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

ÖĞRENME ROTALARI TEMELLİ ROBOTİK KODLAMA ETKİNLİKLERİNİN OKUL ÖNCESİ DÖNEM ÇOCUKLARIN MATEMATİKSEL ÖRÜNTÜ BECERİLERİNE ETKİSİ

GAMZE ÇAKIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA / 2026

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

ÖĞRENME ROTALARI TEMELLİ ROBOTİK KODLAMA ETKİNLİKLERİNİN OKUL ÖNCESİ DÖNEM ÇOCUKLARIN MATEMATİKSEL ÖRÜNTÜ BECERİLERİNE ETKİSİ

GAMZE ÇAKIR

Danışman: **Prof. Dr. Durmuş ASLAN**
Jüri Üyesi: **Prof. Dr. Kamuran TARIM**
Jüri Üyesi: **Dr. Öğr. Üyesi Büşra BİLİR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA / 2026

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne;

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

Başkan: Prof. Dr. Durmuş ASLAN
(Danışman)

Üye: Prof. Dr. Kamuran TARIM

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Büşra BİLİR

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.
…/…/2026

Prof. Dr. Hüseyin GÜLER
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 çalışmasında;

- 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 çalışmasında 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. …. / …. / 2026

Gamze ÇAKIR

Rahmetli Annem Gülseren CABİOĞLU'na ithafen…

ÖZET

ÖĞRENME ROTALARI TEMELLİ ROBOTİK KODLAMA ETKİNLİKLERİNİN OKUL ÖNCESİ DÖNEM ÇOCUKLARIN MATEMATİKSEL ÖRÜNTÜ BECERİLERİNE ETKİSİ

Gamze ÇAKIR

Yüksek Lisans Tezi, Okul Öncesi Eğitimi Ana Bilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Durmuş ASLAN
Şubat 2026, 123 sayfa

Bu araştırmada, öğrenme rotaları temelli robotik kodlama etkinliklerinin çocukların matematiksel örüntü becerileri üzerindeki etkisi sınanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, 2024 – 2025 eğitim öğretim yılında Kayseri il merkezine bağlı Talas ilçesinde yer alan bir anaokuluna devam etmekte olan 53 çocuk oluşturmaktadır. Çalışmada, nicel araştırma yaklaşımı temel alınarak ön test, son test ve kalıcılık testini içeren kontrol gruplu yarı deneysel araştırma deseni kullanılmıştır. Çalışmada, iki deney grubunun yanı sıra bir de kontrol grubu bulunmaktadır. Deney 1 (robotik kodlama) grubunda 18, deney 2 (somut manipülatif) grubunda 17 ve kontrol grubunda ise 18 çocuk yer almıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından hazırlanan "Çocuk ve Aile Bilgi Formu" ile Yıldız ve Akman (2023) tarafından geliştirilen "Örüntü Beceri Ölçeği (ÖBÖ)" kullanılmıştır. Müdahale öncesinde değerlendirme aracı her üç gruba da ön test olarak uygulanmıştır. Ardından deney 1 grubuna 20 etkinlikten oluşan "Öğrenme Rotaları Temelli Robotik Kodlama Destekli Matematik Örüntü Eğitimi" (4 etkinlik robotik kodlamaya hazırlık, 16 etkinlik robotik kodlama ile örüntü) uygulanırken Deney 2 grubuna 16 etkinlikten oluşan "Öğrenme Rotaları Temelli Somut Manipülatiflerle Matematik Örüntü Eğitimi" uygulanmıştır. Kontrol grubundaki çocuklar ise normal eğitim müfredatlarına devam etmişlerdir. Değerlendirme aracı (ÖBÖ), her üç gruba da müdahale öncesi ön test, müdahale sonunda son test ve müdahaleden dört hafta sonra kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. Elde edilen veriler, betimsel, istatistiksel ve normallik testi sonuçları dikkate alınarak analiz edilmiştir. Verilerin analizinde, üç grup arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, deney ve kontrol gruplarının ön test

puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken; son test sonuçları, deney grupları ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunduğunu ve bu farklılığın kalıcılık testi sonuçlarında da devam ettiği belirlenmiştir. Öte yandan, son test ve kalıcılık testi sonuçlarında deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunmadığı saptanmıştır. Kontrol grubuna kıyasla hem robotik kodlama hem de somut manipülatif etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney gruplarının son test ve kalıcılık testi puanlarının anlamlı biçimde yüksek olması, uygulamaların öğrenme üzerinde güçlü ve kalıcı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: Okul öncesi eğitim, erken matematik becerileri, örüntü, robotik kodlama, öğrenme rotaları, somut manipülatif.

ABSTRACT

THE IMPACT OF LEARNING TRAJECTORIES BASED ROBOTIC CODING ACTIVITIES ON PRESCHOOLERS' MATHEMATICAL PATTERN SKILLS

Gamze ÇAKIR

Master Thesis, Department of Early Childhood Education
Supervisor: Prof. Dr. Durmuş ASLAN
February 2026, 123 pages

This study investigated the effect of robotic coding activities based on learning trajectories on children's mathematical pattern skills. The study group consisted of 53 children attending a kindergarten in Talas district, Kayseri city center, during the 2024-2025 academic year. A quasi-experimental research design with a control group, including pre-test, post-test, and retention test, was used, based on a quantitative research approach. The study included two experimental groups and a control group. Group 1 (robotic coding) consisted of 18 children, Group 2 (concrete manipulative) consisted of 17 children, and the control group consisted of 18 children. The data collection tools used were a "Child and Family Information Form" prepared by the researcher and the "Pattern Skills Scale (PSS)" developed by Yıldız and Akman (2023). The assessment tool was administered as a pre-test to all three groups before the intervention. Subsequently, Experiment Group 1 received "Mathematics Pattern Training with Robotic Coding Support Based on Learning Trajectories" consisting of 20 activities (4 activities for preparation for robotic coding, 16 activities for pattern training with robotic coding), while Experiment Group 2 received "Mathematics Pattern Training with Concrete Manipulatives Based on Learning Trajectories" consisting of 16 activities. The children in the control group continued with their normal educational curriculum. The assessment tool (SIT) was administered to all three groups as a pre-test before the intervention, a post-test at the end of the intervention, and a retention test four weeks after the intervention. The obtained data were analyzed considering descriptive, statistical, and normality test results. In the analysis of the data, one-way analysis of variance (ANOVA) was applied to determine whether there was a significant difference between the three groups. As a result of the research, while there was no statistically significant difference

between the pre-test scores of the experimental and control groups; the post-test results showed a statistically significant difference between the experimental and control groups, and this difference continued in the retention test results. On the other hand, no statistically significant difference was found between the experimental groups in the final test and retention test results. The fact that the experimental groups, which performed both robotic coding and concrete manipulative activities, had significantly higher final test and retention test scores compared to the control group, revealed that the applications had a strong and lasting effect on learning.

Keywords: Preschool education, early math skills, patterns, robotics coding, learning trajectories, concrete manipulatives**.**

ÖN SÖZ

"Öğrenme Rotaları Temelli Robotik Kodlama Etkinliklerinin Okul Öncesi Dönem Çocukların Matematiksel Örüntü Becerilerine Etkisi" başlıklı bu tez çalışması, okul öncesi dönemde matematiksel düşünmenin temeli olan örüntü becerilerinin desteklenmesine yönelik yenilikçi bir bakış açısı sunmak amacıyla hazırlanmıştır. Bu süreç, hem akademik hem de kişisel anlamda yoğun bir emek, sabır ve öğrenme yolculuğu olmuştur.

Bu araştırmanın yürütülmesi ve tamamlanması sürecinde katkı sunan pek çok değerli kişi olmuştur. Öncelikle danışmanlığımı üstlendiği günden bu güne, ara verdiğim yüksek lisans eğitimimi bir an evvel bitirmem konusunda beni motive eden, çalışmamın her aşamasında yol gösteren, bilimsel bakış açısıyla yönlendiren ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, öğrencisi olmaktan onur duyduğum değerli tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Durmuş ASLAN hocama en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez çalışmam sürecinde yol gösterici katkıları, eleştirel bakış açıları ve yapıcı geri bildirimleriyle çalışmamın olgunlaşmasına önemli ölçüde katkı sağlayan jüri üyesi hocalarım Sayın Prof. Dr. Kamuran TARIM'a, Prof. Dr. Yaşare AKTAŞ ARNAS'a ve Dr. Öğretim Üyesi Büşra BİLİR'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Veri analizleri sürecinde bilgisi, zamanı ve uzmanlığıyla bana önemli katkılar sağlayan değerli hocalarım Öğr. Gör. Mehmet GÜNEY ve Dr. Öğr. Gör. Orhan KESGİN'e de ayrıca minnettarım. Aynı zamanda "Örüntü Beceri Ölçeği"ni geliştiren Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ensar YILDIZ'a, ölçeği tez çalışmamda kullanmama izin verdiği, zamanını ayırıp ölçeği nasıl kullanmam gerekliliği konusunda bilgilendirme yaptığı ve değerli fikirlerini benimle paylaştığı için çok teşekkür ederim.

Araştırmanın uygulama sürecinde, işbirliği ve anlayışlarıyla süreci kolaylaştıran okul müdürüme ve etkinliklerin yürütülmesinde samimiyetle destek veren öğretmenlerime teşekkür ederim. Çalışmaya katılan tüm çocuklara ise merakları, enerjileri ve içten katılımları için gönülden teşekkür ederim.

Akademik yolculuğum boyunca yanımda olan, maddi manevi desteklerini her daim hissettiren babam M.Selçuk CABİOĞLU'na, kardeşim M.Gökhan CABİOĞLU'na şükranlarımı sunarım. Ayrıca bu çalışmanın tamamlanmasını yürekten arzu eden, hayatım boyunca sevgisiyle, sabrıyla ve desteğiyle bana güç veren ancak bugün fiziksel olarak yanımda olamayan, yakın zamanda kaybettiğimiz kıymetli annem Gülseren

CABİOĞLU'na teşekkür ederim. Onun inancı ve desteği, bu tezin oluşumunda en büyük motivasyon kaynaklarımdan biri olmuştur. Bu tez, onun aziz hatırasına adanmıştır.

Hayatımın her alanında olduğu gibi bu süreçte de en büyük desteğim olan can yoldaşım, yol arkadaşım canım eşim C.Ersin ÇAKIR'a ve motivasyon kaynağım, neşem çocuklarım Emir ve Eren ÇAKIR'a sonsuz teşekkür ederim. Onların sabrı, sevgisi ve varlığı bu tezin tamamlanmasında en büyük güç olmuştur.

Bu çalışma, hem akademik hem de kişisel gelişimime önemli katkılar sunan bir süreç niteliği taşımaktadır. Umuyorum ki elde edilen bulgular, okul öncesi matematik eğitimi alanında çalışan araştırmacılar ve uygulayıcılar için yol gösterici olur.

Gamze ÇAKIR

Adana/2026

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **vi**
ÖN SÖZ ..... **viii**
KISALTMALAR ..... **xiii**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **xiv**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xv**
EKLER LİSTESİ ..... **xvi**

BÖLÜM I
GİRİŞ

1.1. Problem 2
1.2. Araştırmanın Amacı 9
1.3. Araştırmanın Önemi 10
1.4. Sınırlılıklar 12

BÖLÜM II
KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Okul Öncesi Eğitimde Matematik 13
2.1.1. Matematik Eğitiminde Örüntüler 15
2.1.2. Okul Öncesi Eğitimde Örüntünün Yeri ve Önemi 16
2.1.3. Örüntü Çeşitleri 18
2.2. Örüntü Becerilerinde Kuramsal Temel 23
2.2.1. Araştırmanın Kuramsal Yaklaşımları 23
2.2.2. Öğrenme Rotaları (Learning Trajectory) 26
2.2.3. Öğrenme Rotalarının Bileşenleri 28
2.2.3.1. Hedef (Matematiğin Büyük Fikirleri) 28
2.2.3.2. Gelişimsel ilerleme 29
2.2.3.3. Eğitsel Etkinlikler 29
2.2.3.4. Örüntü Alanındaki Öğrenme Rotaları 30
2.3. Okul Öncesi Eğitimde Robotik ve Kodlama Eğitimi 33

2.3.1. Algoritma 35
2.3.2. Kodlama 36
2.3.3. Robotik Kodlama 38
2.4. İlgili Araştırmalar 43
2.4.1. Örüntü Eğitimi ile İlgili Araştırmalar 43
2.4.1.1. Örüntü Eğitimi İle İlgili Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar 43
2.4.2.2. Örüntü İle İlgili Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar 49
2.4.2. Robotik Kodlama İle İlgili Araştırmalar 51
2.4.2.1. Robotik Kodlama İle İlgili Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar 51
2.4.2.2. Robotik Kodlama İle İlgili Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar 55
2.4.3. Öğrenme Rotaları ile İlgili Yapılan Araştırmalar 59
2.4.3.1. Öğrenme Rotaları İle İlgili Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar 60
2.4.3.2. Öğrenme Rotaları İle İlgili Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar 63

BÖLÜM III
YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli 65
3.2. Çalışma Grubu 66
3.3. Veri Toplama Araçları 67
3.3.1. Demografik Bilgi Formu 68
3.3.2. Örüntü Beceri Ölçeği (ÖBÖ) 68
3.4. Uygulama Süreci 70
3.4.1. Müdahale Programlarının Hazırlanması 70
3.4.2. Verilerin Toplanması 74
3.4.2.1. Ön Testlerin Uygulanması 75
3.4.2.2. Müdahale Programlarının Uygulanması 76
3.4.2.3. Son Testlerin ve Kalıcılık Testlerinin Uygulanması 77
3.5. Verilerin Analizi 77

BÖLÜM IV
BULGULAR **79**

BÖLÜM V
TARTIŞMA VE YORUM **85**

BÖLÜM VI
SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar 91
6.2. Öneriler 92
6.2.1. Yapılacak Araştırmalara Yönelik Öneriler 92
6.2.2. Uygulamaya Yönelik Öneriler 93

KAYNAKÇA 94
EKLER 116
ÖZGEÇMİŞ 123

KISALTMALAR

EÇE : Erken Çocukluk Eğitimi (Güncellenen Okul Öncesi Programı, 2024)

LT : Learning Trajectories- Öğrenme Rotaları

LT² Learning and Teaching with Learning Trajectories (Öğrenme Rotaları ile Öğrenme ve Öğretme)- https://www.learningtrajectories.org/

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

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

NRC : National Research Council (Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi)

