölçme becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Etkinliklerin amacı, çocukların uzunluk, alan, hacim ve açı ölçümüne yönelik bilgi ve becerilerini geliştirmektir. Etkinliklerde hem kavramsal olarak ölçme, ölçülebilir özellik, birim gibi kavramlara hem de ölçme becerilerine yönelik doğrudan uygulamalara yer verilmiştir. Öğrenme rotaları eğitsel etkinlik, matematiksel hedef ve çocuğun gelişimsel ilerlemesini tek bir pencereden değerlendiren çağdaş bir yaklaşımdır. Bu nedenle eğitsel etkinlikler hazırlanırken, çocukların kendi seviyelerinde ilerlemeleri amaçlanmış, etkinlik planlarında öğrenme rotalarında yer alan bütün gelişimsel ilerlemelere yönelik süreçlere yer verilmiştir.

Eğitim etkinliklerinin kuramsal temelinde öğrenme rotaları yaklaşımı bulunduğundan dolayı, öğrenme rotaları ile ilgili literatür kapsamlı bir şekilde taranmıştır. Ölçme alanındaki öğrenme rotaları, Millî Eğitim Bakanlığı Okul Öncesi Eğitim Programı (2013) ile bütünleştirilerek hazırlanmıştır. Etkinliklerde programda yer alan mevcut kazanımlara ek olarak öğrenme rotalarına yer verilmiştir. Buna göre etkinlik planları, etkinlik çeşitleri gözetilerek, programda yer alan ilkeler doğrultusunda öğrenme süreci, değerlendirme ve aile katılımı etkinliklerinden oluşmaktadır. Hazırlanan etkinlikler üç akademisyen ve iki öğretmene sunularak uzman görüşü alınmıştır. Uzmanlara sunulan formda çalışmanın amacı ve kapsamını belirten bir

açıklamaya yer verilmiştir. Sonrasında etkinliklerin çocukların gelişimsel seviyesi, kazanım ve göstergelerin, öğrenme sürecinin, materyallerin, aile katılımı ve değerlendirme etkinliklerinin uygunluk düzeyi sorulmuş ve ayrıca görüş ve önerilerini belirtebilecekleri açıklama kısmına yer verilmiştir. Yapılan dönütler sonrası etkinliklere son hali verilmiştir. Tablo 13'te etkinlik künyesi yer almaktadır. Ayrıca, bir örneği de Ek 5'te sunulmuştur.

Tablo 13

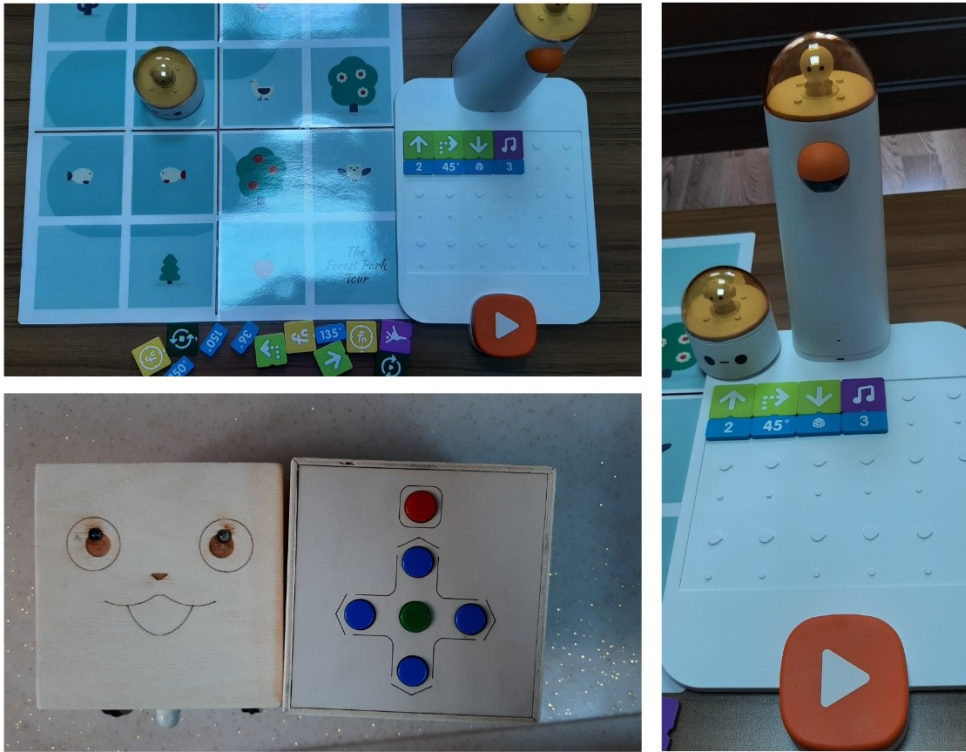
Öğrenme Rotaları Temelli Eğitim Etkinlikleri Etkinlik Künyesi

Sıra	Adı	Etkinlik Çeşidi	İlgili öğrenme rotası
1	Balonlarla grafik yapıyorum	Oyun ve matematik etkinliği	Sayma ve sayısını görme
2	Şekilleri öğreniyorum	Oyun ve matematik etkinliği	Şekiller
3	Sıralama etkinliği	Matematik Etkinliği	Uzunluk ölçme
4	Adım adım ölçmeye	Oyun ve matematik etkinliği	Uzunluk ölçme
5	Çiftlikteki dostlarımız	Sanat ve matematik etkinliği	Alan ölçme
6	Kovamdaki su miktarı	Oyun ve matematik etkinliği	Hacim ölçme
7	Renkli sıvılar	Fen ve matematik etkinliği	Hacim ölçme
8	Kavanozumun çizgileri	Fen ve matematik etkinliği	Hacim ölçme
9	Hacim dedektifi	Matematik etkinliği	Hacim ölçme
10	Rampalar inşa ediyorum	Matematik ve fen etkinliği	Açı ölçme
11	Direksiyonu olmayan araba	Matematik etkinliği	Açı ölçme
12	Alan bulmaca	Matematik etkinliği	Alan ve açı ölçme
13	Okul yolları	Matematik etkinliği	Uzunluk ölçme
14	Kulemin uzunluğu	Matematik etkinliği	Uzunluk ölçme
15	Bil bakalım hangisi daha uzun	Matematik etkinliği	Uzunluk ölçme
16	Ölçüm istasyonu	Matematik etkinliği	Uzunluk, alan, hacim ve açı ölçme

3.5. Öğrenme Rotaları Temelli Kodlama Etkinlikleri

Öğrenme rotaları temelli kodlama etkinlikleri, öğrenme rotaları temelli eğitim etkinliklerine ek olarak robotik kodlama materyallerinin yer aldığı etkinliklerdir.

Kuramsal temelleri, hedef davranışları öğrenme rotaları temelli eğitim etkinlikleri ile aynıdır. Hazırlanma sürecinde öğrenme rotaları ile ilgili literatüre ek olarak, kodlama eğitimi ve kodlama materyallerine ilişkin literatür de kapsamlı şekilde taranmıştır. Bu etkinliklerde amaç çocukların uzunluk, alan, hacim ve açı ölçme becerilerinin geliştirilmesidir. Robotik kodlama materyalleri ve robotik kodlamaya ilişkin süreçler araç olarak kullanılmıştır. Etkinlikler, öğrenme rotalarında yer alan gelişimsel ilerlemelere uygun olarak hazırlanmış, öğrenme süreci robotik malzemeler kullanılarak zenginleştirilmiştir. Robotik kodlama materyali olarak CubeCode (iki adet) ve Matatalab Pro (1 adet) kodlama seti kullanılmıştır. Şekil 6’da materyallere ilişkin görsel sunulmuştur.



Şekil 6 Matatalab ve CubeCode robotik kodlama materyalleri

CubeCode kodlama materyalinin seçilme nedeni, çocukların yön tuşlarını kullanarak robotu belirtilen/istenen hedefe göndermesinin kolay olmasıdır. CubeCode kodlama robotunun en önemli avantajı, çocukların robotun izleyeceği güzergahı önceden kestirerek bir planlama yapması ve bu planlamalarını kolaylıkla sınavabilmeleridir. Bu tarz robotik materyallerde kod blokları kullanılmamaktadır. Kodlama blokları yerine robotun üzerinde yer alan işlev tuşları bulunmaktadır. İşlev

tuşları robotun hemen üzerinde yer aldığından ve belirtilen oklar işlevi hakkında ipucu verdiğiinden, çocuklar için anlaşılması kolay olmaktadır.

Matatalab Pro kodlama seti, kodlama blokları ile kontrol kulesi üzerinden robota gönderilen komutlarla çalışmaktadır. Matatalab bu nedenle blok temelli kodlama grubu arasında yer almaktadır. En büyük avantajı, kontrol ünitesinde sırayla komut bloklarının yer alması, böylelikle çocukların robotun hareketi esnasında verilen komutlar üzerinden robotu takip etmelerine olanak sunmasıdır. Yön belirten komutlar, sayı blokları kullanılarak zenginleştirilebilmektedir. Ayrıca aç, resim ve müzik eklenti paketi bulunmaktadır. Bu çalışmada hareket komutlarına ek olarak, resim ve aç paketi kullanılmış ancak müzik eklenti paketi kullanılmamıştır.

Öğrenme rotaları temelli kodlama etkinlikleri 16 günlük eğitim etkinliklerinden oluşmaktadır. Okul öncesi eğitim programı ile bütünleştirilmiştir. Hazırlanan etkinlikler üç akademisyen ve iki öğretmene sunularak uzman görüşü alınmıştır. Uzmanlara sunulan formda çalışmanın amacı ve kapsamını belirten bir açıklama yer almıştır. Sonrasında, etkinliklerin çocukların gelişimsel seviyesi, kazanım ve göstergelerin, öğrenme sürecinin, materyallerin, aile katılımı ve değerlendirme etkinliklerinin uygunluk düzeyi sorulmuş ve ayrıca görüş ve önerilerini belirtebilecekleri açıklama kısmına yer verilmiştir. Yapılan dönütler sonrası etkinliklere son hali verilmiştir. Tablo 14'te etkinliklerin künyeleri sunulmuştur. Ayrıca, Ek 6'da etkinlik örneğine yer verilmiştir.

Tablo 14

Öğrenme Rotaları Temelli Kodlama Etkinlikleri Künyesi

Sıra	Adı	Etkinlik Çeşidi	İlgili öğrenme rotası
1	Ben robot	Oyun ve matematik etkinliği	Sayma ve sayısını görme
2	Robotlar ve şekiller	Oyun ve matematik etkinliği	Şekiller
3	Robotumun adımları	Matematik Etkinliği	Uzunluk ölçme
4	Robotlar yarışıyor	Oyun ve matematik etkinliği	Uzunluk ölçme
5	Parkurumu ölçüyorum	Matematik etkinliği	Alan ölçme
6	Çiçek sulayan robot	Matematik etkinliği	Hacim ölçme
7	Robotun su kapları	Matematik etkinliği	Hacim ölçme
8	Kavanozumun hacmi	Matematik etkinliği	Hacim ölçme
9	Hacim dedektifi	Matematik etkinliği	Hacim ölçme
10	Robot yolu	Matematik etkinliği	Açı ölçme
11	Ressam robot Matata	Matematik etkinliği	Açı ölçme
12	Şekil avcısı	Matematik etkinliği	Alan ve açı ölçme
13	Robotlar okula gidiyor	Matematik etkinliği	Uzunluk ölçme
14	Kulemin uzunluğu	Matematik etkinliği	Uzunluk ölçme
15	Bil bakalım hangisi daha uzun	Matematik etkinliği	Uzunluk ölçme
16	Ölçüm istasyonu	Matematik etkinliği	Uzunluk, alan, hacim ve açı ölçme

3.6. Etkinlik Planlarının Uygulanması

Etkinlikler, araştırmacı tarafından Adıyaman merkezinde Millî Eğitim Bakanlığına bağlı bağımsız bir anaokulunda gerçekleştirilmiştir. Anaokulunda ikili eğitim yapılmaktadır. Bu nedenle uygulamaların birisi sabah grubunda diğeri ise öğle grubunda araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Etkinlikler, 2021-2022 Eğitim ve Öğretim Yılı Güz Dönemi içerisinde toplam 6 hafta içerisinde haftada 3 etkinlik olacak şekilde uygulanmıştır. Bir hafta kasım dönemi ara tatile denk geldiği için o hafta etkinlik yapılmamış, son hafta ise dört etkinlik yapılmıştır. Etkinlik uygulamaları sabah grubunda yer alan deney 1 grubu için saat 08.30-9.45 arası, öğle grubunda yer alan deney 2 için 12.45-14.00 arasında yapılmıştır. Etkinlikler, Tablo 13 ve 14'te belirtilen

sıra ile uygulanmıştır. Her uygulama yaklaşık olarak bir saat 15 dakika sürmüştür. Kontrol grubu öğle grubunda yer almaktadır.

Kontrol grubunda öğrenme rotaları yaklaşımına veya robotik materyallerle kodlamaya yönelik herhangi bir etkinlik yapılmamıştır. Kontrol grubuna yalnızca öğretmeni tarafından mevcut okul öncesi eğitim programı doğrultusunda hazırlanan etkinlikler uygulanmıştır. Araştırmacı kontrol grubunda herhangi bir etkinlik planlamamış ve uygulamamıştır. Kontrol grubunda ölçme becerileri ölçme alanları olarak tek tek ele alınmamış, mevcut programda yer alan kazanım ve göstergeler doğrultusunda matematik ve fen etkinliklerinde ele alınmıştır. Araştırmacı tarafından uygulanan etkinlikler dışında deney ve kontrol grupları aynı eğitim planını kullanmışlardır.

3.7. Verilerin Toplanması

Araştırmada çocukların ölçme becerilerine ilişkin veriler 2021/2022 Eğitim ve Öğretim Yılında etkinlik planlarının uygulamasından önce, uygulamasından sonra ve son uygulamanın dört hafta sonrasında toplanmıştır. Bütün veri toplama sürecinden önce Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü tarafından etik kurul izni (ek1) ve Adıyaman İl Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından araştırma uygulama izni (ek2) alınmıştır. Bununla beraber katılımcılara ait aydınlatılmış onam formu (ek3) hem velilerin bilgilendirilmesi ve onayı için hem de demografik bilgileri elde etmek için kullanılmıştır.

Erken Ölçme Testi okulun ayrı bir bölümünde araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Test bire-bir görüşme şeklinde yapılmış ve çocukların yanıtlarına bağlı olarak her bir çocukla yaklaşık 25 ile 35 dakika arası sürmüştür. Yorulduğunu ve daha sonra devam etmek istediğini söyleyen çocuklar için test süreci iki oturumda gerçekleştirilmiştir.

3.8. Verilerin Analizi

Bu çalışmada deney 1, deney 2 ve kontrol grubunda yer alan çocukların ölçme becerileri, uygulanan etkinlikler öncesinde, uygulama sonrasında ve uygulamadan dört hafta sonra EÖT ile ölçülmüş ve elde edilen veriler üzerinden analizler yapılmıştır. Verilerin analizinde öncelikle, ortalama, standart sapma, ranj, çarpıklık ve basıklık katsayıları hesaplanmıştır. EÖT ile üç farklı zamanda yapılan ölçümlerin güvenilirliği,

KR-20 güvenilirlik kestirimi yöntemiyle hesaplanmış ve rapor edilmiştir. Sonrasında deney veya kontrol gruplarında yer almanın müdahale öncesinden sonrasına çocukların EÖT ve alt testlerinden elde ettikleri puanlardaki farklılaşma durumu hiyerarşik linear modelleme (HLM) analizi ile sınanmıştır (Woltman, Feldstain, MacKay, & Rocci, 2012). Tanımlayıcı istatistikler, SPSS 25 paket programı aracılığıyla yapılmıştır. Farklı zamanlarda EÖT ile yapılan ölçümlere ait KR-20 güvenilirlik kestirimi TAP (Test-Analiz Programı) ile yapılmıştır. HLM analizleri Hiyerarşik Linear Modelleme 8.0 programı öğrenci versiyonu ile yapılmıştır.

HLM analizinde, farklı düzeydeki değişkenlerin, bağımlı değişkende sebep olduğu varyans analiz edilmektedir. Bu çalışmada iki düzeyli boylamsal HLM analizi yapılmıştır. Çocuklara ait farklı zamanlarda yapılan ölçümler birinci düzeyde yer alırken, çocuklar ve ait oldukları gruplar ikinci düzeyde yer almaktadır. Bağımlı değişken ise çocukların EÖT ve alt test puanlarıdır. HLM analizinde yordayıcı değişkenlerin, bağımlı değişken üzerindeki etkisini sınamak için farklı modeller kurulmaktadır.

Bu çalışmada, her araştırma sorusu için üç model kurulmuştur. Model kurulurken, araştırma soruları dikkate alınmıştır. Buna göre birinci model, ANOVA model olarak da adlandırılan koşulsuz modeldir. Her araştırma sorusunda koşulsuz model, model a olarak adlandırılmıştır. Koşulsuz modele ait HLM formülü aşağıdaki Eşitlik 1, 2 ve 3'te sunulmuştur.

1.Düzye eşitlik;

$$Y_{ti} = \pi_{0i} + e_{ti} \quad (1)$$

2.Düzye eşitlik;

$$\pi_{0i} = \beta_{00} + r_{0i} \quad (2)$$

Birleştirilmiş eşitlik;

$$Y_{ti} = \beta_{00} + r_{0i} + e_{ti} \quad (3)$$

Eşitlik 1 incelendiğinde, (Y_{ti}) gösterimi “i” öğrencisinin “t” zamanındaki bağımlı değişken puanını, bir başka ifade ile EÖT veya alt testlerden elde edilen puanı ifade

etmektedir. π_{0i} gösterimi bağımlı değişkenin genel ortalamasına ait kesen değeridir. Koşulsuz modelde, ölçümlerin farklı zamanlarda yapılması durumu hesaba katılmamaktadır. HLM analizi, iki düzeyli olması nedeniyle, birinci düzeyde tanımlanan kesen değerine ait yeni bir kesen ve eğim değeri hesaplanmaktadır ancak koşulsuz modelde yordayıcı bir değişken eklenmediği için yalnızca kesen değeri hesaplanmaktadır. (β_{00}) gösterimi birinci düzeyde açıklanan kesen değeri için tanımlanan ikinci düzey kesen değerini ifade etmektedir. (e_{ti}) gösterimi “i” öğrencisinin “t” zamanındaki ölçümünün rassal etkisidir. Koşulsuz modelde elde edilen bu değer grup içi varyansa eşittir, bu değer σ^2 gösterimi ile belirtilir. (r_{0i}) gösterimi ikinci düzeyde “i” öğrencisinin rassal etkisidir, koşulsuz modelde elde edilen bu değer gruplar arası varyans değerine eşittir, τ_{00} gösterimi ile belirtilir (Hox, 2011; Raudenbush, Bryk, Fai Cheong, Congdon, & du Toit, 2019; Woltman, Feldstain, MacKay, & Rocci, 2012).

Koşulsuz modelde, verilerin hiyerarşik yapı gösterip göstermeme durumu sorgulanmaktadır. Bunun için, grup içi ve gruplar arası varyans değerleri üzerinden sınıf içi korelasyon değeri (Intra-Class Correlation) hesaplanmakta ve ,10 ve üzerinde bir değer elde edildiği takdirde hiyerarşik bir yapı gösterdiği varsayılmaktadır. Bazı araştırmacılar düşük düzeyde bir değer bulursa dahi tip I hatadan kaçınmak için HLM analizi önerilmektedir (Stevens, 2007). Eşitlik 4’te sınıf içi korelasyon değerine (p) ait eşitlik gösterilmiştir.

$$p = \sigma^2 / (\tau_{00} + \sigma^2) \quad (4)$$

Çalışmada EÖT ve alt testlerinden elde edilen puanlara ait koşulsuz model ile sınıf içi korelasyon katsayıları hesaplanmış ve ilgili bölümde sunulmuştur. Böylelikle çocukların EÖT ve alt testlerinden elde ettikleri puanların farklılaşma durumunun ne kadarının düzey1 ve düzey2 den kaynaklandığı hesaplanmıştır. HLM analizi sonrasında kurulan modeller neticesinde yapılan kestirimin %95 güven aralığında hesaplanması için Eşitlik 5 kullanılmıştır.

$$\%95 \text{ Güven Aralığı } Y = Y \pm 1,96 * (\text{standart hata}) \quad (5)$$

Koşulsuz model sonrasında, araştırmanın amacı doğrultusunda, ölçümler arası geçen zamanda çocukların EÖT ve alt test puan ortalamalarındaki değişim, deney ve

kontrol grubu olarak ayrılmaksızın analiz edilmiştir. Model b ile adlandırılan bu modellerde, müdahalenin etkisini ve kalıcılığını sınamak için ön ve son test arasındaki puan ortalamalarındaki değişim sınanmıştır. Kalıcılık etkisi sınanırken aynı analizde son ve kalıcılık testi arasındaki puan ortalamalarındaki değişim sınanmıştır. Böylelikle çocukların öncesinden sonrasına, EÖT ve alt test puan ortalamalarındaki değişim sınanmıştır. Bu modele ilişkin Eşitlik 6, 7 ve 8 aşağıda gösterilmiştir.

Düzy 1 eşitlik;

$$Y_{ti} = \pi_{0i} + \pi_{1i} * (T_{ti}) + e_{ti} \quad (6)$$

Düzy 2 eşitlik;

$$\begin{aligned} \pi_{0i} &= \beta_{00} + r_{0i} \\ \pi_{1i} &= \beta_{10} + r_{1i} \end{aligned} \quad (7)$$

Karma eşitlik;

$$Y_{ti} = \beta_{00} + \beta_{10} * (T)_{ti} + r_{0i} + r_{1i} * (T)_{ti} + e_{ti} \quad (8)$$

Eşitlik 6 ve 7 incelendiğinde koşulsuz modelden farklı olarak birinci düzeyde yordayıcı değişken eklendiği ve bu değişkene ait eğim (π_{1i}) değerinin oluştuğu görülmektedir. İkinci düzeyde ise bu eğime ait kesen (β_{10}) ve varyans (r_{1i}) değerleri oluşmaktadır. Bu değerler eşitlik 8’de ($\beta_{10} * (T)_{ti}$) ve ($r_{1i} * (T)_{ti}$) olarak belirtilmektedir. Bu çalışmada birinci düzey (T_{ti}) yordayıcı değişkeni farklı zamanda yapılan ölçümleri ifade etmektedir. Bu değer, araştırma sorusu doğrultusunda uygulanan eğitim etkinliklerinin etkisi sınıandığı durumda ön test ile son test [$(Müdahale)_{ti}$], kalıcılık etkisinin sınıandığı durumlarda ise son test ile kalıcılık testi [$(Kalıcılık)_{ti}$] arasındaki değişimi belirtmektedir. Model b iki farklı ölçüm arasında çocukların EÖT ve alt testlerindeki puan ortalamaları değişimini sınarken, değişimde deney veya kontrol grubunda yer almanın etkisine yönelik sonuç vermemektedir. Araştırma amacı kapsamında, nihai modele model c ile adlandırılan model ile bakılmış, model c’de kullanılan Eşitlik 9, 10 ve 11 aşağıda belirtilmiştir.

Düzyey 1 eşitlik;

$$Y_{ti} = \pi_{0i} + \pi_{1i} * (X_{ti}) + e_{ti} \quad (9)$$

Düzyey 2 eşitlik;

$$\begin{aligned} \pi_{0i} &= \beta_{00} + \beta_{01} * (Grup_i) + r_{0i} \\ \pi_{1i} &= \beta_{10} + \beta_{11} * (Grup_i) + r_{1i} \end{aligned} \quad (10)$$

Karma eşitlik;

$$Y_{ti} = \beta_{00} + \beta_{01} * (Grup_i) + \beta_{10} * (X_{ti}) + \beta_{11} * (Grup_i) * (X_{ti}) + r_{0i} + r_{1i} * (X_{ti}) + e_{ti} \quad (11)$$

Model c'ye ait eşitlik 9 ve 10 incelendiğinde, model b'ye göre birinci düzeyde farklılık görünmezken, ikinci düzeyde gruplarda yer alma durumunun ($Grup_i$) eklendiği görülmektedir. Böylelikle hem kesen (π_{0i}) hem de eğim (π_{1i}) değerinde yeni kesen değerlerinin oluştuğu görülmektedir. Eşitlik 11'de görülen ($\beta_{01} * (Grup_i)$) gösterimi kesen değerine eklenen yeni kesen değerini, bir başka ifade ile çocukların gruplarda yer alma durumunun başlangıçtaki EÖT veya alt test puanlarının değişim durumunu göstermektedir. Yeni oluşan eğime ait kesen değeri ($\beta_{11} * (Grup_i) * (X_{ti})$) ise deney veya kontrol grubunda yer alma durumunun müdahale veya kalıcılık etkisine ait kesen değeridir. Bu değer ile deney grubunda uygulanan etkinliklerin kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkililiği ve kalıcılığı sınanmıştır. Sonrasında aynı analiz deney 1 ve deney 2 grupları arası yapılmış, deney 1 ve deney 2 grubunda yer almanın çocukların EÖT ve alt testlerinden elde ettikleri puandaki farklılaşma durumu (β_{12}) gösterimi ile belirtilmiştir.

Bu çalışmada uygulanan etkinliklerin yalnızca etkisi değil, bu etkinin boyutu da hesaplanmıştır. Etki boyutu HLM analizlerinde, açıklanabilen varyansta meydana gelen değişim üzerinden hesaplanmaktadır. Etki boyutu araştırma soruları doğrultusunda ilgili bölümlerde aşağıdaki Eşitlik 12 üzerinden hesaplanmış ve bulgular kısmında belirtilmiştir.

$$r^2 = \frac{e_{\text{koşulsuz model}} - e_{\text{modelx}}}{e_{\text{koşulsuz model}}} \quad (12)$$

HLM analizi model kurma üzerine yapılan bir analiz olduğundan dolayı başlangıçta yapılan varsayım kontrolü yerine karar kılınan model üzerinden varsayım kontrolü yapılmaktadır. HLM analizine ait üç varsayım belirtilmektedir (Stevens, 2007). Bunlar, (1) birinci düzey artık değerler ile birinci düzey kestirilen değerlerin doğrusal olması, (2) birinci düzey artık değerlerin normal dağılımı ve (3) birinci düzey varyansların homojen dağılımıdır. Birinci varsayım saçılım grafiği, ikinci varsayım çarpıklık ve basıklık katsayısı, üçüncü varsayım ki-kare testi ile sınanmıştır.

Varsayımların kontrolünün yanı sıra oluşturulan ve koşulsuz modele ait sapma değerleri ile uyum istatistikleri verilmiş, iki model arasındaki uyum ki-kare testi ile sınanmıştır. Sonuçlar ilgili araştırma sorusunun altında bulgular bölümünde verilmiştir.

3.9. Araştırmanın Geçerliliği

Deneyisel araştırmalarda iç geçerliği korumak için iki temel soruya yanıt aranmaktadır. Bunlar;

- 1- Deneyisel çalışma bağımlı değişken üzerinde bir değişiklik yaratıyor mu?
- 2- Bağımsız değişkenler bağımlı değişken üzerinde bir fark oluşturuyor mu? (Baştürk, 2014, s. 45).

Deneyisel araştırmaların iç geçerliğini tehdit edebilecek çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bu faktörlerden kontrol edilebilir olanları kontrol etme ve araştırmanın iç geçerliliğini korumak için bazı önlemler alınmıştır. Bunlar;

- Araştırmada deney 1, deney 2 ve kontrol grupları yansız olarak atanmıştır.
- Kontrol ve deney grupları aynı okuldan, benzer sosyo-ekonomik statü ve eğitim seviyesine sahip aileden gelen çocuklardan oluşturulmuş, çocukların yaş ortalamaları, ailelerinin gelir düzeyi benzer özellikler göstermektedir.
- Kontrol ve deney gruplarının sınıfları fiziksel olarak benzer özelliklerdedir.
- Kontrol ve deney gruplarında araştırma uygulaması yapılmadığı günler aynı eğitim planı uygulanmıştır.

- Kontrol ve deney gruplarının okula devam kayıtları alınmış, devam oranlarının benzer özellikler gösterdiği görülmüştür.
- Geçerlik çalışması yapılmış bir ölçme aracı kullanılmış ve bütün ölçümler tek bir kişi tarafından gerçekleştirilmiştir.
- Etkinlik uygulamaları kontrol listesi hazırlanmış, hazırlanan kontrol listesi hem araştırmacı hem de bağımsız gözlemci tarafından doldurulmuştur.

Araştırmalarda iç geçerlikle birlikte dış geçerlilik de önemli bir ölçüttür. Dış geçerlilik “araştırma ile elde edilen sonuçların temsil yeteneği veya genellenebilir olması ile ilgilidir” (Baştürk, 2014, s. 47). Araştırmanın dış geçerliğini korumak için bazı önlemler alınmıştır. Bunlar;

- Araştırmanın çalışma grubu, katılımcıların demografik bilgileri, çalışmanın gerçekleştirildiği zaman, veri toplama araçları ve bağımsız değişken detaylı olarak anlatılmış, böylelikle araştırma bulgularının benzer ortamlarda tekrar edilebilir olması sağlanmıştır.
- Araştırmada uygulanan eğitsel yöntemlerin çocukların ölçme becerilerine etkisi sınanmıştır. Yöntemsel farkların etkileşimini önlemek için iki farklı deney ve bir kontrol grubu kullanılmıştır.
- Ölçme becerilerindeki değişimin kalıcılığı izleme testi ile sınanmıştır.

3.10. Etik Önlemler

Araştırma boyunca etik ilkeler doğrultusunda çeşitli önlemler alınmıştır. Çalışmaya başlamadan önce kurumlardan ve kişilerden izinler alınmıştır. Bu kapsamda Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünden etik kurul izni (ek1), Adıyaman İl Milli Eğitim Müdürlüğünden araştırma uygulama izni (ek2), çocukların velilerinden aydınlatılmış onam formu ile veli izin belgesi (ek 3) alınmıştır. Bütün bunlarla beraber çocukların velilerine uygulama öncesi toplantı ile bilgilendirme yapılmış, çocuklara teste ve etkinlik uygulamalarına başlamadan önce katılmak isteyip istemediği sorulmuş, eğer rahatsızlık hissederse veya katılmaktan vazgeçerse dilediği zaman açıklama yapmaksızın katılımını sonlandırabileceği hem öğretmenine hem de çocuğa açıkça belirtilmiştir. Katılımcı isimleri ve bilgileri gizli tutulmuştur. Erken Ölçme Testi ölçüt geçerliliğinde kullanılan Erken Matematik Yeteneği Testi – 3 için hem uygulayıcı

eğitimi alınmış hem de testin geliştiricisi firmadan uygulama izni (ek 4) alınmıştır. Araştırmada kullanılan şekiller için izin alınmıştır.