ÖBÖ : Örüntü Beceri Ölçeği

TDK : Türk Dil Kurumu

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Örüntü Becerisine Ait Gelişimsel Süreç 23
Tablo 2. Örüntü Oluşturmada Kuramsal Yaklaşımlar 26
Tablo 3. Örüntüler ve Yapı için Öğrenme Rotaları 30
Tablo 4. Araştırma Deseni 65
Tablo 5. Çalışma Grubuna Ait Demografik Bilgiler 67
Tablo 6. Ölçeğin Alt Boyutlarının Adlandırılması ve Boyutlara ait Beceriler 68
Tablo 7. Deney 1 Grubuna Uygulanan Müdahale Etkinlikleri 71
Tablo 8. Deney 2 Grubuna Uygulanan Müdahale Etkinlikleri 74
Tablo 9. Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testlerine Ait Çarpıklık, Basıklık ve Z-Skorları 78
Tablo 10. Gruplara Göre Ön Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler 79
Tablo 11. Ön Test ÖBÖ Puanlarına İlişkin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları 79
Tablo 12. Gruplara Göre Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler 80
Tablo 13. Son Test ÖBÖ Puanlarına İlişkin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları 80
Tablo 14. Son Test Puanlarına İlişkin İkili Karşılaştırmalar 81
Tablo 15. Son Test – Ön Test Puan Farklarına İlişkin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları . 81
Tablo 16. Son Test – Ön Test Puan Farklarına İlişkin İkili Karşılaştırmalar 82
Tablo 17. Gruplara Göre Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler 82
Tablo 18. Kalıcılık Testi ÖBÖ Puanlarına İlişkin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları 83
Tablo 19. Kalıcılık Testi ÖBÖ Puanlarına İlişkin İkili Karşılaştırmalar 83
Tablo 20. Son Test – Kalıcılık Puan Farklarına İlişkin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları 84

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Bazı örüntü türleri ve örüntülere ait görseller 18
Şekil 2. Döngüsel, doğrusal ve seksek örüntülere ait görseller 21
Şekil 3. Tekrarlayan örüntü ve sabit genişleyen (büyüyen) örüntü görselleri 22
Şekil 4. Cubetto robot kitini oluşturan kısımlar 72
Şekil 5. Bee-Bot robot 73
Şekil 6. Deney 1 ve Deney 2 gruplarındaki uygulamalardan ve uygulamada kullanılan materyallerden bazıları 77

EKLER LİSTESİ

Sayfa

Ek 1. Etik Kurul Belgesi..... 116
Ek 2. Veli Onam Formu 118
Ek 3. Çocuk Ve Aile Bilgi Formu 119
Ek 4. Meb İzin Belgesi 120
Ek 5. Ölçek Kullanım İzni..... 121
Ek 6. Örüntü Beceri Ölçeği (Öbö) Örnek Sayfa 122

BÖLÜM I

GİRİŞ

Çocukların matematikle tanışması ve çocuklarda matematiksel düşünmenin temellerinin atılması, doğumla başlayan ve erken çocukluk dönemi boyunca devam eden bir süreçtir. İşlem öncesi dönemden somut işlemler dönemine geçişte çocuklar, günlük deneyimleri aracılığıyla çok sayıda matematiksel bilgi ve beceri kazanmaktadırlar (Wortham, 1998; Yıldız, 1999). Çocukların nesne devamlılığı ve neden sonuç ilişkileri kurabilmeleri, özellikle birçok basit matematiksel kavramın temelini oluşturmaktadır. Çocuğun olgunlaşması ve günlük hayatındaki deneyimleri, bu matematiksel kavramların üzerine daha karmaşık ve soyut kavramları eklemesine olanak sağlamaktadır (Miller, 2008).

Okul öncesi dönemde çocuklar, temel seviyede mekânda konum bulma, ölçüm yapma, şekil, sayı ve işlem yapma gibi beceriler kazanabilir; ayrıca bağlantı kurma, problem çözme, sonuçlar çıkarma ve matematik dilini kullanarak matematiksel düşünme becerilerini geliştirebilir. Bu sebeple, çocuklarda matematiksel kavram ve becerilerin daha iyi gelişebilmesi için erken çocukluk döneminden başlayarak aktif öğrenme yöntemlerinin ve ortamlarının oluşturulması gerekmektedir. Çocuklarda matematik kavramlarının kazanılması diğer alanlarda da olduğu gibi somuttan-soyuta, basitten-karmaşığa, denemeden-yapmaya şeklinde bir sırayla gerçekleşir (Çimen Erdoğan ve Baran, 2003; Metin, 1997; Wortham, 1998;). Bu nedenle çocuklara uygun matematiksel etkinlik ve oyun planlaması yaparken öncelikle onların okul öncesi dönemdeki matematiksel becerilerine yönelik seviyelerinin tespit edilmesi, her bir çocuğun bireysel farklılıklarına dikkat edilmesi, uygun materyal seçimi ve etkili öğretim yöntemlerinin kullanılması, çocukların matematiksel düşünme becerilerinin geliştirilmesinde önemlidir (Ergül, 2014).

Çocukluk dönemindeki erken matematik yeteneği, formal ve informal yollarla kazanılan matematiksel bilgi ve beceriler olarak kabul edilir (Ceylan ve Ellez, 2020; Ginsburg ve Baroody, 2003). Bu dönemde verilen kaliteli eğitimle matematiksel düşünmeyi öğrenme ve matematiğe ilişkin beceriler daha da güçlenebilir (Baroody, Lai, ve Mix, 2006; Can, 2022; Clements, 1999). Okul öncesi dönem matematik eğitiminde verilen ana konular arasında sayı ve miktar algısı, sayma, sayıları tanıma ve yazma, örüntü, ölçme ve geometrik şekiller, uzamsal algı gibi erken matematiksel beceriler yer

almaktadır (Akman, 2002; Ceylan ve Ellez 2020). Bu dönemde kazanılan becerilerle çocuğun ilerdeki matematik eğitiminin de temelleri atılmaktadır (Akman, 2002; Aktaş Arnas, 2004; Ceylan ve Ellez, 2020). Matematiksel becerilerinin doğru yöntem ve tekniklerle geliştirilmesi çocuğun ileriki yaşlarında matematiğe karşı olan tutumunu ve matematik başarısını olumlu yönde etkilemektedir (Can, 2022; Sarama ve Clements, 2009). Bu durumun tersi olarak eğer erken çocukluk döneminde kaliteli matematik eğitimi başlamazsa ve sürdürülmezse çocuk başarısızlık duygusuyla da karşı karşıya kalabilir (Clements ve Sarama, 2021).

Amerikan Ulusal Araştırma Konseyine (National Research Council) göre kaliteli bir matematik eğitimi için üç ölçüt bulunmaktadır (NRC, 2009): (a) matematik eğitiminin içeriğinde yer alan öğeler birbiriyle uyumlu olmalı ve büyük fikirlere odaklanmalı, (b) matematik etkinliklerini planlama ve uygulamada, çocukların düşünme yolları dikkate alınmalı ve (c) matematik öğretim uygulamaları planlanırken çocuğun bireysel özellikleri, içinde yaşadığı aile ve kültürün özellikleri ile çocuğun öğrenme ve düşünme örüntüleri göz önüne alınmalıdır. Bu ölçütler, öğrencilerin düşünme sürecine odaklanarak oluşturulan matematik öğretim içeriklerinin önemini vurgulamaktadır. Benzer şekilde, geçmiş araştırmalar (Ball ve Cohen, 1999; Can, 2022; Carpenter, Fennema ve Franke, 1996; Şengül, 2022), öğretmenlerin matematiksel düşüncenin doğal gelişim aşamalarını tanımalarının ve bu aşamalara dikkat ederek çocukların düzeyine uygun ve etkili öğrenme ortamları oluşturabilmelerinin öğrenciler üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymaktadır.

1.1. Problem

Bilim ve teknolojinin hızla ilerlediği günümüzde, matematiğin önemi giderek artmaktadır. Günümüz çocuklarının ileride başarılı bireyler olabilmelerinde yeni nesil kavram ve becerileri içeren matematiği içselleştirebilmeleri son derece önemlidir (Kölemen, 2023). Genel olarak matematik eğitiminin amacı, bireyleri çeşitli ve karmaşık bilgilerle donatmak yerine karşılaşılan problemleri çözmeye yardımcı olacak beceri ve yöntemleri kazandırmaktır (Özdaş, 1996). Matematik eğitimi bireylere olayları analiz edebilme, açıklayabilme, tahmin edebilme ve problemleri çözebilme gibi becerileri edinmesini sağlamaktadır (Clements ve Sarama, 2009). Doğumdan itibaren çocuklara ilgi çekici ve zengin uyarıcılar verilmesiyle birlikte, çocukların beyin gelişimini destekleyerek daha erken yaşlarda matematik becerilerinin gelişmesi sağlanabilir

(Kölemen, 2023; Önkol, 2012). Bu doğrultuda erken yaşlarda nitelikli bir matematik eğitimi çocukların gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Clements ve Sarama, 2011). Erken çocukluk eğitiminde hazırlanan zengin öğrenme ortamları, kullanılan yöntem ve teknikler, çocukların matematiğe kaşı inanç, davranış ve tutumlarında son derece olumlu etkiler yaratmaktadır (Platas, 2008). Bu durum sonraki yıllardaki matematik başarısını da olumlu yönde etkilediği yapılan araştırmalarda görülmektedir. Örneğin Krajewski (2005) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, çocukların okul öncesi dönemde edindikleri sayı ve miktar bilgisinin, sonraki yıllarda matematik başarısında zekâ ve hafıza becerileri testlerinden daha güçlü puanlar almalarını sağladığı sonucuna erişilmiştir.

Temel matematik becerileri, çocukların ileride karşılaşacakları soyut matematiksel kavramları anlayarak öğrenmelerini sağlayacak araçlardır (Uyanık ve Kandır, 2010). Bu beceriler arasında eşleştirme, sınıflandırma, karşılaştırma, sıralama ve örüntü yer almaktadır (Altan, 2023; Kartal ve Arslan, 2022; Yıldız ve Akman, 2022). Örüntü kavramı burada matematik temel becerileri arasında sayılırken, bazı araştırmacılar da örüntü kavramını matematiğin konu alanları arasında saymaktadır (Yıldırım Hacıibrahimoğlu, 2023)

Okul öncesi dönemde matematik eğitiminin temel yapı taşlarından biri olan örüntü, genellikle "algılanabilir düzenlilikler" (Tekin, 2023) ya da "belirli bir kurala bağlı olarak yinelenen öğelerin sıralanışı" (Orton, 2005) biçiminde tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle örüntü, belirli kurallara göre tekrarlanan dizilerden oluşmakta ve sıralama becerisinin gelişmiş bir düzeyini temsil etmektedir (Güven, Dibek, Bayındır ve Saçkes, 2019). MacDonald (2015) da matematiksel örüntüyü, iki veya daha fazla unsurun tekrar ederek oluşturduğu diziler olarak açıklamaktadır.

Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyine (National Council of Teachers of Mathematics- NCTM) göre örüntü kurma ve genelleme becerisi, öğrencilerin ilerleyen dönemlerde cebirsel düşünebilmesinin ve cebirsel ilişkileri anlamayı öğrenebilmesinin temel bir unsurudur. Cebirsel düşünme nesnelerin sayı, büyüklük, ağırlık ya da hacim gibi özelliklerine göre sınıflandırılması, karşılaştırılması ve sıralanmasıyla yakından ilişkilidir. Bu süreçte birey, bu özellikler arasındaki örüntüleri fark etmekte, tanımakta ve devam ettirebilir hâle gelmektedir (NCTM, 2000).

Örüntülerin önemine dikkat çeken Steen (1998), matematiği "örüntü bilimi" olarak nitelendirmiştir. Örüntüleri fark etme, sürdürme, eksik ögeleri tamamlama, genişletme ya da yeni örüntüler oluşturma becerileri, öğrencilerin matematiksel ilişkileri kavrama**,** genelleme yapma ve matematiğin yapısal düzenini anlama gibi süreçlerde kritik

rol oynamaktadır. Ayrıca örüntüler, çocukların düşünme yetilerini geliştirmekte; tahmin yürütme, mantıksal bağlar kurma ve akıl yürütme becerilerini de desteklemektedir (Waters, 2004; Yıldız ve Akman, 2023).

Matematiğin kavranmasında örüntüler önemli bir yere sahiptir. Örüntüleri fark etmek ve genişletmek; bireyin matematiğin yapısını anlamasına, ilişkileri keşfetmesine ve genellemeler oluşturmasına katkı sağlamaktadır. Çocuklar örüntüler aracılığıyla yalnızca sayı kavramını değil, aynı zamanda matematiksel düşünme ve keşfetme becerilerini de ilerletirler. Örüntüler, çocuklarda sıralama, düzenleme ve hesaplama becerilerini desteklerken; temel işlemlerle ilgili etkili düşünme stratejileri geliştirmelerine de yardımcı olmaktadır (Reys, Lindquist, Suydam ve Smith, 1998; akt. Ünveren Bilgiç ve Çaylan, 2018). Kısacası örüntü kavramı, çocukların sayılar arasındaki ilişkileri keşfetmeleri ve genellemeler yapabilmeleri açısından büyük bir önem taşımaktadır (Ünveren Bilgiç ve Çaylan, 2018).

Örüntüler genel olarak iki ana grupta incelenmektedir: tekrarlayan örüntüler ve genişleyen örüntüler (Güven, Dibek, Bayındır ve Saçkes, 2019). Çocukların ilk tanıştıkları örüntü biçimi, yapısal olarak döngüsel şekilde tekrar eden örüntü kalıplarıdır (Güven ve diğerleri, 2019; Miller, Rittle-Johnson, Loehr ve Fyfe, 2016). Bu tür örüntülerde, benzer sembol ya da ögeler belirli bir sırayla yinelenir. Haftanın günleri, günün saatleri, mevsimler, bir yıldaki aylar ya da bir desendeki mozaik düzeni gibi ardışık tekrarlar buna örnek gösterilebilir. Genişleyen örüntülerde ise diziyi oluşturan elemanlar, belirli bir sistematik artış veya azalış kuralına göre ilerlemektedir (Güven ve diğerleri, 2019; Hutchinson ve Pournara, 2011; Özdemir, 2013; Warren, 2005; Wijns, Verschaffel, Smedt ve Torbeyns, 2021). Bu tür örüntüler, artarak veya azalarak değişen ya da sabit kalan diziler biçiminde kendi içinde üç alt kategoriye ayrılmaktadır (Güven ve diğerleri, 2019).

Çocuğun kendisine sunulan bir örüntüyü aynı biçimde yeniden yapması, örüntü gelişiminin ilk basamağını oluşturur. Bu beceri, çocuğun verilen örüntü dizilimini dikkatlice gözlemleyip, benzer örüntüyü oluşturmak için gerekli materyalleri önündeki farklı nesneler arasından seçerek doğru sırayla dizmesi, yani örüntüyü kopyalaması anlamına gelir. Bu aşamadan sonra gelen bir üst düzey örüntü becerisi ise örüntüyü sürdürme veya genişletme becerisidir. Örneğin, çocuğa "ABBABB" biçiminde bir örüntü sunulduğunda, çocuktan aynı düzeni devam ettirebilmesi beklenir. Uygulama sürecinde yapılan küçük değişiklikler, çocukların performansını olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilir (Güven ve diğerleri, 2019).

Örüntüleri kopyalama ve uzatma becerileri, çocukların örüntü birimi hakkında derin bir kavrayışa sahip olmadan da yalnızca görsel benzerlik üzerinden doğru şekilde gerçekleştirilebilir (Rittle-Johnson ve diğerleri, 2013). Dolayısıyla yapılan araştırmalar, çocukların özellikle örüntüyü uzatma ve kopyalama becerilerinde diğer örüntü türlerine kıyasla daha yüksek başarı gösterdiklerini ortaya koymuştur (Güven, Bayındır, Dibek ve Saçkes, 2019).

Bir sonraki gelişim aşamasında, çocuğun örüntüde eksik olan öğeyi fark edip tamamlayabilmesi gerekmektedir. Bu tür etkinliklerde çocuklara örüntünün en az iki parçası sunulur ve çocuklardan eksik olan üçüncü parçayı bulmaları istenmektedir. Bu aşamada yalnızca şeklin tek bir özelliğine bakmak yeterli değildir; çocuk, eksik ögeyi doğru biçimde tamamlayabilmek için örüntünün birden fazla özelliğini aynı anda dikkate almak zorundadır (Güven ve diğerleri, 2019).

Farklı türde materyaller kullanarak bir örüntüyü yeniden oluşturma becerisi, yalnızca görsel benzerlikten yararlanarak çözülemeyen ve daha yüksek düzeyde düşünme gerektiren bir örüntüleme yeteneği olarak görülmektedir (Mulligan ve Mitchelmore, 2009; Warren ve Cooper, 2006). Örneğin, çocuğa sarı–mavi–mavi–sarı–mavi–mavi biçiminde bir örüntü gösterildiğinde, bu düzeni üçgen–daire–daire–üçgen–daire–daire şeklinde dönüştürmesi istenebilir. Bunu yapabilmesi için çocuğun örüntü ilişkisini yalnızca görsel olarak değil, kavramsal düzeyde de anlamış olması gerekmektedir.

Okul öncesi dönem kritik bir evredir, çünkü bu dönemde çocukların akademik, sosyal ve bilişsel becerileri hızla gelişmektedir. Bu süreçte matematiksel kavramların öğretimi, çocukların ilerleyen yıllarda edinecekleri öğrenme deneyimlerinin temeli olarak büyük önem taşımaktadır (Aslanargun ve Tapan, 2011). Özellikle matematiksel örüntüler, çocukların analitik düşünebilme, problem çözebilme ve mantıksal akıl yürütebilme becerilerinin gelişiminde kilit bir role sahiptir (Yıldız ve Akman, 2023).

Çocukların düşünme biçimleri, matematik öğreniminde doğal bir gelişim süreci izlemektedir. Bu nedenle öğretmenlerin süreci destekleyebilmeleri için bu gelişimsel ilerlemeyi tanımaları ve çocukların hazırbulunuşluk düzeylerine uygun etkinlikler planlamaları, etkili öğrenme ortamlarını oluşturmaları gerekmektedir. Bu bağlamda, öğrenme rotaları hem öğretim programlarının yapılandırılmasında hem de çocukların matematiksel düşünme süreçlerinin desteklenmesinde önemli bir araç olarak değerlendirilebilir. Öğrenme rotaları, çocukların akıl yürütme biçimlerini açıklayıcı ve destekleyici rehberler sunarak öğretmenlere program geliştirme sürecinde yol göstermektedir (Dündar ve Gündüz, 2015; Sarama ve Clements, 2009).

Öğrenme rotaları; planlama, öğretim ve değerlendirme gibi temel öğretim süreçlerinde öğretmenlerin yararlandığı önemli bir araçtır. Öğrencilerin kavramsal algılarını doğrudan gözlemlemek her zaman mümkün olmasa da öğrenme rotaları bu algıların dışa vurduğu gözlenebilen davranışları**,** bilişsel yapıları ve anahtar göstergeleri tanımlamaya ve açıklamaya yardımcı olur.

Clements ve Sarama (2004), bir matematik konusuna ilişkin olarak öğrenme rotalarını, "çocuğun gelişimsel ilerleme sürecini ve bu sürecin her bir aşamasında çocuğun konuyu daha iyi anlamasına katkı sağlayan öğretim etkinliklerinin bütününü kapsayan bir yapı" olarak tanımlamaktadır. Onlara göre öğrenme rotaları, belirli bir matematiksel hedef doğrultusunda öğrencinin gelişimini sistematik biçimde izlemeye ve yönlendirmeye imkân tanımaktadır. Matematiksel hedeflerin belirlenirken, çocukların karşılaşabilecekleri soyutlama, genelleme ve karmaşıklık düzeylerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Böylece, öğrencilerin bu aşamalarda zorluk yaşamadan ilerleyebilmeleri için matematiksel amaçların daha uygun biçimde yapılandırılmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda Clements ve Sarama (2004), öğrenme rotasını bu yapılandırmayı da içeren bir süreç olarak değerlendirmiştir. Ayrıca, öğrenme rotaları çocukların düşünme biçimlerini ve matematiksel becerilerinin gelişimini haritalayan, belirli bir konu alanında öğrencilerin nasıl düşündüklerini ve öğrendiklerini açıklayan bir sistem olarak da tanımlanmıştır.

Bunun yanında, çocukların zihinsel düşünme düzeylerini geliştiren öğretimsel görevlerin öğrenme sürecine dâhil edilmesi, öğretimde izlenecek rotanın belirlenmesine katkı sağlamaktadır. Ancak geleneksel öğretim yöntemleri, öğrencilerin bu kavramları derinlemesine anlamalarını kimi zaman sınırlandırabilir. Bu nedenle, eğitimciler ve araştırmacılar, öğrenme sürecini daha etkileşimli, motive edici ve katılımcı hâle getirecek yenilikçi yaklaşımlar üzerinde durmaktadır (Akkan, 2023).

İlgili literatür incelendiğinde, çocukların matematiksel örüntü becerilerini geliştirmeye yönelik çok sayıda müdahale çalışması gerçekleştirildiğini göstermektedir. Araştırma sonuçları, görsel algı eğitiminin (Cebeci, 2024), oyun etkinliklerinin (Hayıroğlu, 2017), öykü anlatmanın (Altıntaş ve İlgün, 2019), kubaşık öğrenme etkinliklerinin (Tarım, 2015), fiziksel aktivitelerin (Nordemann ve Rottmann, 2018), doğrudan öğretim yönteminin (Sazak Pınar ve Kocabıyık, 2014) ve öyküleştirme yönteminin (Sertsöz, 2017) çocukların matematiksel örüntü becerilerini geliştirmede etkili olduğu görülmüştür.

Matematiksel temel beceriler; sınıflama, karşılaştırma, eşleştirme, sayma, ölçme ile şekil, geometri, zaman ve mekân gibi çeşitli kavramları kapsamaktadır. Bu kavramların büyük ölçüde soyut nitelik taşıması, erken çocukluk döneminde somut materyallerden yararlanılmasını gerekli hale getirmektedir. Bu doğrultuda hazırlanan öğrenme ortamlarının, çocukların bilgiyi doğrudan deneyimleyerek ve aktif katılımla yapılandırmalarına olanak tanıyabilmesi oldukça önemlidir. Matematiksel gelişimin temellerinin erken yaşlarda atıldığı; özellikle sınıflama ve sıralama gibi matematiksel kazanımların edinilmesinde somut manipülatiflerin belirleyici bir role sahip olduğu vurgulanmaktadır (Erdoğan, Parpucu ve Boz, 2017; Seefeldt ve Wasik, 2006).

Hynes (1986), çocukların dokunarak etkileşim kurabildiği ve hareket ettirebildiği, matematiksel kavramların anlaşılmasını destekleyen somut modelleri "manipülatif materyaller" olarak tanımlamaktadır (Gök, 2023; Şeker, 2020). Manipülatif materyaller, matematik öğretiminde soyut kavramlar ile matematiksel düşünme süreçleri arasında bağlantı kurmayı kolaylaştıran öğretim araçları olarak kullanılmaktadır (Gök, 2023; Gök ve Aktaş Arnas, 2019). Gayriresmî matematik deneyimlerinden daha yapılandırılmış ve resmî matematik öğrenmelerine geçişte önemli bir köprü işlevi gören bu materyallerin etkili olabilmesi için dikkatli bir planlama ve bilinçli bir uygulama sürecininin olması gerekmektedir (Boz, 2019; Şeker, 2020). Matematik eğitiminde yaygın olarak yararlanılan somut manipülatiflere; kozalak, ağaç dalı ve taş gibi çevrede bulunan doğal malzemelerin yanı sıra, matematiksel kavramların öğretimine yönelik özel olarak tasarlanmış bloklar, tangramlar, geometrik şekiller, eşit kollu teraziler ve boncuklar gibi çeşitli materyaller örnek olarak verilebilir (Gök, 2023; Moyer-Packenham ve Suh, 2012, Şeker, 2020).

Alanyazın incelendiğinde, matematik öğretiminde kullanılan somut manipülatiflerin çocukların matematiksel kavramları daha kolay anlamalarına katkı sağladığı (Lawton ve Fowell, 1978), matematik başarılarını anlamlı düzeyde artırdığı (Munger, 2007) ve matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirmelerine destek olduğu (Tutak, Aydoğdu ve Erşen, 2014) görülmektedir. Bununla birlikte, matematikle ilişkili manipülatif materyallerle geçirilen sürenin çocukların problem çözme ve eleştirel düşünme becerileri ile genel matematiksel öğrenme çıktıları üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu (Laski, Jor'Dan, Daoust ve Murray, 2015) ifade edilmektedir. Ayrıca bu materyallerin, sayı değerini belirleme ve sayı oluşturma becerilerinin gelişiminde de etkili olduğu belirtilmektedir (Ojose ve Sexton, 2009).

Erken çocukluk döneminde matematiksel kavramların gelişimini desteklemek amacıyla kullanılan çeşitli yöntem, teknik ve somut manipülatiflerin yanı sıra, teknoloji destekli uygulamalar da giderek daha yaygın bir hâle gelmektedir. Bu bağlamda, robotik kodlama son yıllarda çocukların problem çözme ve matematiksel düşünme becerilerini geliştirmede öne çıkan etkili yaklaşımlardan biri olarak görülmektedir. Günümüzde erken çocukluk eğitimi alanında, kodlama ve dijital yeterliliklerin geliştirilmesine yönelik farkındalık artmakta ve bu alanlara duyulan ilgi giderek güçlenmektedir. Kodlama etkinlikleri, bireylerin akıl yürütme becerilerini geliştirmesinin yanı sıra matematiksel akıl yürütme süreçlerini de desteklemektedir (Somuncu ve Aslan, 2022). Bu nedenle kodlama eğitimi, dünya genelinde hızla yaygınlaşan ve popülerleşen bir öğrenme alanı hâline gelmiştir (Heikkilä, 2020; Toh, Causo, Chen ve Yeo, 2016).

Kodlama, "bireyin yazılı bir sistem aracılığıyla düşüncelerini ifade etmesini sağlayan ve bu süreçte yeni düşünme, iletişim ve problem çözme becerileri kazandıran bir araç" olarak tanımlanır (Bers, 2008). Bu doğrultuda robotik kodlama, mekanik sistemlerle yazılım temelli düşünmeyi bir araya getiren; çocukların kendi kodlarını üreterek fiziksel bir çıktıya dönüştürebildiği bir öğrenme biçimidir (Çaka, 2022). Ayrıca robotik kodlama etkinlikleri, çocukların yaratıcılığını desteklerken aynı zamanda gerçek yaşam problemlerine çözüm üretme becerilerini de güçlendiren etkili bir eğitim yaklaşımı sunmaktadır (Aslan, Dağaynası ve Ceylan, 2024). Bu yöntem, çocuklara programlama mantığını fiziksel robotik araçlar üzerinden deneyimleme fırsatı sağlar (Arslan ve Kayali, 2023).

Günümüz çocukları, teknolojik cihazlarla donatılmış dijital ortamlarda büyümektedir. Dijitalleşmenin hızlı gelişimi, geleceğin iş gücünün teknoloji okuryazarı bireylerden oluşması gerekliliğini beraberinde getirir (Manches ve Plowman, 2017). Bu durum, birçok ülkenin ulusal eğitim politikalarında STEM eğitimi**,** kodlama ve bilişimsel düşünme becerilerine öncelik verilmesine sebep olmuştur (Bers, González-González ve Armas–Torres, 2019; Somuncu ve Aslan, 2022).

Son yıllarda gerçekleştirilen araştırmalar, erken çocukluk döneminde robotik kodlama araçlarının çocukların matematiksel kavrayışlarını ve analitik düşünme becerilerini geliştirmede önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla bu sonuçlar, teknolojinin erken yaşlarda öğrenme süreçlerine etkili ve yenilikçi bir biçimde entegre edilmesinin önemini bir kez daha ortaya çıkarmıştır. Müdahale programları incelendiğinde, robotik kodlama araçlarıyla gerçekleştirilen etkinliklerin çocukların matematiksel akıl yürütme (Somuncu ve Aslan, 2022), erken

matematik becerileri (Emen-Parlatan, Ördek-İnceoğlu, Gürgah-Oğul ve Aslan, 2023), matematiksel ölçme (Ceylan ve Aslan, 2022), problem çözme (Çiftçi ve Bildiren, 2020) ve geometrik beceriler (Aslan, Dağaynası ve Ceylan, 2024) üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir. Örneğin, Aslan, Dağaynası ve Ceylan (2024) tarafından yakın zamanda gerçekleştirilen araştırmanın sonuçları, robotik kodlama etkinliklerinin çocukların geometrik şekilleri tanıma ve sınıflandırma becerileri üzerinde olumlu etkisinin olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, geçmiş araştırmalar, robotik kodlama aracılığıyla gerçekleştirilen etkinliklerin çocukların matematiksel becerilerini anlamlı şekilde geliştirdiğini göstermekte ve erken çocukluk matematiğinin temel yapı taşlarından biri olan örüntü becerisini geliştirme konusunda da önemli bir potansiyele sahip olduğuna işaret etmektedir. Öte yandan, robotik kodlamanın çocukların örüntü becerileri üzerindeki etkisine yönelik ilgili alanyazında önemli boşluk olduğu görülmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın ana amacı, öğrenme rotaları temelli robotik kodlama etkinliklerinin okul öncesi dönem çocuklarının matematiksel örüntü becerileri üzerindeki etkisini incelemektir. Çalışma, teknolojik araçların pedagojik süreçlere entegrasyonunu ve bu entegrasyonun erken çocukluk eğitimi üzerindeki etkilerini ortaya koymayı hedeflemekte, böylece geleneksel eğitim metotları ile karşılaştırmalı bir değerlendirme sunmaktadır. Özellikle, robotik kodlama materyalleri ile gerçekleştirilen etkinliklerin çocukların matematiksel örüntü becerileri üzerindeki etkilerini analiz etmeyi amaçlamaktadır.