BÖLÜM IV

BULGULAR

Araştırmanın amacı doğrultusunda elde edilen bulgulara bu bölümde yer verilmiştir. Araştırmada iki deney ve bir kontrol grubuna üç farklı zamanda uygulanan Erken Ölçme Testi (EÖT) sonuçları karşılaştırılmıştır. Böylelikle uygulanan öğrenme rotaları yaklaşımının ve öğrenme rotaları yaklaşımıyla birlikte verilen kodlama etkinliklerinin öncesinden sonrasına, çocukların ölçme becerilerinde yol açtığı farklılaşma durumu araştırılmıştır. Bu nedenle ilk olarak farklı zamanlarda yapılan ölçümlere ait tanımlayıcı istatistikler sunulmuş, ardından deney 1, deney 2 ve kontrol grubunun erken ölçme testi toplam puanı ve uzunluk, alan, hacim ve açı ölçme testinden elde ettikleri puanlardaki değişim sınanmıştır. Grupların puanlarındaki değişim, aynı bireye ait tekrarlı ölçümleri içerdiğinden hiyerarşik linear modelleme (HLM) analizi ile modellenmiş ve sonuçlar raporlanmıştır. Sonrasında karar verilen modele ait varsayımlar kontrol edilmiştir.

4.1. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların EÖT Toplam Puanlarına Etkisine İlişkin Bulgular

Deney 1, deney 2 ve kontrol grubunun farklı zamanlarda yapılan ölçümlerden elde ettikleri EÖT puanlarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15

EÖT Tanımlayıcı İstatistikler

Erken ölçme testi	Gruplar	N	$\bar{x}$	S.s.	Ranj	Çarpıklık (S.h.)	Basıklık (S.h.)	Kr-20
Ön test	Deney 1	15	10,93	4,69	17	1,35 (0,58)	1,78 (1,12)	,87
	Deney 2	17	11,00	5,38	22	1,87 (0,55)	4,21 (1,06)	
	Kontrol	15	11,00	4,14	15	0,10 (0,58)	0,10 (1,12)	
Son test	Deney 1	15	21,73	5,94	19	0,00 (0,58)	-1,12 (1,21)	,92
	Deney 2	17	20,41	6,50	26	0,69 (0,55)	0,69 (1,06)	
	Kontrol	15	14,13	4,80	18	0,41 (0,58)	0,08 (1,12)	
Kalıcılık testi	Deney 1	15	22,00	6,61	22	0,08 (0,58)	-1,01 (1,12)	,92
	Deney 2	17	20,65	6,85	25	0,71 (0,55)	0,01 (1,06)	
	Kontrol	15	15,00	4,50	16	0,44 (0,58)	-0,12 (1,21)	

Tablo 15 incelendiğinde, deney 1 grubunun EÖT'den elde ettiği ön test puan ortalamalarının 10,93; deney 2 ve kontrol grubunun 11,00 olduğu görülmektedir. Son testlere ait puan ortalamalarında ise deney 1 grubunun 21,73; deney 2 grubunun 20,41; kontrol grubunun puan ortalamasının ise 14,13 olduğu görülmektedir. Kalıcılık testi puan ortalamalarının deney 1 grubunda 22,00; deney 2 grubunda 20,65; kontrol grubunda 14,13 olduğu görülmektedir. Yapılan ölçümlerin KR-20 güvenilirlik kestirimleri ön test için, 0,87; son test ve kalıcılık testi için 0,92 olarak hesaplanmıştır. Grupların farklı zamanlarda yapılan ölçüme bağlı olarak EÖT puanlarının değişim durumu öncelikle Eşitlik 3'te belirtilen koşulsuz model ile sınanmış ve model 1a olarak adlandırılan modele ait sonuçlar Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16

EÖT Model 1a Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	P
Kesen (π_0) için Kesen, Ortalama EÖT puanı ortalaması (β_{00})	14,90	0,76	19,49	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	8,20	46	64,98	,03
Düzy bir etkisi (e)	39,78			

Tablo 16 incelendiğinde, çocukların EÖT puanı ortalamasının 14,90 [%95 güven aralığında 16,39 – 13,41] olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(46)}=19,49$; $p<0,05$]. Koşulsuz modele ait tahmini varyans kestirimleri tablosu incelendiğinde, birinci düzeydeki açıklanan tahmini varyans değerinin 39,78 iken ikinci düzeydeki açıklanan tahmini varyans değerinin 8,20 olduğu görülmektedir. Bu değerler üzerinden grup içi korelasyon katsayısı Eşitlik 4 ile hesaplanmış [$8,20 / (39,78 + 8,20)$] ve 0,17 değeri elde edilmiştir. Farklı bir ifade ile çocukların puan ortalamasındaki değişimde açıklanabilen varyansın %17'si çocuklardan (düzey 2 değişkeni), %83'ü farklı zamanlarda yapılan ölçümlerden (düzey 1 değişkeni) kaynaklanmaktadır [$\chi^2_{(46)} = 64,98$ $p<0,05$].

Koşulsuz model, varyansın %83'ünün düzey 1 değişkenlerinden kaynaklandığını göstermiştir. Bu nedenle ikinci modele düzey 1 değişkeni olarak ölçümlerin müdahale öncesi ve müdahale sonrası olma durumu eklenmiştir. Böylelikle kurulan model doğrultusunda deney ve kontrol grubu olarak ayırmaksızın, çocukların EÖT puanlarının

müdahale öncesinden sonrasına değişim durumu sınanmıştır. Eşitlik 8’de belirtilen model 1b’ye ait sonuçlar Tablo 17’de sunulmuştur.

Tablo 17

EÖT Model 1b Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için, Kesen, EÖT başlangıç puanı ortalaması, (β_{00})	10,98	0,67	16,21	,001
Eğim müdahale (π_1) için Kesen genel (β_{10})	7,85	0,62	12,72	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	16,15	46	172,55	,001
Eğim müdahale (r_1)	6,56	46	71,71	,001
Düzy bir etkisi (e)	5,87			

Tablo 17 incelendiğinde, EÖT ön test puan ortalamasının kestiriminin 10,98 olduğu [%95 güven aralığında 12,29 - 9,67] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(46)}=16,21$ $p<0,05$]. Müdahale öncesinden sonrasına, deney ve kontrol grubu olarak ayırmaksızın, ortalama 7,85 puanlık [%95 güven aralığında 9,06 – 6,64] istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış olduğu belirlenmiştir [$t_{(46)}=12,72$ $p<0,05$].

Koşulsuz modelde, birinci düzeyde açıklanabilen tahmini varyans kestiriminin 39,78 olduğu görülmektedir (Tablo 16). Ön ve son test puanlarının bağımsız değişken olarak tanımlandığı modelde ise, birinci düzeyde açıklanabilen varyans değişkeninin 5,87’ye düştüğü saptanmıştır. Müdahaleden önce ve sonra çocukların EÖT puanlarındaki değişimin ne kadarının birinci düzeyde (ölçümler arasında) açıklanabildiğini bulmak için Eşitlik 12 kullanılmıştır. Buna göre EÖT puanlarındaki değişimin %85’i $[(39,78-5,87)/39,78]$ ön test ile son test arası farklılıktan kaynaklanmaktadır. EÖT puanlarındaki birinci düzeyde açıklanabilen varyansın %83’ünün %85’i, toplamda %71’i $(0,83*0,85)$ ön ve son test arasındaki puan farkından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak, model 1b’nin, çocukların EÖT puan artışıdaki açıklanabilen varyansın %71’ini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde açıklayabildiği görülmektedir.

Çocukların EÖT puanlarındaki değişimde deney 1 ve deney 2 grubunda yer alma durumunun etkisi ise kurulan model 1c ile sınanmıştır. Bu modelde ön testten son teste

geçen zaman ile deney 1, deney 2 veya kontrol grubunda yer alma durumunun çapraz etkileşimi sınanmıştır. Başka bir ifade ile zaman ile çocukların EÖT puanlarındaki artış kontrol altına alındığında, deney gruplarında olmanın çocukların EÖT puanlarında yol açtığı değişim test edilmiştir. Eşitlik 11’de gösterilen model 1c’ye ait sonuçlar Tablo 18’de sunulmuştur.

Tablo 18

EÖT Model 1c Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için				
Kesen, EÖT başlangıç puanı ortalaması, (β_{00})	11,00	1,03	10,65	,001
Grup(kontrol veya deney), (β_{01})	-0,03	1,35	-0,02	,98
Eğim müdahale (π_1) için				
Kesen genel β_{10}	3,13	0,48	6,53	,001
Kesen grup(kontrol veya deney) β_{11}	6,93	0,72	9,58	,001
Kesen grup(deney 1 veya deney 2) β_{12}	-1,39	1,07	-1,30	,20
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (<i>rv</i>)	19,71	45	361,78	,001
Eğim müdahale (<i>r1</i>)	2,21	45	62,78	,04
Düzy bir etkisi (<i>e</i>)	2,80			

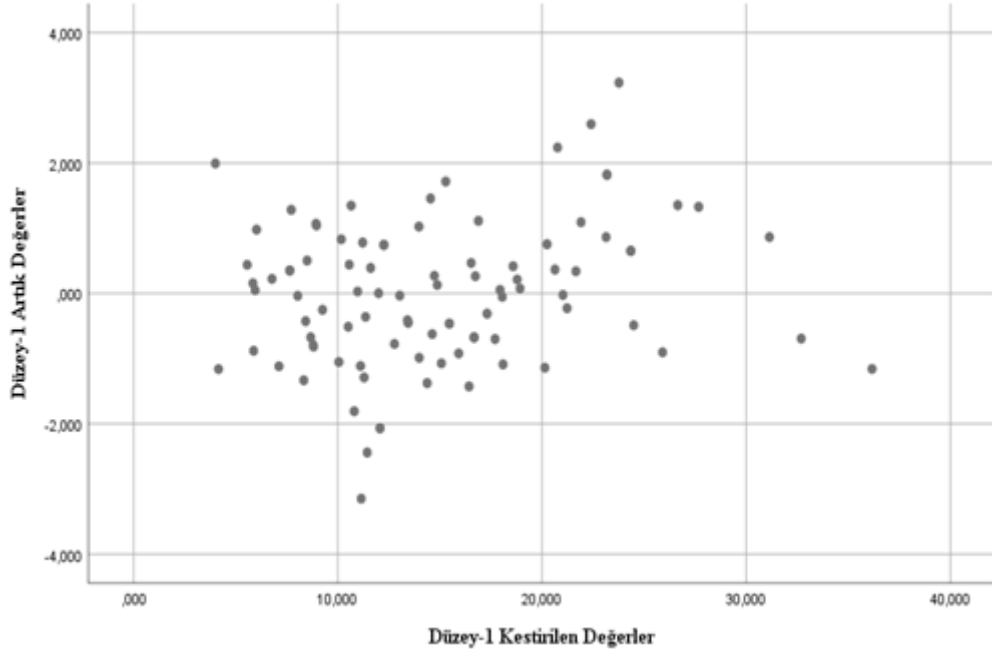
Tablo 18 incelendiğinde oluşturulan modelde bütün çocukların ön test puan ortalamalarına ait kesen değerinin 11,00 [%95 güven aralığında 13,01 – 8,99] olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(45)}=10,65$ $p<0,05$]. Deney veya kontrol grubunda yer alma durumunun çocukların ön test EÖT puanları üzerindeki kesen değerinin, -0,03 puan olduğu ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir [$t_{(45)}=-0,02$ $p>0,05$]. Ön test ve son test puanlarından dolayı oluşan ortalama eğitim değerinin ise 3,13 [%95 güven aralığında 4,07 – 2,19] olduğu ve bu değerin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(46)}=6,53$ $p<0,05$]. Deney gruplarından birinde yer alma durumunun ön testten son teste EÖT puanında sebep olduğu değişime ait eğitim değerinin 6,93 [%95 güven aralığında 8,32 – 5,54] olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu saptanmıştır [$t_{(45)}=9,58$ $p<0,05$]. Sonuç olarak, model 1c’nin çocukların EÖT ön test puan ortalamasını 11,00 olarak kestirdiği, ön testten son teste

geçen sürede 3,13 puan artışı ve deney gruplarında yer alma durumunun ilave 6,93 puan artışı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordadığı görülmektedir.

Tablo 18’de çocukların EÖT puanlarındaki artışın deney 1 veya deney 2 grubunda yer alma durumuna göre farklılaşması incelendiğinde bu artışa ait eğitim değerinin -1,39 olarak kestirildiği ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı görülmektedir [$t_{(30)}=-1,30$ $p>0,05$]. Buna göre, deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların EÖT puanlarındaki artış istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir.

İkinci düzeyde deney ve kontrol grubu değişkenleri ile birinci düzeyde ön test ve son test değerlerinin tanımlandığı model 1c’de birinci düzeyde açıklanan tahmini varyans kestiriminin 2,80 olduğu görülmektedir (Tablo 18). Buna göre, model 1c’de kestirilen tahmini varyans, birinci düzeyde açıklanabilen varyansın %93’ünü $[(39,78-2,80) / 39,78]$, çocukların EÖT puanlarındaki değişimde açıklanabilen varyansın %77’sini $[0,83*0,93]$ açıklamaktadır. Sonuç olarak, deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinlikler, çocukların EÖT puanlarını geliştirmede istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir etkiye neden olurken, oluşan etkinin büyüklüğü ise ,77 olarak hesaplanmıştır.

Araştırmanın amacı doğrultusunda, nihai olarak deney gruplarında yer almanın, çocukların EÖT puanlarına etkisinin sınındığı model 1c’ye karar verilmiştir. HLM analizine ait varsayım olan, birinci düzey artık değerler ile birinci düzey kestirilen değerlerin doğrusal olması, birinci düzey artık değerlerin normal dağılımı ve birinci düzey varyansların homojen dağılımı kontrol edilmiş ve karar verilen model (model 1c) ile koşulsuz model (model 1a) arasındaki uyum istatistiği ki-kare testi ile sınanmıştır. Şekil 7’de, model 1c de kurulan birinci düzey artık değerleri ile birinci düzey tahmin edilen değerlere ilişkin saçılım grafiği gösterilmektedir.



Şekil 7 Model 1c doğrusallık varsayımı kontrolü

Şekil 7’de, düzey 1’de yer alan artık değerlerin düzey 1’de kestirilen değerler ile doğrusal değişim gösterme durumunu sınımaya yönelik hazırlanan saçılım grafiği gösterilmektedir. Buna göre artık değerler ile kestirilen değerlerin doğrusallık gösterdiği söylenebilir. Kurulan modelin koşulsuz model ile uyum istatistiği ve varyansların homojen dağılıma durumu sınanmış, sonuçlar Tablo 19’da sunulmuştur.

Tablo 19

EÖT Model Uyum İstatistikleri ve Varyansların Dağılımı

Model	Sapma Değeri	Kestirilen Parametre Sayısı	χ^2	Serbestlik derecesi	p
Koşulsuz Model	625,06	2	125,30	2	,001
Model 1c	499,76	4			
Homojenlik Varsayımı			17,79	46	>,50

Tablo 19 incelendiğinde, koşulsuz modelin sapma değerinin 625,06 iken model 1c’nin sapma değerinin 500,54 olduğu görülmektedir. Sapma değerlerine bakıldığında, model 1c daha düşük sapma göstermesinden dolayı, daha iyi uyum sağladığı söylenebilir. Bununla beraber, daha iyi uyum sağlama durumunun istatistiksel olarak anlamlılığı, yapılan ki-kare testi ile sınanmıştır. Buna göre model 1c koşulsuz modelden

istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi uyum sağlamaktadır [$\chi^2_{(2)} = 125,30$ $p < 0,05$]. Homojenlik varsayımı kontrol edildiğinde, varyansların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde homojen dağılımdan farklılaşmadığı görülmektedir [$\chi^2_{(46)} = 17,79$ $p > 0,05$]. Modelden elde edilen artık değerlerin dağılımının normalliği varsayımı çarpıklık ve basıklık katsayıları kontrol edilerek sınanmış ve sonuçlar Tablo 20’de sunulmuştur.

Tablo 20

Model 1c Düzey 1 Artık Değerler Normallik Varsayımı Kontrolü

	Ortalama	Standard Sapma	Çarpıklık (S.h.)	Basıklık (S.h.)
Düzey 1 artık değerler	0,00	1,11	0,12 (0,25)	0,47 (0,49)

Tablo 20’de model 1c’ye ait düzey 1’de elde edilen artık değerlerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin 0,12 (0,25) ile 0,47 (0,49) olduğu görülmektedir. Buna göre artık değerlerin normal dağılımdan farklılaşmadığı, HLM analizine ilişkin varsayımların karşılandığı görülmektedir. Sonuç olarak, model 1c’nin yapmış olduğu kestirimlerin güvenilir ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre deney gruplarında uygulanan öğrenme rotaları temelli eğitim ve öğrenme rotaları temelli kodlama etkinlikleri çocukların EÖT puanlarını geliştirmede istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilidir. Bu etki deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir.

Çocukların EÖT puanlarındaki artışın kalıcılığını sınamak için, deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların son ve kalıcılık testleri üzerinden iki düzeyli boylamsal HLM analizi yapılmıştır. Bu analizde ise, birinci düzeyi çocukların son ve kalıcılık testi puanları oluştururken, ikinci düzeyi de çocuklar oluşturmaktadır. Öncelikle varyans bileşenlerinin ne kadarının birinci ve ikinci düzey değişkenleri ile açıklandığını görebilmek adına, Eşitlik 3’te belirtilen koşulsuz model ile analize başlanmıştır. Koşulsuz modele ilişkin sonuçlar Tablo 21’de raporlanmıştır.

Tablo 21

EÖT Son ve Kalıcılık Testi Koşulsuz Model

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için Kesen, ortalama EÖT puanı ortalaması, (β_{00})	21,15	1,11	19,04	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	40,22	31	2247,50	,001
Düzy bir etkisi (e)	1,13			

Tablo 21’de EÖT puan ortalaması 21,15 olarak kestirildiği [%95 güven aralığında 23,32 – 18,98] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(31)} = 19,04$ $p < 0,05$]. Açıklanabilen varyansın %97’si [40,22 / (40,22+1,13)] ikinci düzey değişkenlerinden, yani çocuklardan, %3’ü [1,13 / (40,22+1,13)] ise ölçümlerden kaynaklanmaktadır [$\chi^2_{(31)}=2247,50$ $p < 0,05$]. Bu sonuç, düzey1 değişkenlerinin %3’lük bir bölümü açıklayabildiğini göstermektedir. Ancak, araştırma amacı kapsamında kalıcılık etkisi sınındığından dolayı, son testten kalıcılık testine çocukların EÖT puanlarının değişimi, düzey 1 değişkenine eklenerek sınanmış sonuçlar Tablo 22’de sunulmuştur.

Tablo 22

EÖT Son ve Kalıcılık Testi Tanımlanmış Model

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için Kesen EÖT başlangıç puanı ortalaması, (β_{00})	20,66	1,06	19,43	,001
Eğim kalıcılık (π_1) için Kesen genel (β_{10})	0,25	0,26	0,96	,35
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	30,07	31	159,50	,001
Kalıcılık eğim (r_1)	0,55	31	41,00	,10
Düzy bir etkisi (e)	0,85			

Tablo 22 incelendiğinde, deney 1 ve deney 2 grubunda yer alan çocuklara ait son test EÖT puan ortalamasının 20,66 olarak kestirildiği [%95 güven aralığında 22,74 – 18,58] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir

$[t_{(31)}=19,43 \text{ } p<0,05]$. Son test - kalıcılık testi arasında oluşan ortalama eğim değerinin 0,25 olarak kestirildiği ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı saptanmıştır $[t_{(31)}=0,96 \text{ } p>0,05]$. Tahmini varyans kestirim değerlerine baktığımızda, birinci düzeyde kestirilen tahmini varyans değerinin 0,85 iken ikinci düzeyde kestirilen tahmini varyans kestiriminin 30,07 olduğu görülmektedir. Son test ve kalıcılık testinin tanımlandığı durumdaki varyans değerinin, koşulsuz modelde açıklanabilen toplam varyans değerine oranı incelendiğinde düzey 1 değişkenlerinin %25'lik $[(1,13-0,85) / 1,13]$ bir etkisi olduğu belirlenmiştir $[\chi^2_{(31)} = 159,50 \text{ } p<0,05]$. Başka bir ifade ile çocukların EÖT puanlarındaki değişimin %1'i $[0,25*0,03]$ ölçümler (düzey1) arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Bu sonuç, çocukların son test ile kalıcılık testi arasındaki EÖT puanlarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılaşma olmadığı, deney 1 ve deney 2 gruplarında uygulanan eğitim etkinliklerinin etkisinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

4.2. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların UÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Bulgular

Deney 1, deney 2 ve kontrol grubunun farklı zamanlarda yapılan ölçümlerden elde ettikleri UÖAT puanlarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 23'te sunulmuştur.

Tablo 23

UÖAT Tanımlayıcı İstatistikler

Uzunluk ölçme alt testi	Gruplar	N	$\bar{x}$	Standard Sapma	Ranj	Basıklık (S.h.)	Çarpıklık (S.h.)
Ön test	Deney 1	15	3,00	1,81	8	1,33 (0,58)	3,78 (1,12)
	Deney 2	17	2,65	2,09	9	2,02 (0,55)	5,06 (1,06)
	Kontrol	15	2,60	2,16	7	0,50 (0,58)	-0,61 (1,12)
Son test	Deney 1	15	6,47	2,67	7	-0,16 (0,58)	-1,70 (1,12)
	Deney 2	17	6,29	2,75	8	0,46 (0,55)	-1,01 (1,06)
	Kontrol	15	4,53	2,77	8	0,35 (0,58)	-1,03 (1,12)
Kalıcılık testi	Deney 1	15	6,87	2,88	8	-0,30 (0,58)	-1,40 (1,12)
	Deney 2	17	6,53	3,20	9	0,46 (0,55)	-1,32 (1,06)
	Kontrol	15	4,67	2,55	8	0,52 (0,58)	-0,69 (1,12)

Tablo 23 incelendiğinde, deney 1 grubunun UÖAT'den elde ettiği ön test puan ortalamasının 3,00; deney 2 grubunun 2,65; kontrol grubunun 2,60 olduğu görülmektedir. Son testlere ait puan ortalamalarında ise, deney 1 grubunun 6,47; deney 2 grubunun 6,29; kontrol grubunun 4,53 olduğu saptanmıştır. Kalıcılık testi puan

ortalamalarının deney 1 grubunun 6,87; deney 2 grubunun 6,53; kontrol grubunun 4,67 olduğu görülmektedir. Grupların farklı zamanlarda yapılan ölçüme bağlı olarak UÖAT puanlarının değişim durumu öncelikle Eşitlik 3'te belirtilen koşulsuz model ile sınanmış ve model 2a olarak adlandırılan modele ait sonuçlar Tablo 24'te sunulmuştur.

Tablo 24

UÖAT Model 2a Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için Kesen, Ortalama UÖAT puanı ortalaması, (β_{00})	4,27	0,32	13,15	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (<i>ro</i>)	1,87	46	72,95	,001
Düzey bir etkisi (<i>e</i>)	6,37			

Tablo 24 incelendiğinde, çocukların UÖAT puanı ortalamasının 4,27 [%95 Güven aralığında 4,6 – 3,64] olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(46)}=13,15$; $p<0,05$]. Koşulsuz modele ait tahmini varyans kestirimleri tablosu incelendiğinde, birinci düzeydeki açıklanan tahmini varyans değerinin 6,37 iken ikinci düzeydeki açıklanan tahmini varyans değerinin 1,87 olduğu saptanmıştır. Bu değerler üzerinden grup içi korelasyon katsayısı Eşitlik 4 ile hesaplanmış ve [$p=1,87 / (1,87 + 6,37)$] 0,23 değeri elde edilmiştir. Farklı bir ifade ile çocukların puan ortalamasındaki değişimde açıklanabilen varyansın %23'ü çocuklardan (düzey 2 değişkeni) %77'si farklı zamanlarda yapılan ölçümlerden (düzey 1 değişkeni) kaynaklanmaktadır [$\chi^2_{(46)} = 72,95$ $p<0,05$].

Koşulsuz model, varyansın %77'sini düzey 1 değişkenlerinden kaynaklandığını göstermiştir. Bu nedenle, ikinci modele düzey 1 değişkeni olarak ölçümlerin müdahale öncesi ve müdahale sonrası olma durumu eklenmiştir. Böylelikle kurulan model doğrultusunda deney ve kontrol grubu olarak ayırmaksızın, çocukların UÖAT puanlarının müdahale öncesinden sonrasına değişim durumu sınanmıştır. Eşitlik 8'de belirtilen model 2b'ye ait sonuçlar Tablo 25'te sunulmuştur.

Tablo 25

UÖAT Model 2b Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için, Kesen, UÖAT başlangıç puanı ortalaması, (β_{00})	2,74	0,29	9,54	,001
Eğim müdahale (π_1) için Kesen genel (β_{10})	3,04	0,27	11,17	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	2,83	46	158,92	,001
Eğim müdahale (r_1)	1,26	46	71,20	,01
Düzey bir etkisi (e)	1,15			

Tablo 25 incelendiğinde UÖAT ön test puan ortalamasının kestiriminin 2,74 olduğu [%95 güven aralığında -3,31 - 2,17] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(46)}=9,54$ $p<0,05$]. Müdahale öncesinden sonrasına deney ve kontrol grubu olarak ayırmaksızın, ortalama 3,04 puanlık [%95 güven aralığında 3,57 – 2,51] istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış olduğu belirlenmiştir [$t_{(46)}=11,17$ $p<0,05$].

Koşulsuz modelde birinci düzeyde açıklanabilen tahmini varyans kestiriminin 6,37 olduğu görülmektedir (Tablo 24). Ön ve son test puanlarının bağımsız değişken olarak tanımlandığı modelde ise birinci düzeyde açıklanabilen varyans değişkeninin 1,15'e düştüğü saptanmıştır (Tablo 25). Müdahaleden önce ve sonra çocukların UÖAT puanlarındaki değişimin ne kadarının birinci düzeyde (ölçümler arasında) açıklanabildiğini bulmak için Eşitlik 12 kullanılmıştır. Buna göre, UÖAT puanlarındaki değişimin %82'si $[(6,37 - 1,15) / 6,37]$ ön test ile son test arası farklılıktan kaynaklanmaktadır. UÖAT puanlarındaki birinci düzeyde açıklanabilen varyansın %77'sinin %82'si toplamda %63'ü $(0,77*0,82)$ ön ve son test arasındaki puan farkından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak, model 2b'nin, çocukların UÖAT puan artışındaki açıklanabilen varyansın %63'ünü istatistiksel olarak anlamlı düzeyde açıklayabildiği görülmektedir.

Çocukların UÖAT puanlarındaki değişimde deney 1 veya deney 2 grubunda yer alma durumunun etkisi ise kurulan model 2c ile sınanmıştır. Bu modelde, ön testten son teste geçen zaman ile deney 1, deney 2 veya kontrol grubunda yer alma durumunun çapraz etkileşimi sınanmıştır. Başka bir ifade ile zaman ile çocukların UÖAT puanlarındaki artış kontrol altına alındığında, deney gruplarında olmanın çocukların

UÖAT puanlarında yol açtığı değişim test edilmiştir. Eşitlik 11’de gösterilen model 2c’ye ait sonuçlar Tablo 26’da sunulmuştur.

Tablo 26

UÖAT Model 2c Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için				
Kesen, UÖAT başlangıç puanı ortalaması, (β_{00})	2,60	0,53	4,81	,001
Grup(kontrol ve deney), (β_{01})	0,21	0,64	0,33	,74
Eğim müdahale (π_1) için				
Kesen genel (β_{10})	1,93	0,25	7,50	,001
Kesen grup(kontrol ve deney) (β_{11})	1,63	0,43	3,78	,001
Kesen grup(deney 1 ve deney 2) (β_{12})	0,18	0,69	0,26	,80
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	3,01	46	175,11	,001
Eğim müdahale (r_1)	0,95	45	65,64	,02
Düzey bir etkisi (e)	1,04			

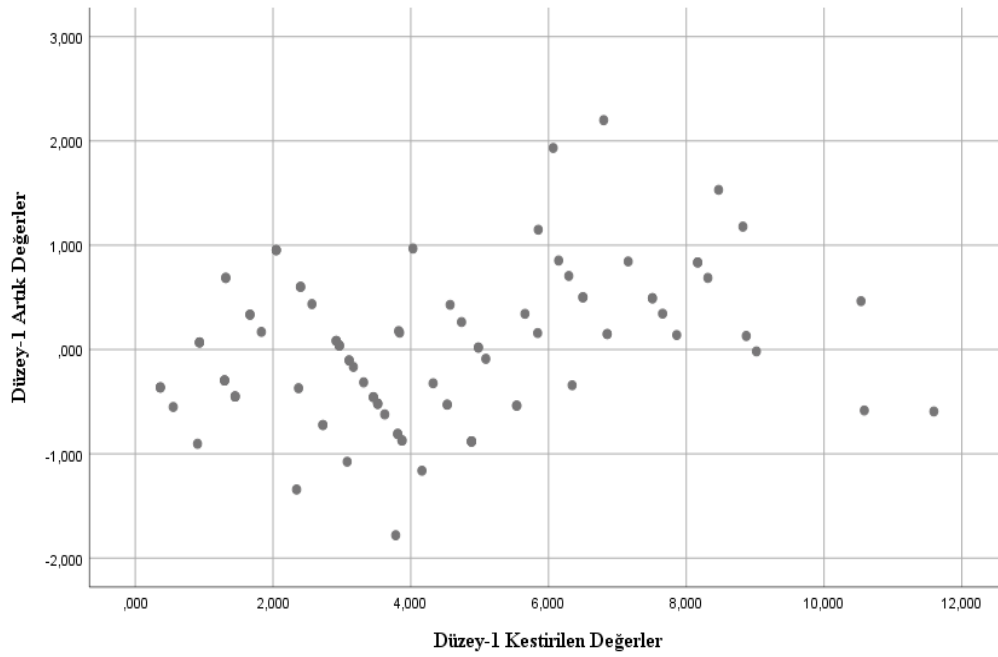
Tablo 26 incelendiğinde oluşturulan modelde bütün çocukların ön test puan ortalamalarına ait kesen değerinin 2,60 [%95 güven aralığında 3,63– 1,57] olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(45)}=4,81$ $p<0,05$]. Deney veya kontrol grubunda yer alma durumunun çocukların ön test UÖAT puanları üzerindeki kesen değerinin 0,21 puan olduğu ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir [$t_{(45)}=0,33$ $p>0,05$]. Ön test ve son test puanlarından dolayı oluşan ortalama eğitim değerinin ise 1,93 [%95 güven aralığında 2,42 – 1,13] olduğu ve bu değer istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(45)}=7,64$ $p<0,05$]. Deney gruplarından birinde yer alma durumunun ön testten son teste UÖAT puanında sebep olduğu değişime ait eğitim değerinin 1,63 [%95 güven aralığında 2,46 – 0,78] olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu saptanmıştır [$t_{(45)}=3,78$ $p<0,05$]. Sonuç olarak, model 2c’nin çocukların UÖAT ön test puan ortalamasını 2,60 olarak kestirdiği, ön testten son teste geçen sürede 1,93 puan artışı ve deney gruplarında yer alma durumunun ilave 1,63 puan artışı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordadığı görülmektedir.

Tablo 26’da çocukların UÖAT puanlarındaki artışın deney 1 veya deney 2 grubunda yer alma durumuna göre farklılaşma durumu incelendiğinde, bu artışa ait eğitim değerinin 0,18 olarak kestirildiği ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı

düzeyde olmadığı görülmektedir [$t_{(30)}=0,26$ $p>0,05$]. Buna göre deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların UÖAT puanlarındaki artış istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir.

İkinci düzeyde deney ve kontrol grubu değişkenleri ile birinci düzeyde ön test ve son test değerlerinin tanımlandığı model 2c'de birinci düzeyde açıklanan tahmini varyans kestiriminin 1,04 olduğu görülmektedir (Tablo 26). Buna göre model 2c'de kestirilen tahmini varyans, birinci düzeyde açıklanabilen varyansın %84'ünü $[(6,37-1,04) / 6,37]$, çocukların UÖAT puanlarındaki değişimde açıklanabilen varyansın %64'ünü $[0,84*0,77]$ açıklamaktadır. Sonuç olarak, deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinlikler, çocukların UÖAT puanlarını geliştirmede istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir etkiye neden olurken, oluşan etkinin büyüklüğü ise .64 olarak hesaplanmıştır.

Araştırmanın amacı doğrultusunda, nihai olarak deney gruplarında yer almanın, çocukların UÖAT puanlarına etkisinin sınıandığı model 2c'ye karar verilmiştir. HLM analizine ait varsayım olan birinci düzey artık değerler ile birinci düzey kestirilen değerlerin doğrusal olması, birinci düzey artık değerlerin normal dağılımı ve birinci düzey varyansların homojen dağılımı kontrol edilmiş ve karar verilen model (model 2c) ile koşulsuz model (model 2a) arasındaki uyum istatistiği ki-kare testi ile sınanmıştır. Şekil 8'de, model 2c'de kurulan birinci düzey artık değerleri ile birinci düzey tahmin edilen değerlere ilişkin saçılım grafiği gösterilmektedir.



Şekil 8 Model 2c doğrusallık varsayım kontrolü

Şekil 8’de, düzey 1’de yer alan artık değerlerin düzey 1’de kestirilen değerler ile doğrusal değişim gösterme durumunu sınamaya yönelik hazırlanan saçılım grafiği gösterilmektedir. Buna göre, artık değerler ile kestirilen değerlerin doğrusallık gösterdiği söylenebilir. Kurulan modelin koşulsuz model ile uyum istatistiği ve varyansların homojen dağılma durumu sınanmış, sonuçlar Tablo 27’de sunulmuştur.

Tablo 27

UÖAT Uyum İstatistikleri ve Varyansların Dağılımı

Model	Sapma Değeri	Kestirilen Parametre Sayısı	χ^2	Serbestlik derecesi	p
Koşulsuz Model	460,07	2	79,32	2	,001
Model 2c	380,75	4			
Homojenlik varsayımı			7,94	46	>,50

Tablo 27 incelendiğinde, koşulsuz modelin sapma değerinin 460,07 iken, model 2c’nin sapma değerinin 379,93 olduğu görülmektedir. Sapma değerlerine bakıldığında, model 2c daha düşük sapma göstermesinden dolayı, daha iyi uyum sağladığı söylenebilir. Bununla beraber, daha iyi uyum sağlama durumunun istatistiksel olarak anlamlılığı, yapılan ki-kare testi ile sınanmıştır. Buna göre, model 2c koşulsuz

modelden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi uyum sağlamaktadır [$\chi^2_{(2)} = 79,32$ $p < 0,05$]. Homojenlik varsayımı kontrol edildiğinde, varyansların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde homojen dağılımdan farklılaşmadığı görülmektedir [$\chi^2_{(46)} = 7,94$ $p > 0,05$]. Modelden elde edilen artık değerlerin dağılımının normalliği varsayımı çarpıklık ve basıklık katsayıları kontrol edilerek sınanmış ve sonuçlar Tablo 28’de sunulmuştur.

Tablo 28

Model 2c Düzey 1 Artık Değerler Normallik Varsayımı Kontrolü

	Ortalama	Standard Sapma	Çarpıklık (S.h.)	Basıklık (S.h.)
Düzey 1 artık değerler	0,00	0,70	0,49 (0,25)	0,68 (0,49)

Tablo 28’de model 2c’ye ait düzey 1’de elde edilen artık değerlerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin 0,49 (0,25) ile 0,68 (0,49) olduğu görülmektedir. Buna göre artık değerlerin normal dağılımdan farklılaşmadığı, HLM analizine ilişkin varsayımların karşılandığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, model 2c’nin yapmış olduğu kestirimlerin güvenilir ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre, deney gruplarında uygulanan öğrenme rotaları temelli eğitim ve öğrenme rotaları temelli kodlama etkinlikleri çocukların UÖAT puanlarını geliştirmekte istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilidir. Bu etki deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir.

Çocukların UÖAT puanlarındaki artışın kalıcılığını sınamak için, deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların son ve kalıcılık testleri üzerinden iki düzeyli boylamsal HLM analizi yapılmıştır. Bu analizde ise, birinci düzeyi çocukların son ve kalıcılık testi puanları oluştururken, ikinci düzeyi de çocuklar oluşturmaktadır. Öncelikle varyans bileşenlerinin ne kadarının birinci ve ikinci düzey değişkenleri ile açıklandığını görebilmek adına, Eşitlik 3’te belirtilen koşulsuz model ile analize başlanmış ve modele ilişkin sonuçlar Tablo 29’da raporlanmıştır.

Tablo 29

UÖAT Son ve Kalıcılık Testi Koşulsuz Model

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için Kesen, ortalama EÖT puanı ortalaması, (β_{00})	6,53	0,49	13,35	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	7,68	31	119,86	,001
Düzy bir etkisi (e)	0,43			

Tablo 29’da UÖAT puan ortalamalarının ortalamasının 6,53 olarak kestirildiği [%95 güven aralığında 7,5 – 5,58] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(31)} = 13,35$ $p < 0,05$]. Açıklanabilen varyansın %95’i [7,68 / (7,68+0,43)] ikinci düzey değişkenlerinden, yani çocuklardan, %5’i [0,43 / (7,68 + 0,43)] ise ölçümlerden kaynaklanmaktadır. Bu sonuç, düzey1 değişkenlerinin %5’lik bir bölümü açıklayabildiğini göstermektedir. Ancak araştırma amacı kapsamında kalıcılık etkisi sınıandığından dolayı, son testten kalıcılık testine çocukların UÖAT puanlarının değişimi, düzey 1 değişkenine eklenerek sınıanmış ve sonuçlar Tablo 30’da sunulmuştur.

Tablo 30

UÖAT Son ve Kalıcılık Testinin Tanımlanmış Model

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için, Kesen, UÖAT başlangıç puanı ortalaması, (β_{00})	5,91	0,47	12,58	,001
Eğim kalıcılık (π_1) için Kesen genel (β_{10})	0,31	0,16	2,00	,06
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	4,75	31	89,36	,001
Eğim müdahale (r_1)	0,21	31	41,85	,09
Düzy bir etkisi (e)	0,30			

Tablo 30 incelendiğinde, deney 1 ve deney 2 grubunda yer alan çocuklara ait son test UÖAT puan ortalamasının 5,91 olarak kestirildiği [%95 güven aralığında 6,83 – 4,99] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(31)}=12,58$ $p < 0,05$]. Son test ve kalıcılık testi arasında oluşan ortalama eğim değerinin

0,31 olarak kestirildiği, ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir [$t_{(31)}=2,00$ $p>0,05$]. Tahmini varyans kestirim değerlerine bakıldığında, birinci düzeyde kestirilen tahmini varyans değerinin 0,30 iken ikinci düzeyde kestirilen tahmini varyans değerinin 4,75 olduğu görülmektedir. Son test ve kalıcılık testinin tanımlandığı durumdaki varyans değerinin, koşulsuz modelde açıklanabilen toplam varyans değerine oranı incelendiğinde, düzey 1 değişkenlerinin %30'luk $[(0,43-0,30) / 0,43]$ bir etkisi olduğu saptanmıştır. Başka bir ifade ile çocukların UÖAT puanlarındaki değişimin %2'si $[0,05*0,30]$ ölçümler (düzey-1) arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Bu sonuç, çocukların son test ile kalıcılık testi arasındaki UÖAT puanlarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılaşma olmadığı, deney 1 ve deney 2 gruplarında uygulanan eğitim etkinliklerinin etkisinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

4.3. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların AÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Bulgular

Deney 1, deney 2 ve kontrol grubunun farklı zamanlarda yapılan ölçümlerden elde ettikleri EÖT puanlarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 31'de sunulmuştur.

Tablo 31

AÖAT Tanımlayıcı İstatistikler

Alan ölçme alt testi	Gruplar	n	$\bar{x}$	Ss	Ranj	Basıklık	Çarpıklık
Ön test	Deney 1	15	2,80	1,20	4	0,15 (0,58)	-0,93 (1,12)
	Deney 2	17	3,00	1,76	6	2,30 (0,55)	4,64 (1,06)
	Kontrol	15	3,00	1,06	4	0,00 (0,58)	-0,40 (1,12)
Son test	Deney 1	15	4,93	1,79	7	0,71 (0,58)	0,55 (1,12)
	Deney 2	17	4,47	1,84	7	1,17 (0,55)	1,62 (1,06)
	Kontrol	15	3,33	1,11	4	1,02 (0,58)	1,13 (1,12)
Kalıcılık testi	Deney 1	15	4,87	1,96	7	0,80 (0,58)	0,16 (1,12)
	Deney 2	17	4,41	1,94	7	0,97 (0,55)	1,02 (1,06)
	Kontrol	15	3,67	1,23	4	0,21 (0,58)	0,78 (1,12)

Tablo 31 incelendiğinde, deney 1 grubunun alan ölçme alt testinden elde ettikleri ön test puan ortalamalarının 2,80; deney 2 ve kontrol grubunun 3,00 olduğu görülmektedir. Son testlere ait puan ortalamalarında ise deney 1 grubunun 4,93; deney 2 grubunun 4,47; kontrol grubunun 3,33 olduğu belirlenmiştir. Kalıcılık testi puan ortalamalarının ise, deney 1 grubunun 4,87; deney 2 grubunun 4,41; kontrol grubunun

ise 3,67 olduğu saptanmıştır. Grupların farklı zamanlarda yapılan ölçüme bağlı olarak AÖAT puanlarının değişim durumu öncelikle Eşitlik 3'te belirtilen koşulsuz model ile sınanmış ve model 3a olarak adlandırılan modele ait Tablo 32'de sunulmuştur.

Tablo 32

AÖAT Model 3a Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için Kesen, ortalama AÖAT puanı ortalaması, (β_{00})	3,59	0,20	17,45	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (<i>ro</i>)	1.22	46	114,53	,001
Düzey bir etkisi (<i>e</i>)	1.63			

Tablo 32 incelendiğinde, çocukların AÖAT puanı ortalamasının yaklaşık 3,59 [%95 Güven aralığında 3,98 – 3,2] olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(46)}=17,45$; $p<0,05$]. Koşulsuz modele ait tahmini varyans kestirimleri tablosu incelendiğinde, birinci düzeydeki açıklanan tahmini varyans değerinin 1,63 iken ikinci düzeydeki açıklanan tahmini varyans değerinin 1,22 olduğu belirlenmiştir. Bu değerler üzerinden grup içi korelasyon katsayısı hesaplanmış ve [$p=1,22 / (1,22 + 1,63)$] 0,43 değeri elde edilmiştir. Farklı bir ifade ile çocukların puan ortalamalarındaki değişimde açıklanabilen varyansın %43'ü çocuklardan (düzey 2 değişkeni) kaynaklanırken, %57'si farklı zamanlarda yapılan ölçümlerden (düzey 1 değişkeni) kaynaklanmaktadır [$\chi^2_{(46)} = 114,53$ $p<0,05$].

Koşulsuz model, varyansın %57'sini düzey 1 değişkenlerinden kaynaklandığını göstermiştir. Bu nedenle ikinci modele düzey 1 değişkeni olarak ölçümlerin müdahale öncesi ve müdahale sonrası olma durumu eklenmiştir. Böylelikle, kurulan model doğrultusunda deney ve kontrol grubu olarak ayırmaksızın, çocukların AÖAT puanlarının müdahale öncesinden sonrasına değişim durumu sınanmıştır. Eşitlik 8'de belirtilen model 3b'ye ait sonuçlar Tablo 33'te sunulmuştur.

Tablo 33

AÖAT Model 3b Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	t değeri	p
Kesen (π_0) için				
Kesen, AÖAT başlangıç puanı ortalaması, (β_{00})	2,93	0,19	14,81	,001
Eğim müdahale (π_1) için				
Kesen genel (β_{10})	1,32	0,18	7,30	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	1,28	46	142,89	,001
Eğim müdahale (r_1)	0,35	46	59,43	,08
Düzyer bir etkisi (e)	0,60			

Tablo 33 incelendiğinde çocukların AÖAT ön test puan ortalamasının 2,93 olduğu [%95 güven aralığında 3,3 - 2,56] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(46)}=14,81$ $p<0,05$]. Müdahale öncesinden sonrasına deney ve kontrol grubu olarak ayırmaksızın, ortalama 1,32 puanlık [%95 güven aralığında 1,67 – 0,97] istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış olduğu saptanmıştır [$t_{(46)}=7,30$ $p<0,05$].

Koşulsuz modelde birinci düzeyde açıklanabilen tahmini varyans kestiriminin 1,63 olduğu görülmektedir (Tablo 32). Ön ve son test puanlarının bağımsız değişken olarak tanımlandığı modelde ise birinci düzeyde açıklanabilen varyans değişkeninin 0,60'a düştüğü belirlenmiştir (Tablo 33). Müdahaleden önce ve sonra çocukların AÖAT puanlarındaki değişimin ne kadarının birinci düzeyde (ölçümler arasında) açıklanabildiğini bulmak için Eşitlik 12 kullanılmıştır. Buna göre, AÖAT puanlarındaki değişimin %63'ü [(1,63 – 0,60) / 1,63] ön test ile son test arası farklılıktan kaynaklanmaktadır. AÖAT puanlarındaki birinci düzeyde açıklanabilen varyansın %57'sinin %63'ü toplamda %35'i (0,57*0,63) ön ve son test arasındaki puan farkından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak, model 3b'nin, çocukların AÖAT puan artışındaki açıklanabilen varyansın %35'ini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde açıklayabildiği görülmektedir.

Çocukların AÖAT puanlarındaki değişimde deney 1 veya deney 2 grubunda yer alma durumunun etkisi ise kurulan model 3c ile sınanmıştır. Bu modelde, ön testten son teste geçen zaman ile deney 1, deney 2 veya kontrol grubunda yer alma durumunun çapraz etkileşimi test edilmiştir. Bir başka ifadeyle, zaman ile çocukların AÖAT puanlarındaki artış kontrol altına alındığında, deney gruplarında olmanın çocukların

AÖAT puanlarında yol açtığı değişim sınanmıştır. Eşitlik 11’de gösterilen model 3c’ye ait sonuçlar Tablo 34’te sunulmuştur.

Tablo 34

AÖAT Model 3c Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için				
Kesen, AÖAT başlangıç puanı ortalaması (β_{00})	3,00	0,26	11,25	,001
Grup(kontrol veya deney), (β_{01})	-0,09	0,37	-0,25	0,80
Eğim müdahale (π_1) için				
Kesen genel (β_{10})	0,33	0,22	1,48	,14
Kesen grup(kontrol veya deney) (β_{11})	1,44	0,30	4,86	,001
Kesen grup(deney 1 veya deney 2) (β_{12})	-0,67	0,38	-1,74	,09
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	1,47	45	188,34	,001
Eğim müdahale (r_1)	0,21	45	55,17	,14
Düzy bir etkisi (e)	0,46			

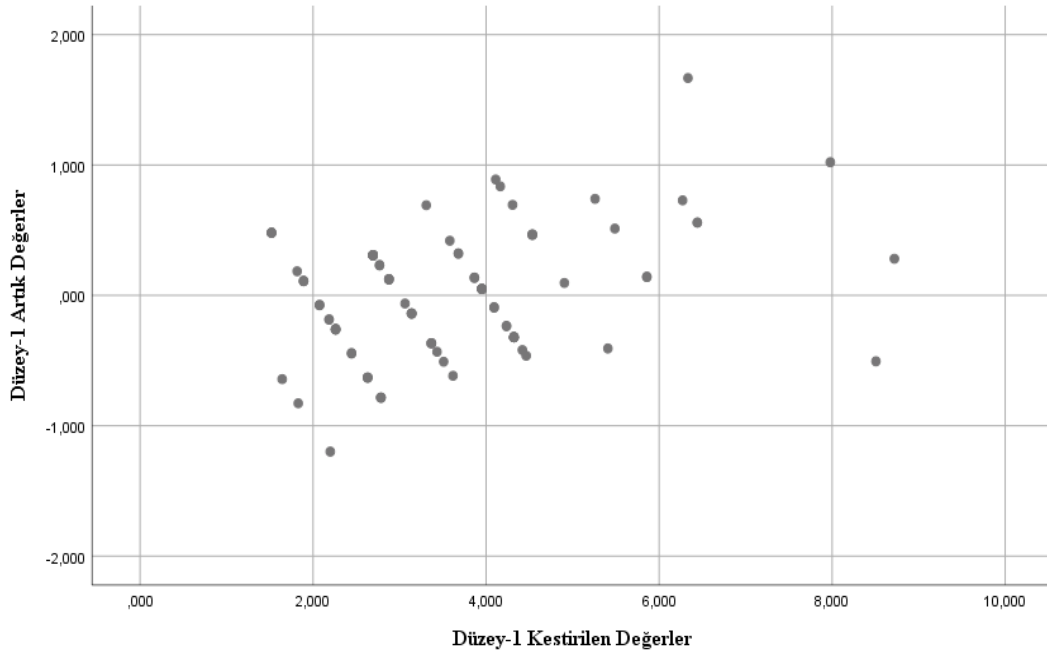
Tablo 34 incelendiğinde oluşturulan modelde bütün çocukların ön test puan ortalamalarına ait kesen değerinin 3,00 [%95 güven aralığında 3,51– 2,49] olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(45)}=11,25$ $p<0,05$]. Deney veya kontrol grubunda yer alma durumunun çocukların ön test AÖAT puanları üzerindeki kesen değerinin -0,09 puan olduğu ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir [$t_{(45)}=-0,25$ $p>0,05$]. Ön test ve son test puanlarından dolayı oluşan ortalama eğime ait kesen değerinin ise 0,33 olarak kestirildiği ancak bu değer istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı saptanmıştır [$t_{(45)}=1,48$ $p>0,05$]. Deney grubundan birinde yer alma durumunun ön testten son teste AÖAT puanında sebep olduğu değişime ait eğim değerinin 1,44 [%95 güven aralığında 2,03– 0,89] olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(45)}=4,86$ $p<0,05$]. Sonuç olarak, model 3c’nin çocukların AÖAT ön test puan ortalamalarının ortalamasını 3,00 olarak kestirdiği, ön testten son teste geçen sürede kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış görülmezken, deney gruplarında yer alma durumunun 1,44 puan artışı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordadığı görülmektedir.

Tablo 34’de çocukların AÖAT puanlarındaki artışın deney 1 veya deney 2 grubunda yer alma durumuna göre farklılaşma durumu incelendiğinde bu artışa ait eğim

değerinin -0,67 olarak kestirildiği ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı görülmektedir [$t_{(30)}=-1,74$ $p>0,05$]. Buna göre, deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların AÖAT puanlarındaki artış istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir.

İkinci düzeyde deney ve kontrol grubu değişkenleri ile birinci düzeyde ön test ve son test değerlerinin tanımlandığı model 3c’de birinci düzeyde açıklanan tahmini varyans kestiriminin 0,46 olduğu görülmektedir (Tablo 34). Buna göre model 3c’de kestirilen tahmini varyans, birinci düzeyde açıklanabilen varyansın %66’sını $[(1,63-0,46) / 1,63]$, çocukların AÖAT puanlarındaki değişimde açıklanabilen varyansın %37’sini $[0,57*0,66]$ açıklamaktadır. Sonuç olarak, deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinlikler, çocukların AÖAT puanlarını geliştirmede istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir etkiye neden olurken, oluşan etkinin büyüklüğü ise ,37 olarak hesaplanmıştır.

Araştırmanın amacı doğrultusunda nihai olarak deney gruplarında yer almanın, çocukları AÖAT puanlarına etkisinin sınıandığı model 3c’ye karar verilmiştir. HLM anali ait varsayım olan, birinci düzey artık değerler ile birinci düzey kestirilen değerlerin doğrusal olması, birinci düzey artık değerlerin normal dağılımı ve birinci düzey varyansların homojen dağılımı kontrol edilmiş ve karar verilen model (model 3c) ile koşulsuz model (model 3a) arasındaki uyum istatistiği ki-kare testi ile sınanmıştır. Şekil 9’da, model 3c’de kurulan birinci düzey artık değerleri ile birinci düzey tahmin edilen değerlere ilişkin saçılım grafiği gösterilmektedir.



Şekil 9 Model 3c doğrusallık varsayım kontrolü

Şekil 9’da düzey 1’de yer alan artık değerlerin düzey 1’de kestirilen değerler ile doğrusal değişim gösterme durumunu sınamaya yönelik hazırlanan saçılım grafiği gösterilmektedir. Buna göre artık değerler ile kestirilen değerlerin doğrusallık gösterdiği söylenebilir. Kurulan modelin koşulsuz model ile uyum istatistiği ve varyansların homojen dağılıma durumu sınanmış, sonuçlar Tablo 35’te sunulmuştur.

Tablo 35

AÖAT Model Uyum İstatistikleri ve Varyansların Dağılımı

Model	Sapma Değeri	Kestirilen Parametre Sayısı	χ^2	Serbestlik derecesi	p
Koşulsuz Model	354,50	2	52,73	2	,001
Model 3c	301,77	4			
Homojenlik Varsayımı			2,89	46	>,50

Tablo 35 incelendiğinde, koşulsuz modelin sapma değerinin 354,50 iken model 3c’nin sapma değerinin 301,77 olduğu görülmektedir. Sapma değerlerine bakıldığında, model 3c’nin daha düşük sapma göstermesinden dolayı, daha iyi uyum sağladığı söylenebilir. Bununla beraber, daha iyi uyum sağlama durumunun istatistiksel olarak

anlamlılığı, yapılan ki-kare testi ile sınanmıştır. Buna göre, model 3c koşulsuz modelden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi uyum sağlamaktadır [$\chi^2_{(2)} = 52,73$ $p < 0,05$]. Homojenlik varsayımı kontrol edildiğinde, varyansların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde homojen dağılımdan farklılaşmadığı görülmektedir [$\chi^2_{(46)} = 2,89$ $p > 0,05$]. Modelden elde edilen artık değerlerin dağılımının normalliği varsayımı çarpıklık ve basıklık katsayıları kontrol edilerek sınanmış ve sonuçlar Tablo 36'da sunulmuştur.

Tablo 36

Model 3c Düzey 1 Artık Değerler Normallik Varsayımı Kontrolü

	Ortalama	Standard Sapma	Çarpıklık (S.h.)	Basıklık (S.h.)
Düzey 1 artık değerler	0,00	0,46	0,40 (0,25)	0,86 (0,49)

Tablo 36 incelendiğinde, model 3c'ye ait düzey 1'de elde edilen artık değerlerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin 0,40 (0,25) ile 0,86 (0,49) olduğu görülmektedir. Buna göre artık değerlerin normal dağılımdan farklılaşmadığı, HLM analizine ilişkin varsayımların karşılandığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, model 3c'nin yapmış olduğu kestirimlerin güvenilir ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre deney gruplarında uygulanan öğrenme rotaları temelli eğitim ve öğrenme rotaları temelli kodlama etkinlikleri çocukların AÖAT puanlarını geliştirmede istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilidir. Bu etki deney grupları arasında farklılık göstermemektedir.

Çocukların AÖAT puanlarındaki artışın kalıcılığını sınamak için, deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların son test ve kalıcılık testleri üzerinden iki düzeyli boylamsal HLM analizi yapılmıştır. Bu analizde ise birinci düzeyi çocukların son ve kalıcılık testi puanları oluştururken, ikinci düzeyi de çocuklar oluşturmaktadır. Öncelikle varyans bileşenlerinin ne kadarının birinci ve ikinci düzey değişkenleri ile açıklandığını görebilmek adına, koşulsuz model ile analize başlanmıştır. Eşitlik 3'te belirtilen koşulsuz modele ilişkin sonuçlar Tablo 37'de raporlanmıştır.

Tablo 37

AÖAT Son ve Kalıcılık Testi Koşulsuz Model

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için Kesen, ortalama AÖAT puanı ortalaması (β_{00})	4,65	0,32	14,45	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	3,36	31	1699,50	,001
Düzy bir etkisi (e)	0,35			

Tabloda 37’de AÖAT puan ortalamalarının ortalamasının 4,65 olarak kestirildiği [%95 güven aralığında 5,27 – 4,03] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(31)} = 14,45$ $p < 0,05$]. Açıklanabilen varyansın %91’i [3,36 / (3,36+0,35)] ikinci düzey değişkenlerinden, yani çocuklardan, %9’u [0,35 / (3,36+0,35)] ise ölçümlerden kaynaklanmaktadır [$\chi^2_{(31)} = 1699,50$ $p < 0,05$]. Bu sonuç, düzey1 değişkenlerinin %9’luk bir bölümü açıklayabildiğini göstermektedir. Ancak araştırma amacı kapsamında kalıcılık etkisi sınıdıldığından dolayı, son testten kalıcılık testine çocukların AÖAT puanlarının değişimi, düzey 1 değişkenine eklenerek sınıanmış sonuçlar Tablo 38’de sunulmuştur.

Tablo 38

AÖAT Son ve Kalıcılık Testi Tanımlanmış Model

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	P
Kesen (π_0) için, Kesen, AÖAT başlangıç puanı ortalaması, (β_{00})	4,78	0,32	14,69	,001
Eğim kalıcılık (π_1) için Kesen genel (β_{10})	-0,06	0,08	-0,71	,48
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	2,61	31	122,64	,001
Eğim kalıcılık (r_1)	0,04	31	37,84	,19
Düzy bir etkisi (e)	0,10			

Tablo 38 incelendiğinde, deney 1 ve deney 2 grubunda yer alan çocuklara ait son test 4,78 olarak kestirildiği [%95 güven aralığında 5,4 - 4,16] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(31)}=14,69$ $p < 0,05$]. Son testten kalıcılık testi arasında oluşan ortalama eğim değerin -0,06 olarak kestirildiği,

ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir [$t_{(31)}=-0,71$ $p>0,05$]. Tahmini varyans kestirim değerlerine baktığımızda, birinci düzeyde kestirilen tahmini varyans değerinin 0,10 iken ikinci düzeyde kestirilen tahmini varyans kestiriminin 2,61 olduğu görülmektedir. Son test ve kalıcılık testinin tanımlandığı durumdaki varyans değerinin koşulsuz modelde açıklanabilen toplam varyans değerine oranını incelendiğinde düzey 1 değişkenlerinin %71'lik $[(0,35-0,10)/0,35]$ bir etkisi olduğu saptanmıştır. Bir başka ifadeyle, çocukların AÖAT puanlarındaki değişimin %6'sı $[0,71*0,09]$ son ve kalıcılık testi arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Bu sonuç, çocukların son test ile kalıcılık testi arasındaki AÖAT puanlarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılaşma olmadığı, deney 1 ve deney 2 gruplarında uygulanan eğitim etkinliklerinin etkisinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

4.4. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların HÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Bulgular

Deney 1, deney 2 ve kontrol grubunun farklı zamanlarda yapılan ölçümlerden elde ettikleri HÖAT puanlarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 39'da sunulmuştur.

Tablo 39

HÖAT Tanımlayıcı İstatistikler

Hacim ölçme alt Testi	Gruplar	n	$\bar{x}$	Ss	Ranj	Basıklık	Çarpıklık
Ön test	Deney 1	15	2,20	1,13	3	0,43 (0,58)	-1,69 (1,12)
	Deney 2	17	2,00	1,36	4	1,49 (0,55)	1,16 (1,06)
	Kontrol	15	2,27	1,48	4	-0,52 (0,58)	-1,22 (1,12)
Son test	Deney 1	15	4,67	1,23	4	-0,57 (0,58)	-0,21 (1,12)
	Deney 2	17	4,00	1,50	6	0,00 (0,55)	0,13 (1,06)
	Kontrol	15	2,53	1,36	5	-0,38 (0,58)	0,44 (1,12)
Kalıcılık testi	Deney 1	15	4,80	1,37	5	-0,35 (0,58)	0,30 (1,12)
	Deney 2	17	4,18	1,18	5	0,64 (0,55)	1,15 (1,06)
	Kontrol	15	2,87	0,99	4	0,30 (0,58)	0,62 (1,12)

Tablo 39 incelendiğinde, deney 1 grubunun HÖAT'den elde ettiği ön test puan ortalamasının 2,20, deney 2 grubunun 2,00 ve kontrol grubunun ise 2,27 olduğu görülmektedir. Son testlere ait puan ortalamalarında ise deney 1 grubunun 4,67, deney 2 grubunun 4,00 ve kontrol grubunun ise 2,53 olduğu belirlenmiştir. Kalıcılık testi puan ortalamalarının deney 1 grubunun 4,80, deney 2 grubunun 4,18 ve kontrol grubunun ise 2,87 olduğu görülmektedir. Grupların farklı zamanlarda yapılan ölçüme bağlı olarak

HÖAT puanlarının değişim durumu öncelikle Eşitlik 3'te belirtilen koşulsuz model ile sınanmış ve model 4a olarak adlandırılan modele ait sonuçlar Tablo 40'ta sunulmuştur.

Tablo 40

HÖAT Model 4a Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için Kesen, ortalama HÖAT puanı ortalaması, (β_{00})	2,95	0,18	16,20	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (<i>rv</i>)	0,33	46	58,00	,001
Düzey bir etkisi (<i>e</i>)	2,52			

Tablo 40 incelendiğinde, çocukların HÖAT puanı ortalamasının 2,95 [%95 güven aralığında 3,3 – 2,6] olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(46)}=16,20$; $p<0,05$]. Koşulsuz modele ait tahmini varyans kestirimleri tablosu incelendiğinde, birinci düzeydeki açıklanan tahmini varyans değerinin 2,52 iken ikinci düzeydeki açıklanan tahmini varyans değerinin 0,33 olduğu belirlenmiştir. Bu değerler üzerinden grup içi korelasyon katsayısı hesaplanmış ve [$p = 0,33 / (0,33 + 2,52)$] 0,12 değeri elde edilmiştir. Farklı bir ifade ile çocukların puan ortalamalarındaki değişimde açıklanabilen varyansın %12'si çocuklardan (düzey 2 değişkeni), %88'i farklı zamanlarda yapılan ölçümlerden (düzey 1 değişkeni) kaynaklanmaktadır [$\chi^2_{(46)} = 58,00$ $p<0,05$].