Bu temel amaç çerçevesinde aşağıda bulunan araştırma sorularına yönelik yanıtlar aranmıştır:

1. Deney 1 grubuna uygulanan öğrenme rotaları temelli robotik kodlama etkinlikleri, kontrol grubu ile kıyaslandığında çocukların örüntü becerilerini geliştirmede istatistiksel olarak etkili midir, eğer etkili ise bu etki kalıcı mıdır?
2. Deney 1 grubuna uygulanan öğrenme rotaları temelli robotik kodlama etkinlikleri, öğrenme rotaları temelli somut manipülatif etkinliklerin uygulandığı Deney 2 grubu ile kıyaslandığında çocukların örüntü becerilerini geliştirmede istatistiksel olarak etkili midir, eğer etkili ise bu etki kalıcı mıdır?

3. Deney 2 grubuna uygulanan öğrenme rotaları temelli somut manipülatif etkinlikleri, kontrol grubu ile kıyaslandığında çocukların örüntü becerilerini geliştirmede istatistiksel olarak etkili midir, eğer etkili ise bu etki kalıcı mıdır?

1.3. Araştırmanın Önemi

Bu araştırmada, öğrenme rotaları temelli robotik kodlama etkinliklerinin okul öncesi dönem çocuklarının matematiksel örüntü becerilerine etkisi incelenmiştir. Matematiksel öğrenme rotaları; çocuğun gelişimsel düzeyi, bu düzeye uygun olarak tasarlanmış matematik etkinlikleri ve ulaşılması hedeflenen matematiksel kazanımları bir bütün olarak ele alır. Bu yaklaşıma göre, çocuğun bulunduğu gelişimsel basamak ile ona uygun şekilde hazırlanan etkinlikler arasında doğrudan bir ilişki vardır. Öğrenme rotaları bu bağlantıyı kurarak, eğitim süreçlerini çocuğun mevcut gelişim düzeyine uygun hale getirir ve bir sonraki gelişim basamağına geçişte ihtiyaç duyulan temel becerilere dikkat çeker. Böylece çocuk, belirli bir matematiksel hedefe ulaşmak için daha üst düzey düşünme becerilerini geliştirebileceği uygun bir öğrenme ortamında desteklenmiş olur (Ceylan, 2022). Örüntü ise; şekillerin, sembollerin, seslerin ya da belirli hareketlerin belirli bir düzen içinde tekrarlanmasıyla oluşan yapıdır (Souviney, 1994, s. 368) ve matematikle sıkı bir bağı vardır. Çünkü matematik özü itibariyle düzeni ve örüntüyü inceleyen bir disiplindir (NCTM, 2000). Bu bağlamda örüntüler; matematiksel düşünme becerilerinin gelişmesinde, kavramlar arasındaki ilişkilerin soyutlanıp genelleştirilmesinde ve matematiksel temsillerin daha iyi kavranmasında önemli bir rol oynamaktadır. Öğrenme rotaları temel alınarak hazırlanan örüntü etkinlikleri sayesinde çocuklar; sayıları ve sembolleri anlamlandırma, benzerlik ve farklılıkları fark ederek nesneleri gruplandırma, sayı ve şekiller aracılığıyla genellemeler yapma gibi beceriler kazanırlar (Clements ve Sarama, 2014). Ayrıca farklı temsiller arasında bağlantılar kurabilir, basitten daha karmaşık aritmetik becerilere geçiş yapabilir ve kavramları daha derinlemesine anlayabilirler. Değişkenleri göz önünde bulundurarak kurallar geliştirme ve bu kurallara dayalı tasarımlar oluşturma gibi yetkinlikler de bu süreçte gelişir. Erken yaşlarda örüntülerle ilişki kurmaya dayalı kazanımlar, çocukların dikkat, bellek, algı, akıl yürütme ve problem çözme gibi bilişsel işlevlerini doğrudan etkilediğinden oldukça önemlidir. Örüntü odaklı matematik etkinlikleri, çocukların matematiksel düşünme becerilerinin gelişiminde değerli bir temel oluşturur (Gök Çolak, 2016). Bu da erken dönem matematik eğitiminde hedeflenen kazanımlara ulaşmayı kolaylaştırır ve öğrenme sürecine anlamlı katkılar sağlar.

Dolayısıyla mevcut araştırmanın çocukların matematiksel örüntü alanındaki kapasitelerinin anlaşılmasına katkı sağlaması beklenmektedir. Bu alandaki çalışmaların sınırlılığının, araştırmanın önemini arttırdığı düşünülmektedir.

Literatür incelendiğinde, matematiksel örüntü becerilerinin; oyun (Hayıroğlu, 2017), hikâye (Altıntaş ve İlgün, 2019), doğrudan öğretim (Sazak ve Kocabıyık, 2014) ve fiziksel etkinlik (Nordemann ve Rottman, 2018) temelli yaklaşımlarla geliştirildiği görülmektedir. Robotik kodlama çalışmalarında ise çocukların problem çözme (Sung ve diğerleri, 2017), uzamsal düşünme (Palmer, 2017; Shumway ve diğerleri, 2021) ve sıralama (Elkin, Sullivan ve Bers; 2016; Kazakoff, Sullivan ve Bers, 2013) gibi matematiksel becerilerinin desteklendiği; ancak örüntü kavramının çoğunlukla dolaylı ve örtük biçimde ele alındığı dikkat çekmektedir. Öte yandan öğrenme rotaları temelli çalışmalar, matematiksel düşünmenin gelişimsel ilerleyişini anlamada güçlü bir çerçeve sunmakla birlikte, bu yaklaşımın robotik kodlama etkinliklerinin örüntü öğretimiyle bütünleştirildiği bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu araştırma sonucunda elde edilecek verilerin bu konudaki eksikliğin giderilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışmadan elde edilecek sonuçların, çocukların yanı sıra araştırmacılara, program geliştiricilere ve öğretmenlere yönelik çeşitli faydalar sağlayacağı düşünülmektedir.

Çocuklara erken yaşlarda örüntü, kodlama gibi kavram ve becerileri, eğlenceli ve doğal yollarla kazandırmak, bu alanlara yönelik olumlu tutumların gelişmesine önemli katkı sağlayabilmektedir. Toplumda her geçen gün teknoloji kullanan ve üreten bireylere ihtiyacının arttığı da bir gerçektir. Ayrıca yapılan araştırmalar, erken yaşta gerçekleştirilen eğitimsel müdahalelerin, daha ileri yaşlarda yapılan müdahalelere kıyasla hem daha kalıcı etkiler yarattığını hem de maliyet açısından daha avantajlı olduğunu göstermektedir (Bers, González-González ve Armas–Torres, 2019). Bu çalışmada da okul öncesi düzeyine uygun robotik kodlama materyalleri araç olarak kullanılmıştır. Çocukların kodlama ile erken yaşlarda tanışması, ilerleyen yıllarda teknoloji kullanımına yönelik olumlu tutum geliştirmesini sağlayacağı düşünülmektedir (Bers ve diğerleri, 2019; Ceylan, 2022).

Sonuç olarak, çocukların matematiksel örüntü becerilerini keşfetmenin ve bu becerileri geliştirmeye yönelik müdahale etkinliklerinin önemli faydalar sunacağı, robotik kodlama araçlarının farklı alanlarda ve seviyelerde uygulanmasına yönelik elde edilecek sonuç ve önerilerin önemli olduğu düşünülmektedir.

1.4. Sınırlılıklar

Bu araştırma çeşitli sınırlılıklar içermektedir. Bunlar;

- Bu çalışma, Kayseri ilinde ve sınırlı örneklem büyüklüğünde yürütülmüş olup farklı sosyo-kültürel ortamlardaki çocuklara genellenebilirliği sınırlıdır.
- Uygulama sürecinin görece kısa oluşu, özellikle üst düzey örüntü becerilerinin gelişimini tam olarak gözlemlemeyi sınırlamış olabilir.
- Etkinlikler araştırmacı rehberliğinde yürütüldüğü için diğer öğretmenlerin pedagojik yaklaşımlarındaki bireysel farklılıklar aynı eğitimin verilmesi durumunda farklı sonuçların çıkmasına sebep olabilir.
- Kullanılan programlanabilir robotlar (Cubetto, Bee-bot) ve somut manipülatiflerin türü sınırlıdır. Farklı robotik araçların ya da dijital uygulamaların kullanıldığı bir ortamda farklı sonuçlar ortaya çıkabilir.

BÖLÜM II

KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölüme, araştırma konusu ile ilgili kuramsal açıklamalara ve ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

2.1. Okul Öncesi Eğitimde Matematik

Eğitim, bireyin doğumuyla başlayan ve tüm hayatı boyunca devam etmesi beklenen dinamik bir süreçtir. Bu sürecin içerisinde, bireyin gelişiminin hızlandığı ve öğrenmenin en yoğun biçimde gerçekleştiği belirli dönemler bulunmaktadır. Özellikle yaşamın ilk altı yılı yani okul öncesi dönemi, insan gelişimi açısından kritik öneme sahip bir evre olarak kabul edilmektedir (Aslanargun ve Tapan, 2011). Okul öncesi olarak adlandırılan bu dönemde çocuklar gerek zihinsel gerekse sosyal yönden hızlı bir ilerleme gösterirler ve çevrelerinden gelen uyarıcıları öğrenmeye son derece açıktırlar.

Matematik, çocukların bu erken yaşlarda temellerini attığı önemli bir öğrenme alanıdır. Bu yıllarda kazanılan matematiksel kavramlar ve beceriler, çocukların ileriki eğitim yaşantılarında matematiğe karşı geliştirecekleri tutum ve başarı üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır (Aktaş Arnas, 2004). Dolayısıyla okul öncesi dönem, çocukların matematikten korkmak yerine, bu alanı merak etmelerini ve olumlu bir algı geliştirmelerini destekleyen bir fırsat olarak değerlendirilmektedir. Erken dönemde kazanılan sağlam matematik temelleri, ilköğretim sürecinde matematik derslerine istekle katılmaları ve bu alanda motive olmaları açısından büyük önem taşımaktadır (Kıvılcım ve Mertoğlu, 2017).

Okul öncesi yıllarda çocuklar, oyun temelli etkinliklerle pek çok yeni kavram ve beceri kazanmaktadır. Bu etkinlikler sayesinde kendi öğrenme süreçlerini aktif bir şekilde deneyimler, hata yapmaktan çekinmeden keşif yapabilirler. Böyle bir öğrenme ortamı, ilerleyen eğitim basamaklarında karşılaşacakları daha soyut ve karmaşık matematiksel kavramlar için güçlü bir altyapı oluşturmaktadır (Brown ve Molfese, 2008; Clements ve Sarama, 2007). Bu dönemde çocukların bilişsel gelişimleri hız kazanır ve düşünme süreçleri giderek daha kavramsal bir yapıya dönüşmektedir. Böylece akıl yürütme ve analiz etme becerileri belirgin biçimde gelişmektedir. Okul öncesi yıllarda gelişmeye başlayan kavram oluşturma becerileri ile çocuklar, nesne ve olayları özelliklerine göre

sınıflandırabilir, aralarındaki ilişkileri fark edebilir ve bu bilgilerden yola çıkarak yeni anlamlar üretebilirler (Çelik, 2017).

Matematik eğitimi, çocukların bilişsel gelişim süreciyle doğrudan bağlantılıdır ve büyük ölçüde onların yaşantılarıyla desteklenmektedir. Sayma, toplama veya çıkarma gibi temel işlemler ile uzunluk ya da hacim gibi soyut kavramların somut deneyimlerle açıklanması, çocukların matematiği anlamlandırmalarında kritik bir rol oynamaktadır. Bu erken dönem matematik kazanımları; zihinsel işlevlerin güçlenmesine, problem çözme becerilerinin gelişmesine ve matematiksel düşünme yetisinin temellenmesine katkı sağlamaktadır. Doğal bir merakla dünyayı keşfetmeye yönelen çocuklar, çevrelerindeki nesneleri inceleyerek, düzenleyerek ve karşılaştırarak farklı kavramları tanımaya başlarlar. Öğrendikleri her yeni kavram, bir sonrakine geçiş için basamak görevi görür. Süreç ilerledikçe matematiğin gündelik yaşamdaki yerini fark eden çocuklar, bu alana karşı daha fazla ilgi ve motivasyon geliştirmektedir (Çelik, 2017).

Çocukların matematiksel kavramlarla tanışma zamanlarının ve bu kavramları hangi gelişim dönemlerinde kazanabileceklerinin bilinmesi, öğretmenlerin öğretim sürecini etkili biçimde planlamasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu bilgiye sahip olan okul öncesi öğretmenleri, çocukların seviyelerine uygun öğrenme ortamları hazırlayabilir ve onların anlayabileceği öğretim yöntemlerini tercih ederek matematik eğitimini daha verimli hâle getirebilir. Aynı zamanda çocukların ulaşabilecekleri potansiyeli öngörebilmek, öğretmenin rehberlik sürecini güçlendirmektedir. Bu nedenle öğretmenlerin, çocukların matematiksel kavram gelişimi hakkında yeterli farkındalığa sahip olması kritik bir gerekliliktir (Buldu, 2010).

Alan yazındaki araştırmalar, çocukların yaşları ilerledikçe matematiksel kavramlarının da belirgin şekilde geliştiğini ortaya koymaktadır (Aktaş Arnas, Sığırtmaç ve Gürsoy, 2004; Aunio, Hautamaki, Heiskari ve Van Luit, 2015; Olkun, Fidan ve Özer, 2013; Yılmaz, 2015). Okul öncesi dönem, çocukların matematikle ilk karşılaşmalarının yaşandığı dönem olduğu için bu süreçte kavramların doğru ve anlamlı şekilde öğrenilmesi oldukça önemlidir. Sağlam bir temel üzerine inşa edilen matematik bilgisi, çocukların ilerleyen yıllarda matematik derslerine yönelik tutumlarını olumlu yönde etkiler ve başarılarını artırmaktadır. Dolayısıyla erken yaşlarda kazanılan doğru matematiksel kavram gelişimi, çocukların gelecekteki matematik performansını büyük ölçüde şekillendirmektedir (Çepni, 2009; Olkun ve diğerleri, 2013; Yılmaz, 2015).

2.1.1. Matematik Eğitiminde Örüntüler

Örüntüler, günlük hayatta farkında olmadan karşılaştığımız düzenlilikleri ifade eder ve yaşamsal akışımızın hemen her alanında yer alır. Çocuklar için örüntüler, çevrelerindeki düzeni tanımalarını sağlayan temel bir matematiksel beceri niteliğindedir. Bir örüntünün fark edilmesi, sürdürülmesi ve yeni örüntüler oluşturulması çocukların, ilişkileri anlamalarında, genellemeler yapmalarında ve matematiğin iç yapısındaki düzeni kavrayabilmelerinde önemli bir rol oynar (Kandır, Özbek ve Yazıcı, 2010).