Koşulsuz model, varyansın %88'inin düzey 1 değişkenlerinden kaynaklandığını göstermiştir. Bu nedenle ikinci modele düzey 1 değişkeni olarak ölçümlerin müdahale öncesi ve müdahale sonrası olma durumu eklenmiştir. Böylelikle kurulan model doğrultusunda deney ve kontrol grubu olarak ayırmaksızın, çocukların HÖAT puanlarının müdahale öncesinden sonrasına değişim durumu sınanmıştır. Eşitlik 8'de belirtilen model 4b'ye ait sonuçlar Tablo 41'de sunulmuştur.

Tablo 41

HÖAT Model 4b Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için				
Kesen, HÖAT başlangıç puanı ortalaması, (β_{00})	2,15	0,19	10,89	,001
Eğim müdahale (π_1) için				
Kesen genel (β_{10})	1,59	0,23	6,92	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	0,80	46	114,68	,001
Eğim müdahale (r_1)	0,41			
Düzyer bir etkisi (e)	1,07			

Tablo 41 incelendiğinde, HÖAT ön test puan ortalamasının kestiriminin 2,15 olduğu [%95 güven aralığında 2,52 - 1,78] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(46)}=10,89$ $p<0,05$]. Müdahale öncesinden sonrasına, deney ve kontrol grubu olarak ayırmaksızın, ortalama 1,59 puanlık [%95 güven aralığında 2,04 – 1,14] istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış olduğu belirlenmiştir [$t_{(46)}=6,92$ $p<0,05$].

Koşulsuz modelde birinci düzeyde açıklanabilen tahmini varyans kestiriminin 2,52 olduğu görülmektedir (Tablo 40). Ön ve son test puanlarının bağımsız değişken olarak tanımlandığı modelde ise birinci düzeyde açıklanabilen varyans değişkeninin 1,07'e düştüğü belirlenmiştir (Tablo 41). Müdahaleden önce ve sonra çocukların HÖAT puanlarındaki değişimin ne kadarının birinci düzeyde (ölçümler arasında) açıklanabildiğini bulmak için Eşitlik 12 kullanılmıştır. Buna göre HÖAT puanlarındaki değişimin %57'si [(2,52 – 1,07) / 2,52] ön test ile son test arası farklılıktan kaynaklanmaktadır. HÖAT puanlarındaki birinci düzeyde açıklanabilen varyansın %88'sinin %57'si toplamda %50'si (0,88*0,57) ön ve son test arasındaki puan farkından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak, model 4b'nin, çocukların HÖAT puan artışındaki açıklanabilen varyansın %50'sini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde açıklayabildiği görülmektedir.

Çocukların HÖAT puanlarındaki değişimde deney 1 ve deney 2 grubunda yer alma durumunun etkisi ise kurulan model 4c ile sınanmıştır. Bu modelde ön testten son teste geçen zaman ile deney 1, deney 2 veya kontrol grubunda yer alma durumunun çapraz etkileşimi test edilmiştir. Başka bir ifadeyle, zaman ile çocukların HÖAT puanlarındaki artış kontrol altına alındığında, deney gruplarında olmanın çocukların

HÖAT puanlarında yol açtığı değişim sınanmıştır. Eşitlik 11’de gösterilen model 4c’ye ait sonuçlar Tablo 42’de sunulmuştur.

Tablo 42

HÖAT Model 4c Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	t değeri	p
Kesen (π_0) için, Kesen, HÖAT başlangıç puanı ortalaması, (β_{00})	2,26	0,37	6,11	,001
Grup(kontrol veya deney) , (β_{01}) Eğim müdahale (π_1) için Kesen genel (β_{10})	-0,17	0,44	-0,40	,70
Kesen grup(kontrol veya deney) (β_{11})	0,26	0,24	1,11	,27
Kesen grup(kontrol veya deney) (β_{11})	1,95	0,34	5,60	,001
Kesen grup(deney 1 veya deney 2) (β_{12})	-0,47	0,51	-0,92	,37
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	1,13	45	111,02	,001
Eğim müdahale (r_1)	0,20	45	50,81	,25
Düzey bir etkisi (e)	0,77			

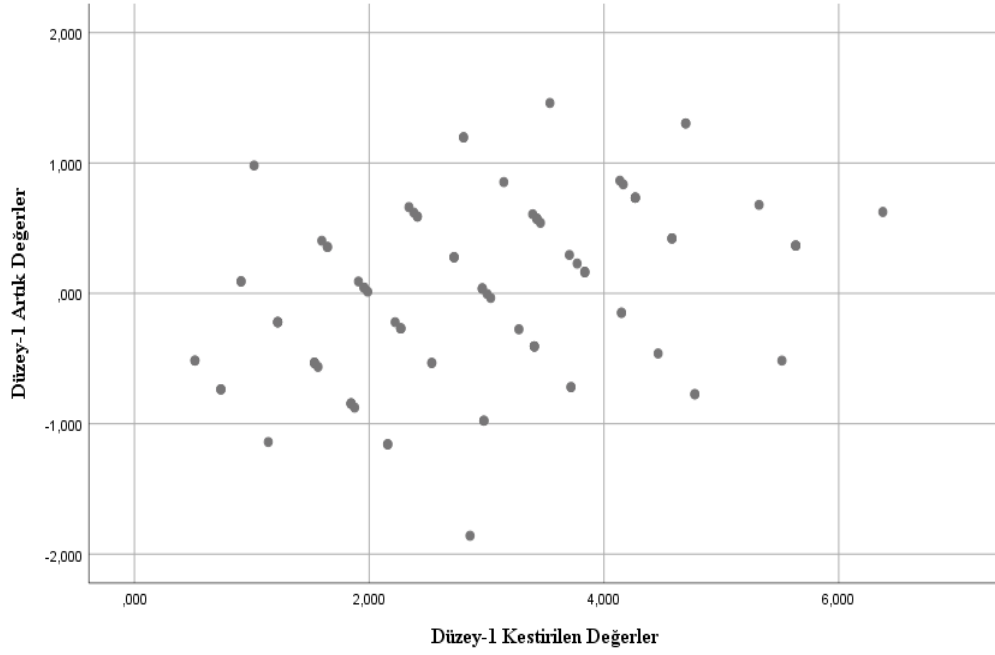
Tablo 42 incelendiğinde, oluşturulan modelde bütün çocukların puan başlangıç puanı ortalamalarına ait kesen değerinin 2,26 [%95 güven aralığında 2,98– 1,54] olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(45)}=6,11$ $p<0,05$]. Deney veya kontrol grubunda yer alma durumunun çocukların ön test HÖAT puanları üzerindeki kesen değerinin -0,17 puan olduğu ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir [$t_{(45)}=6,11$ $p<0,05$]. Ön test ve son test puanlarından dolayı oluşan ortalama eğitim değerinin ise 0,26 olarak kestirildiği ancak bu değer istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı görülmektedir [$t_{(45)}=1,11$ $p>0,05$]. Deney gruplarından birinde yer almanın durumunun ön testten son teste HÖAT puanında sebep olduğu değişime ait eğitim değerinin 1,95 [%95 güven aralığında 2,62– 1,28] olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu saptanmıştır [$t_{(45)}=5,60$ $p<0,05$]. Sonuç olarak, model 1c’nin çocukların HÖAT ön test puan ortalamasını 2,14 olarak kestirdiği, ön testten son teste geçen sürede kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış görülmezken, deney grubunda yer alma durumunun 1,95 puan artışı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordadığı görülmektedir [$t_{(30)}=-0,92$ $p>0,05$].

Tablo 42’de çocukların HÖAT puanlarındaki artışın deney 1 veya deney 2 grubunda yer alma durumuna göre farklılaşma durumu incelendiğinde bu artışa ait eğitim

değerinin -0,47 olarak kestirildiği ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı görülmektedir. Buna göre, deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların HÖAT puanlarındaki artış istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir.

İkinci düzeyde deney ve kontrol grubu değişkenleri ile birinci düzeyde ön test ve son test değerlerinin tanımlandığı model 4c'de birinci düzeyde açıklanan tahmini varyans kestiriminin 0,77 olduğu görülmektedir (Tablo 42). Buna göre, model 4c'de kestirilen tahmini varyans, birinci düzeyde açıklanabilen varyansın %69'unu $[(2,52 - 0,77) / 2,52]$, çocukların HÖAT puanlarındaki değişimde açıklanabilen varyansın %60'ını $[0,88 * 0,69]$ açıklamaktadır. Sonuç olarak, deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinlikler, çocukların HÖAT puanlarını geliştirmede istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir etkiye neden olurken, oluşan etkinin büyüklüğü ise ,60 olarak hesaplanmıştır.

Araştırmanın amacı doğrultusunda nihai olarak deney gruplarında yer almanın çocukların HÖAT puanlarına etkisinin sınındığı model 4c'ye karar verilmiştir. HLM analizine ait varsayım olan, birinci düzey artık değerler ile birinci düzey kestirilen değerlerin doğrusal olması, birinci düzey artık değerlerin normal dağılımı ve birinci düzey varyansların homojen dağılımı kontrol edilmiş ve karar verilen model (model 4c) ile koşulsuz model (model 4a) arasındaki uyum istatistiği ki-kare testi ile sınanmıştır. Şekil 10'da model 4c'de kurulan birinci düzey artık değerleri ile birinci düzey tahmin edilen değerlere ilişkin saçılım grafiği gösterilmektedir.



Şekil 10 Model 4c doğrusallık varsayım kontrolü

Şekil 10’da, düzey 1’de yer alan artık değerlerin düzey 1’de kestirilen değerler ile doğrusal değişim gösterme durumunu sınamaya yönelik hazırlanan saçılım grafiği gösterilmektedir. Buna göre artık değerler ile kestirilen değerlerin doğrusallık gösterdiği söylenebilir. Kurulan modelin koşulsuz model ile uyum istatistiği ve varyansların homojen dağılıma durumu sınanmış, sonuçlar Tablo 43’te sunulmuştur.

Tablo 43

HÖAT Model Uyum İstatistikleri ve Varyansların Dağılımı

Model	Sapma Değeri	Kestirilen Parametre Sayısı	χ^2	Serbestlik derecesi	p
Koşulsuz Model	363,29	2	52,96	2	,001
Model 4c	310,33	4			
Homojenlik Varsayımı			9,38	37	>,50

Tablo 43 incelendiğinde, koşulsuz modelin sapma değerinin 363,29 model 4c’nin sapma değerinin 310,33 olduğu görülmektedir. Sapma değerlerine bakıldığında, model 4c daha düşük sapma göstermesinden dolayı, daha iyi uyum sağladığı söylenebilir. Bununla beraber, daha iyi uyum sağlama durumunun istatistiksel olarak

anlamlılığı, yapılan ki-kare testi ile sınanmıştır. Buna göre, model 4c koşulsuz modelden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi uyum sağlamaktadır [$\chi^2_{(2)} = 52,96$ $p < 0,05$]. Homojenlik varsayımı kontrol edildiğinde, varyansların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde homojen dağılımdan farklılaşmadığı görülmektedir [$\chi^2_{(46)} = 9,38$ $p > 0,05$]. Modelden elde edilen artık değerlerin dağılımının normalliği varsayımı çarpıklık ve basıklık katsayıları kontrol edilerek sınanmış ve sonuçlar Tablo 44'te sunulmuştur.

Tablo 44

Model 4c Düzey 1 Artık Değerler Normallik Varsayımı Kontrolü

	Ortalama	Standard Sapma	Çarpıklık (S.h.)	Basıklık (S.h.)
Düzey 1 artık değerler	0,00	0,65	-0,07 (0,25)	-0,33 (0,49)

Tablo 44'te, model 4c'ye ait düzey 1'de elde edilen artık değerlerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin, -0,07 (0,25) ile -0,33 (0,49) olduğu görülmektedir. Buna göre artık değerlerin normal dağılımdan farklılaşmadığı, HLM analizine ilişkin varsayımların karşılandığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, model 4c'nin yapmış olduğu kestirimlerin güvenilir ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre, deney gruplarında uygulanan öğrenme rotaları temelli eğitim ve öğrenme rotaları temelli kodlama etkinlikleri çocukların HÖAT puanlarını geliştirmede istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilidir. Bu etki deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir.

Çocukların HÖAT puanlarındaki artışın kalıcılığını sınamak için deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların son test ve kalıcılık testleri üzerinden iki düzeyli boyamsal HLM analizi yapılmıştır. Bu analizde ise, birinci düzeyi çocukların son ve kalıcılık testi puanları oluştururken, ikinci düzeyi de çocuklar oluşturmaktadır. Öncelikle varyans bileşenlerinin ne kadarının birinci ve ikinci düzey değişkenleri ile açıklandığını görebilmek adına Eşitlik 3'te belirtilen koşulsuz modele ile analize başlanmıştır. Koşulsuz modele ilişkin sonuçlar Tablo 45'te raporlanmıştır.

Tablo 45

HÖAT Son ve Kalıcılık Testi Koşulsuz Model

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için Kesen, ortalama HÖAT puanı ortalaması (β_{00})	4,39	0,22	19,60	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	1,49	31	313,09	,001
Düzy bir etkisi (e)	0,32			

Tablo 45'te çocukların HÖAT puan ortalamalarının 4,39 olarak kestirildiği [%95 güven aralığında 4,82 – 3,96] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(31)} = 19,60$ $p < 0,05$]. Açıklanabilen varyansın %82'si [$1,49/(1,49+0,32)$] ikinci düzey değişkenlerinden, yani çocuklardan, %18'i [$0,32/(0,32+1,49)$] ölçümlerden kaynaklanmaktadır. Bu sonuç, düzey1 değişkenlerinin açıklanabilen varyansta %18'lik bir bölümü açıklayabildiğini göstermektedir. Ancak, araştırma amacı kapsamında kalıcılık etkisi sınıdğından dolayı, son testten kalıcılık testine çocukların HÖAT puanlarının değişimi, düzey 1 değişkenine eklenmiş, sonuçlar Tablo 46'da sunulmuştur.

Tablo 46

HÖAT Son ve Kalıcılık Testi Tanımlanmış Model

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	P
Kesen (π_0) için, Kesen, HÖAT başlangıç puanı ortalaması, (β_{00})	4,08	0,38	10,65	,001
Eğim kalıcılık (π_1) için Kesen genel (β_{10})	0,16	0,14	1,11	,27
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	2,31	31	59,37	,001
Eğim kalıcılık (r_1)	0,05	31	34,00	,19
Düzy bir etkisi (e)	0,30			

Tablo 46 incelendiğinde, deney 1 ve deney 2 grubunda yer alan çocuklara ait son test HÖAT puan ortalamasının 4,08 olarak kestirildiği [%95 güven aralığında 4,82 - 3,34] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir

[$t_{(31)}=10,65$ $p<0,05$]. Son test ve kalıcılık testi arasında oluşan ortalama eğim değerinin 0,16 olarak kestirildiği, ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir [$t_{(31)}=1,11$ $p>0,05$]. Tahmini varyans kestirim değerlerine baktığımızda, birinci düzeyde kestirilen tahmini varyans değerinin 0,30 iken ikinci düzeyde kestirilen tahmini varyans kestiriminin 2,31 olduğu görülmektedir. Son test ve kalıcılık testinin tanımlandığı durumdaki varyans değerinin koşulsuz modelde açıklanan toplam varyans değerine oranını incelendiğinde, düzey 1 değişkenlerinin %6'lık [(0,32-0,30) /0,32] bir etkisi olduğu saptanmıştır. Başka bir ifadeyle, çocukların HÖAT puanlarındaki değişimin %1'i [0,18*0,06] son ve kalıcılık testi arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Bu sonuç, çocukların son test ile kalıcılık testi arasındaki HÖAT puanlarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılaşma olmadığı, deney 1 ve deney 2 gruplarında uygulanan eğitim etkinliklerinin etkisinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

4.5. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların AçÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Bulgular

Deney 1, deney 2 ve kontrol grubunun farklı zamanlarda yapılan ölçümlerden elde ettikleri AçÖAT puanlarına ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 47'de sunulmuştur.

Tablo 47

AçÖAT Tanımlayıcı İstatistikler

Açı ölçme alt testi	Gruplar	n	$\bar{x}$	Ss	Ranj	Basıklık	Çarpıklık
Ön test	Deney 1	15	3,07	1,22	5	0,67 (0,58)	1,17 (1,12)
	Deney 2	17	3,35	1,32	5	0,73 (0,55)	0,64 (1,06)
	Kontrol	15	3,13	0,99	4	-0,29 (0,58)	0,61 (1,12)
Son test	Deney 1	15	5,67	0,97	3	0,25 (0,58)	-1,13 (1,12)
	Deney 2	17	5,41	1,46	5	0,13 (0,55)	-0,20 (1,06)
	Kontrol	15	3,73	0,88	3	1,31 (0,58)	1,82 (1,12)
Kalıcılık testi	Deney 1	15	5,40	1,24	4	0,65 (0,58)	-0,32 (0,34)
	Deney 2	17	5,53	1,42	5	0,23 (0,55)	-0,48 (0,23)
	Kontrol	15	3,87	0,83	3	1,12 (0,58)	1,95 (1,12)

Tablo 47 incelendiğinde, deney 1 grubunun AçÖAT'den elde ettiği ön test puan ortalamasının 3,07; deney 2 grubunun 3,35; kontrol grubunun 3,13 olduğu görülmektedir. Son testlere ait puan ortalamalarında ise deney 1 grubunun 5,67; deney 2 grubunun 5,41; kontrol grubunun 3,73 olduğu görülmektedir. Kalıcılık testi puan

ortalamalarının deney 1 grubunun 5,40; deney 2 grubunun 5,53; kontrol grubunun 3,87 olduğu görülmektedir. Grupların farklı zamanlarda yapılan ölçüme bağlı olarak AçÖAT puanlarının değişim durumu öncelikle Eşitlik 3'te belirtilen koşulsuz model ile sınanmış ve model 5a olarak adlandırılan modele ait sonuçlar Tablo 48'de sunulmuştur.

Tablo 48

AçÖAT Model 5a Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	t değeri	p
Kesen (π_0) için Kesen, ortalama AçÖAT puanı ortalaması, (β_{00})	4,07	0,16	25,71	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (ro)	0,01	46	45,42	,001
Düze bir etkisi (e)	2,44			

Tablo 48 incelendiğinde, çocukların AçÖAT puanı ortalamasının 4,07 [%95 Güven aralığında 4,38 – 3,76] olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(46)}=25,71$; $p<0,05$]. Koşulsuz modele ait tahmini varyans kestirimleri tablosu incelendiğinde, birinci düzeydeki açıklanan tahmini varyans değerinin 2,44 iken ikinci düzeydeki açıklanan tahmini varyans değerinin 0,01 olduğu belirlenmiştir. Bu değerler üzerinden grup içi korelasyon katsayısı hesaplanmış ve [$p=0,01 / (0,01 + 2,44)$] 0,01 değeri elde edilmiştir. Farklı bir ifade ile çocukların puan ortalamalarındaki değişimde açıklanabilen varyansın %1'i çocuklardan (düzey 2 değişkeni) kaynaklanırken, %99'u farklı zamanlarda yapılan ölçümlerden (düzey 1 değişkeni) kaynaklanmaktadır [$\chi^2_{(46)}=45,42$ $p<0,05$].

Koşulsuz model, varyansın %99'unun düzey 1 değişkenlerinden kaynaklandığını göstermiştir. Bu nedenle, ikinci modele düzey 1 değişkeni olarak ölçümlerin müdahale öncesi ve müdahale sonrası olma durumu eklenmiştir. Böylelikle kurulan model doğrultusunda deney ve kontrol grubu olarak ayırmaksızın, çocukların AçÖAT puanlarının müdahale öncesinden sonrasına değişim durumu sınanmıştır. Eşitlik 8'de belirtilen model 5b'ye ait sonuçlar Tablo 49'da sunulmuştur.

Tablo 49

AçÖAT Model 5b Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için				
Kesen, AçÖAT başlangıç puanı ortalaması, (β_{00})	3,19	0,17	18,86	,001
Eğim müdahale (π_1) için				
Kesen genel (β_{10})	1,76	0,20	8,83	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (<i>rv</i>)	0,58	46	79,69	,001
Eğim müdahale (<i>r_l</i>)	0,33	46	55,68	,15
Düzey bir etkisi (<i>e</i>)	0,79			

Tablo 49 incelendiğinde, ön ve son test değerleri modele eklendiğinde çocuklara ait ön test AçÖAT puan ortalamasının kestiriminin 3,19 olduğu [%95 güven aralığında 3,52 - 2,86] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(46)}=18,86$ $p<0,05$]. Müdahale öncesinden sonrasına, deney ve kontrol grubu olarak ayırmaksızın, ortalama 1,76 puanlık [%95 güven aralığında 2,15 – 1,37] istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artış olduğu belirlenmiştir [$t_{(46)}=8,83$ $p<0,05$].

Koşulsuz modelde birinci düzeyde açıklanabilen tahmini varyans kestiriminin 2,44 olduğu görülmektedir (Tablo 48). Ön ve son test puanlarının bağımsız değişken olarak tanımlandığı modelde ise birinci düzeyde açıklanabilen varyans değişkeninin 0,79'a düştüğü saptanmıştır (Tablo 49). Müdahaleden önce ve sonra çocukların AçÖAT puanlarındaki değişimin ne kadarının birinci düzeyde (ölçümler arasında) açıklanabildiğini bulmak için Eşitlik 12 kullanılmıştır. Buna göre AçÖAT puanlarındaki değişimin %68'i [(2,44 – 0,79) / 2,44] ön test ile son test arası farklılıktan kaynaklanmaktadır. AçÖAT puanlarındaki birinci düzeyde açıklanabilen varyansın %99'unun %68'i toplamda %67'si (0,99*0,68) ön ve son test arasındaki puan farkından kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak, model 5b'nin, çocukların AçÖAT puan artışındaki açıklanabilen varyansın %67'sini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde açıklayabildiği görülmektedir.

Çocukların AçÖAT puanlarındaki değişimde deney 1 veya deney 2 grubunda yer alma durumunun etkisi ise, kurulan model 5c ile sınanmıştır. Bu modelde ön testten son teste geçen zaman ile deney 1, deney 2 veya kontrol grubunda yer alma durumunun çapraz etkileşimi test edilmiştir. Başka bir ifadeyle, zaman ile çocukların AçÖAT puanlarındaki artış kontrol altına alındığında, deney gruplarında olmanın çocukların

AçÖAT puanlarında yol açtığı değişim sınanmıştır. Bu modelde deney 1 ve deney 2 grubu tek bir grup olarak ele alınmıştır. Eşitlik 11’de belirtilen model 5c’ye ait sonuçlar Tablo 50’de sunulmuştur.

Tablo 50

AçÖAT Model 5c Sonuçları

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	t değeri	p
Kesen (π_0) için, Kesen, AçÖAT başlangıç puanı ortalaması, (β_{00})	3,13	0,25	12,68	,001
Grup(kontrol veya deney), (β_{01})	0,08	0,33	0,25	,80
Eğim müdahale (π_1) için Kesen genel (β_{10})	0,60	0,21	2,91	,01
Kesen grup(kontrol veya deney) (β_{11})	1,71	0,30	5,70	,001
Kesen grup(deney 1 veya deney 2) (β_{12})	-0,54	0,42	-1,28	0,21
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	0,83	45	110,16	,001
Eğim müdahale (r_1)	0,15	45	50,96	,25
Düzy bir etkisi (e)	0,57			

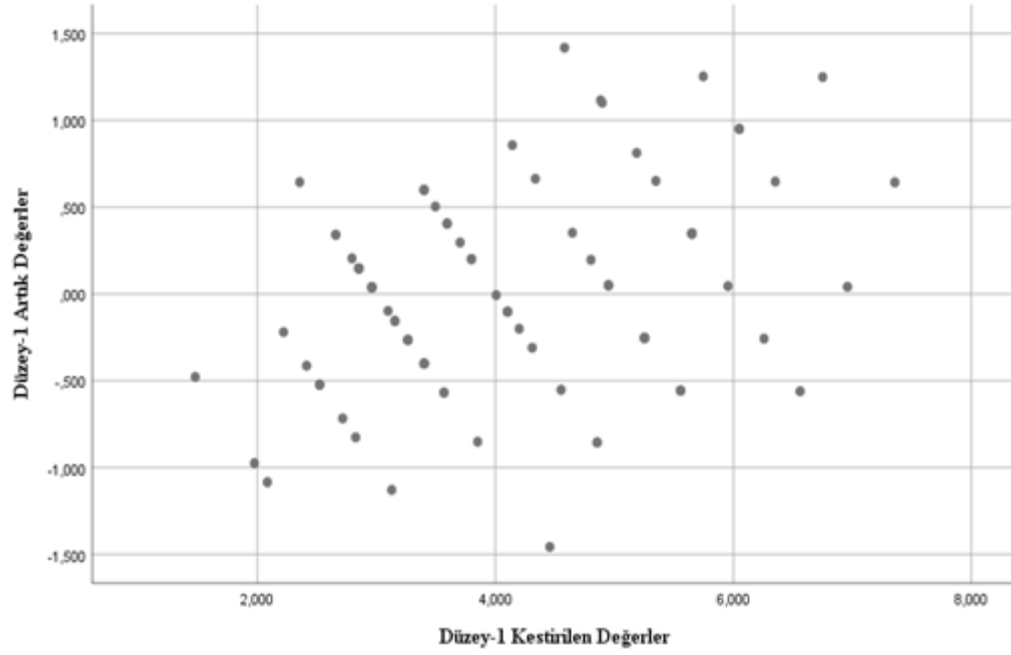
Tablo 50 incelendiğinde, oluşturulan modelde bütün çocukların başlangıç puanı ortalamasına ait kesen değerinin 3,13 [%95 güven aralığında 3,62– 2,64] olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(45)}=12,68$ $p<0,05$]. Deney veya kontrol grubunda yer alma durumunun çocukların ön test AçÖAT puanları üzerindeki kesen değerinin 0,08 olarak kestirildiği ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir [$t_{(45)}=0,25$ $p>0,05$]. Ön test ve son test puanlarından dolayı oluşan ortalama eğitim değerinin 0,60 olduğu ve bu değerin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(45)}=2,91$ $p<0,05$]. Deney gruplarından birinde yer almanın ön testten son teste AçÖAT puanında sebep olduğu değişime ait eğitim değerinin 1,71 olarak kestirildiği ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu saptanmıştır [$t_{(45)}=5,70$ $p<0,05$]. Sonuç olarak, model 5c’nin çocukların AçÖAT ön test puan ortalamasının 3,13 olarak kestirildiği, ön testten son teste geçen sürede 0,60 puan artışı ve deney gruplarında yer alma durumunun ilave 1,71 puan artışı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordadığı belirlenmiştir.

Tablo 50’de çocukların AçÖAT puanlarındaki artışın deney 1 veya deney 2 grubunda yer alma durumuna göre farklılaşma durumu incelendiğinde bu artışa ait eğitim

değerinin -0,54 olarak kestirildiği ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı görülmektedir [$t_{(30)}=-1,28$ $p>0,05$].

İkinci düzeyde deney ve kontrol grubu değişkenleri ile birinci düzeyde ön test ve son test değerlerinin tanımlandığı model 5c’de birinci düzeyde açıklanan tahmini varyans kestiriminin 0,57 olduğu görülmektedir (Tablo 50). Buna göre, model 5c’de kestirilen tahmini varyans, birinci düzeyde açıklanabilen varyansın %77’sini [(2,44-0,57) / 2,44], çocukların AçÖAT puanlarındaki değişimde açıklanabilen varyansın %76’sını [0,99*0,77] açıklamaktadır. Sonuç olarak, deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinlikler, çocukların AçÖAT puanlarını geliştirmede istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir etkiye neden olurken, oluşan etkinin büyüklüğü ise ,76 olarak hesaplanmıştır.

Araştırmanın amacı doğrultusunda, nihai olarak deney gruplarında yer almanın, çocukların AçÖAT puanlarına etkisinin sınıandığı model 5c’ye karar verilmiştir. HLM analizine ait varsayım olan birinci düzey artık değerler ile birinci düzey kestirilen değerlerin doğrusal olması, birinci düzey artık değerlerin normal dağılımı ve birinci düzey varyansların homojen dağılımı kontrol edilmiş ve karar verilen model (model 5c) ile koşulsuz model (model 5a) arasındaki uyum istatistiği ki-kare testi ile sınanmıştır. Şekil 11’de model 5c’de kurulan birinci düzey artık değerleri ile birinci düzey tahmin edilen değerlere ilişkin saçılım grafiği gösterilmektedir.



Şekil 11 Model 5c doğrusallık varsayım kontrolü

Şekil 11’de, düzey 1’de yer alan artık değerlerin düzey 1’de kestirilen değerler ile doğrusal değişim gösterme durumunu sınamaya yönelik hazırlanan saçılım grafiği gösterilmektedir. Buna göre artık değerler ile kestirilen değerlerin doğrusallık gösterdiği söylenebilir. Kurulan modelin koşulsuz model ile uyum istatistiği ve varyansların homojen dağılma durumu sınanmış, sonuçlar Tablo 51’de sunulmuştur.

Tablo 51

AçÖAT Model Uyum İstatistikleri ve Varyansların Dağılımı

Model	Sapma Değeri	Kestirilen Parametre Sayısı	χ^2	Serbestlik derecesi	p
Koşulsuz Model	350,23	2	69,35	2	,001
Model 5c	280,88	4			
Homojenlik Varsayımı			8,42	36	>,50

Tablo 51 incelendiğinde, koşulsuz modelin sapma değerinin 350,23 iken model 5c’nin sapma değerinin 280,88 olduğu görülmektedir. Sapma değerlerine bakıldığında, model 5c’nin daha düşük sapma göstermesinden dolayı, daha iyi uyum sağladığı söylenebilir. Bununla beraber, daha iyi uyum sağlama durumunun istatistiksel olarak anlamlılığı, yapılan ki-kare testi ile sınanmıştır. Buna göre, model 5c koşulsuz

modelden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha iyi uyum sağlamaktadır [$\chi^2_{(2)} = 69,35$ $p < 0,05$]. Homojenlik varsayımı kontrol edildiğinde varyansların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde homojen dağılımdan farklılaşmadığı görülmektedir [$\chi^2_{(36)} = 8,42$ $p > 0,05$]. Modelden elde edilen artık değerlerin dağılımının normalliği varsayımı çarpıklık ve basıklık katsayıları kontrol edilerek sınanmış ve sonuçlar Tablo 52’de sunulmuştur.