Örüntü kavramı literatürde farklı şekillerde ele alınmaktadır. Örneğin, Yıldırım (2010), örüntüyü şekillerin, seslerin veya olayların belirli bir düzen içerisinde bir araya gelmesi olarak tanımlamaktadır. Papic ve Mulligan'ın görüşleri de benzer şekilde, örüntülerin sayısal ya da uzamsal düzenlilikler içerdiğini vurgular (2005). Kesicoğlu (2013) örüntüyü, nesnelerin tekrarıyla sonuca ulaşırken aralarındaki ilişkilerin fark edilmesi olarak ifade ederken; Güven ve arkadaşları (2019), örüntüyü sayısal, mekânsal ve mantıksal ilişkilerin bulunduğu öngörülebilir bir yapı şeklinde tanımlamaktadır. Olkun ve Toluk Uçar (2006) da örüntülerin belirli bir düzen içinde sıralanmış desenler olarak düşünülebileceğini vurgulamışlardır.

Matematiğin temel yapı taşlarından biri olan örüntüler; sayı, şekil, büyüklük ve bunların birbirleriyle ilişkilerini içeren evrensel bir dilin parçasıdır (MEB, 2009). Türk Dil Kurumuna (2023) göre örüntü, "nesne veya olayların düzenli biçimde birbirini izlemesiyle oluşan yapı" olarak açıklanmaktadır. Bu tanımlar bir arada incelendiğinde, örüntülerin ilişkisellik ve düzen kavramlarının üzerine kurulduğu görülmektedir. Örüntüyü fark edebilmek için sınıflama, sıralama ve karşılaştırma gibi temel bilişsel beceriler gereklidir. Örüntünün tekrar eden birimini belirlemek sayma becerisiyle örüntüyü genellemek ise nesneler arasındaki benzerlik ve farklılıkları analiz edebilme yetisiyle ilişkilidir (Gök Çolak, 2016).

Günlük yaşam incelendiğinde, sabah hazırlık rutinlerinden doğadaki bitkilerin yapısına kadar pek çok unsurun örüntüsel bir yapı içerdiği görülmektedir. Palabıyık ve Akkuş İşpir (2011), güneşin doğup batması, ayçiçeğinin çekirdek dizilimi, sabah- akşam rutinleri gibi birçok durumun örüntülerle açıklanabileceğini ifade etmektedir.

Matematikte örüntülerin incelenmesi, bireylerin çevrelerinde var olan düzenlilikleri fark etmelerini ve bu düzenliliklere dayanarak tahmin becerilerini geliştirmelerini sağlamaktadır. Örneğin meteorologlar hava olaylarını, sismologlar ise deprem ve heyelan risklerini örüntü analizleri yoluyla değerlendirmektedir (Tekin, 2023).

2.1.2. Okul Öncesi Eğitimde Örüntünün Yeri ve Önemi

Örüntü, erken dönem matematik becerileri içerisinde matematiğin temelini oluşturan önemli bir kavram olarak karşımıza çıkar. Gök Çolak'ın (2020) da belirttiği gibi, çocukların günlük yaşamın içindeki düzenli yapılarla, desenlerle erken yaşlarda karşılaşmaları, onların matematiğin özüne dokunmalarını sağlamaktadır. Çünkü örüntüler, çevremizde sürekli karşımıza çıkan bir yapıya sahiptir. Çocukların örüntüleri fark etmesi ve oluşturması, yaşam boyu devam eden bir süreç olduğundan, matematiksel düşünmenin gelişiminde bu becerilerin küçük yaşlarda desteklenmesi oldukça kıymetlidir. Örüntü oluşturma ve sürdürme becerisi tahmin yapmayı kolaylaştırmakta, matematiksel işlemlere geçişi hızlandırmakta ve problem çözmede pratiklik kazandırmaktadır. Başka bir ifadeyle; örüntü farkındalığı geleceği öngörme, yeni bilgiler keşfetme ve çevrenin işleyiş mantığını çözme konusunda önemli bir avantaj sunmaktadır (Tekin, 2023).

Örüntü kavramı aynı zamanda cebirsel düşünmenin temellerini oluşturur. Herbert ve Brown (1997), çocukluk döneminden itibaren yapılan modelleme etkinliklerinin ilerleyen yıllardaki cebir başarısını doğrudan desteklediğini belirtmişlerdir. Cebirsel akıl yürütme; örüntü arama, tanıma ve genelleme aşamalarını kapsamaktadır ve bu aşamalar sayı ilişkilerinin anlaşılmasıyla da yakından bağlantılıdır.

Örüntülerin temelinde karşılaştırma, sıralama ve düzenleme gibi bilişsel beceriler yer alır (Charlesworth ve Lind, 2013; Papic ve Mulligan, 2005). Güven ve arkadaşları (2019) örüntüyü, birden fazla öğenin belirli bir kurala göre düzenlenmesiyle oluşan bir yapı olarak tanımlamışlardır. Burns'e (2000) göre örüntüleri tanıyabilmek ve açıklayabilmek, matematiğin mantığını anlamada kritik bir rol oynamaktadır. English ve Waters (2005) ise örüntülerin genellenmesi sürecini; bilinmeyeni tahmin etme, sembolik ilişkileri kurma ve matematiksel ifadeleri yorumlama ile ilişkilendirmişlerdir.

NCTM (Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi, 2000), örüntüleri matematik öğretiminde önemli bir içerik alanı olarak ele almakta ve bu becerilerin okul öncesi dönemden itibaren kazandırılması gerektiğini vurgulamaktadır. NCTM standartlarına göre; çocukların nesneleri ayırt etme, sınıflandırma ve sıralama becerileri geliştikçe, tekrar eden ve değişim gösteren örüntüleri tanıma, devam ettirme ve analiz etme düzeyleri de artmaktadır.

Millî Eğitim Bakanlığı Okul Öncesi Eğitim Programı (2024) örüntüyle ilgili aşağıdaki kazanım ve göstergelere yer verilmiştir.

Kazanım 8: Çeşitli örüntüler geliştirir.

Göstergeler

- Çevresindeki/günlük yaşamındaki basit örüntüleri gösterir.
- İki ve daha fazla öğeden oluşan örüntüdeki kuralı söyler.
- Modele bakarak örüntüyü kopyalar.
- Örüntüyü kuralına göre devam ettirir.
- Örüntüde eksik bırakılan öğeyi söyler.
- Özgün örüntüler oluşturur.

  Açıklamasında ise *"Çocukların dikkatlerinin çevrelerinde, günlük yaşamlarında var olan ve tekrar eden nesne/durum/olay ve hareketlere (Örneğin gece gündüzün birbirini takip etmesi, şarkıların kıta-nakarat şeklinde ilerlemesi, kilim ve mozaiklerde belirli desenlerin tekrarlaması, haftanın günlerinin birbirini izlemesi gibi) çekilmesi önemlidir. Çocuklardan çevrelerindeki örüntüleri fark etmeleri, sunulan basit bir örüntüyü devam ettirmeleri, kopyalamaları, yeni örüntüler oluşturmaları ve oluşturdukları örüntülerin kurallarını açıklamaları beklenmektedir. Örüntü çalışmalarına ikili örüntüler ile başlanmalıdır (Örneğin çatal-kaşık ya da gece-gündüz gibi). Çocuklarda örüntü algısı oluşturulduktan sonra çoklu örüntülere geçilebilir (Örneğin yürü-dur-zıpla, yürü-dur-zıpla gibi). Özgün örüntüler oluştururken nesneler, sesler, hareketler ve farklı durumlardan yararlanılması için çocuklara rehberlik yapılmalıdır"* bilgilerine yer verilmiştir.

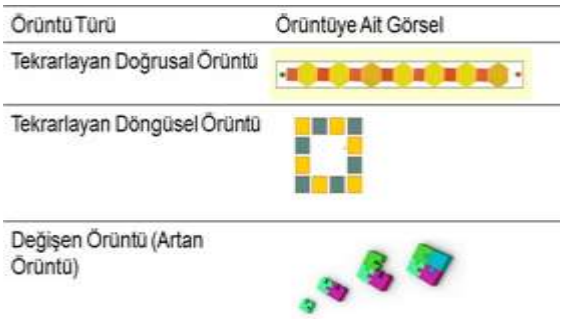
Örüntüler yalnızca matematiğin içinde değil; müzik, sanat, doğa ve gündelik yaşam düzeni gibi pek çok alanda karşımıza çıkar. Ritmik tekrarlar, nesnelerin boyut ve renklerine göre belirli bir kurala ve sıraya göre düzenlenmesi gibi kavramlar örüntülerin yapısını destekler. Akman'ın (2002) belirttiği üzere, okul öncesi dönemde çocuklar nesnelerin sıralanışlarını ve özelliklerini fark etmeye başlarlar. Bu süreçte örüntüyü doğru kavrayabilen ve yeni örüntüler oluşturabilen çocukların ileride okuma–yazma öğreniminde de daha hızlı ilerlediği görülmektedir (Tekin, 2023).

2.1.3. Örüntü Çeşitleri

Örüntülerle ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde, farklı sınıflandırma ve adlandırmalara rastlanmaktadır. Çeşitli çalışmalarda kavram benzer olmakla birlikte örüntü türlerinin kapsamı ve ifade biçimi değişiklik gösterebilmektedir. Alan yazında örüntüler; doğrusal ve ilişkisel örüntüler, sayı-şekil örüntüleri, genişleyen örüntüler, tekrarlayan gibi farklı başlıklar altında ele alınmaktadır (Blanton ve Kaput, 2004; Palabıyık ve Akkuş İşpir, 2011; Warren ve Cooper, 2006).

Bazı kaynaklarda örüntüler (pattern) temel olarak ***genişleyen*** ve ***tekrarlayan örüntüler*** şeklinde ikiye ayrılırken (Olkun ve Toluk-Uçar, 2014), Sperry-Smith (2012) bu sınıflandırmayı bir adım daha genişleterek örüntüleri ***tekrarlayan***, ***genişleyen*** ve ***ilişkisel örüntüler*** olarak üç grupta incelemiştir. Ayrıca Sperry-Smith tekrarlayan örüntüleri tek bir kategori olarak ifade ederken; Papic (2007) ise tekrarlayan desenleri/örüntüleri ***döngüsel, doğrusal*** ve ***seksek örüntü*** şeklinde daha alt sınıflara ayırarak detaylandırmıştır.

Olkun ve Toluk-Uçar (2014), genişleyen örüntülerin belirli bir kural doğrultusunda artış veya azalış gösterdiğini vurgulamaktadır. İlişkisel örüntülerde ise öğeler arasındaki düzen, yalnızca tekrar etme üzerine değil, aralarındaki mantıksal ilişkiyi görebilme üzerine kuruludur. Jackman'ın (2005) görüşlerine göre (akt. Kesicioğlu, 2013), okul öncesi çocuklar için renkli boncukların belirli bir düzene göre dizilmesi ya da çivilerin renk şablonuna bağlı yerleştirilmesi görsel örüntü örneği iken; ritmik şekilde tekrar eden seslerin çocuklara tekrar ettirilmesi ise işitsel/sözel örüntü örneği olarak değerlendirilmektedir. Bazı örüntü türlerine ait görseller aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.



Şekil 1. Bazı örüntü türleri ve örüntülere ait görseller

Kaynak: Gök Çolak, 2020

Tekrarlayan örüntüler, çocukların erken dönemde en hızlı kavradığı örüntü türlerinden biridir. Bu durum, yapılarının doğrusal olması ve tekrar eden bir birim içermelerinden kaynaklanmaktadır (Miller, Loehr, Rittle-Johnson ve Fyfe, 2016). Tekrarlayan örüntüler, örüntüdeki ufak bir parçasının sürekli yinelenmesiyle oluşan döngüsel bir düzen barındırır. Örneğin **A,B,A,B…** gibi dizilimler, haftadaki günlerin döngüsü, mevsimlerin sırası veya mozaik desenleri bu örüntü türüne örnek gösterilebilir. Bu bağlamda "tekrar birimi", örüntünün devamının getirilebilmesini sağlayan en küçük eleman grubu olarak tanımlanır (Liljedahl, 2004, akt. Yayla, 2022).

Alan yazında tekrarlayan örüntülerin öğretimine ilişkin belirli bir keşif sürecinin izlendiği belirtilmektedir. Bu süreç şu aşamaları içerir:

1. ***Örüntüyü kopyalama:*** Çocuğun verilen örüntünün aynısını oluşturabilmesidir.



2. ***Örüntüyü devam ettirme:*** Örüntüyü fark ederek doğru şekilde sürdürebilmesidir.



3. ***Tekrarlayan ögeyi tanımlama:*** Örüntüyü oluşturan küçük birimi ayırt edebilmesidir.



4. ***Örüntüyü tamamlamak:*** Eksik bırakılmış örüntü bölümünü uygun biçimde tamamlayabilmesidir.



5. ***Örüntü oluşturmak:*** Çocuğun yalnızca verilen örneği kopyalamakla kalmayıp kendi örüntüsünü tasarlayabilmesidir (Güven, 2005).

6. ***Örüntüyü başka bir ortama transfer etme:*** Çocuğun benzer örüntü yapısını başka materyallerle veya farklı bir ortamda yeniden oluşturabilmesidir (Tirosh, Tsamir, Barkai ve Levenson, 2018, akt. Yayla, 2022).

Tekrarlayan örüntülerle yapılan çalışmalar, yalnızca çocukların örüntü farkındalığını geliştirmekle kalmaz; aynı zamanda onların tahmin yürütme becerilerini de destekler (Warren ve Cooper, 2006, ss. 10–11). Bu tür örüntüler, çocukların ritmik bir düzen algısı oluşturmalarına yardımcı olur. Böylece sayıların ardışıklığına yönelik erken bir duyarlılık gelişir ve sayı duygusunun temelleri atılmış olur. Ayrıca sembollerin kullanılmasına ve genelleme yapabilme becerisinin kazanılmasına katkı sağlar (Zaskis ve Liljedahl, 2006).

Bir örüntüdeki tekrar biriminin fark edilmesi, çocuğun soyut düşünmeye geçişinde kritik bir aşamadır. Çocuk, örüntüyü oluşturan birimin kaç öğeden meydana geldiğini kavradığında (örneğin ikili ya da üçlü yapı), şekiller ve sayılar arasındaki ilişkileri çözümleyebilir hâle gelir. Bu durum, cebirselliğin ilk adımlarının atılması anlamına gelir (Threlfall, 2005, s. 26).

Sonuç olarak, tekrarlayan örüntüler; sembolik düşünme, kural oluşturma, tahmin etme ve genelleme gibi pek çok üst düzey matematiksel sürecin anlaşılır biçimde geliştirilmesine zemin hazırlar. Bu yönüyle çocuklar, ileriki dönemlerde daha karmaşık matematiksel yapıları öğrenirken çok daha sağlam bir temel üzerine ilerlemiş olurlar(Atıcı, 2021).

Papic (2007), tekrarlayan örüntüleri kendi içinde üç kategoriye ayırmıştır:

- **Doğrusal tekrarlayan örüntüler:** En sık kullanılan ve çocukların en kolay öğrendiği örüntü türüdür.
- **Döngüsel tekrarlayan örüntüler:** Başlangıç ve bitiş noktası net olmayan dairesel ya da kapalı düzenlerdir.
- **Seksek örüntüler:** Tekrar biriminin hem yatay hem dikey yönde ilerlediği ve döndürme becerisinin kullanılabildiği örüntülerdir.

Aşağıda bu örüntülere ait görseller yer almaktadır.



Şekil 2. Döngüsel, doğrusal ve seksek örüntülere ait görseller

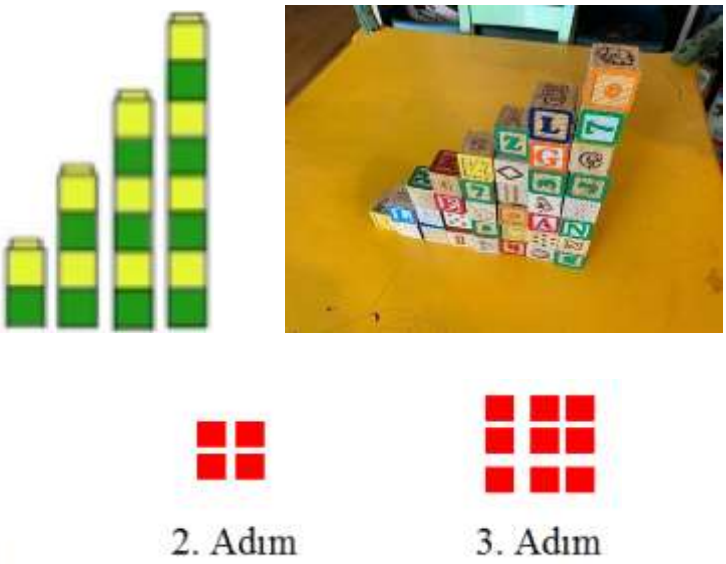
Kaynak: Papic, 2007

Genişleyen örüntüler, bir dizide yer alan öğelerin belirli bir kurala bağlı olarak artması ya da azalmasıyla ortaya çıkan düzenli yapılar olarak tanımlanmaktadır (Özdemir, 2013; Yayla, 2022). Bu örüntülerde her adımda, önceki öğeye göre sistematik bir değişim söz konusudur. Bu nedenle, çocukların sayı ilişkilerini kavramalarında önemli bir köprü görevi görmektedir.

Güven, Dibek, Bayındır ve Saçkes (2019), büyüyen örüntüleri üç farklı biçimde sınıflandırmaktadır:

- **Sabit değişime sahip örüntüler**: Öğeler arasında sürekli aynı miktarda ilerleme veya gerileme vardır.
- **Artarak değişen örüntüler**: Öğeler arasındaki miktar giderek artar ve artma sürekli hâle gelir.
- **Azalarak değişen örüntüler**: Öğeler arasındaki miktar giderek küçülür ve azalma sürekli hâle gelir.

Bu tür örüntüler, özellikle erken çocukluk döneminde genelleme yapma**,** ilişki kurma ve işlem mantığını kavrama gibi matematiksel düşünme becerilerinin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır.



Şekil 3. Tekrarlayan örüntü ve sabit genişleyen (büyüyen) örüntü görselleri
Kaynak: Oppenzato ve Ginsburg, 2019; akt. Yayla, 2021

Çocukların değişen örüntülerdeki düzeni algılayabilmeleri için farklı türlerde ve çeşitli örüntülerle karşılaşmaları son derece önemlidir. Bu süreçte çocukların, gözlemledikleri örüntülerde meydana gelen değişimleri fark etmeleri ve bu değişimlerin arkasında yatan kuralı keşfetmeleri beklenir. Çocuk, edindiği bu kuralı yalnızca sözlü olarak ifade etmekle kalmamalı; aynı zamanda semboller ya da uygun matematiksel gösterimler kullanarak da aktarabilmelidir. Öğretmen, çocuğun örüntünün bir sonraki adımına ilişkin tahminlerini dikkate alarak, bu tahminlerin gerçekten bir kurala dayanıp dayanmadığını gözlemlemelidir. Böylece çocuğun düşünme süreci izlenebilir ve örüntüyü genelleme becerisi değerlendirilebilir (Cathcart, Pothier, Vance ve Bezuk, 2003; akt. Atıcı, 2021).

Papic ve Mulligan'ın (2007) yürüttüğü araştırmada, erken çocukluk dönemindeki çocukların büyüyen örüntülere yönelik düşünme biçimleri ele alınmıştır. Çalışmada müdahale uygulanmayan gruptaki çocukların, büyüyen örüntüleri yalnızca tekrar eden bir düzen olarak algıladıkları ve bu nedenle örüntünün artış yönünü fark etmekte zorlandıkları belirlenmiştir. Bu çocukların örüntüyü oluştururken çoğunlukla renk değişimini esas alan sınırlı bir strateji kullandıkları ve bu stratejinin, örüntünün nasıl büyüdüğünü anlamalarını engellediği görülmüştür. Buna karşılık, müdahale grubundaki çocuklara örüntünün neden ve nasıl büyüdüğüne ilişkin sorular yöneltilmiş ve çocukların düşünme süreçleri desteklenmiştir. Bu sayede çocuklar, örüntüdeki artışın mantığını keşfetmişler; örneğin "bir çizginin yanında bir kare, iki çizginin yanında iki kare, üç

çizginin yanında üç kare olmalı" şeklinde kuralı genelleyebildikleri tutarlı açıklamalar yapmışlardır. Elde edilen bulgular, erken yaşlarda büyüyen örüntülerle yapılacak öğretimsel müdahalelerin, çocukların örüntü kavramını anlamalarını önemli ölçüde destekleyebileceğini ve bu becerinin doğru yönlendirmelerle gelişebileceğini ortaya koymuştur.

Çocukların örüntüleri anlamaları gelişimsel bir aşamada gerçekleşmektedir. Aşağıda belirtilen tablo 1'de örüntü becerisine ait ilerleme basamakları (gelişimsel süreci) gösterilmiştir (Gök Çolak, 2020).

Tablo 1.

Örüntü Becerisine Ait Gelişimsel Süreç

Yaş Aralığı	*İlerleme Basamakları (Süreci)*	*Örüntü Becerileri*
2 yaş civarı	Örüntüleme Öncesi	Örüntüleri dolaylı şekilde farkeder ama onun örüntü olduğunu henüz algılamaz.
3 yaş	Örüntüyü Tanımlayıcı	Kolay örüntüleri sözel olarak tanımlayabilir
4 yaş	Örüntü Tamircisi, Örüntüyü Genişletici	Örüntüdeki eksik olan öğeyi tamamlayabilir veya örüntüyü devam ettirebilir.
5 yaş	Örüntüyü Genişletici	Kolay tekrarlayan desenleri/örüntüleri devam ettirebilir.
6 yaş	Örüntü Birimini Tanımlayıcı	Örüntüye ait kuralı söyleyebilir. Örüntü içindeki en küçük tekrar birimi söyler.
7 yaş	Sayı Örüntücüleri	Değişik şekilde gösterilen örüntüleri, sayı örüntüsüne çevirebilir.

Kaynak: Sarama ve Clements, 2009; akt. Gök Çolak, 2020

2.2. Örüntü Becerilerinde Kuramsal Temel

Bu bölümde, örüntü becerilerinin gelişimine ilişkin kuramsal yaklaşımlar ele alınarak araştırmanın dayandığı teorik temel açıklanacaktır. Kuramlar aracılığıyla, örüntü öğretiminin çocuk gelişimiyle nasıl ilişkilendirildiği ortaya konulacaktır.

2.2.1. Araştırmanın Kuramsal Yaklaşımları

Araştırmanın bilimsel altyapısını oluşturan kuramsal yaklaşımlar, çalışmanın geçerliliğini ve güvenilirliğini desteklemek açısından önem arz etmektedir. Bu kapsamda, araştırmanın kuramsal temelini oluşturan yapılandırmacı öğrenme kuramı; (a)bilişsel yapılandırmacılık, (b)sosyal yapılandırmacılık ve (c) inşa ederek öğrenme başlıkları

altında incelenecektir.

Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı (Constructivist)

Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı, öğrenmenin hem bireysel hem de sosyal yönlerini içeren çok boyutlu bir anlayış sunmaktadır (Piaget, 1976; Vygotsky, 1995). Piaget'nin ortaya koyduğu bilişsel yapılandırmacılık anlayışı, yapılandırmacı yaklaşımdaki bireysel yönü temsil eder. Bu anlayışın bireysel yönünde, yaşantılar yoluyla elde edilen bilişsel süreçler, anlamlandırmalar ve inançlarla bireyin bilgiyi inşa etmesi ifade edilir. Bu da bireyin, bilgi oluşturma sürecinde aktif bir rol üstlendiğini vurgulamaktadır. Diğer yandan, yapılandırmacı yaklaşımın sosyal yönü ise bireyin bilgiyi sosyal ve kültürel etkileşimler aracılığıyla edindiğini savunur. Bu yaklaşımda öğrenme, sosyal ilişkiler ve işbirlikçi süreçler üzerinden açıklanır. Vygotsky'nin öncülüğünü yaptığı sosyal yapılandırmacı anlayış, bireyin zihinsel gelişiminin sosyal çevre ile kurduğu etkileşim sonucunda gerçekleştiğini ve bunun da bilişsel gelişim açısından belirleyici olduğunu ileri sürmektedir (Tezci ve Köksalan, 2007).

a. Bilişsel Yapılandırmacılık (Jean Piaget, Jerome Bruner)

Yapılandırmacı öğrenme kuramı, bireylerin bilgiyi pasif biçimde almadıklarını, aksine kendi deneyimleri yoluyla aktif olarak inşa ettiklerini öne sürer (Bruner, 1966; Piaget, 1971). Bu anlayışa göre öğrenme, çocuğun çevresiyle etkileşimi sonucu oluşan bilgiyi anlamlandırma sürecidir (Senemoğlu, 1997).

Bu açıklamadan yola çıkarak, yapılandırmacı öğrenme kuramına göre erken çocukluk döneminde örüntü öğretimi, çocukların düzenlilikleri gözlemleyerek örüntüdeki kuralı kendilerinin keşfetmeleri gerekir (Buldu, 2010). Bu nedenle yapılandırmacı yaklaşım, örüntü becerisinin gelişimini açıklamaya yardımcı olacak güçlü bir teori olmaktadır. Bu çalışmada çocuklar, öğretmenin yönlendirmesiyle değil; deneyimleyerek, hata yaparak, tartışarak örüntü kurallarını keşfetmişlerdir. Somut materyaller (renkli boncuk, blok, çubuk) ve robotik araçlar (Cubetto ve Bee-Bot) aracılığıyla gerçekleştirilen etkinliklerde çocuklar deneme-yanılma yoluyla öğrenme sürecine aktif biçimde katılmışlardır ve bu durum Piaget'nin, bilişsel gelişimin çocuğun kendi etkinliğiyle ilerlediği yönündeki görüşünü de desteklemektedir.

b. Sosyal Yapılandırmacılık (Lev Vygotsky)

Vygotsky (1978), öğrenmenin bireysel değil, sosyal bir süreç olduğunu belirtir.

Sosyal yapılandırmacı kurama göre bilgi, bireyin çevresiyle kurduğu etkileşim, iletişim ve işbirliği yoluyla anlam kazanır. Çocuğun öğrenmesi, daha yetkin bireylerle veya akranlarla kurduğu etkileşim sayesinde yakınsak gelişim alanı (Zone of Proximal Development, ZPD**)** içinde gerçekleşir (Baydemir Çınar, 2023)

Bu araştırmadaki örüntü etkinliklerinde, çocuklar grup çalışmaları yapmış, birbirlerinin düşüncelerinden etkilenerek kendi çözümlerini geliştirmiştir. Öğretmen, bilgiyi doğrudan aktaran kişi olmamış, rehber ve kolaylaştırıcı rolünü üstlenmiştir. Bu yaklaşım, aktif öğrenme ortamlarının temelini oluşturan etkileşim, paylaşım ve tartışma ilkeleriyle örtüşmektedir. Özellikle hikâye temelli robotik görevlerde çocuklar birlikte karar verme, fikir üretme ve problem çözme süreçlerine katılarak sosyal olarak anlam inşa etmişlerdir.

c. İnşa Ederek Öğrenme (Constructionism -Seymour Papert)

Eğitimde robot kullanımına yönelik yaklaşımların temeli, yapay zekâyı öğrenme süreçlerine entegre etme fikrinin öncülerinden biri olarak kabul edilen Seymour Papert'in araştırma ve çalışmalarına dayanmaktadır. Papert'in çalışma arkadaşları ile birlikte 1966'da geliştirdiği LOGO programlama dili, daha sonra eğitsel robotik araçlarda kullanılacak kodlama mantığının ilk örneklerini oluşturmuştur. LOGO'nun ortaya çıkışında, çocukların düşünme süreçlerini bilgisayarlarla etkileşime girerek görünür kılma fikri belirleyici olmuştur (Koçoğlu, 2022).

Papert'in eğitim anlayışı, İsviçre'de Jean Piaget ile geçirdiği yılların etkisiyle şekillenmiştir. Piaget'nin çocukların bilgiyi aktif bir şekilde yapılandırdığına ilişkin görüşü, Papert'in öğrenme yaklaşımının merkezinde yer almıştır. Papert (1993), Piaget ile birlikte çalıştığı döneme dair, Cenevre'de beş yıl geçirdikten sonra onun "çocuğu kendi entelektüel yapılarının aktif kurucusu olarak gören bakış açısından derinden etkilendiğini" vurgulamaktadır. Bu nedenle Papert'in öğrenme kuramı, Piaget'nin yapılandırmacı perspektifi üzerine oturmakla birlikte, yapay zekâ çalışmaları ile kişilik ve cinsiyet araştırmalarından da önemli izler taşır (akt., Üçgül, 2013).

Üçgül (2013) araştırmasında, Papert'in yapılandırmacı öğrenmeyi yalnızca "bilgiyi inşa etme" süreci olarak değil, aynı zamanda öğrenenin aktif üretim yaptığı bir süreç olarak gördüğünden bahsetmiştir. Bu nedenle de Papert'in "yaparak öğrenme" kavramını yapılandırmacılığın merkezine yerleştirdiğinden, öğrencilerin bir şeyler tasarladığı ve ortaya bir ürün koyduğu ortamlarda öğrenmenin daha derin gerçekleştiğini savunduğunu belirtmiştir. Papert ve Harel'in (1991) ifade ettiği gibi, Papert

“constructionism” terimini, öğrenmenin bizzat üretim yoluyla gerçekleştiği durumları anlatmak için kullanır ve bu yaklaşımın, klasik yapılandırmacılığın sınırlarını genişlettiğini belirtmiştir.

Papert’e (1993) göre robotlar, çocukların kendi düşüncelerini somut ürünlere dönüştürmesine olanak tanıdığı için yapılandırmacı öğrenme ilkelerini uygulamada son derece etkili araçlardır. Robotlarla etkileşim, çocukların problem çözme, deneme-yanılma, hipotez kurma ve kendi öğrenme yollarını inşa etme süreçlerini doğal biçimde desteklemektedir. Bu nedenle Papert, eğitsel robotik teknolojilerini yapılandırmacı öğrenmenin pratikteki en güçlü yansımalarından biri olarak görür (akt., Üçgül, 2013)

Araştırmada kullanılan Kuramsal Yaklaşımlara ait özetlenmiş bir tablo aşağıda sunulmuştur. Tablonun oluşturulmasında Yapay Zeka’dan faydalanılmıştır.