Tablo 52

Model 5c Düzey 1 Artık Değerler Normallik Varsayımı Kontrolü

	Ortalama	Standard Sapma	Çarpıklık (S.h.)	Basıklık (S.h.)
Düzey 1 artık değerler	0,00	0,56	0,19 (0,25)	-0,01 (0,49)

Tablo 52 incelendiğinde, model 5c’ye ait düzey 1’de elde edilen artık değerlerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin 0,19 (0,25) ile -0,03 (0,49) olduğu görülmektedir. Buna göre, artık değerlerin normal dağılımdan farklılaşmadığı, HLM analizine ilişkin varsayımların karşılandığı görülmektedir. Sonuç olarak, model 5c’nin yapmış olduğu kestirimlerin güvenilir ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre, deney gruplarında uygulanan öğrenme rotaları temelli eğitim ve öğrenme rotaları temelli kodlama etkinlikleri çocukların AçÖAT puanlarını geliştirmede istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilidir. Bu etki deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir.

Çocukların AçÖAT puanlarındaki artışın kalıcılığını sınamak için deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların son test ve kalıcılık testleri üzerinden iki düzeyli boylamsal HLM analizi yapılmıştır. Bu analizde ise, birinci düzeyi çocukların son ve kalıcılık testi puanları oluştururken, ikinci düzeyi de çocuklar oluşturmaktadır. Öncelikle varyans bileşenlerinin ne kadarının birinci ve ikinci düzey değişkenleri ile açıklandığını görebilmek adına Eşitlik 3’te belirtilen koşulsuz model ile analize başlanmıştır. Koşulsuz modele ilişkin sonuçlar Tablo 53’te sunulmuştur.

Tablo 53

AçÖAT Son ve Kalıcılık Testi Koşulsuz Model

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için Kesen, ortalama AçÖAT puanı ortalaması (β_{00})	5,50	0,21	25,54	,001
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	1,42	31	434,29	,001
Düzy bir etkisi (e)	0,21			

Tabloda 53'te AçÖAT puan ortalamalarının ortalamasının 5,50 olarak kestirildiği [%95 güven aralığında 5,91 – 5,09] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(31)} = 25,4$ $p < 0,05$]. Açıklanabilen varyansın %87'si [$1,42/(1,42+0,21)$] ikinci düzey değişkenlerden, yani çocuklardan, %13'ü [$0,21/(0,21+1,42)$] ise ölçümlerden kaynaklanmaktadır [$\chi^2_{(31)} = 434,29$ $p < 0,05$]. Bu sonuç, düzey1 değişkenlerinin %13'lük bir bölümü açıklayabildiğini göstermektedir. Ancak, araştırma amacı kapsamında kalıcılık etkisi sınıdıldığından dolayı, son testten kalıcılık testine çocukların AçÖAT puanlarının değişimi, düzey 1 değişkenine eklenerek sınıanmış, sonuçlar Tablo 54'te sunulmuştur.

Tablo 54

AçÖAT Son ve Kalıcılık Testi Tanımlanmış Model

Sabit Etkiler	Katsayı	Standart hata	<i>t</i> değeri	p
Kesen (π_0) için, Kesen, HÖAT başlangıç puanı ortalaması, (β_{00})	5,63	0,29	18,87	,001
Eğim kalıcılık (π_1) için Kesen genel (β_{10})	-0,06	0,11	-0,54	,60
Rassal etkiler	Varyans kestirimi	Serbestlik derecesi	χ^2	
Çocukların ortalaması (r_0)	1,28	31	55,11	,001
Eğim kalıcılık (r_1)	0,06	31	35,71	,26
Düzy bir etkisi (e)	0,19			

Tablo 54 incelendiğinde, deney 1 ve deney 2 grubunda yer alan çocuklara ait son test AçÖAT puan ortalamasının 5,63 olarak kestirildiği [%95 güven aralığında 6,21 - 5,07] ve bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu görülmektedir [$t_{(31)}=18,87$ $p < 0,05$]. Son testten kalıcılık testi arasında oluşan ortalama eğim değerin

--0,06 olarak kestirildiği, ancak bu kestirimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir [$t_{(31)}=-0,54$ $p>0,05$]. Tahmini varyans kestirim değerlerine bakıldığında, birinci düzeyde kestirilen tahmini varyans değerinin 0,19 iken ikinci düzeyde kestirilen tahmini varyans kestiriminin 1,28 olduğu görülmektedir. Son test ve kalıcılık testinin tanımlandığı durumdaki varyans değerinin koşulsuz modelde açıklanabilen toplam varyans değerine oranını incelendiğinde düzey 1 değişkenlerinin %10'luk $[(0,21-0,19) / 0,21]$ bir etkisi olduğu saptanmıştır [$\chi^2_{(31)} = 159,50$ $p<0,05$]. Başka bir ifadeyle, çocukların AçÖAT puanlarındaki değişimin %1'i $[0,13*0,10]$ ölçümler (düzey 1) arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Bu sonuç, çocukların son test ile kalıcılık testi arasındaki AçÖAT puanlarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılaşma olmadığı, deney 1 ve deney 2 gruplarında uygulanan eğitim etkinliklerinin etkisinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA VE YORUM

Öğrenme rotaları yaklaşımı temelli etkinliklerin (deney 2) ve öğrenme rotaları temelli kodlama etkinliklerinin (deney 1) okul öncesi dönem çocuklarının ölçme becerilerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, çocukların ölçme becerileri, üç farklı zamanda uygulanan EÖT ile ölçülmüş, bu ölçümlerden elde edilen sonuçlar, bulgular bölümünde analiz edilmiştir. Bu bölümde ise, araştırmanın soruları doğrultusunda, elde edilen bulgular, mevcut literatür eşliğinde tartışılmış ve hiyerarşik etkileşimcilik kuramsal çerçevesinde yorumlanmıştır.

5.1. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların EÖT Toplam Puanlarına Etkisine İlişkin Tartışma ve Yorum

Birinci araştırma sorusu kapsamında, deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin çocukların ölçme becerilerine etkisi sınanmıştır. Yapılan analizler neticesinde bütün çocukların EÖT puan ortalamalarında anlamlı bir artış görülürken, bu artış kontrol grubuna nazaran deney 1 ve deney 2 grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek düzeyde saptanmıştır. Bununla beraber, deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların EÖT puanlarındaki artış arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık görülmemiştir. Bu sonuçlar, deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin çocukların EÖT puanlarını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Etki boyutu hesaplandığında geniş bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin kalıcılığı sınıandığında, çocukların son test EÖT puanı ile kalıcılık testi EÖT puanlarının farklılaşmadığı görülmektedir. Bu sonuç uygulanan etkinliklerin etkisinin kalıcı olduğunu göstermektedir. Bu etkinin olası nedenleri aşağıda tartışılmıştır.

Birincisi, çocukların ölçme becerilerindeki artış, hazırlanan etkinliklerin öğrenme rotaları yaklaşımını temel almasından kaynaklanabilir. Literatür incelendiğinde öğrenme rotalarının erken dönem matematik eğitiminde etkili bir yaklaşım olduğu görülmektedir (Baroody, Clements, & Sarama, 2022). Örneğin, Clements ve diğerleri (2021), okul öncesi dönem çocuklarına iki farklı yaklaşım ile erken aritmetik becerileri kazandırmayı amaçladıkları çalışmalarında, öğrenme rotaları

yaklaşımının uygulandığı grubun çok daha yüksek seviyede kazanım gösterdiğini belirlemişlerdir. Daha geniş bir öğrenci grubu ile yapılan çalışmada ise, öğrenme rotaları temel alınarak hazırlanan matematik eğitim programının okul öncesi dönem çocuklarının matematik becerilerini geliştirmede geniş etkisi saptanmıştır (Clements ve diğerleri, 2011). Blanton ve diğerleri (2015) öğrenme rotalarını temel alarak altı yaşındaki çocukların cebir bilgilerine (işlevsel ilişkileri genelleme) yönelik geliştirmiş oldukları müdahale çalışmasında, çocukların tipik müfredatta yer alandan çok daha iyi seviyede gelişim gösterdiğini saptamışlardır. Clements ve diğerleri (2019) öğrenme rotaları yaklaşımı ile çocukların mevcut seviyesinin bir seviye üzerini hedef alan eğitimin, iki seviye ilerisini hedef alan eğitimden daha etkili olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmada da farklı seviyedeki çocukların yararlanabileceği, yalnızca belirli bir gelişimsel seviyeye değil, bütün seviyelerde kazanımların olduğu etkinliklere yer verilmiştir. Böylelikle, hiyerarşik etkileşimcilik ilkeleri doğrultusunda çocukların gelişimsel ilerlemeleri ile öğretimin uyumlu olması sağlanmıştır (Clements & Sarama, 2007). Bununla beraber, hiyerarşik etkileşimcilik, kavramların ve becerilerin ortak gelişim gösterdiğini vurgulamaktadır (Baroody, Lai, & Mix, 2006). Bu nedenle, mevcut çalışmadaki etkinliklerde hem kavramlara hem de becerilere yer verilmiştir. Çocukların kendi potansiyeli doğrultusunda belirli matematik alanındaki bilgilerini artırma imkânı bulması ölçme becerilerinde artışa yol açabilir (Baroody, Cibulskis, Lai, & Li, 2004). Bu çalışmanın sonucunda da deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların ölçme becerileri artış gösterirken, bu artış deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir. Bu nedenle, mevcut çalışma, öğrenme rotaları yaklaşımının erken çocukluk dönemi matematik eğitiminde etkili bir yaklaşım olduğunu destekler niteliktedir.

İkincisi, ölçme becerileri hem genel matematik becerileriyle hem de matematiğin sayı ve geometri alanı ile doğrudan ilgilidir. Bu nedenle çocukların ölçme becerilerindeki gelişim, çocukların genel matematiksel becerilerinin artmasından kaynaklanabilir. Erken dönem matematik alanındaki müdahalelerin çocukların matematiksel becerilerini geliştirmede etkili olduğu görülmektedir (Clements & Sarama, 2008; Watts, ve diğerleri, 2017). Vasilyeva ve diğerleri (2021) okul öncesi dönem çocuklarının ölçme becerilerine yönelik geliştirdikleri müdahalenin sayı bilgilerini de geliştirdiğini, Karakuş (2020) ise genel matematik yeteneklerine yönelik uygulanan eğitim programının genel matematik becerilerine geniş etkisini, ölçme becerilerine ise orta düzey etkisini saptamıştır. Buna paralel olarak Kotsopoulos ve

diğerleri (2017) okul öncesi dönem çocuklarının uzunluk ölçme becerileri ile sayı becerileri arasında yüksek düzeyde pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki rapor etmiştir. Bu çalışmada ölçme becerilerinin yanı sıra sayı, şekil, veri analizi ve olasılık becerilerine yönelik etkinliklere de yer verilmiştir. Deney 1 ve deney 2 gruplarında uygulanan etkinlikler süresince çocuklar birimleri ve nesneleri anlamlı bağlamlar içinde sayma; alan ve açı ölçme etkinliklerinde ise geometrik şekilleri ve özelliklerini deneyimleme fırsatı bulmuştur. Mevcut araştırmalar çerçevesinde erken dönem matematiksel becerilerinin birbiri ile yakından ilişkili olduğu bilinmektedir. Hiyerarşik etkileşimcilik ilkelerinden ilerlemeli hiyerarşi, çocukların matematiksel kavramlar ve işlemler arasında bağlantılar oluşturduğunu, bu bağlantıların hiyerarşik olarak gitgide daha sağlam anlayışlar inşa ettiğini belirtmektedir. Araştırma kapsamında uygulanan etkinlikler çocukların sayı ve şekil bilgilerini geliştirmesinden kaynaklı olarak ölçme becerilerini geliştirmiş olabilir.

Üçüncüsü, çocukların ölçme becerilerindeki gelişimin bir diğer nedeni, robotik materyallerin ve kodlama etkinliklerinin erken çocukluk dönemi matematik eğitiminde etkili olması olabilir. Örneğin, Shumway ve diğerleri (2021) okul öncesi dönem çocuklarının robotik malzemelerle kodlama etkinlikleri gerçekleştirirken, ölçme ile ilgili bilgilerini sergileme imkânı bulduğunu belirtmiştir. Araştırmalar incelendiğinde kodlama etkinliklerinin çocukların uzunluk (Clements ve diğerleri, 1997), açı (Clements & Battista, 1990), geometri (Bartolini Bussi & Baccaglini-Frank, 2015) ve ölçme alt boyutunu da içeren erken matematiksel akıl yürütme (Somuncu & Aslan, 2022) becerilerini geliştirdiği görülmektedir. Bunun nedenleri incelendiğinde, kodlama etkinlikleri aracılığıyla, matematiksel içeriklerin çocuklara anlamlı bağlamlar içerisinde sunulabildiği görülmektedir (Lee, 2020). Bununla birlikte, kodlama etkinlikleri, çocuklar arasında iş birliğini geliştirmekte ve uygun zihinsel araç olmaktadır (Cicconi, 2014). Dahası, kodlama etkinlikleri, paylaşılan etkinlikler aracılığıyla çocukların tek başına yapabileceklerinden daha iyisini yapmalarına imkân sunmaktadır (Hedegaard, 1990; Pozdniakov & Freiman, 2021). Bu çalışmada da çocukların küçük gruplar halinde çalışması sağlanmış, verilen kodlama görevinde problem çözümüne birlikte ulaşmaları için uygun fırsat ve destek verilmiş, matematiksel içerikler robotik materyallerle çocukların gelişimlerine uygun anlamlı bağlamlar içerisinde sunulmuş ve bu etkinliklerde çocuklar aktif olarak yer almıştır.

Öte yandan bu çalışmada çocukların ölçme becerilerindeki artışın deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermediği saptanmıştır. Bu

bulgu her iki gruptaki çocukların da ölçme becerilerinin kısa sürede gelişebileceği üst noktaya çıkmasından kaynaklanabilir. Nitekim deney grubundaki çocukların ön test puanları, test geliştirme sürecinde elde edilen yaş gruplarına göre puan ortalaması ile karşılaştırıldığında (Tablo 7) yaş ortalaması ile uygun seyrederken, son test ortalamalarının yaş ortalamalarının üzerinde, bir üst yaş grubu ile uyumlu olduğu görülmektedir. Clements ve Sarama (2014a) çocukların yüksek kaliteli matematik eğitimi ile yaşlarından ileride başarı gösterebileceğini ancak gelişimsel faktörlerin bir noktada bunu sınırlandırabileceğini belirtmişlerdir. Deney gruplarının ölçme becerilerindeki gelişimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmamasının başka bir açıklaması, her iki deney grubunun da temelinde öğrenme rotaları yaklaşımının yer alması ve robotik materyallerin dışında kullanılan materyallerin ve öğrenme süreçlerinin benzer olması olabilir. Erken çocukluk döneminde robotik materyal kullanımının çocukların matematiksel becerilerini geliştirmede etkili olmasına rağmen, bu etki öğrenme rotaları yaklaşımına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artışa sebep olmayabilir.

Sonuç olarak, bu çalışmanın bulguları okul öncesi dönem çocuklarının ölçme becerilerinin geliştirilebilir olduğunu desteklemektedir (Doabler ve diğerleri, 2019). Çocukların belirtilen alanlara özgü gelişimleri sonraki araştırma soruları kapsamında tartışılmış ve hiyerarşik etkileşimcilik teorik çerçevesi içerisinde yorumlanmıştır.

5.2. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların UÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Tartışma ve Yorum

İkinci araştırma sorusu kapsamında deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin çocukların uzunluk ölçme becerilerine etkisi sınanmıştır. Yapılan analizler neticesinde bütün çocukların UÖAT puan ortalamalarında anlamlı bir artış görülürken, bu artış deney 1 ve deney 2 grubunda kontrol grubuna nazaran istatistiksel olarak anlamlı derecede ve daha yüksek düzeyde saptanmıştır. Bununla beraber, deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların UÖAT puanlarındaki artışlar arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık gözlenmemiştir. Bu sonuçlar, deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin çocukların UÖAT puanlarını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Etki boyutu hesaplandığında geniş bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin kalıcılığı sındığında ise çocukların son test UÖAT puanı ile kalıcılık testi UÖAT puanlarının farklılaşmadığı

belirlenmiştir. Bu sonuç, uygulanan etkinliklerin etkisinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

Çocukların uzunluk ölçme becerilerindeki artış bu becerilerin erken dönemde geliştirilebilir olduğunu belirten çalışmaları desteklemektedir. McDonald ve Lowric (2011) okul öncesi dönem çocuklarının uzunluk ölçme becerilerini okul başlangıcında ve sonrasında değerlendirmiş, okula başlangıçta dahi çocukların uzunluk ölçmeye dair ön bilgileri olduğunu, okul sonunda ise bu bilgilerin kavramsallaştırıldığını saptamışlardır. Sarama ve diğerleri (2021) öğrenme rotaları yaklaşımını temele alarak geliştirmiş oldukları öğretim deneyinde müdahale grubundaki çocukların uzunluk ölçme becerilerinde anlamlı bir gelişme olduğunu, yapılan öğretim deneyinin etkili olduğunu belirtmişlerdir. Kotsopoulos ve diğerleri (2017) çocuklara tercih sunulduğunda standart birimleri de seçtiklerini, bu nedenle eğitim etkinliklerinde standart birimlere de yer verilebileceğini saptamışlardır. Smith III, Males, Dietiker, Lee ve Moiser (2013) ise, ABD’de en çok kullanılan ilk iki matematik eğitim müfredatı ile Singapur’un yarısından çoğunda kullanılan matematik eğitim müfredatını uzunluk ölçme becerisi özelinde incelemiş ve müfredatta genellikle sürecin kavramdan sonra geldiğini saptamış, daha etkili bir öğretim için sürecin birlikte ele alınmasını önermişlerdir. Öte yandan, Kamii ve Clark (1997), Piaget’nin geçişlilik ilkesi nedeniyle küçük çocukların uzunluk karşılaştırma eylemlerinin anlamlı olamayacağını, birimlere ayırma işleminin de parça bütün ilişkisini anlamayı, birimin bütünü parçaları olduğu anlayışının küçük çocuklar için anlaşılabilir olduğunu belirtmiştir. Ancak Gómezescobar, Fernández-Cézar ve Guerrero (2018) 4-6 yaş arasındaki çocukların cetvel üzerindeki sayıları ve aralıkları kullanabildiğini, bunun geçişlilik için bir gösterge olduğunu belirtmektedirler. Bununla beraber Clements ve diğerleri (2020) çocukların uzunluk ölçme stratejilerini incelemiş ve birimleri kullanarak uzunluk ölçebildiğini, karşılaştırma ve kıyaslama yoluyla uzun-kısa olana karar verebildiklerini, farklı şekilde (zikzak-kıvrımlı-oval) yolların uzunluklarını kıyaslayabildiklerini saptamıştır.

Deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerde, uzunluğu bir özellik olarak algılama seviyesinden, uzunluk ölçme seviyesine kadarki tüm düzeylere yönelik etkinlikler uygulanmış, gelişimsel ilerlemelerle öğretimin uyum içinde sunulması sağlanmıştır. Bu etkinliklerde kavram ve beceri ediniminin ortak olarak gelişmesi amaçlanmıştır. Çocuklar standart ve standart olmayan birimler kullanarak nesnelerin uzunluklarını ölçmüş, farklı birimler ile yaptıkları ölçüm sonuçları arasında karşılaştırma yapmış ve ölçüm sonucuna göre nesneleri sıralamıştır. Böylelikle, ölçme

işlemleri anlamlı bağlamlar içerisinde sunulmuştur. Bu çalışma çocukların seviyelerine uygun, kavram ve beceriyi ortak olarak ele alan, somut materyallerle ölçme sürecinin anlamlı bağlamlar içerisinde sunulduğu öğretim etkinliklerinin etkisini destekler niteliktedir.

5.3. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların AÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Tartışma ve Yorum

Üçüncü araştırma sorusu kapsamında deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin çocukların alan ölçme becerilerine etkisi sınanmıştır. Yapılan analizler neticesinde kontrol grubundaki çocukların AÖAT puan ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış görülmezken, deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların puan ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış saptanmıştır. Bununla beraber, deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların AÖAT puanlarındaki artışlar arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermediği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin çocukların AÖAT puanlarını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Etki boyutu hesaplandığında orta düzeyde bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin kalıcılığı sınıandığında çocukların son test AÖAT puanı ile kalıcılık testi AÖAT puanlarının farklılaşmadığı görülmektedir. Bu sonuç, uygulanan etkinliklerin etkisinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

Çocukların alan ölçme becerilerindeki artış, bu becerilerin erken dönemde geliştirilebilir olduğunu belirten çalışmaları desteklemektedir (Clements ve diğerleri, 2018; Stephan & Clements, 2003). Ancak Kamii ve Kysh (2006) alan ölçmek için gerekli olan, yükseklik ve genişliği birlikte değerlendirmenin çoğu zaman beşinci sınıf öğrencileri için bile anlamsız olduğunu, çocukların anlamdan yoksun şekilde yalnızca formülü uyguladığını ve karenin alan ölçümü için birim olarak kullanılabileceğini anlamlandıramadıklarını; Piaget'nin genetik epistemolojisi çerçevesinde değerlendirildiğinde, kare ile kaplama veya kareleri sayma gibi etkinlikler yerine çocukların alan ölçümü için kendi çözüm yollarını bulmalarını teşvik edici problem durumları ile karşılaştırılmanın daha doğru olacağını belirtmektedirler. Öte yandan, Anderson ve Cuneo (1978) beş yaşındakilerin alanın niceliğini belirlerken yetişkinler gibi bir anlayıştan yoksun olmakla birlikte, Piaget'nin belirttiği gibi salt genişlik veya yüksekliğe bakarak yargıda bulunmadıklarını, bu iki özelliğin birleşimini de

kullandığını belirtmişlerdir. Sonraki çalışmalar, çocukların dikdörtgenin (Cuneo, 1980) ve hatta üçgen ve elipsin (Silverman & Paskewitz, 1988) alanlarının karşılaştırılmasında genişlik ve yüksekliği dikkate aldığını göstermiştir. Dahası K. F. Miller (1989) beş yaşındaki çocukların alanların niceliğiyle ilişkili olarak rakamlarla uyaran verildiğinde alan korunumunda dahi hangi eylemin alan miktarını artırıp, azaltacağını kestirebildiğini saptamıştır. Benzer şekilde, dörtgenlerin alanlarını karşılaştırma görevlerinde, okul öncesi dönem çocuklarının somut materyaller kullanıldığında daha iyi performans gösterdiği ve bir alanın tamamı kaplandığında daha kolay tahminlerde bulunduğu (Yuzawa, Bart, & Yuzawa, 2000), birim olarak kullanılan karenin boyutu arttıkça çocukların daha başarılı olduğu görülmektedir (Eames, ve diğerleri, 2020).

Çocukların alan ölçüm ve karşılaştırmalarına yönelik çalışmalar yalnızca birim kare ile de sınırlı değildir (Miller A. L., 2013). Cullen ve Barret (2020) alan ölçümünde sadece kare olan birimlerin kullanılmamasını, standart olmayan dikdörtgen, üçgen gibi birimlerin de çocukların alan ölçümü becerilerine kavramsal destek sağladığını saptamışlardır. Araştırmalar birimin tanımlanması, kullanılması, yinelenmesi ve birimler ile şekiller oluşturulmasının çocukların alan ölçme becerilerinde etkili olduğunu göstermektedir (Clements, ve diğerleri, 2018). Yuzawa ve Bart (2002) origami etkinliklerinin, Yuzawa ve Yuzawa (2004) üç hafta içerisinde haftada bir tekrar uygulanan karşılaştırma testinin alan karşılaştırma stratejilerini geliştirdiğini, Matsuo ve Nakawa (2019) yapmış olduğu müdahalede okul öncesi dönem çocuklarının alan ölçme becerilerinin gelişim gösterdiğini saptamıştır.

Deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerde alan ölçme için alanı bir özellik olarak algılama seviyesinden alan ölçme seviyesine kadar her seviyeye yönelik etkinlikler uygulanmıştır. Bu etkinliklerde yalnızca kare değil, üçgen ve daire dilimleri de birim olarak kullanılmıştır. Ayrıca çocuklar alan ölçümüne ilişkin problem durumları ile karşılaştırılmış ve alan kavramına yönelik kendi anlayışlarını inşa etmeleri için fırsat tanınmış, kavram ve becerilerin ortak gelişimi amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular, uygun eğitsel yaklaşım ve tekniklerle okul öncesi dönem çocuklarının alan ölçme becerilerinin geliştirilebilir olduğunu destekler niteliktedir.

5.4. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların HÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Tartışma ve Yorum

Dördüncü araştırma sorusu kapsamında deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin çocukların hacim ölçme becerilerine etkisi sınanmıştır. Yapılan analizler neticesinde deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların HÖAT puan ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış saptanmıştır. Bununla beraber, deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların HÖAT puanlarındaki artış, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir. Bu sonuçlar deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin çocukların HÖAT puanlarını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Etki boyutu hesaplandığında geniş bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin kalıcılığı sınıandığında çocukların son test HÖAT puanı ile kalıcılık testi HÖAT puanlarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmadığı görülmektedir. Bu sonuç uygulanan etkinliklerin etkisinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

Çalışma bulguları okul öncesi dönem çocuklarının hacim ölçme becerilerinin geliştirilebilir olduğunu desteklemektedir. Ancak Avcılar ve Kesicioğlu (2018) okul öncesi dönem çocuklarının ölçme becerilerini incelemiş, daha önce okul öncesi eğitim alma durumunun hacim ölçme becerilerinde bir farklılık yaratmadığını saptamıştır. Benzer şekilde araştırmalar hacim konusunda altıncı sınıf çocuklarının bile sıklıkla kavram yanılgılarına sahip olduğunu göstermektedir (Tan Sisman & Aksu, 2015). Piaget'nin korunum deneylerinde hacim korunumunun en son geliştiği bilinse de Haktanır (1994) yedi yaşındaki çocukların %25'inin hacim korunumunu edindiğini, kardeş sayısı, aile eğitim düzeyi gibi etkenlerin korunum ediniminde etkili olduğunu saptamıştır. Öte yandan Clements (1999) tam anlamıyla ölçmeyi anlamak için korunumun gerekli olduğunu ancak korunum olmadan da doğru ve anlamlı ölçme işlemlerinin yapılabileceğini, bu işlemlerin de kavramsal destek sağlayacağını belirtmektedir. Nitekim Zacharos, Antonopoulos ve Ravanis (2011) beş-altı yaşındaki okul öncesi dönem çocuklarının hacim ölçme becerilerine yönelik geliştirmiş olduğu öğretim deneyinde, ön testten son teste çocukların yalnızca performanslarının artmadığı, bununla birlikte çocukların daha nitelikli açıklamalar geliştirdiği de görülmüştür. Araştırmacılar, öğretim etkinlikleri boyunca çocukların yalnızca algısal olarak baskın görünen özelliğe bakarak karar vermedikleri (örneğin uzun ve dar kap ile geniş ve kısa kap içindeki sıvı miktarını karşılaştırma), uygulamalar sonucunda diğer özelliklerini de

dikkate aldığını, ölçüm kapları ile yaptığı ölçümlerin sayısını karşılaştırmak için kullanabildiklerini belirtmektedirler.

Deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerde, hacim ölçme için hacmi bir özellik olarak algılama seviyesinden hacim ölçme seviyesine kadar her seviyeye yönelik etkinlikler uygulanmıştır. Bu etkinliklerde hacim, hem ölçü kaplarının içindeki akışkan nesne (kum, su, pirinç vb.) miktarı hem de geometrik cisimlerin içine sığacak birim küp miktarı üzerinden değerlendirilmiştir. Çocuklar hacim ölçümüne yönelik problem durumları ile karşılaştırılmış, ölçüm kapları, birim küpler gibi somut materyaller aracılığıyla deneyimler yaşaması sağlanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular, uygun eğitsel yaklaşım ve tekniklerle okul öncesi dönem çocuklarının hacim ölçme becerilerinin geliştirilebilir olduğunu destekler niteliktedir.

5.5. Deney 1 ve Deney 2 Grubunda Uygulanan Etkinliklerin Kontrol Grubuna Nazaran Çocukların AçÖAT Puanlarına Etkisine İlişkin Tartışma ve Yorum

Beşinci araştırma sorusu kapsamında deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin çocukların açı ölçme becerilerine etkisi sınanmıştır. Yapılan analizler neticesinde bütün çocukların AçÖAT puan ortalamalarında anlamlı bir artış görülürken, bu artış deney 1 ve deney 2 grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede ve daha yüksek düzeyde saptanmıştır. Bununla beraber, deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların AçÖAT puanlarındaki artış, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir. Bu sonuçlar deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin çocukların AçÖAT puanlarını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Etki boyutu hesaplandığında geniş bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerin kalıcılığı sındığında çocukların son test AçÖAT puanı ile kalıcılık testi AçÖAT puanlarının farklılaşmadığı görülmektedir. Bu sonuç uygulanan etkinliklerin etkisinin kalıcı olduğunu göstermektedir.

Çalışma bulguları, okul öncesi dönem çocuklarının açı ölçme becerilerinin geliştirilebilir olduğunu belirten çalışmaları desteklemektedir. Kaur (2020) etkileşimli beyaz tahta ile dinamik öğrenme ortamlarının 5-6 yaş çocuklarının açı ve açı ölçümü ile ilgili söylemlerine etkisini araştırmış ve gerçekleştirmiş olduğu öğretim deneyi sonucunda çocukların açı ile ilgili matematiksel söylemlerinin belirgin şekilde geliştiğini saptamıştır. Clements ve Battista (1990) logo programının, Bustang, Zulkardi, Darmawijoyo, Dolk ve Van Eerde (2013) görme alanı ve uzamsal temsillerine

yönelik geliştirmiş oldukları etkinliklerin, Browning ve Garza-Kling (2009) teknolojik araçlar kullanımının, Clements ve diğeri (1996) bilgisayar temelli öğretim etkinliklerinin, Cullen ve diğeri (2018) bilgisayar yazılımı da içeren dinamik bir geometri ortamının erken çocukluk döneminde aç ı bilgilerini, Clements ve Burns (2000) ise aç ı ölçümü stratejilerini geliştirdiğini saptamışlardır.

Keiser (2004) aç ı kavramının tarihsel gelişiminde çok çeşitli anlamlarda kullanıldığını, yalnızca bir doğru kavramın olmadığını belirterek, uygun olan eğitsel yaklaşımın tarihsel olarak gelişen bütün aç ı kavramları ile çocukları tanıştırmamanın olduğunu belirtmiştir. Ancak Mitchelmore (1998) küçük çocuklarda bir noktadan çıkan iki çizgi arasındaki ilişki üzerinden öğretmenin daha uygun olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle, deney 1 ve deney 2 grubuna uygulanan etkinliklerde aç ı ışın çifti olarak ele alınmış, örtük olarak bazı aç ıları kullanabilme seviyesinden aç ı ölçme seviyesine kadar her seviyeye yönelik etkinlikler uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, uygun eğitim yaklaşımı ve tekniklerle okul öncesi dönemde aç ı ölçme becerilerinin geliştirilebilir olduğunu destekler niteliktedir.

BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada öğrenme rotaları yaklaşımı (deney 2) ve öğrenme rotaları yaklaşımıyla birlikte robotik materyallerle verilen kodlama etkinliklerinin (deney 1) okul öncesi dönem çocuklarının ölçme becerilerine etkisi araştırılmış, elde edilen bulgular, mevcut literatür doğrultusunda tartışılmış ve hiyerarşik etkileşimcilik kuramsal çerçevesinde yorumlanmıştır. Bu bölümde ise, önce araştırmadan elde edilen bulguların tartışılması ile ulaşılan sonuçlara yer verilmiş, ardından ulaşılan sonuçlar doğrultusunda öneriler sunulmuştur.

6.1. Sonuçlar

1. Deney 1 ve deney 2 grubunda uygulanan etkinlikler çocukların Erken Ölçme Testi (EÖT) puanlarını geliştirmekte kontrol grubuna nazaran daha etkilidir. Deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların EÖT puanlarındaki artışın, deney grupları arasında farklılık göstermediği ve kalıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
2. Deney 1 ve deney 2 grubunda uygulanan etkinlikler çocukların Uzunluk Ölçme Alt Testi (UÖAT) puanlarını geliştirmekte kontrol grubuna nazaran daha etkilidir. Deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların UÖAT puanlarındaki artışın, deney grupları arasında farklılık göstermediği ve kalıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
3. Deney 1 ve deney 2 grubunda uygulanan etkinlikler çocukların Alan Ölçme Alt Testi (AÖAT) puanlarını geliştirmekte kontrol grubuna nazaran daha etkilidir. Deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların AÖAT puanlarındaki artışın, deney grupları arasında farklılık göstermediği ve kalıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
4. Deney 1 ve deney 2 grubunda uygulanan etkinlikler çocukların Hacim Ölçme Alt Testi (HÖAT) puanlarını geliştirmekte kontrol grubuna nazaran daha etkilidir. Deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların HÖAT puanlarındaki artışın, deney grupları arasında farklılık göstermediği ve kalıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5. Deney 1 ve deney 2 grubunda uygulanan etkinlikler çocukların Açık Ölçme Alt Testi (AçÖAT) puanlarını geliştirmekte kontrol grubuna nazaran daha etkilidir. Deney 1 ve deney 2 grubundaki çocukların AçÖAT puanlarındaki artışın, deney grupları arasında farklılık göstermediği ve kalıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

6.2. Öneriler

Araştırma sonucunda, öğrenme rotaları yaklaşımının ve öğrenme rotaları yaklaşımıyla birlikte robotik materyallerle verilen kodlama etkinliklerinin okul öncesi dönem çocuklarının uzunluk, alan, hacim ve açık ölçme becerilerini geliştirmekte kalıcı bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu sonuçtan hareketle bazı öneriler sunulmuştur.

6.2.1. Araştırmacılara yönelik öneriler

- Öğrenme rotalarının etkisi, yalnızca ölçme becerileri özelinde, okul öncesi dönem çocukları örnekleminde sınanmıştır. Sonraki araştırmalar, farklı alanlardaki öğrenme rotaları ve örneklem ile öğrenme rotaları yaklaşımının etkisini sınayabilir.
- Bu çalışmanın nicel yaklaşım ile kurgulanmış yarı deneysel bir çalışma olması sebebiyle, çocukların ölçme becerilerindeki bireysel gelişimler yerine deney ve kontrol grupları ortalama puanlarındaki değişim üzerinden çocukların ölçme becerilerindeki gelişim araştırılmıştır. Sonraki çalışmalar klinik mülakat tekniği ile tek tek çocukların bu becerileri nasıl geliştirdiğine yönelik daha derin sonuçlar sunabilir.
- Bu çalışmada doğrudan çocukların kodlama becerilerini geliştirmek amaçlanmamıştır. Sonraki çalışmalarda doğrudan kodlama becerilerine yönelik verilen eğitimin çocukların farklı becerilerine etkisi sınanabilir.
- Bu çalışmada doğrudan kodlama etkinliklerinin etkisi ile öğrenme rotalarının etkisi kıyaslanmamış, bunun yerine her ikisinin de etkisi sınanmıştır. Sonraki çalışmalar öğrenme rotaları ile kodlama etkinliklerini ayırarak çocukların çeşitli becerilerine etkilerini kıyaslayabilir.

6.2.2. Uygulamalara yönelik öneriler

- Öğrenme rotaları, çocukların belirli matematiksel hedef doğrultusundaki gelişimsel ilerlemelerini içermektedir. Eğitimciler öğrenme rotaları aracılığıyla çocuklara ihtiyacı olan etkinlikler geliştirebilirler.
- Mevcut okul öncesi eğitim programı göz önünde bulundurulduğunda, ölçmenin alt başlıklarının ele alınmadığı görülmektedir. Bu çalışma uzunluk, alan, hacim ve açı özelinde ölçme becerilerine yer verilebileceğini göstermektedir. Bu nedenle öğrenme rotalarını temel alarak, ölçmenin alt başlıklarına da yer verilmesi önerilir.
- Bu çalışmada öğrenme rotalarını temel alarak, çocukların ölçme becerilerini geliştirmek amacıyla robotik materyallerle verilen kodlama etkinlikleri kullanılmış ve çocukların ölçme becerilerinde gelişim gözlenmiştir. Kodlama etkinlikleri kullanılırken, hedeflenen gelişim alanına yönelik kuramsal bir çerçeveden yararlanılması önerilir.

KAYNAKÇA

- Aktaş, F. N. (2020). Görme engelli öğrencilerin cebirsel düşünme süreçlerinin incelenmesi: Öğrenme yol haritaları. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Anderson, A., Anderson, J., & Thauberger, C. (2008). Mathematics learning and teaching in the early years. O. Saracho, & B. Spodek içinde, *Contemporary perspectives on mathematics in early childhood education* (s. 95-132). Charlotte: Information Age Publishing.
- Anderson, N. H., & Cuneo, D. O. (1978). The height + width rule in children's judgments of quantity. *Journal of Experimental Psychology*, 107(4), 335-378.
- Andreis, F., & Ferrari, P. A. (2014). Multidimensional item response theory models for dichotomous data in customer satisfaction evaluation. *Journal of Applied Statistics*, 41(9), 2044-2055. doi:http://dx.doi.org/10.1080/02664763.2014.907395
- Atatürk, M. K. (1937/2015). *Geometri*. Ankara: Kaynak Yayınları.
- Avcılar, T., & Kesicioğlu, O. S. (2018). Okul öncesi dönem çocukların ölçme becerilerinin incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(68), 1548-1569.
- Baroody, A. J., Cibulskis, M., Lai, M.-L., & Li, X. (2004). Comments on the use of learning trajectories in curriculum development and research. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 227-260. doi:10.1207/s15327833mtl0602_8
- Baroody, A. J., Clements, D. H., & Sarama, J. (2022). Lessons learned from 10 experiments that tested the efficacy and assumptions of hypothetical learning trajectories. *Education Sciences*, 12(3), 195. doi:https://doi.org/10.3390/educsci12030195
- Baroody, A. J., Lai, M. L., & Mix, K. S. (2006). The development of young children's early number and operation sense and its implications for early childhood education. B. Spodek, & O. N. Saracho içinde, *Handbook of research on the education of young children* (s. 187-221). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Barrett, J. E., & Clements, D. H. (2003). Quantifying path length: fourth-grade children's developing abstractions for linear measurement. *Cognition and Instruction*, 21(4), 475-520. doi:https://doi.org/10.1207/s1532690xci2104_4

- Barrett, J. E., Clements, D. H., & Sarama, J. (2017). Children's measurement: A longitudinal study of children's knowledge and learning length, area, and volume. *Journal for research in mathematics education monograph series*, 16.
- Barrett, J. E., Clements, D. H., Klanderman, D., Pennisi, S. J., & Polaki, M. V. (2006). Students' coordination of geometric reasoning and measuring strategies on a fixed perimeter task: Developing mathematical understanding of linear measurement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 37(3), 187-221. doi:<https://doi.org/10.2307/30035058>
- Barrett, J. E., Cullen, C., Sarama, J., Clements, D. H., Klanderman, D., Miller, A. L., & Rumsey, C. (2011). Children's unit concepts in measurement: a teaching experiment spanning grades 2 through 5. *ZDM Mathematic Education*, 43, 637-650. doi:10.1007/s11858-011-0368-8
- Barrett, J. E., Sarama, J., Clements, D. H., Cullen, C., McCool, J., Witkowski-Rumsey, C., & Klanderman, D. (2012). Evaluating and improving a learning trajectory for linear measurement in elementary grades 2 and 3: A longitudinal study. *Mathematical Thinking and Learning*, 14(1), 28-54. doi:10.1080/10986065.2012.625075
- Bartolini Bussi, M. G., & Baccaglini-Frank, A. (2015). Geometry in early years: sowing seeds for a mathematical definition of squares and rectangles. *ZDM Mathematics Education*, 47, 391-405. doi:10.1007/s11858-014-0636-5
- Baştürk, R. (2014). Deneme Modelleri. A. Tanrıöğen içinde, *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (s. 31-53). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Battista, M. T. (2004). Applying cognition-based assessment to elementary school students' development of understanding of area and volume measurement. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 185-204. doi:https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0602_6
- Battista, M. T., Clements, D. H., Arnoff, J., Battista, K., & van Auker Borrow, C. (1998). Students' spatial structuring of 2D arrays of squares. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(5), 503-532.
- Bell, T., Witten, I. H., & Fellows, M. (1998). Computer science unplugged...off-line activities and games for all ages. <https://jmvidal.cse.sc.edu/library/bell98a.pdf> adresinden alındı

- Bers, M. U. (2007). Project interactions: A multigenerational robotic learning environment. *Journal of Science Education and Technology*, 16(6), 537-552. doi:10.1007/s10956-007-9074-2
- Bers, M. U. (2018). Coding and computational thinking in early childhood: The impact of ScratchJr in Europe. *European Journal of Stem Education*, 3(3), 08. doi:https://doi.org/10.20897/ejsteme/3868
- Bers, M. U., González-González, C., & Armas-Torres, B. M. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computer & Education*, 138, 130-145. doi:https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013
- Bers, M. U., Ponte, I., Juelich, K., Viera, A., & Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education. *Information Technologies in Childhood Education Annual*, 123-145.
- Blanton, M., Brizuela, B., Gardiner, A. M., Sawrey, K., & Newman-Owens, A. (2015). A learning trajectory in 6-year-olds' thinking about generalizing functional relationships. *Journal for Research in Mathematics Education*, 46(5), 511-558.
- Bradley-Johnson, S. (2001). Cognitive assessment for the youngest children: A critical review of tests. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 19, 19-44.
- Browning, C. A., & Garza-Kling, G. (2009). Young children's conceptions of angle and angle measure: Technology facilitate? C. Bardini, P. Fortin, A. Oldknow, & D. Vagost (Dü.), *Proceedings içinde* (s. 1-5). Metz: ICTMT 9.
- Bulton-Lewis, G. M. (1987). Recent cognitive theories applied to sequential length measuring knowledge in young children. *British Journal of Educational Psychology*, 57(3), 330-342.
- Bulton-Lewis, G. M., Wilss, L. A., & Mutch, S. L. (1996). An analysis of young children's strategies and use of devices for length measurement. *Journal of Mathematical Behavior*, 15, 329-347.
- Bustang, Zulkardi, Darmawijoyo, Dolk, M., & Van Eerde, D. (2013). Developing a local instruction theory for learning the concept of angle through visual field activities and spatial representations. *International Education Studies*, 6(8), 58-70. doi:dx.doi.org/10.5539/ies.v6n8p58
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2014). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (18 b.). Ankara: Pegem Akademi.

- Callejo, M. L., Perez-Tyteca, P., Moreno, M., & Sanchez-Matamoros Garcia, G. (2021). The use of a length and measurement HLT by pre-service kindergarten teachers' to notice children's mathematical thinking. *International Journal of Science and Mathematics Education*. doi:<https://doi.org/10.1007/s10763-021-10163-4>
- Camci, F. (2018). Altıncı sınıf öğrencilerinin tahmini öğrenme yol haritası çerçevesinde tasarlanan bir öğretim deneyindeki matematiksel soyutlama süreçleri. Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Campbell, C., & Walsh, C. (2017). Introducing the 'new' digital literacy of coding in the early years. *Practical Literacy*, 22(3), 10-12.
- Castle, K., & Needham, J. (2007). First graders' understanding of measurement. *Early Childhood Education Journal*, 35, 215-221.
- 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. doi:10.17522/balikesirnef.648860
- Chalmers, R. P. (2012). Mirt: A multidimensional item response theory package for the R environment. *Journal of Statistical Software*, 48(6), 1-29. doi:10.18637/jss.v048.i06
- Cheeseman, J., & Yianna, P. (2017). *The impact of a measurement-focused program on young children's number learning*. Annual Meeting of the Mathematics Education Research Group of Australasia (MERGA) 40. Melbourne: Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Cheeseman, J., McDonough, A., & Clarke, D. (2011). Investigating children's understanding of the measurement of mass. J. Clark, B. Kissame, J. Mousley, T. Spencer, & S. Thornton (Dü.), *Mathematics: Traditions and [New] Practices*. içinde 1, s. 174-182. Adelaide, SA: Australian Association of Mathematics Teachers and the Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Cheeseman, J., McDonough, A., & Ferguson, S. (2012). The effects of creating rich learning environments for children to measure mass. J. Dindyal, L. P. Cheng, & S. F. Ng (Dü.), *Proceedings of the 35th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* içinde (s. 178-185). Singapore: MERGA: Mathematic Education Research Group of Australasia.
- Cheeseman, J., McDonough, A., & Golemac, D. (2017). Investigating children's thinking about suspended balances. *NZ J Educ Stud*, 52, 143-158.

- Cicconi, M. (2014). Vygotsky meets technology: A reinvention of collaboration in the early childhood mathematics classroom. *Early Childhood Education Journal*, 42, 57-65. doi:10.1007/s10643-013-0582-9
- Clements, D. H. (1999). Teaching length measurement: Research challenges. *School Science and Mathematics*, 99(1), 5-11.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1990). The effects of logo on children's conceptualizations of angle and polygons. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(5), 356-371.
- Clements, D. H., & Burns, B. A. (2000). Students' development of strategies for turn and angle measure. *Educational Studies in Mathematics*, 41, 31-45.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2004). Learning trajectories in mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 81-89. doi:10.1207/s15327833mtl0602_1
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2007). Early childhood mathematic learning. F. Lester içinde, *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (s. 461-555). Charlotte, NC: 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. doi:10.3102/0002831207312908
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2014a). *Learning and teaching early math the learning trajectories approach*. New York: Routledge.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2014b). Learning trajectories: foundation for effective, research-based education. A. P. Maloney, J. Confrey, & K. H. Nguyen içinde, *Learning over time: Learning trajectories in mathematics education* (s. 1-30). Charlotte: Information Age Publishing inc.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2021). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach*. Londra: Taylor and Francis.
- Clements, D. H., Banse, H., Sarama, J., Tatsuoka, C., Joswick, C., Hudyma, A., . . . Tatsuoka, K. K. (2020). Young children's actions on length measurement tasks: strategies and cognitive attributes. *Mathematical Thinking and Learning*, 1-22. doi:https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1843231
- Clements, D. H., Barrett, J. E., & Sarama, J. (2016). Measurement in early and elementary education. J. E. Barrett, D. H. Clements, & J. Sarama içinde, *Children's measurement: A longitudinal study of children's knowledge and*

- learning of length, area, and volume* (Cilt 16, s. 3-21). Reston VA: National Council of Teachers of Mathematics Journal for Research in Mathematics Education monograph series.
- Clements, D. H., Battista, M. T., Sarama, J., & Swaminathan, S. (1996). Development of turn and turn measurement concepts in a computer-based instructional unit. *Educational Studies in Mathematics*, 30, 313-337.
- Clements, D. H., Battista, M. T., Sarama, J., Swaminathan, S., & McMillen, S. (1997). Students' development of length concepts in a Logo-based unit on geometric paths. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(1), 70-95.
- Clements, D. H., Sarama, J. H., & Liu, X. H. (2008). Development of a measure of early mathematics achievement using the Rasch model: the Research-Based Early Maths Assessment. *Educational Psychology*, 28(4), 457-482.
- Clements, D. H., Sarama, J., Baroody, A. J., Joswick, C., & Wolfe, C. B. (2019). Evaluating the efficacy of a learning trajectory for early shape composition. *American Educational Research Journal*, 56(6), 2509-2530. doi:10.3102/0002831219842788
- Clements, D. H., Sarama, J., Baroody, A., Kutaka, T. S., Chernyavskiy, P., Joswick, C., . . . Joseph, E. (2021). Comparing the efficacy of early arithmetic instruction based on a learning trajectory and teaching-to-a-target. *Journal of Educational Psychology*, 113(7), 1323-1337. doi:https://doi.org/10.1037/edu0000633
- Clements, D. H., Sarama, J., Spitler, M. E., Lange, A. A., & Wolfe, C. B. (2011). Mathematics learned by young children in an intervention based on learning trajectories: A large-scale cluster randomized trial. *Journal for Research in Mathematics Education*, 42(2), 127-166.
- Clements, D. H., Sarama, J., Van Dine, D. W., Barrett, J. E., Cullen, C. J., Hudyma, A., vd., (2018). Evaluation of three interventions teaching area measurement as spatial structuring to young children. *Journal of Mathematical Behavior*, 50, 23-41. doi:10.1016/j.jmathb.2017.12.004
- Clements, D. H., Wilson, D. C., & Sarama, J. (2004). Young children's composition of geometric figures: a learning trajectory. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 163-184.
- Cohen, D. J., & Sarnecka, B. W. (2014). Children's number line estimation shows development of measurement skills (not number representations). *Developmental Psychology*, 50(6), 1640-1652.

- Confrey, J., Maloney, A. P., & Corley, A. K. (2014). Learning trajectories: a framework for connecting standards with curriculum. *ZDM Mathematic Education*, 46, 719-733. doi:<https://doi.org/10.1007/s11858-014-0598-7>
- Copley, J. V., Glass, K., Nix, L., Faseler, A., Jesus, M., & Tanksley, S. (2004, Şubat). Measuring experiences for young children. *Teaching Children Mathematics*, s. 314-320.
- Coxon, S. V., Dohrman, R. L., & Nadler, D. R. (2018). Children using robotics for engineering, science, technology, and math (crest-m): The development and evaluation of an engaging math curriculum. *Roeper Review*, 40(2), 86-96. doi:<https://doi.org/10.1080/02783193.2018.1434711>
- Cullen, A. L., & Barrett, J. E. (2020). Area measurement: structuring with nonsquare units. *Mathematical Thinking and Learning*, 22(2), 85-115. doi:<https://doi.org/10.1080/10986065.2019.1608619>
- Cullen, A. L., Cullen, C. J., & O'Hanlon, W. A. (2018). Effects of an intervention on children's conceptions of angle measurement. *International Journal of Research in Education and Science*, 4(1). doi:10.21890/ijres.382941
- Cuneo, D. O. (1980). A general strategy for quantity judgments: The height + width rule. *Child Development*, 51(1), 299-301.
- Doabler, C. T., Clarke, B., Kosty, D., Turtura, J. E., Firestone, A. R., Smolkowski, K., . . . Maddox, S. (2019). Efficacy of a first-grade mathematic intervention on measurement and data analysis. *Exceptional Children*, 86(1), 77-94. doi:10.1177/0014402919857993
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., vd., (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 1428-1446. doi:10.1037/0012-1649.43.6.1428
- Duru, A., & Savaş, E. (2005). Matematik öğretiminde cinsiyet farklılığı. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 35-46.
- Eames, C. L., Barrett, J. E., Cullen, C. J., Rutherford, G., Klanderman, D., vd., (2020). Examining and developing fourth grade children's area estimation performance. *School Science and Mathematics*, 120(2), 67-68. doi:10.1111/ssm.12386
- Ebby, C. B., & Petit, M. (2017). Using learning trajectories to enhance formative assessment. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 22(6), 368-372.
- Ebeling, K. S., & Gelman, S. A. (1988). Coordination of size standards by young children. *Child Development*, 59(4), 888-896.

- Ebeling, K. S., & Gelman, S. A. (1994). Children's use of context in interpreting "big" and "little". *Child Development*, 65(4), 1178-1192.
- Eroğlu, D. (2016). Ortaokul matematik öğretmenlerinin tahmini öğrenme yollarına dayalı öğretimlerindeki pedagojik yollarının desteklenmesi. Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi: Eskişehir.
- Evers, A., Hagemester, C., Høstmælingen, A., Lindley, P., Muñiz, J., & Sjöberg, A. (2013, 25 09). *Efpa review model for the description and evaluation of psychological and educational tests Test review form and notes for reviewers version 4.2.6*. Brussels: European Federation of Psychology Associations. Efpa. adresinden alındı
- 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.
- Gallistel, C. R., & Gelman, R. (1992). Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition*, 44, 43-74.
- Gelman, R. (1972). Logical capacity of very young children: Number invariance rules. *Child Development*, 43(1), 75-90.
- Gelman, R. (1977). How young children can reason about small numbers. N. Castellan, D. Pisoni, & G. Potts içinde, *Cognitive Theory*. New Jersey: Hillsdare.
- Gelman, R., & Gallistel, C. (1978). *The child's understanding of number*. Harvard: Harvard University Press.
- Gelman, R., & Subrahmanyam, K. (2005). Children's use of the reference point strategy for measurement estimation. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36(1), 4-23.
- Gelman, R., Meck, E., & Merkin, S. (1986). Young children's numerical competence. *Cognitive Development*, 1, 1-29.
- Ginsburg, H. P., Joon, L., & Boyd, J. S. (2008). Mathematics education for young children: What it is and how to promote it. *Social Policy Report*, 22(1), 3-23.
- Ginsburg, H. P., Klein, A., & Starkey, P. (1998). The development of children's mathematical thinking: connecting research with practice. W. Damon, I. E. Siegel, & K. A. Renninger içinde, *Handbook of child psychology, child psychology in practice* (s. 401-476). New York: Wiley.
- Gomezescobar, A., Fernandez-Cezar, R., & Guerrero, S. (2018). Numbers and space intervals in length measurements in the Spanish context: Proposals for the

- transition to measuring with the ruler. *International Journal of Science and Mathematic Education*, 16, 1375-1386. doi:10.1007/s10763-017-9835-1
- Greenough, W. T., Black, J. E., & Wallace, C. S. (1987). Experience and brain development. *Child Development*, 58(3), 539-559. doi:https://doi.org/10.2307/1130197
- Güven Akdeniz, D. (2018). Öğrenme güçlüğüne sahip öğrencilerin uzunluk kavramına ilişkin öğrenme yol haritaları: Öğretim deneyi. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Güzel Candan, D. (2019). Okul öncesi öğretmen adaylarının eğitiminde öğrenme yörüngeleri modeli ile bir program geliştirme uygulaması. Doktora tezi, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Haktanır, G. (1994). 7-10 Yaşlarındaki çocuklarda sayı, madde, uzunluk, miktar, ağırlık, alan ve hacim korunumu ilkesinin incelenmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Hedegaard, M. (1990). The zone of proximal development as basis for instruction. L. C. Moll içinde, *Vygotsky and education instructional implications and applications of sociohistorical psychology* (s. 349-371). Edinburgh: Cambridge University Press.
- Hiebert, J. (1986). *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics*. Lawrence: Erlbaum Associates.
- Hox, J. J. (2011). Panel modeling: Random coefficients and covariance structures. J. J. Hox, & K. J. Roberts içinde, *Handbook of Advanced Multilevel Analysis* (s. 85-96). Routledge.
- Hudson, M.-A., & Beak, Y. (2022). Increasing elementary students' computational thinking using a multifaceted robotics-based intervention. *Computers in the schools*, 39(1), 16-40. doi:https://doi.org/10.1080/07380569.2022.2037295
- Kamii, C., & Clark, F. B. (1997). Measurement of length: the need for a better approach to teaching. *School Science and Mathematics*, 97(3), 116-121.
- Kamii, C., & Kysh, J. (2006). The difficulty of "length x width": Is a square the unit of measurement? *Journal of Mathematical Behavior*, 25, 105-115. doi:doi:10.1016/j.jmathb.2006.02.001
- Karakuş, H. (2020). Okul öncesi matematik eğitim programının çocukların matematik becerilerine etkisi. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

- Kaur, H. (2020). Introducing the concept of angle to young children in a dynamic geometry environment. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(2), 161-182. doi:10.1080/0020739X.2020.1717657
- Keiser, J. M. (2004). Struggles with developing the concept of angle: Comparing sixth-grade students' discourse to the history of the angle concept. *Mathematical thinking and learning*, 6(3), 285-306. doi:doi.org/10.1207/s15327833mtl0603_2
- Kim, E. M., Haberstroh, J., Peters, S., Howell, H., & Oláh, L. N. (2017). *A learning progression for geometrical measurement in one, two, and three dimensions*. Princeton, NJ: Educational Testing Service. doi:10.1002/ets2.12189
- Kotsopoulos, D., Makosz, S., & Zambrzycka, J. (2017). Number knowledge and young children's ability to measure length. *Early Education and Development*, 28(8), 925-938.
- Krajewski, K., & Schneider, W. (2009). Exploring the impact of phonological awareness, visual-spatial working memory, and preschool quantity-number competencies on mathematics achievement in elementary school: Findings from a 3-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 516-531.
- Kubanç, Y. (2019). Sınıf öğretmenlerinin matematik öğretiminde öğrenci başarısını değerlendirme durumlarının öğrenme yörüngesi odaklı incelenmesi. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Lee, J. (2020). Coding in early childhood. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 21(3), 266-269. doi:10.1177/1463949119846541
- Lee, J., & Junoh, J. (2019). Implementing unplugged coding activities in early childhood classrooms. *Early Childhood Education Journal*, 47, 709-716. doi:https://doi.org/10.1007/s10643-019-00967-z
- Lehrer, R. (2003). Developing understanding of measurement. J. Kilpatrick, W. G. Martin, & D. E. Schifter içinde, *A research companion to principles and standards for school mathematics*. (s. 179-195). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Liang, B., & Castillo-Garsow, C. (2020). Undergraduate students' meanings for central angle and inscribed angle. *The Mathematics Educator*, 29(1), 53-84.
- Liu, Y., Tian, W., & Xin, T. (2016). An application of M2 statistic to Evaluate the fit of cognitive diagnostic models. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 41(1), 3-26. doi:https://doi.org/10.3102/1076998615621293

- MacDonald, A., & Lowric, T. (2011). Developing measurement concepts within context: Children's representations of length. *Math Ed Res J*, 23, 27-42. doi:10.1007/s13394-011-0002-7
- Maloney, A. P., Confrey, J., & Nguyen, K. H. (2014). *Learning over time: Learning trajectories in mathematics education*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Matsuo, N., & Nakawa, N. (2019). Preschool children's understanding of length and area measurement in Japan. *the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME11)*, (s. 2311-2318). Utrecht, Netherlands.
- McLennan, D. P. (2017). Creating coding stories and games. *Teaching Young Children*, 10(3).
- Metin, S. (2022). Activity-based unplugged coding during the preschool period. *International Journal of Technology and Design Education*, 32, 149-165. doi:<https://doi.org/10.1007/s10798-020-09616-8>
- Meyer, J. P. (2014). *Applied measurement with jmetrik*. New York: Routledge.
- Miller, A. L. (2013). *Investigating conceptual, procedural, and intuitive aspects of area measurement with non-square units*. Doktora tezi, 3572989 Erişim numarası ile Proquest'ten erişilmiştir.
- Miller, J. (2019). STEM education in the primary years to support mathematical thinking: using coding to identify mathematical structures and patterns. *ZDM Mathematics Education*, 915-927. doi:<https://doi.org/10.1007/s11858-019-01096-y>
- Miller, K. F. (1989). Measurement as a tool for thought: The role of measuring procedures in children's understanding of quantitative invariance. *Developmental Psychology*, 25(4), 589-600.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). Okul öncesi eğitim programı. Ankara, Türkiye. <http://tegm.meb.gov.tr/dosya/okuloncesi/ooproram.pdf> adresinden alındı
- Mitchelmore, M. C. (1998). Young students' concepts of turning and angle. *Cognition and Instruction*, 16(3), 265-284.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.