Tablo 2.

Örüntü Oluşturmada Kuramsal Yaklaşımlar

Kuramsal Yaklaşım	Temel İlkeler	Araştırmadaki İşlevi
Yapılandırmacılık (Piaget, Bruner)	Bilgi, birey tarafından aktif biçimde inşa edilir.	Çocuk örüntü kuralını kendi keşfeder.
Sosyal Yapılandırmacılık (Vygotsky)	Öğrenme, sosyal etkileşimle gerçekleşir.	Grup çalışmaları ve akran etkileşimiyle öğrenme.
İnşa Ederek Öğrenme (Papert)	Bilgi, somut ürünlerin inşası yoluyla yapılandırılır.	Cubetto ve Bee-Bot hareket dizileriyle örüntülerin kodlanması.
Öğrenme Rotaları Modeli (Clements & Sarama)	Öğrenme aşamalı, hedefe yönelik ve gelişimsel bir süreçtir.	Etkinlikler tanıma–kopyalama–tamamlama–uzatma–dönüştürme sırasına göre planlanmıştır.

2.2.2. Öğrenme Rotaları (Learning Trajectory)

Öğrenme rotaları kavramı ilk olarak Simon (1995)’un bir öğretim deneyinde, matematik öğretim döngüsü kapsamında ortaya atılmış (Ceylan ve Aslan, 2023) ve öğrenme yörüngelerinin temelinin yapılandırmacı yaklaşıma dayandığını öne sürmüştür (Dündar ve Gündüz, 2015).

Öğrenme rotaları, çocukların bir konu/içerik ile ilgili öğrenme ve düşünme sürecindeki izleyeceği yollardır yani varsayımsal rotalardır. Dolayısıyla rotalar, öğrencilerin sadece bir matematik sorusuna doğru cevap verme kabiliyetini değil de öğrencilerin matematiksel düşünme basamaklarını da tanımlar. Rotalar, öğrencilerin üst düzey düşünmelerini geliştirmekle birlikte, öğrencilerdeki zihinsel süreçleri ve gerçekleştirecekleri eylemleri yapabilmek için belirli görevleri de içinde barındırır (Güzel

Candan, 2019).

Nitekim Sarama ve Clements (2011), öğrenme rotalarını, çocukların belirli bir matematiksel alandaki düşünme ve öğrenmelerinin açıklamasını yapan, çocukların belirli matematiksel alanda belirli hedeflere ulaşmalarını destekleme amacıyla oluşturulan, düşünme seviyelerinin gelişimsel olarak ilerlemesi için gerçekleştiği varsayılan zihinsel süreçleri veya eylemleri ortaya çıkarmak için tasarlanmış bir dizi öğretim görevi, varsayımsal bir rota olarak tanımlamışlardır. Öğrenme rotaları, çocukların matematiksel düşünme becerilerini geliştirdiği birçok araştırma tarafından ortaya konulmuştur (2011).

Öğrenme rotaları yaklaşımı, çocukların matematiksel düşünme süreçlerini ayrıntılı biçimde incelemeyi sağlayan araştırmalar sayesinde şekillenmiştir. Bu çalışmalar çoğunlukla öğretim deneyi tasarımına dayalıdır ve klinik mülakatlar aracılığıyla çocukların belirli bir matematiksel kavramı nasıl anladıkları derinlemesine analiz edilir. Böylece hem çocukların mevcut düşünme seviyeleri ortaya çıkarılır hem de gelişimlerini destekleyecek uygun öğretim etkinlikleri belirlenir (Clements ve Sarama, 2011).

Bu bulgular, öğrenme rotalarının sabit değil gelişen ve kendini kanıtlayarak ilerleyen bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Yani öğrenme rotaları, yeni araştırmalar ışığında sürekli güncellenen dinamik bir süreç olmuştur (Clements ve Sarama, 2011).

Erken matematik uzmanları Clements ve Sarama, basit ve pratik bir dil kullanarak öğrenme rotalarının öğretmenlerin çocukların matematiksel anlayış seviyelerini anlamalarına nasıl yardımcı olduğunu ve daha iyi öğretim için nasıl yol izlenmesi gerektiğini açıklamaktadır. Küçük çocukların matematiksel akıl yürütmesindeki motivasyon ve merak üzerine odaklanır bu da öğrenme yörüngeleriyle öğretimin daha keyifli hale gelmesini sağlamaktadır. Ayrıca öğretmenlerin de öğrencilerinin bireysel bilgi seviyelerini anlamalarına yardımcı olur ve dolayısıyla tüm çocukların öğrenme ihtiyaçlarının daha iyi karşılanmasına olanak sağlanmaktadır (2011).

Öğrenme rotaları yaklaşımı oldukça yeni bir kuramsal çerçeve olmasına rağmen kısa sürede matematik eğitimi alanında geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Bu yaklaşım; matematik öğretimi (Blanton, Stephens, Knuth, Gardnier, Isler ve Agrawall, 2015; Sarama, Clements, Barrett, Van Dine ve McDonel, 2021), ölçme aracı geliştirme çalışmaları (Clements, Sarama ve DiBiase 2008; Ebby ve Petit, 2017) ve müfredat tasarımı (Baroody, Cibulskis, Lai ve Li, 2004; Confrey, Moloney ve Corley, 2014) gibi pek çok değişik araştırma alanına yön vermektedir.

Türkiye'de yapılan çalışmalar incelendiğinde ise öğrenme rotalarının; öğretmen eğitimi süreçlerinde (Eroğlu, 2016; Uygun, 2016), okul öncesi dönemdeki çocuklarının matematik gelişimlerinin desteklenmesinde (Yılmaz, 2019), görme yetersizliği olan öğrencilerin öğrenmelerinde (Aktaş, 2020) ve ortaokul ile lise matematik öğretiminde (Ayan Civak, 2020; Özaltun Çelik, 2018) uygulandığı görülmektedir. Bu durum, öğrenme rotalarının farklı yaş grupları ve çeşitli öğrenen profilleri için esnek ve etkili bir yol gösterici olduğunu ortaya koymaktadır.

2.2.3. Öğrenme Rotalarının Bileşenleri

Öğrenme rotalarının bileşenlerine yönelik yapılan incelemeler neticesinde üç kısımdan oluştuğu varsayılmıştır. Bu kısımlar matematiksel *hedef*, bu hedefe ulaşılması için ilerlenen *gelişimsel ilerleme* ve her seviyeyle uyumluluk gösteren *eğitsel etkinlikler* şeklindedir (Clements ve Sarama, 2004). Çocuklar, kendilerine belirlenen bazı matematik yeterliklerini elde edebilmek için -yani belirlenen hedefe erişmek için- gelişimsel süreç olarak nitelendirilen birtakım ardışık aşamaları öğrenmektedir. Bu süreçlerde önceden düzenlenmiş öğretimsel aktiviteler (instructional tasks) ile desteklenmelidir. Nesneler ve zihinsel etkinlikler şeklinde düzenlenen öğretimsel aktiviteler, öğrencilerin ileri seviyede düşünmesini desteklemektedir (Clements ve Sarama, 2004; Güzel Candan, 2019).

2.2.3.1. Hedef (Matematiğin Büyük Fikirleri)

Öğrenme rotalarının ilk bileşeni olan *hedef*, çocukların ulaşması beklenen matematiksel öğrenmeyi ifade etmektedir. Clements ve Sarama (2014), matematiksel hedefi; alanın temelinde yer alan "büyük matematik fikirleri" doğrultusunda, çocukların bilişsel yapılarıyla tutarlı ve ileriki matematik kazanımlarına zemin oluşturan kavram ve beceriler bütünü olarak tanımlamaktadır. Bu hedeflerin oluşturulması sürecinde matematik eğitimcileri, alan uzmanları ve gelişim psikologlarının görüşlerinden yararlanılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Matematiksel hedeflerin temel amacı, çocukların düşünme düzeylerinde aşamalı bir gelişim sağlamaktır. Bu yönüyle hedefler, yalnızca kazanılması gereken bilgi veya beceri listesi olarak görülmemelidir. Örneğin, birkaç rakamı tanıyıp yazabilmek, tek başına matematiksel düşüncede belirgin bir ilerlemeyi ifade etmeyebilir. Buna karşın, rakamların temsil ettiği nesne kümelerini karşılaştırabilmek, daha üst düzey bir matematiksel muhakemeye işaret etmektedir. Dolayısıyla hedefler, çocukların anlamlı ve

derinlemesine matematiksel düşünme gerçekleştirmelerini destekleyen bir yapıya sahip olmalıdır.

2.2.3.2. Gelişimsel ilerleme

Gelişimsel ilerleme, öğrenmenin izlediği yol ya da başka bir ifadeyle çocuğun matematiksel düşüncede attığı aşamalı adımlar olarak tanımlanabilir. Clements ve Sarama'nın (2014) belirttiği üzere, her basamak bir önceki düzeye dayanır ve ondan daha karmaşık bir düşünme biçimini temsil eder. Bu ilerleyiş, belirlenen matematiksel hedef doğrultusunda kavramların ve becerilerin giderek derinleşmesiyle şekillenir.

Nasıl ki çocuklar fiziksel gelişimlerinde emekleme, ayağa kalkma ve yürüme gibi doğal bir sırayı izliyorlarsa matematiksel becerilerin kazanımı da benzer şekilde belirli aşamalar üzerinden gerçekleşir. Bu yapı hiyerarşiktir; her gelişim seviyesi kendinden önceki bilgi ve becerileri kapsar ve üzerine yeni öğrenmeleri inşa eder. Dolayısıyla gelişimsel ilerleme, çocukların matematiksel anlayışlarının sistematik ve mantıklı bir biçimde genişlemesini sağlayan temel bir bileşen niteliğindedir (Clements ve Sarama, 2014).

2.2.3.3. Eğitsel Etkinlikler

Eğitsel etkinlikler, gelişimsel ilerleme basamaklarıyla doğrudan uyumlu olacak şekilde tasarlanan ve öğretimi yönlendiren uygulamalardır. Bir başka deyişle, gelişimsel ilerleme öğrenmenin izleği olarak görülürken; eğitsel etkinlikler ise öğretimin izleğini oluşturmaktadır (Clements ve Sarama, 2014). Bu etkinlikler, çocukların belirli bir matematiksel düşünme düzeyine ulaşmalarını destekler ve onları bir sonraki seviyeye taşıyacak öğrenme fırsatları sunar.

Eğitsel etkinliklerin amacı, çocukların yalnızca mevcut bilgilerini tekrar etmelerini sağlamak değil; aynı zamanda matematiksel düşüncelerini derinleştirerek daha karmaşık ilişki ve yapıların farkına varmalarına yardımcı olmaktır. Bu nedenle etkinlikler, alt alta sıralanmış bir uygulama listesi olmaktan ziyade her seviyeye uygun biçimde matematiksel akıl yürütmeyi besleyen öğrenme deneyimleri içermelidir (Clements ve Sarama,2014).

2.2.3.4. Örüntü Alanındaki Öğrenme Rotaları

Clements ve Sarama (2009), örüntüyü matematikte yer alan düzenliliklerin ve yapısal ilişkilerin incelenmesi olarak tanımlamaktadır. Çocukların örüntü becerilerinin gelişimine yönelik yapılan araştırmalar, özellikle öğretmen desteği ve yönlendirmesinin bu süreçte oldukça etkili olduğunu göstermektedir. Bu nedenle öğretmenlerin, yalnızca farklı türde örüntülerin öğrenme rotalarını bilmeleri değil, aynı zamanda örüntülemenin zihinsel bir alışkanlık olarak matematik öğrenimine geniş ve kalıcı katkılar sunduğunun da farkında olmaları beklenmektedir.

Diğer matematik öğrenme alanlarında olduğu gibi örüntülerle ilgili çalışmalarda da öğretmenlerin planlı, etkileşimli ve amaca uygun öğrenme ortamları oluşturması önem taşımaktadır. Çocukların kendiliğinden başlattıkları örüntü etkinliklerinin öğrenme fırsatına dönüştürülmesi ve her ortamda matematiksel düşünmeyi teşvik eden zengin tartışmaların rehberlik edilerek yürütülmesi, örüntü becerisinin gelişimini büyük ölçüde desteklemektedir (Clements ve Sarama, 2009).

Tablo 3'te Clements ve Sarama'nın (2009) örüntüler ve yapı için kullanılan öğrenme rotaları tablosunun çevirisine yer verilmiştir.

Tablo 3.

Örüntüler ve Yapı için Öğrenme Rotaları

Yaş	Gelişimsel İlerleme	Öğretim Görevleri
2	**Ön Açık Örütüleyici** Örüntülemeyi örtük olarak algılar ve kullanır, ancak sıralı doğrusal örüntüleri açık ya da doğru bir şekilde tanımayabilir.	Çocuk şarkılarındaki, şiirlerindeki dans gibi spontane hareketlerindeki kalıpları vurgulanır. Tekrar eden birimi olmayan çizgili bir gömleğe "desen" adını verin.
3	**Desen Tanıyıcı** Basit bir deseni tanır.	**Kalıplar Halinde Sayma ve Hareket Etme:** Çocuklarla birlikte 2"li ya da uygun başka bir çift sayıdan oluşan kalıplar halinde sayarak sadece bir kaç dakika geçirin; örneğin, "bir, iki!..üç, dört!...beş, altı! **Örüntü Yürüyüşü:** *Örüntüleri Görüyorum* kitabını okuyun. Kitap örüntü türlerini açıklamaya ve ayırt etmeye yardımcı olacaktır. Daha sonra bir örüntü yürüyüşüne çıkın ve gördüğünüz örüntüleri bulun, tartışın, fotoğraflayın ve çizin. **Giysi Desenleri:** Çocukların giysi renklerinde tekrar eden desenler bulun. Onları desenli kıyafetler giymeye ve okulda giydikleri desenleri tartışmaya teşvik edin.
4	**Desen Düzeltici**	**Örüntü Düzeltici:** Çocuklara geometrik bir örüntü gösterin

İlk olarak ABAB desenleri ile desenin eksik öğesini doldurur.

ve onlarla birlikte söyleyin (örn; kare, üçgen, kare, üçgen, kare, üçgen…örüntünün en az üç tam birimi). Örüntüde daha sonra bir şeklin "düştüğü" bir boşluğa işaret edin. Çocuklara hangi şekle ihtiyaç duyduklarını sorun, kalıbı düzeltin.