- Newcombo, N. S., Ambady, N., Eccles, J., Gomez, L., Klahr, D., Linn, M., . . . Mix, K. (2009). Psychology's role in mathematics and science education. *American Psychologist*, 64(6), 538-550. doi:10.1037/a0014813
- Nguyen, T., Watts, T. W., Duncan, G. J., Clements, D. H., Sarama, J., Wolfe, C., & Spitler, M. E. (2016). Which preschool mathematics competencies are most predictive of fifth grade achievement? *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 550-560. doi:10.1016/j.ecresq.2016.02.003
- Nunes, T., Light, P., & Mason, J. (1993). Tools for thought: The measurement of length and area. *Learning and Instruction*, 3, 39-54.
- Orlando, M., & Thissen, D. (2000). Likelihood-based item-fit indices for dichotomous item response theory models. *Applied Psychological Measurement*, 24(1), 50-64. doi:doi.org/10.1177/01466216000241003
- Outhred, L. N., & Mitchelmore, M. C. (2000). Young children's intuitive understanding of rectangular area measurement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(2), 144-167.
- Özaltun Çelik, A. (2018). İkinci dereceden fonksiyonlara ilişkin varsayımsal öğrenme yollarının ve öğretim dizisinin tasarlanması. Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Özden, D. (2019). Altıncı sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanına ilişkin öğrenme süreçlerinin incelenmesi: Tahmini öğrenme yol haritalarına dayalı bir öğretim deneyi. Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms, children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Book Inc.
- Piaget, J. (1952/1984). *Genetik Epistemoloji* (1954 b.). (A. Cengizkan, Çev.) Ankara: Birey ve Toplum Yayıncılık.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1967). *The Child's Concepts of Space*. (F. J. Langdon, & J. L. Lunzer, Çev.) New York: Norton (Orijinal çalışma 1948 yılında yayımlanmıştır).
- Piaget, J., Inhelder, B., & Szeminska, A. (1960). *The child's conception of geometry*. Oxford, England: Basic Books.
- Pozdniakov, S., & Freiman, V. (2021). Technology-supported innovations in mathematics education during the last 30 years: Russian perspective. *ZDM Mathematics Education*, 53, 1499-1513. doi:https://doi.org/10.1007/s11858-021-01279-6

- Raudenbush, S. W., Bryk, A. S., Fai Cheong, Y., Congdon, R. T., & du Toit, M. (2019). *HLM 8 Hierarchical Linear and Nonlinear Modeling*. Skoike: Scientific Software International.
- Reckase, M. D. (2009). *Multidimensional item response theory*. New York, USA: Springer Science + Business Media.
- Resnick, M., Ocko, S., & Papert, S. (1988). Lego, logo, and design. *Children and Interactive Electronic Environments*, 5(4), 14-18.
- Ritchie, S. J., & Bates, T. C. (2013). Enduring links from childhood mathematics and reading achievement to adult socioeconomic status. *Psychological Science*, 24(7), 1301-1308. doi:<https://doi.org/10.1177/0956797612466268>
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). *Early Childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. New York: Routledge.
- Sarama, J., Clements, D. H., Baroody, A. J., Kutaka, T. S., Chernyavskiy, P., Shi, J., & Cong, M. (2021). Testing a theoretical assumption of a learning trajectories approach in teaching length measurement to kindergartners. *AERA Open*, 7(1), 1-15. doi:[10.1177/23328584211026657](https://doi.org/10.1177/23328584211026657)
- Sarama, J., Clements, D. H., Barrett, J. E., Cullen, C. J., Hudyma, A., & Vanegas, Y. (2021). Length measurement in the early years: teaching and learning with learning trajectories. *Mathematical Thinking and Learning*.
- Sarama, J., Clements, D. H., Barrett, J. E., Van Dine, D. W., & McDonel, J. S. (2011). Evaluation of a learning trajectory for length in the early years. *ZDM Mathematics Education*, 43, 667-680. doi:[10.1007/s11858-011-0326-5](https://doi.org/10.1007/s11858-011-0326-5)
- Screpanti, L., Miotti, B., & Montreiu, A. (2021). Robotics in education: A smart and innovative approach to the challenges of the 21st century. D. Scaradozzi, L. Guasti, M. D. Stasio, B. Miotti, A. Monteriu, & P. Blikstein içinde, *Makers at school, educational robotics and innovative learning environments* (s. 17-26). Springer International Publishing.
- Shumway, J. F., Welch, L. E., Kozlowski, J. S., Clarke-Midura, J., & Lee, V. R. (2021). Kindergarten students' mathematics knowledge at work: the mathematics for programming robot toys. *Mathematical Thinking and Learning*, 1-29. doi:[doi:doi.org/10.1080/10986065.2021.1982666](https://doi.org/10.1080/10986065.2021.1982666)
- Silverman, I. W., & Paskewitz, S. L. (1988). Developmental and individual differences in children's area judgment rules. *Journal of Experimental Child Psychology*, 46, 74-87.

- Simon, M. A. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(2), 114-145.
- Simon, M. A., & Tzur, R. (2004). Explicating the role of mathematical tasks in conceptual learning: An elaboration of the hypothetical learning trajectory. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 91-104. doi:10.1207/s15327833mtl0602_2
- Smith III, J. P., Males, L. M., & Gonulates, F. (2016). Conceptual limitations in curricular presentations of area measurement: One nation's challenges. *Mathematical Thinking and Learning*, 18(4), 239-270. doi:10.1080/10986065.2016.1219930
- Smith III, J. P., Males, L. M., Dietiker, L. C., Lee, K., & Mosier, A. (2013). Curricular treatments of length measurement in the united states: Do they address known learning challenges? *Cognition and Instruction*, 31(4), 388-433. doi:10.1080/07370008.2013.828728
- Soland, J. (2022). Evidence that selecting an appropriate item response theory-based approach to scoring surveys can help avoid biased treatment. *Educational and Psychological Measurement*, 82(2), 376-403. doi:10.1177/00131644211007551
- Somuncu, B., & Aslan, D. (2022). Effect of coding activities on preschool children's mathematical reasoning skills. *Education and Information Technologies*, 27, 877-890. doi:10.1007/s10639-021-10618-9
- Steffe, L. P. (2004). On the construction of learning trajectories of children: the case of commensurate fractions. *Mathematical Thinking and Learning*, 129-162. doi:https://doi.org/10.1207/s1532783mtl0602_4
- Stephan, M., & Clements, D. H. (2003). Linear and area measurement in prekindergarten to grade 2. D. H. Clements, & G. W. Bright içinde, *Learning and teaching measurement* (s. 1-16). Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Stevens, J. P. (2007). *Intermediate statistics a modern approach*. New York: Taylor and Francis Group.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26, 3-20. doi:https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5

- Szilágyi, J., Clements, D. H., & Sarama, J. (2013). Young children's understandings of length measurement: Evaluating a learning trajectory. *Journal for Research in Mathematics Education*, 44(3), 581-620.
- Tan Sisman, G., & Aksu, M. (2015). A study on sixth grade students' misconceptions and errors in spatial measurement: Length, area, and volume. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 1293-1319. doi:10.1007/s10763-015-9642-5
- Taylor, M., Harlow, A., & Forret, M. (2010). Using a computer programming environment and an interactive whiteboard to investigate some mathematical thinking. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8, 561-570.
- TUBİTAK UME. (2008). Ulusal metroloji sözlüğü, temel ve genel kavramlar, ilgili terimler. JCGM.
- TUBİTAK UME. (2022, 03 24). *Türetilmiş SI birimleri*. Tubitak Ulusal Metroloji Enstitüsü: <https://www.ume.tubitak.gov.tr/tr/si-birimleri?q=tr/icerik/turetilmis-si-birimleri> adresinden alındı
- Tudge, J. R., & Doucet, F. (2004). Early mathematical experiences: Observing young Black and White children's everyday activities. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 21-39.
- Türk Dil Kurumu [TDK]. (2011). *Türkçe Sözlük*, 11. Ankara.
- Türk Standardları Enstitüsü [TSE]. (2006). *Bilişim terimleri sözlüğü*. Ankara: TSE Yayın ve Tanıtma Müdürlüğü.
- Van den Heuvel-Panguizen, M., & Elia, I. (2011). Kindergarteners' performance in length measurement and effect of picture book reading. *ZDM Mathematics Education*, 43, 621-635.
- Van Dine, D. W. (2014). Development and evaluation of a revised developmental progression of a learning trajectory for volume measurement in the early years. Proquest (UMI No. 3640890).
- Vasilyeva, M., Laski, E. V., Veraksa, A., & Bukhalenkova, D. (2021). Leveraging measurement instruction to develop kindergarteners' numerical magnitude knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 113(7), 1354-1369. doi:doi.org/10.1037/edu0000653
- Vygotsky, L. (1961/1998). *Düşünce ve dil [Thought and languages]* (2 b.). (S. Koray, Çev.) İstanbul: Toplumsal Dönüşüm Yayınları.

- Watts, T. W., Clements, D. H., Saram, J., Wolfe, C. B., Spitler, M. E., & Bailey, D. H. (2017). Does early mathematic intervention change the processes underlying children's learning? *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 10(1), 96-115. doi:<https://doi.org/10.1080/19345747.2016.1204640>
- Watts, T. W., Duncan, G. J., Siegler, R. S., & Davis-Kean, P. E. (2014). What is past is prologue: Relations between early mathematics knowledge and high school achievement. *Educational Researcher*, 43(7), 352-360. doi:<https://doi.org/10.3102/0013189X14553660>
- Wirth, R., & Edwards, M. (2007). Item factor analysis: current approaches and future directions. *Psychol*, 12(1), 58-79.
- Woltman, H., Feldstain, A., MacKay, C., & Rocci, M. (2012). An introduction to hierarchical linear modeling. *Tutorials in quantitative methods for psychology*, 8(1), 52-69. doi:10.20982/tqmp.08.1.p052
- Xu, J., Peak, I., & Xia, Y. (2017). Investigating the behaviors of M2 and RMSEA2 in fitting a unidimensional model to multidimensional data. *Applied Psychological Measurement*, 41(8), 634-644. doi:10.1177/0146621617710464
- Yılmaz, N. (2019). Çocukların matematiksel örüntüleri tanımlama ve genellemesinde varsayımsal öğrenme rotalarının etkisi ve göz izleme teknolojisinin katkısı. Doktora tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Yılmaz, Z. (2015). Öğrenme rotaları temelli öğretimin sınıf öğretmen adaylarının matematiksel alan ve öğrenci bilgilerini yeniden yapılandırılmasında kullanımı. Doktora tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Yuzawa, M., & Bart, W. M. (2002). Young children's learning of size comparison strategies: Effect of origami exercises. *The Journal of Genetic Psychology*, 163(4), 459-478.
- Yuzawa, M., & Yuzawa, M. (2004). Young children's change in strategies of size comparison: Effects of task repetition and strategy evaluation. *Japanese Psychological Research*, 46(2), 109-114.
- Yuzawa, M., Bart, W. M., & Yuzawa, M. (2000). Development of the ability to judge relative areas role of the procedure of placing one object on another. *Cognitive Development*, 15, 135-152.
- Zacharos, K., Antonopoulos, K., & Ravanis, K. (2011). Activities in mathematics education and teaching interactions. The construction of the measurement of

capacity in pre-school. *European Early Childhood Education Research Journal*, 19(4), 451-468.

Zhang, B., & Stone, C. A. (2008). Evaluating item fit for multidimensional item response models. *Educational and Psychological Measurement*, 68(2), 181-196.
doi:10.1177/0013164407301547



EK 4. TEMA-3 Uygulama İzni



page 1

Approval of Permission to Use PRO-ED Test Material

March 17, 2021

Reference Permission Request #T4457

Mehmet Ceylan
Cukurova University
3021 Street No: 22 A/4
Adiyaman, 02040 Turkey

For permission to use of the Test of Early Mathematical Ability–Third Edition (TEMA-3) by Ginsburg, Baroody, , Austin: PRO-ED. 10880. Number of copies: 50 .

USAGE: Research for Master's Thesis or Dissertation

This study was conducted to develop an Early Geometric Measurement Ability Test for children aged between 4-8 years old. The test aimed to examine children's measuring skills of length, area, volume, and angle. First, the items are written by the researchers, then they are evaluated by 3 child development experts. The pilot study was carried out with 100 children in Turkey. The test was re-evaluated by 3 experts then the final version was created. The final test was applied to 200 children in Turkey. Reliability studies of the test were calculated using test-retest, split-half test reliability, and internal consistency coefficients. It is planned to use the TEMA-3 for criterion validity of the test.

LIMITATIONS:

Permission is granted to utilize the TEMA-3 in this validity research project. A free kit has been provided with the previous permission approval. Permission expires at the conclusion of this study.

PAYMENT: No fee assessed.

Total Paid: \$

APPROVAL:

The foregoing application is hereby approved provided that the form of credit and copyright notice, as specified in the sixth edition of the *Publication Manual of the American Psychological Association* or an equally recognized format, gives full identification of author, publisher, copyright date, and title and states, "Used with Permission." This permission is solely for adaptation to non-original formats and should not be construed as a transfer of any rights, title or interest in the PRO-ED publication. This permission includes the right to approve, without charge, the publication or transcription in Braille, large print, audio or other formats, only for the use by print impaired individuals or to accommodate student IEP requirements and only if such an edition is not for commercial use. Should PRO-ED, Inc. in its sole discretion, determine the use of our material by you, the client, is contrary to the original intent as we understood it in your letter requesting permission, we reserve the right to demand that you cease

**Approval of Permission to Use PRO-ED Test Material**

March 17, 2021

Reference Permission Request #T4457

and desist in your use of PRO-ED, Inc.'s material and remove it from the marketplace. PRO-ED makes no representations and warranties about the validity or reliability of the Licensed Material or its appropriateness or effectiveness with respect to your specific use. You agree to defend and indemnify PRO-ED, Inc. from any claims made against PRO-ED, Inc. on account of your use of the Licensed Material. By accepting this agreement, you confirm that the Licensed Material will not be used in pharmaceutical research of any kind.

****This permission is for one time use only, is not transferable, and terminates March 31, 2022 or when the above material goes out of print; whichever comes first.****

Approved by PRO-ED, Inc. Representative

Terri Cooter

Terri Cooter
Tests Permissions Department
PRO-ED, Inc.

March 17, 2021

PRO-ED, Inc. Tax ID: 74-1916673

EK 5. Deney 1 Grubu Örnek Etkinlikler

3-Robotumun Adımları

Etkinlik Çeşidi: Matematik Etkinliği

Yaş Grubu: 48-72 Ay

Kazanımlar ve Göstergeleri

Bilişsel Gelişim:

Kazanım 8. Nesne veya varlıkların özelliklerini karşılaştırır.

Nesne/varlıkların rengini, şeklini, büyüklüğünü, uzunluğunu, dokusunu, sesini, kokusunu, yapıldığı malzemeyi, tadını, miktarını ve kullanım amaçlarını ayırt eder, karşılaştırır.

Kazanım 9. Nesne veya varlıkları özelliklerine göre sıralar.

Nesne/varlıkları uzunluklarına, büyüklüklerine, miktarlarına, ağırlıklarına, renk tonlarına göre sıralar.

Kazanım 11. Nesneleri ölçer. Ölçme sonucunu tahmin eder. Standart olmayan birimlerle ölçer. Ölçme sonucunu söyler. Ölçme sonuçlarını tahmin ettiği sonuçlarla karşılaştırır. Standart ölçme araçlarının neler olduğunu söyler.

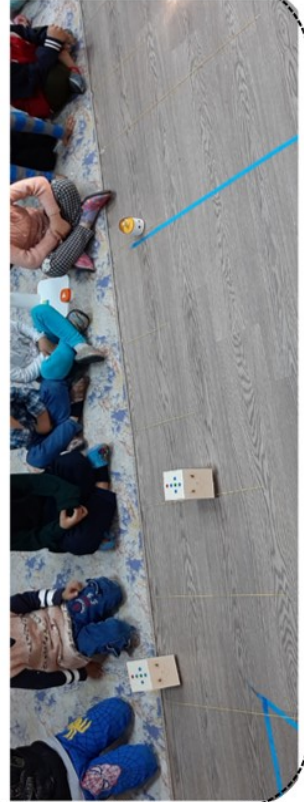
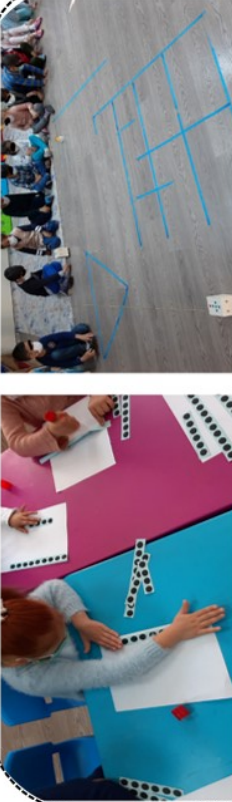
İlgili Öğrenme Rotası

Uzunluk Ölçme

Doğrudan uzunluk karşılaştırabilir, dolaylı olarak uzunluk karşılaştırabilir, altı ve daha fazla nesneyi uzunluklarına göre sıralayabilir, uçtan uca uzunluk ölçebilir, uzunluk ile birim arasında ilişki kurabilir. Birim yünelebilir.

Öğrenme Süreci

- ❖ Çember oluşturulur ve çocukların ilgisini toplamak adına çeşitli sorular yöneltilir, sınıf kapısı gösterilerek;
- ❖ Sizce bir zürafa bu kapıdan içeri geçebilir mi? Köpek, kuş, gemi, araba, tren?
- ❖ Nelerin geçip, nelerin geçemeyeceğini nasıl anlarız?
- ❖ Farklı renklerde ipler çocuklara verilir, sınıf içerisindeki çeşitli nesnelerin uzunlukları kadar ip kesilir, kapının genişliği ile kıyaslanır.
- ❖ Geniş bir alana ipler paralel olarak yerleştirilir, uzunluklarına göre sıralama yapılır (kapının genişliğini temsil eden ip dâhil).
- ❖ Hangi nesnelerin kapıdan geçeceği, hangilerinin geçemeyeceği hakkında konuşulur
- ❖ Nesnelerin ve iplerin uzunlukları, önce çocukların adımı ile ölçülür
- ❖ Sonrasında düz zemine koyulan ipler paralel olarak yerleştirilir.
- ❖ Robotlar sadece ileri komutu ile ip boyunca gitmesi için programlanır.
- ❖ Robotların kaç adımda gittiği grup halinde sayılır.



Değerlendirme

- ❖ Sıralama kartları çocuklara gösterilir (1'den 7'ye kadar). Bu kartlarda ne fark ettiniz? Bazı kartlarda az veya çok mu boyalı nokta var? Bu kartlar sıralı mı?
- ❖ Bazı parçalar çıkartılır, çocukların eksik olan parçaları bulması beklenir.
- ❖ Bu işlem küçük grup halinde çocuklarca tekrarlanır.

Aile Katılımı

Sıralama ve okulda yapılan etkinlik hakkında bilgi verilir. Eve gönderilen çalışma kâğıdında farklı uzunlukta ipler kesilmesi, ardından sıralanarak kâğıda yapıştırılması istenir.

Materyaller: Cube-Code, Matatalab, ip, makas, sıralama kartları, şya kâğıdı, yapıştırıcı, robot setleri

Kavramlar: Uzun-kısa, birinci, ikinci sıra sözcükleri

Değerli Velller;

Biz bugün okula sıralama etkinlikleri yaptık. Sıralama, nesneleri veya varlıkları ölçülebilir özelliklerinin niceliğine göre sıraya koyma işlemidir. Sizler de evinizde çeşitli nesneleri uzunluğuna, ağırlığına, renk tonlarına göre sıralayabilirsiniz. Çocuklarda sıralama becerisinin gelişmesi öncelikle ikili karşılaştırmalar şeklinde görülmekte, ilerleyen yaşlarda ise 5 ve daha fazla nesneyi sıralama becerisi gösterilmektedirler. Sizlerde evde ip ve makas yardımıyla, 7 farklı uzunlukta ip kesiniz ve bu ipleri uzunluklarına göre sıralayarak, aşağıdaki bölüme yapıştırınız. Bu işlemi yaparken, birinci, ikinci, gibi sıra bildiren sözleri ve en kısa, en uzun sözlerini kullanınız, aynı işlemi farklı nesneler üzerinde gerçekleştirebilir, nesneleri hizalayarak veya hizalamadan sunabilirsiniz.

Birinci (en kısa)	İkinci	Üçüncü	Dördüncü	Beşinci	Altıncı	Yedinci (en uzun)
						

7-Robotun Su Kapları

Etkinlik Çeşidi: Matematik Etkinliği

Yaş Grubu: 48-72 Ay

Kazanımlar ve Göstergeleri

Bilişsel Gelişim:

Kazanım 1. Nesne durum olayla ilgili tahminde bulunur. Nesne/durum/olayla ilgili tahminini söyler. Tahmini ile ilgili ipuçlarını açıklar. Gerçek durumu inceler.

Kazanım 11. Nesneleri Ölçer. Ölçme sonucunu tahmin eder. Standart olmayan birimlerle ölçer. Ölçme sonucunu söyler. Ölçme sonuçlarını tahmin ettiği sonuçlarla karşılaştırır. Standart ölçme araçlarının neler olduğunu söyler.

Kazanım 20. Nesne/sembollerle grafik hazırlar. (Nesneleri kullanarak grafik oluşturur. Nesneleri sembollerle göstererek grafik oluşturur. Grafiği oluşturan nesneleri veya sembollerini sayar. Grafiği inceleyerek sonuçları açıklar.

İlgili Öğrenme Rotası

Hacim Ölçme; Hacmi veya kapasiteyi nesnenin bir özelliği olarak algılar. İki nesnenin hacmini doğrudan kıyaslayabilir. İki nesnenin hacmini üçüncü bir nesne aracılığıyla kıyaslayabilir. Eş parçalara ayrılmış üç boyutlu yapıları sayabilir. Hacim birim ilişkisi kurabilir ve birim yineleyebilir.

Öğrenme Süreci

- ❖ Çember oluşturulur etkinlik öncesinde çocuklarla sohbet edilir. Farklı boyutlarda ölçme kapları çocuklara gösterilir. Bunların hangisinin içine daha çok su sığacağı sorulur.
- ❖ Çocuklar 4-5 kişilik gruplara ayrılır. Her gruba bir robot ve parkur verilir. Parkurun çeşitli bölmelerine bardak-kavanoz vb. malzemeler ile su koyulur.
- ❖ Çocuklar robotu parkurdaki su bulunan alana programlar. Varılan yerdeki su alınarak, daha büyük kaba doldurulur.
- ❖ Kaç kap ile büyük olanın tamamen dolduğu üzerine konuşulur.
- ❖ Kaplar farklı genişlik ve yükseklikte sunulur.
- ❖ Öncesinde çocuklar istedikleri suya ulaşır, bu sular farklı genişlik ve yükseklikteki kaplardır.
- ❖ Hangisinin daha çok olduğunu 3 bir kap aracılığıyla karşılaştırmaları sağlanabilir.
- ❖ Çocuklar, genişlik ve yükseklik kelimelerini kullanmak için cesaretlendirilir, ikili olarak kaplar gösterilerek genişlikleri, yükseklikleri sorulur. Farklı genişlik ve yükseklikteki kapların sıvı miktarı, daha küçük hacimdeki bir kap ile ölçülür.
- ❖ Hem ölçülen kabın hem de ölçüm kabının her defasında tamamen doldurulmasına dikkat edilir.

Değerlendirme

- ❖ Çocuklar bireysel ve grup olarak, kaplar üzerinde karşılaştırmalar yapar.
- ❖ Sorular ve ikili karşılaştırmalar yoluyla hem genişliğin hem de yüksekliğin hacimdeki etkisi çocuklar tarafından keşfedilmektedir.
- ❖ Hangi kaplar daha çok su alıyor?
- ❖ Hangileri daha az su alıyor?

Aile Katılımı

Aileye evde bir su/kola vb. içecek şişesinin kaç su bardağı, kaç çay bardağı, kaç kahve fincanı kadar su alacağını hesaplaması ve grafik olarak göstermesi istenir.

Materyaller: Geniş bir tepsi, çeşitli ebatlarda plastik-cam kaplar, su ve suluboya, ip, yapıştırıcı

Kavramlar: Hacim, az-çok, dolu-boş



Değerli veliler, hacim veya kapasite bir nesnenin içerisine sığan madde miktarıyla tanımlanmaktadır. Bizler bu gün okulda çeşitli kapların kapasitesini ölçtük. Sizlerde evinizde bulunan herhangi bir şişenin kapasitesini su bardağı, çay bardağı ve kahve fincanı ile ölçünüz ve kaç bardak/fincan olduğunu aşağıdaki kâğıtta karşısına belirtiniz. Bunun için öncelikle şişeyi tamamen su ile doldurunuz. Ardından şişeyi tamamen dolacak şekilde bardak, fincan gibi malzemeler ile sayarak boşaltınız. Eğer sonuç tam sayı olmazsa tahmini değeri de ifade ediniz (5 buçuk gibi). İster rakam ile isterseniz çizerek sonucu ifade ediniz (örneğin beş tam bardak, bir yarım bardak gibi). Sonuçlar hakkında çocuğunuz ile sohbet edip, çocuklarınızın tahminini alabilirsiniz. Örneğin Su bardağı ile ölçmeden önce kaç bardak çıkar? Öldükten sonra 5.5 su bardağı oldu, çay bardağı ile kaç olur? Daha çok mu daha az mı olur?

	Su bardağı ile  2.5 su bardağı
	Çay bardağı ile  4.5 çay bardağı
	Kahve fincanı ile  6.5 kahve fincanı
	Diğer... Kupa bardağı  1.5 kupa bardağı

12- Şekil Avcısı

Etkinlik Çeşidi: Matematik

Yaş Grubu: 48-72

Kazanımlar ve Göstergeleri

Bilişsel Gelişim:

Kazanım 8. Nesne veya varlıkların özelliklerini karşılaştırır.

Nesne/varlıkların rengini, şeklini, büyüklüğünü, uzunluğunu, dokusunu, sesini, kokusunu, yapıldığı malzemeyi, tadını, miktarını ve kullanım amaçlarını ayırt eder, karşılaştırır.

Kazanım 11. Nesneleri Ölçer. Ölçme sonucunu tahmin eder.

Standart olmayan birimlerle ölçer. Ölçme sonucunu söyler. Ölçme sonuçlarını tahmin ettiği sonuçlarla karşılaştırır. Standart ölçme araçlarının neler olduğunu söyler.

Öğrenme Süreci

- ❖ Çember oluşturulur, çocuklarla sohbet edilir. Bugün robotlar ile parkur üzerinde gezintiye çıkılacağı söylenir. Parkurda bazı eksik yerler vardır.
- ❖ Çocuklar 4-5 kişilik gruplara ayrılır, her gruba bir robot ve robota uygun parkur verilir. Parkurun çeşitli bölgelerinde geometrik şekiller bulunmaktadır.
- ❖ Robotun parkurda hangi hedefe gelirse, oradaki geometrik şekillerden oluşan şeklin daha küçük parçalar aracılığıyla tamamlanması istenir.
- ❖ Çocuklar daha küçük şekilleri kullanarak, parkurdaki şeklin ayısından yapmaya çalışılır.
- ❖ Her şekilden kaç tane kullanıldığına dair çocuklara sorular yöneltilir.

İlgili Öğrenme Rotası

Alan Ölçme Alanı bir özellik olarak algılayabilir. Alan karşılaştırabilir. Fiziksel olarak belirli bir alanı kaplayabilir ve sayabilir. Belirli bir alanı kaplayabilir ve sayabilir. Alan birim ilişkisi kurabilir ve alan birimi yineleyebilir. Sıralı yapıları kurabilir. Alan satır ve sütun yapıları kurabilir. Alan koruyabilir. Alan ölçebilir.

Açı Ölçme Örtük olarak, bazı açı kavramlarını kullanabilir. Eş açıları eşleştirebilir. Açı ölçüsti karşılaştırabilir. Açı ölçebilir.

Değerlendirme

- ❖ Çalışma kağıtları üzerinde farklı ender ve boyda ancak aynı alanda iki şekil çocuklara verilir. Eya kağıdından kesilmiş yalnızca iki birim kare ile her şeklin kaç kareden oluştuğunu bulmaları istenir.
- ❖ İhtiyaç duyan çocuklara rehberlik edilir.
- ❖ Alan, kareye eşit bölünmelidir.
- ❖ Arkadaşlarından iyi performans gösteren çocuklara bir kare yerine ikizkenar dik üçgen verilebilir.
- ❖ Şekilleri kolaylıkla buldunuz mu?

Aile Katılımı

Geometrik şekillerden oluşmuş resim ve farklı renkte geometrik şekiller eve gönderilir. Geometrik şekilleri uygun yere yapıştirarak resmin tamamlanması istenir.

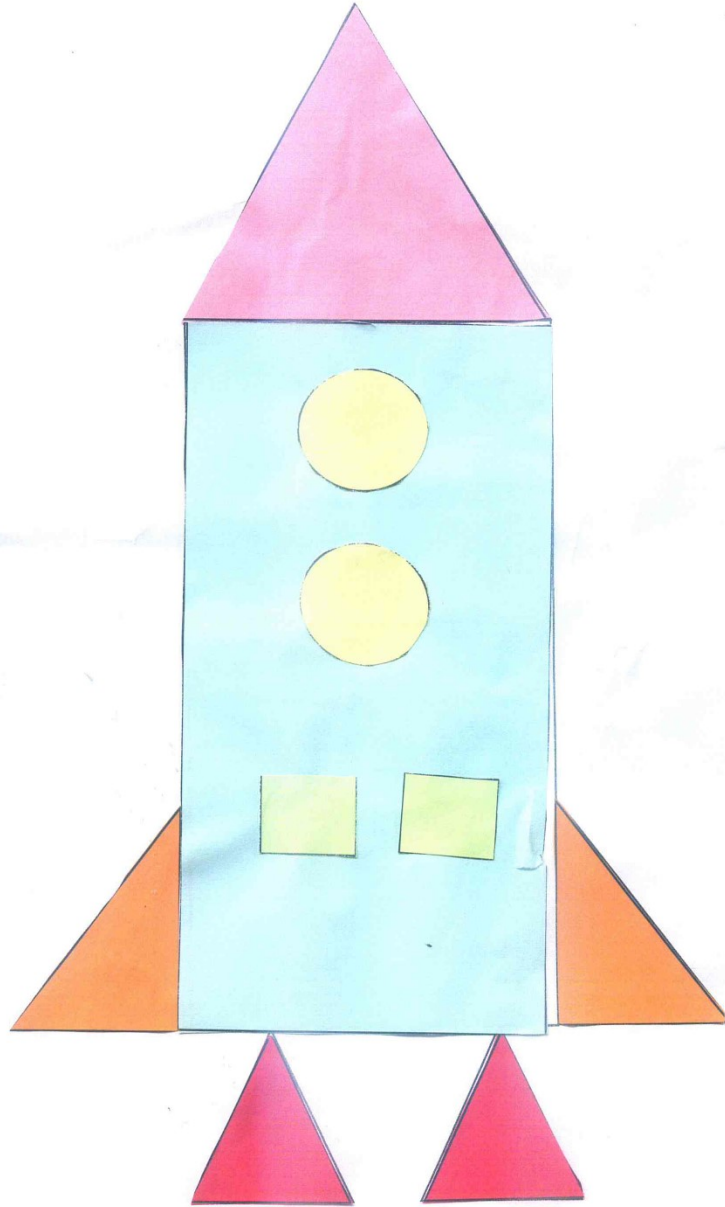
Materyaller: Geometrik şekiller, şekillerden oluşan resimler, kodlama robotu, parkur

Kavramlar: Geometrik şekiller



Sayın Veli;

Size göndermiş olduğumuz geometrik şekilleri kullanarak, aşağıdaki roketi tamamlayınız. Rokette yer alan şekiller hakkında çocuğunuzla konuşunuz.



EK 6. Deney 2 Grubu Örnek Etkinlikler

5-Çiftlikteki Dostlarımız

Etkinlik Çeşidi: Matematik Etkinliği

Yaş Grubu:48-76 Ay

Kazanımlar ve Göstergeleri

Bilişsel Gelişim:

Kazanım 4. Nesneleri sayar. İleriye/geriye doğru birer birer ritmik sayar. Belirtilen sayı kadar nesneyi gösterir. Saydığı nesnelerin kaç tane olduğunu söyler. Sıra bildiren sayıyı söyler. 10'a kadar olan sayılar içerisinde bir sayıdan önce ve sonra gelen sayıyı söyler.

Kazanım 8.Nesne veya varlıkların özelliklerini karşılaştırır. Nesne/varlıkların rengini, şeklini, büyüklüğünü, uzunluğunu, dokusunu, sesini, kokusunu, yapıldığı malzemeyi, tadını, miktarını ve kullanım amaçlarını ayırt eder, karşılaştırır.

Kazanım 9. Nesne/sembollerle grafik hazırlar. (Nesneleri kullanarak grafik oluşturur. Nesneleri sembollerle göstererek grafik oluşturur. Grafiği oluşturan nesneleri veya sembollerini sayar. Grafiği inceleyerek sonuçları açıklar.

Kazanım 11. Nesneleri Ölçer. Ölçme sonucunu tahmin eder. Standart olmayan birimlerle ölçer. Ölçme sonucunu söyler. Ölçme sonuçlarını tahmin ettiği sonuçlarla karşılaştırır.

İlgili Öğrenme Rotası

Alan Ölçme Alanı bir özellik olarak algılayabilir. Alan karşılaştırabilir. Kenardan kenara alan ölçebilir. Uygun birimleri kullanarak belirli alanı kaplayabilir. Alan ile birim arasında ilişki kurabilir.

Öğrenme Süreci

- ❖ Çember oluşturulur etkinlik öncesinde çocuklarla sohbet edilir. Farklı uzunluk ve genişlikte kitap, pencere, masa, yazı tahtası tv ekranı vb. gerçek nesneler gösterilir, hangisinin yüzeyinde daha çok alan olduğu üzerine sohbet edilir. Nesnelerin yüzeyleri vurgulanır.
- ❖ Fon karton çocuklara sunulur masa üzerine koyulur. Burada Ali Babanın çiftliği var ve çiftliğinin bittin alanı bu kadar yönergesi verilir.
- ❖ Üzerinde inek, tavuk, koyun görselleri olan üç farklı boyda kareler çocuklara gösterilir. Bir çiftlikte inekler için en az bu kadar alana, tavuklar için bu kadar, koyunlar içinse bu kadar alana ihtiyacımız var. Sizce çiftliğin tamamını dolduracak şekilde inek almak alırsak kaç tane inek sağlar?
- ❖ Aynı yönerge koyun ve tavuk için de verilir. Toplam alan üç farklı kareye de eşit bölünebilir (2 inek, 4 koyun, 16 tavuk-)
- ❖ Her grup istediği sayıda ve türde hayvan ile çiftliklerini boş alan kalmayacak şekilde doldurur. Çiftlikte hangi hayvandan kaç tane olduğu grafik olarak gösterilir.
- ❖ Etkinlik bitiminde inek, koyun ve tavuk sayısı arasındaki bağlantı üzerine çocuklara sorular yöneltilir.

Değerlendirme

- ❖ Çalışma kağıdı ve yeterli sayıda eya kağıdından kesilmiş kare ile yapıştırıcı çocuklara verilir.
- ❖ Her çocuğun belirlenen alanı renkli eya kağıdından oluşan parçalar ile kaplaması istenir, çocuklara rehberlik edilir.
- ❖ Alan kare eşit bölünmelidir.
- ❖ Çiftliği hayvanlar ile doldurken nelere dikkat ettik?
- ❖ En çok sayıda hangi hayvandan sığdı? Sizce neden?
- ❖ Sizce arı ile doldurmak isteseydik ne kadar arıya ihtiyaç duyardık?

Aile Katılımı

Ailelere "alan ölçme" ile ilgili kısaca bilgilendirici form ve çalışma kağıdı gönderilir. Çalışma kağıdında 8 ve 9 birim kareden oluşan dörtgenlerin alanlarının kıyaslanması ve kaplanması istenir.

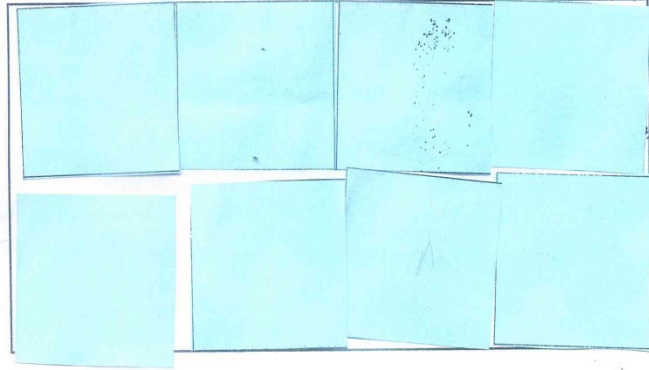
Materyaller: Çarşaf, karton, inek, koyun ve tavuk görseli.

Kavramlar: Alan, az-çok, sayı, kare, dikdörtgen, üçgen

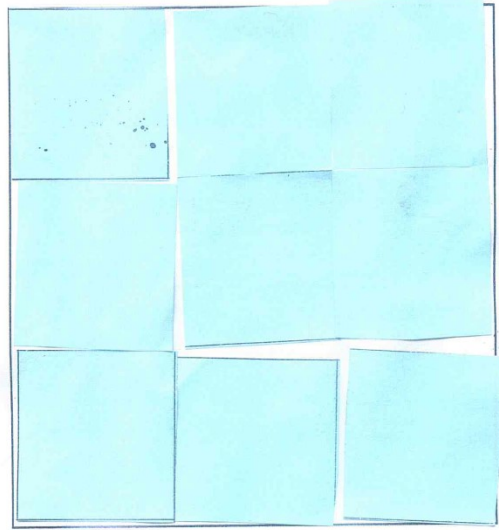


Değerli veliler,

Biz bugün okulda, alan ve alan ölçümüne yönelik çalışmalar yaptık. Alan en basit tanımıyla cismin yüzeyinin niceliksel değerini ifade etmektedir. Sizler de ilk olarak renkli kâğıtta size göndermiş olduğumuz kareleri çizgilerden kesiniz (tek kare olacak şekilde, ikili-üçlü kesim yapmayınız). Ardından iki dikdörtgenin alanına (içerisine), kesmiş olduğunuz kareleri aralarında boşluk bırakmadan ve üst üste getirmeden yapıştırınız. Kareleri yapıştırdıktan sonra, her dörtgenin kaç kareden oluştuğunu çocuğunuzla birlikte, teker teker sayınız. Elde ettiğiniz sonucu, kaç kareden oluşuyorsa altındaki bölüme yazınız. Doğru yanıt 8 ve 9 olacaktır. Daha sonra ise hangi dörtgenin alanının daha büyük olduğu hakkında çocuğa sorular yöneltiliniz.



8 kare



9 kare

9- Hacim Dedektifi

Etkinlik Çeşidi: Matematik Etkinliği

Yaş Grubu: 48-72 Ay

Kazanımlar ve Göstergeleri

Bilişsel Gelişim:

Kazanım 1. Nesne durum olayla ilgili tahminde bulunur.

Nesne/durum/olayla ilgili tahminini söyler. Tahmini ile ilgili ipuçlarını açıklar. Gerçek durumu inceler.

Kazanım 8. Nesne veya varlıkların özelliklerini karşılaştırır.

Nesne/varlıkların rengini, şeklini, büyüklüğünü, uzunluğunu, dokusunu, sesini, kokusunu, yapıldığı malzemeyi, tadını, miktarını ve kullanım amaçlarını ayırt eder, karşılaştırır.

Kazanım 11. Nesneleri Ölçer. Ölçme sonucunu tahmin eder. Standart olmayan birimlerle ölçer. Ölçme sonucunu söyler. Ölçme sonuçlarını tahmin ettiği sonuçlarla karşılaştırır. Standart ölçme araçlarının neler olduğunu söyler.

İlgili Öğrenme Rotası

Hacim Ölçme

Hacmi veya kapasiteyi nesnenin bir özelliği olarak algılar. İki nesnenin hacmini doğrudan kıyaslayabilir. İki nesnenin hacmini üçüncü bir nesne aracılığıyla kıyaslayabilir. Eş parçalara ayrılmış üç boyutlu yapıları sayabilir. Hacim birim ilişkisi kurabilir ve birim yineleyebilir.

Öğrenme Süreci

- ❖ Çember oluşturulur etkinlik öncesinde çocuklarla sohbet edilir. Çocuklara size çeşitli boyutlarda kutular ve küpler getireceğim, tıpkı bir geminin içini dolduran konteynırlar gibi, kutuların ne kadar küp ile tamamen dolacağını bulmaya çalışacağız.
- ❖ Önceden hazırlanmış küplerle birebir uyumlu karton kutular çocuklara gösterilir. Şimdi bunların içerisinde bu küplerden kaç tane sığacağını bulmak istiyoruz yönergeleri çocuklara verilir.
- ❖ Çocuklar küçük gruplara ayrılır. Her gruba farklı boy ve şekilde karton kutular verilir (8 küplük, 24 küplük, 16 küplük vb.) Karton kutular farklı renklerde yapılır.
- ❖ Her grup kendilerine verilen özdeş birim küpler ile verilen karton kutuların hacimlerini, kaç küpten oluştuğunu bulur.
- ❖ Kâğıt üzerinde, grafik yaparak belirtir. Her kutuya küp sayısı kadar yukanısında kare işaretlenir.
- ❖ Sonrasında çocuklara verilen küp miktarı azaltılır, bu şekilde tamamını doldurmak için kaç küp gerektiğini bulmaları istenir. Hangi kutu daha çok küp alıyor, hangisi daha az alıyor bu konuda çocuklara sorular yöneltilir.
- ❖ Daha sonrasında, diyelim ki bütün küpleriniz kayboldu, tek bir küp kaldı, yine de bu kutuların kaçar küp alacağını ölçebilir miydik?
- ❖ Çocukların cevabı sabırla beklenir, Ölçelim mi ne dersiniz?
- ❖ Çocuklar birim yinelenmeyi keşfetmesi ve sayması için cesaretlendirilir.



Değerlendirme

- ❖ Küpler ile şekil oluşturulur. Çocukların da aynı şekli oluşturması istenir. Şekilde kaç küp olduğu çocuklar tarafından belirlenir.
- ❖ Hangi kutular daha çok/az küp alıyordu?
- ❖ İkili karşılaştırmalar ile en-boy-yükseklik etkilerinin üçünün ortak etkisinin olduğu çocuklar tarafından keşfedilmesine uygun örnekler seçilmelidir.
- ❖ Hangi kutuları doldurmak daha zordu?
- ❖ Küpler daha küçük/büyük olsaydı ne olurdu?

Aile Katılımı

Ailelere hacim ve kapasite hakkında bilgilendirici kısa bildiri ve etkinlik yönergesi verilir. Evdeki çeşitli (su bardakları, çay bardağı vb. farklı yükseklik ve genişlikteki) bardakları hacimlerine göre sıralamaları istenir.

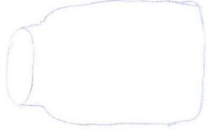
Materyaller: Birim küpler, prizmalar-kutular (küplere tam gelecek boyutlarda)

Kavramlar: Az-çok, sayı, dolu-boş

Degerli Veliler,

Biz bugün okulda, nesnelerin hacimlerini ölçmeyi öğrendik. Hacim bir nesnenin veya varlığın uzayda doldurduğu boşluk olarak tanımlanmaktadır. Bardak, sürahi, fincan gibi nesnelerin hacim ölçümü ise içindeki boşluğa göre belirlenmektedir. Hacim için kullanılan birim ise litredir. Sizler de evde bulunan küçük saklama kabı, kavanoz, büyük kupa-fincan, çay bardağı, su bardağı, Türk kahvesi fincanı vb. evinizde bulunan nesneleri hacimlerine göre sıralayınız. Bunu yaparken bir kabi tamamen su ile doldurup, diğer kaba boşaltabilirsiniz. Eğer diğer kap tamamını alır ve boş yeri kalırsa daha büyük hacimli olacaktır. Tamamının sığmadığı, taşıdığı durumlarda ise boşaltılan kap daha düşük hacimli kap olacaktır. Evdeki en az 4 nesneyi ikiye bölerek sıralayıp, aşağıdaki kutulara, en büyük hacimliden, en düşük hacimliye olacak şekilde sıralayınız. Kapları belirtmek için yazabilir veya çizebilirsiniz.

Unutmayınız ki çocuğunuz hacim ölçümünü tam olarak kavrayamayabilir ancak bu etkinlikler, problem çözme, neden-sonuç ilişkisi kurma, bir olay hakkında tahminde bulunma, tahminini sınama gibi üst düzey becerilerin gelişmesine katkı sağlayacaktır.

				
Nesnenin adı: Kahve yonı bardağı	Nesnenin adı: Kahve fincanı	Nesnenin adı: Küçük kase	Nesnenin adı: Su bardağı	Nesnenin adı: Motara
En büyük hacimli Motara ①	Su bardağı ②	Küçük kase ③	Fincan ④	En küçük hacimli Kahve yonı su bardağı ⑤

16-Ölçme İstasyonu

Etkinlik Çeşidi: Matematik Etkinliği

Yaş Grubu: 48-72

Kazanımlar ve Göstergeleri

Bilişsel Gelişim:

Kazanım 8.Nesne veya varlıkların özelliklerini karşılaştırır. Nesne/varlıkların rengini, şeklini, büyüklüğünü, uzunluğunu, dokusunu, sesini, kokusunu, yapıldığı malzemeyi, tadını, miktarını ve kullanım amaçlarını ayırt eder, karşılaştırır.

Kazanım 11. Nesneleri Ölçer. Ölçme sonucunu tahmin eder. Standart olmayan birimlerle ölçer. Ölçme sonucunu söyler. Ölçme sonuçlarını tahmin ettiği sonuçlarla karşılaştırır. Standart ölçme araçlarının neler olduğunu söyler.

Kazanım 19. Problem durumlarına çözüm üretir. Problemi söyler. Probleme çeşitli çözüm yolları önerir. Çözüm yollarından birini seçer. Seçtiği çözüm yolunun gerekçesini söyler. Seçtiği çözüm yolunu dener. Çözüme ulaşamadığı zaman yeni bir çözüm yolu seçer.

Öğrenme Süreci

- ❖ Çember oluşturulur etkinlik öncesinde çocuklarla sohbet edilir. Bugün ölçme istasyonları kurulacağı söylenir.
- ❖ Çocuklar küçük gruplara ayrılır, her gruba ölçüm kapları, ip, lego, çubuk, geometrik şekiller, açıcı içeren asetat, birim küpler, kutu, renkli su, erlen/beher verilir.
- ❖ Her masada bir özelliğe yönelik ölçme materyalleri yer alır.
- ❖ Çocuklar grup olarak sırayla istasyonları gezer ve ölçümler yapar.
- ❖ Öğretmen çocuklara süreçte rehberlik eder.
- ❖ Gruplar bulunan materyalleri ölçülen özelliklerine göre sıralar.

İlgili Öğrenme Rotası

Uzunluk, Alan, Hacim ve Açı

Değerlendirme

- ❖ Hangi özellikleri ölçmek daha kolaydı?
- ❖ Siz en çok neyi ölçmeyi seviyorsunuz?

Aile Katılımı

Materyaller: Beher-erlen-kutu, birim kipler, çubuk, ip, lego, geometrik şekiller, asetat üzerinde aç

Kavramlar: Ölçüm, istasyon



EK 7. EÖT Örnek Sorular

A. Uzunluk Ölçme

İlgili öğrenme Rotası: İki ve daha fazla nesneyi ölçerek karşılaştırır ve en uzun olanı söyler.

Soru: 2

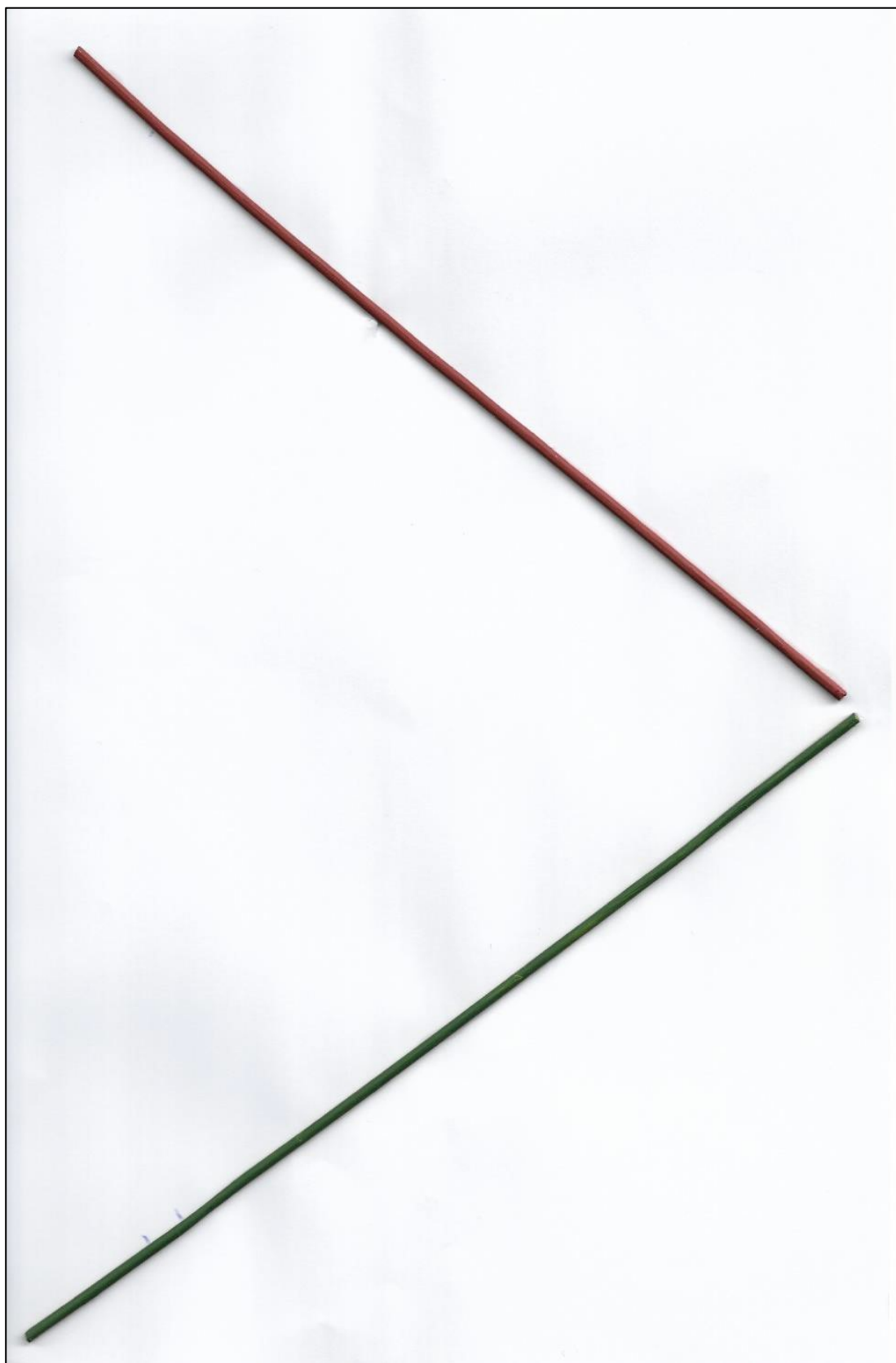
Gerekli Materyaller: Resim 2 (V şeklinde kâğıda yapıştırılmış iki çubuk 23cm ve 22 cm), çubuk (23cm)

- Resim 2 çocuğa gösterilir. "Bunlardan birisi YooHoo'nun diğeri ise Pamme'e'nin. Bu kâğıda yapışmışlar ve ne yazık ki hareket ettiremiyoruz. Bunların hangisinin daha uzun olduğunu, bunu kullanarak (çubuk 23cm) bulabilir misin?"

*Eğer çocuk karşılaştırma yapmadan bir cevap verirse "Bunu nasıl anladın? Bize de gösterebilir misin?" sorusuyla yanıtı nasıl ulaştığını anlatmasını isteyin.

**Eğer çubuğu kullanmazsa, "İstersen hangisinin daha uzun olduğunu göstermek için bunu kullanabilirsin" yönergesi ile hatırlatmada bulunun ardından "İstersen bunu kullanarak ölçebilirsin" yönergesini veriniz.

***Ölçerek karşılaştırma yaptıktan sonra doğru yanıt veren çocukların yanıtını doğru kabul ederek cevap kağıdına 1 puan vererek kaydediniz.





B. Alan Ölçme

İlgili öğrenme rotası: Uygun birimleri kullanarak belirli bir alanı kaplayabilir.

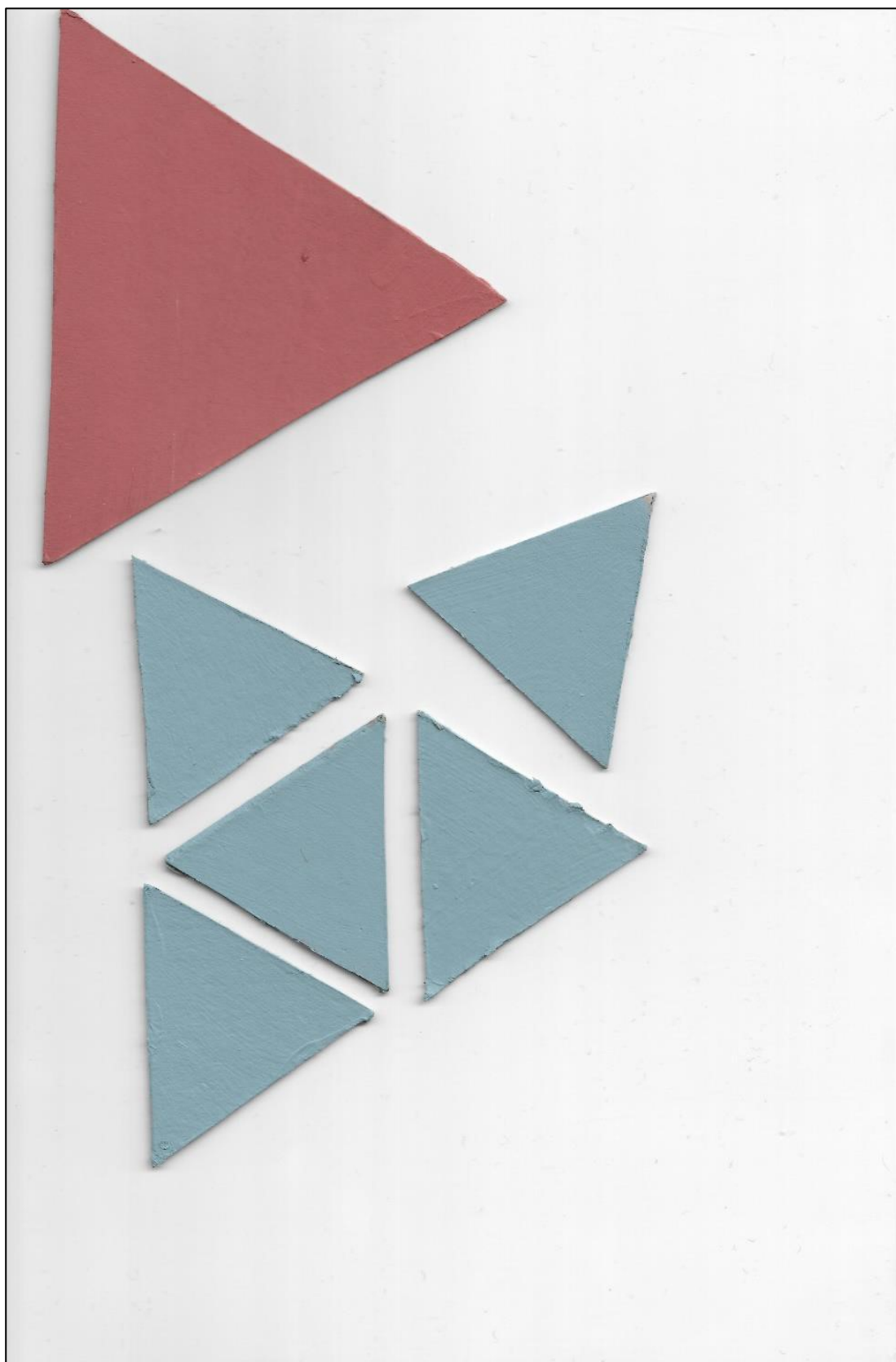
Soru: 4

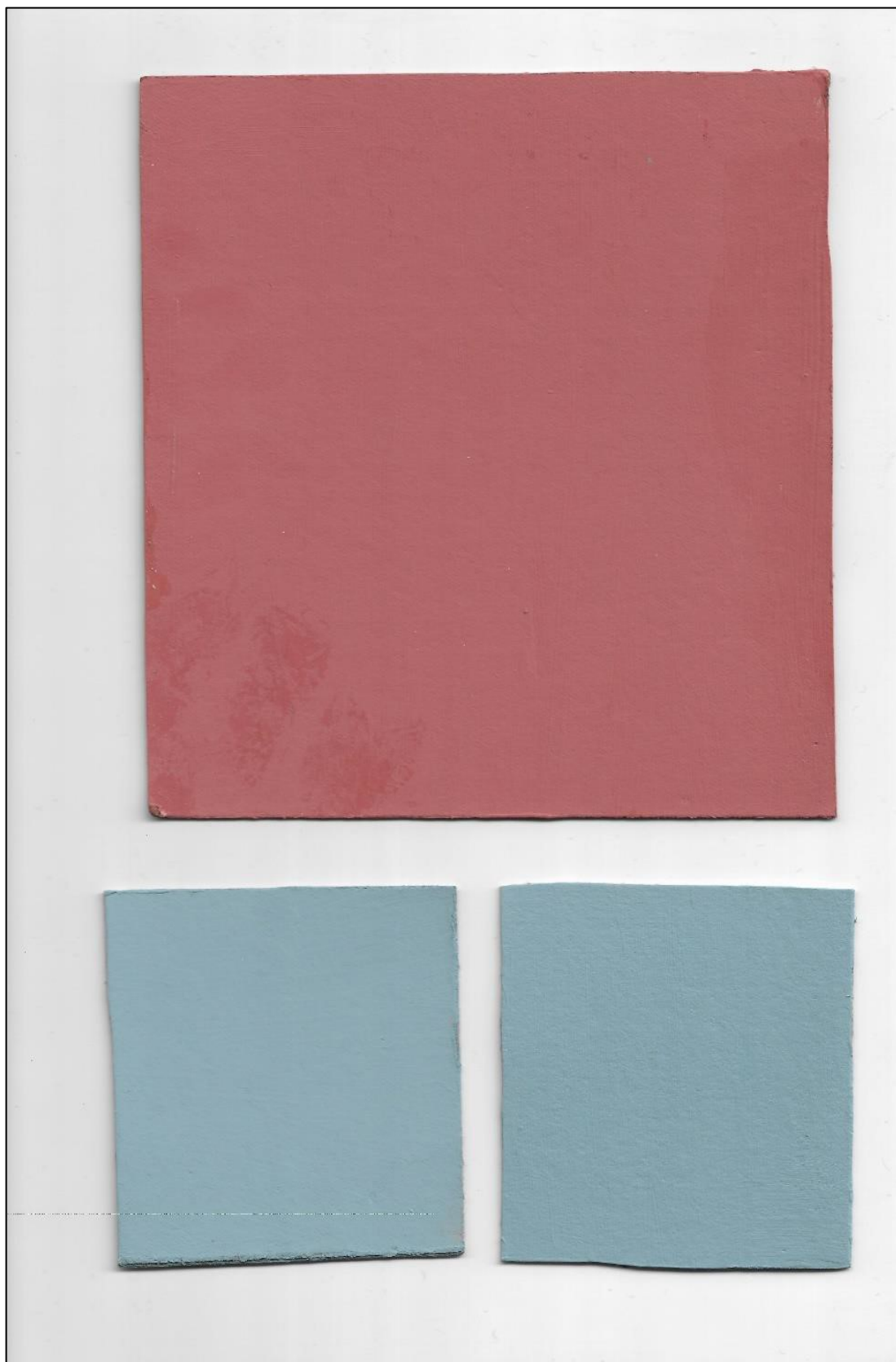
Gerekli materyaller: Büyük üçgen (12x12x12cm) 6 adet küçük üçgen (6x6x6cm) Kare (16x16cm) 6 adet küçük kare (8x8cm) daire (r=8) 6 adet çeyrek daire (r=8)

- Geometrik şekiller ve parçaları karışık olarak çocuğun önündeki masaya bırakılır. Büyük olan parçalar çocuğa gösterilerek, **“Burada bazı şekiller var. Bunlar Pammee’nin ve üzerinde oynuyor (Pammee aynı zamanda şekillerin üzerinde zıplatılır). Yoohoo da bunlar ile aynı büyüklükte şekiller yapmak istiyor, bunları (küçük olan parçalar gösterilir) kullanarak şekillerin ayısından yapmasına yardımcı olabilir misin?”**
- Çocuğa **“Eğer istersen bunların üzerine koyarak da yapabilirsin.”** Yönergesini veriniz.

*Bitirdikten sonra her bir şekil için; **“Bunu yapabilmek için kaç parçaya ihtiyaç duydu?”** sorusunu veriniz. Doğru yanıt için sadece tamamlaması yeterli olmayacaktır.

Üç geometrik şekli de doğru olarak tamamlayabildiği ve doğru sayıları ifade etmesi halinde çocuğun yanıtını doğru kabul ediniz ve **“1” puan vererek kaydediniz.







C. Hacim Ölçme

İlgili öğrenme rotası: Hacim birim ilişkisi kurabilir ve birim yineleyebilir.

Soru:6

Gerekli Materyaller: 100 ml Beher, 50 ml erlen, 25 ml beher.

- Beher ve erlen çocuğun önündeki masaya koyulur. **“Bu Yoohoo’nun (100 ml Beher) bu ise Pamme’nin (50 ml erlen) kabı. Hem Yoohoo hem de Pamme sıra ile kaplarına bununla (25 ml beher) iki defa kum doldurmak istiyorlar. Onlara yardımcı olur musun?”**
- **“Her ikisinin kabına da bununla iki defa kum doldurdun mu?”** Evet yanıtı alana kadar tekrarlayın, yapamayacağını söylerse “0” puan vererek yanıtını kaydediniz.
- Evet yanıtını aldıktan sonra, **“İki kaba da bununla tam olarak 2 defa kum doldurdun. Sence kimin daha fazla kumu var? veya ikisinin de kumları aynı miktarda mı?”**

***Çocuk aynı yanıtını verirse “1” puan vererek yanıtını kaydediniz. Görünüşe bakar, kıyaslamaya çalışır ise “0” puan vererek kaydediniz.**



D. Açı Ölçme

İlgili öğrenme rotası: Eş açıları eşleştirebilir.

Soru: 5

Gerekli materyaller: Resim 5, asetat 45° açılı (Farklı uzunlukta ancak eşit açı çizilmiş açılar)

- Asetat kâğıdı ve resim 5 çocuğun önündeki masaya koyulur. Boş ve beyaz bir sayfa aracılığıyla kâğıttaki açı çocuğa gösterilir. **“Buradaki iki çizgiye bakmanı istiyorum. İkisi kesişmiş ve böyle bir açı oluşturmuşlar (içerideki açı yayı bir ucundan diğer ucuna doğru parmak sürülerek gösterilir). Burada oluşan açılığa biz açı diyoruz. Şimdi senden bununla aynı olan açılar bulmanı istiyorum. Benim için bununla aynı olan açılar bulabilir misin?”** Açılar çocuğa gösterilir. **“Eğer istersen bunu da kullanabilirsin.”**

*Üç açıyı da doğru olarak gösteren çocuğun yanıtını bir puan vererek kaydediniz.

RESİM 5