Örüntü Şeritleri: Çocuklara üzerinde geometrik bir örüntü bulunan kağıt şeridi gösterin ve çocukların şeritteki örüntüyü tanımlamalarını sağlayın (kare, daire, kare, daire…)

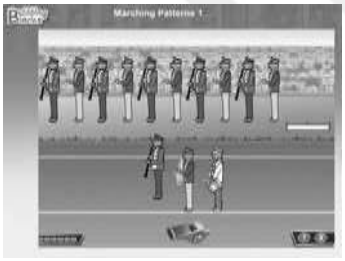
Örüntü Uçakları 1: AB Örüntüsünü Çoğaltın: Çocuklar kılavuz görevi gören bir taslağa dayalı olarak bir AB bayrak örüntüsünü çoğaltırlar. Örüntüyü tamamladıklarında bir uçağın inmesine yardımcı olurlar.



AB Desen Çoğaltıcı
ABABAB desenini çoğaltır. Model kalıbına yakın çalışmanın ABABAB şeklinde bir satırda verilen nesneler, bir konumda kendi ABABAB satırını oluşturur.

Örüntü Şeritleri Genişletme:
Çocuklara ABABAB örüntülü örüntü şeridi gösterin ve örüntüyü "devam ettirmek" için material kullanmalarını isteyin. Bunu nasıl yapacaklarını nasıl bildiklerini tartışın.

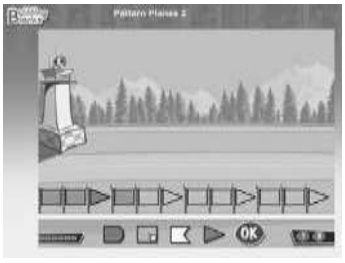
Yürüyüş Kalıpları 1: AB"yi Genişletin: Çocuklar müzisyenlerin bir AB kalıbını tüm birimin bir tam tekrarı kadar genişletirler.



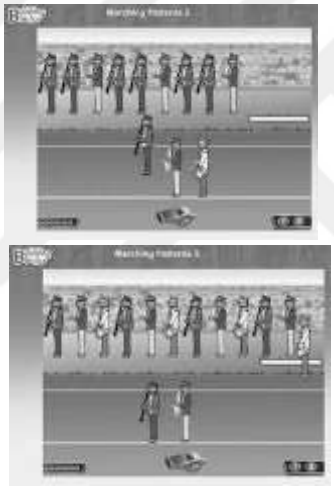
AB Desen Genişletici
AB tekrar eden desenleri genişletir. ABABAB şeklinde bir satırda verilen nesneler satırın sonuna ABAB ekler.

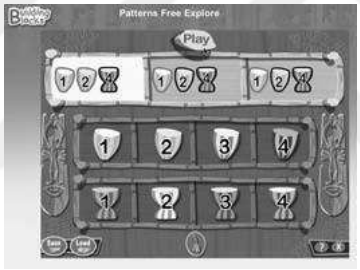
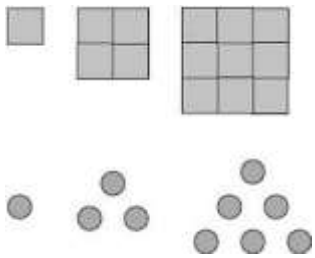
Dans Kalıpları: Çocuklara dans kalıplarının olacağını ve ilkinin alkış ("bir"), tekme ("bir"), tekme ("iki"); alkış ("bir") tekme ("bir") tekme ("iki"); alkış ("bir"), tekme ("bir"), tekme ("iki") olacağını söyleyin. Daha sonra onlara deseni tanımlayın.

Örüntü Uçakları 2 ve 3: Çocuklar kılavuz görevi gören bir taslağa dayalı olarak doğrusal bir AAB veya ABB (2 için; 3. Seviye için ABC) bayrak desenini çoğaltırlar. Örüntüyü tamamladıklarında bir uçağın inişine yardımcı olurlar.



Desen Çoğaltıcı
Basit desenleri çoğaltır (sadece model desenin yanında değil). ABBABBABB satırında verilen nesneler farklı bir

	konumda kendi ABBABBABB satırını oluşturur.	
5	**Desen Genişletici** Basit tekrar eden desenleri genişletir. ABBABBABB satırındaki nesneler verildiğinde satırın sonuna ABBABB ekler.	**Yaratıcı Desenler:** Yaratıcı alanınıza desen yaratma malzemeleri eklemek için iyi bir zaman. **Örüntü Şeritleri Genişletme:** Çocuklara örüntü şeritlerini gösterin ve örüntüyü "devam ettirmek" için malzeme kullanmalarını isteyin. Bunu nasıl yapacaklarını nasıl bildiklerini tartışın. **Boncukları Dizme**: İpin ucundaki bir "desen etiketini" takiben, çocuklar deseni genişletmek ve bir desen kolyesi yapmak için boncukları ipe yerleştirir. **Yürüyüş Kalıpları 2 ve 3: Genişletme:** Çocuklar müzisyenlerden oluşan doğrusal bir örüntüyü tüm ünitenin bir tekrarı kadar genişletir. Örüntüyü tamamladıklarında müzisyenler bir geçit töreninde yürürler. Müzisyenler 2. Seviyede AAB ve ABB, 3.seviyede ABC gibi kalıplar içindedir. 
6	**Desen Birimi Tanıyıcı** Bir desenin en küçük birimini tanımlar. Örüntüleri yeni ortamlara çevirebilir. ABBABBABB örüntüsündeki nesneler verildiğinde, örüntünün çekirdek birimini ABB olarak tanımlar.	**Desen Şeritleri- Çekirdek Desenin** çekirdeği fikrini vurgulayarak desen şeritlerini yeniden tanıtın. Çocuklara bir örüntü şeridi gösterin ve çocukların şeritteki örüntüyü tanımalarını sağlayın (dik, dik, yan; dik, dik, yan; dik, dik, yan….). Onlara bu örüntünün "özünün" ne olduğunu sorun ("dik, dik, yan"). Çocuklardan çubukları kullanarak deseni kopyalamanıza yardım etmelerini isteyin. Her çocuk çekirdeğin bir kopyasını yapmalıdır. Çekirdeğin başka kopyalarını ekleyerek "devam etmelerini" isteyin. **Küp Örüntüleri:** Çocukların ortasına büyük bir küp grubu koyun. Onlara mavi, mavi, sarı gibi iki küplerden oluşan bir "kule" gösterin. Her çocuğun mavi, mavi, sarı iki renkli küplerden oluşan bir "kule" gösterin. Her çocuğun mavi, mavi, sarı bir kule yapmasını sağlayın. Çocukların bunları birbirine bağlayarak uzun küp desenli bir

		tren yapmalarını sağlayın! Uzun desen trenindeki her bir küpü işaret ederken renleri söyleyin. Farklı bir çekirdek kule ile tekrarlayın. **İskele Stratejileri** Daha Fazla Yardım- Örüntü oluşturmakta ve genişletmekte zorlanan çocuklar için adım adım küp örüntüleri oluşturmak faydalı olabilir. Yan yana birkaç kule dikmelerine (örneğin kırmızı küp, mavi küp) ve hepsinin aynı olduğunu görmelerine yardımcı olun. Aşağıdan yukarıya doğru bir kule diğerini okurken her bir rengi söyleyerek deseni "okuyun". Son olarak, onları birbirine bağlayın ve deseni tekrar söyleyin. Ekstra Zorluk- Daha karmaşık kalıplar kullanın .Hatta kafa karıştırıcı bir örüntü oluşturan ABBCA çekirdek birimi gibi başladıkları aynı öğeyle bitenleri deneyin: ABBCAABBCA. **Kalıplar Serbest Keşif** Öğrenciler kendi ritmik kalıplarını oluşturarak kalıpları keşfederler. Desenler davul vuruşları ile sunulmaktadır (iki perde), aynı zamanda görsel olarak da desenin *anabirimini* vurgular 
7	**Sayısal Desenleyici** Bir deseni sayısal olarak tanımlar, bir serinin geometrik ve sayısal gösterimi arasında geçiş yapabilir. Geometrik bir desende nesneler verildiğinde, sayısal ilerlemeyi tanımlar.	**Büyüyen Desenler:** Çocuklar özellikle kare, büyüyen desen ve üçgen büyüyen desen gibi büyüyen desenleri gözlemler, kopyalar ve yaratır, içerdikleri geometrik ve sayısal desenleri not eder. 

Kaynak: Clements ve Sarama, 2009

2.3. Okul Öncesi Eğitimde Robotik ve Kodlama Eğitimi

Günümüzde erken çocukluk eğitiminde teknolojinin eğitsel amaçlarla kullanımı giderek önem kazanmakta olup bu bağlamda kodlama etkinlikleri de çocukların bilişsel gelişimini destekleyen araçlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak kodlama

etkinliklerinin etkili olabilmesi, çocukların gelişim özelliklerine uygun ve anlamlı bağlamlar içerisinde çocuğa sunulması gerekmektedir (Lee, 2020). Bu doğrultuda, erken çocukluk eğitiminde kodlamanın öğretim amaçlı kullanımına yönelik farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir. Alanyazında bu yaklaşımlar genel olarak ekransız (araçsız) kodlama, ekran temelli etkileşimli kodlama etkinlikleri ve robotik materyallerle kodlama olmak üzere üç başlık altında ele alınmaktadır. Ekransız kodlama etkinlikleri, dijital ekran ya da robotik araç kullanımına ihtiyaç duyulmadan gerçekleştirilen; çocukların somut materyaller, oyunlar, parkurlar ya da haritalar aracılığıyla algoritmik düşünme becerilerini geliştirmeyi hedefleyen etkinliklerdir. Ekranlı veya etkileşimli kodlama uygulamaları, dijital ortamlarda sunulan yazılımlar aracılığıyla gerçekleştirilir. Bu tür uygulamalarda, çocuklar genellikle ekrandaki karakterlerin hareketlerini belirlemek için yönergeler oluşturur ve böylelikle temel kodlama mantığını görsel araçlarla deneyimleme fırsatı bulurlar. Son olarak Robotik materyallerle yapılan kodlama uygulamalarında ise çocuklar, belirli hedefler doğrultusunda robotik oyuncaklara çeşitli komutlar vererek onları programlar, bu süreçte hem planlama hem de mantıksal düşünme becerilerini aktif bir şekilde kullanırlar. Bu tür etkinlikler, kodlama sürecini somutlaştırarak çocukların teknoloji ile üretken bir ilişki kurmasına katkı sağlamaktadır (Ceylan, 2022).

Okul öncesi dönem, çocukların bilişsel, sosyal ve duygusal yönden gelişimlerinin hızlı olduğu, öğrenme alışkanlıklarının şekillendiği önemli bir süreçtir. Bu dönemde çocuklara kazandırılan beceriler, ilerleyen yıllardaki akademik ve kişisel gelişimlerinin de temelini oluşturur (Clements ve Sarama, 2009). Bu nedenle kodlama eğitiminin okul öncesi dönemde başlatılması, çocukların mantıksal düşünme**,** planlama, problemleri çözme ve etkili/yaratıcı düşünme gibi üst düzey bilişsel becerilerini desteklemede önemli bir rol oynar (Bers, 2018).

Matematik ve kodlamanın birbirine benzeyen yönlerinin var olması da dikkat çekicidir. Problem çözme becerisi açısından ele alındığında, hem matematikte hem de kodlamada problem çözme önemli bir yere sahiptir (Şimşek, 2022). Ayrıca her bir kodlamayı, matematik problemi olarak düşünebiliriz (Palmer, 2017). Kodlamada, kişinin başlangıç noktasından hedefe doğru en kısa veya en uzun mesafede ilerleyebilmesini, hedeften geri gelebilmesini veya çeşitli işlem basamaklarına göre ilerleyebilmesini gerektirir (Ceylan, 2022; Ceylan ve Aslan, 2023; Metin 2022). Dolayısıyla çocuklar, belli hedefe ulaşmak veya görevleri yerine getirmek için kodlama yaparken hedefe ulaşabilmek adına hesaplamalar yapar ve gidilecek yöne, alınacak uzamsal mesafeye dair uzamsal bilgi ve becerilerini kullanırlar (Palmer, 2017). Çocuklar kodlama yapma

esnasında, robotun veya görsel karakterin hareketlerindeki ve kod bloklarındaki örüntüleride somut olarak görmekte ve örüntü içerisindeki tekrar eden birimleri fark etmekte; böylelikle çocukların örüntü becerileri gelişmektedir (Miller, 2019)

Okul öncesi dönemde kodlama eğitimi, çocuklara bilgisayar programlama dillerini doğrudan öğretmenin dışında, onların algoritmik düşünme ve sıralı işlem gibi kavramları somut etkinlikler aracılığıyla deneyimlemelerini sağlamaktadır (Çatlak, Tekdal ve Baz, 2015). Okul öncesi dönemdeki çocuklarda kodlama etkinlikleri; oyun, hikâye, ritim, dans, blok tabanlı robotlar (örneğin Bee-Bot, Cubetto vb.) ve somut materyaller kullanılarak gerçekleştirilir. Yapılan bu tür etkinlikler, çocukların "ileriye git", "sağa dön", "tekrarla" gibi komutları fiziksel olarak uygulamalarıyla kavramları öğrenmeyi somut deneyimlerle pekiştirmesini sağlamaktadır (Sullivan ve Bers, 2016).

Araştırmalar, okul öncesi dönemde kodlama etkinliklerinin çocukların örüntü tanıma, sıralama**,** neden-sonuç ilişkisi kurma ve problem çözme stratejileri geliştirme becerilerini güçlendirdiğini göstermektedir (Papadakis, Kalogiannakis ve Zaranis, 2021). Ayrıca bu etkinlikler çocukların işbirliği**,** iletişim**,** öz düzenleme ve sabır gibi sosyal-duygusal becerilerini de desteklemektedir. Kodlama eğitiminin erken yaşta verilmesi, çocuklarda teknolojiye karşı olumlu tutum gelişmesini ve dijital okuryazarlık bilincinin temellerinin atılmasını sağlar. Bu sayede çocuklar, teknolojiyi yalnızca oyun aracı olarak değil, üretken bir öğrenme aracı olarak da görmeye başlamaktadır (Atabay ve Albayrak, 2020; Bers, 2018).

2.3.1. Algoritma

Algoritma, bir problemin çözümüne ulaşmak için belirli kurallar çerçevesinde tanımlanmış ve sonlu sayıda adımdan oluşan bir işlem dizisi olarak tanımlanabilir (Atabay ve Albayrak, 2020; Köksal, 1981). Programlama sürecinde, bir işlemin veya problemin çözümüne yönelik adımların sistematik biçimde yazılması "algoritma oluşturma" olarak adlandırılır. Bu yaklaşım, karmaşık görünen problemlerin daha küçük, yönetilebilir parçalara ayrılmasını sağlayarak çözüm sürecini kolaylaştırır. Böylece problem hem daha anlaşılır hale gelir hem de çözümü daha kısa sürede gerçekleştirilebilir. Algoritmalar yalnızca programlamada değil, matematikte ve gündelik yaşamın pek çok alanında da farkında olmadan sıkça kullanılır. Bu nedenle, çocukların algoritmik düşünme deneyimlerini zenginleştirmek, onların problem çözme becerilerini ve mantıksal düşünme kapasitelerini önemli ölçüde geliştirir. Erken yaşta kazanılan bu

beceriler, ilerleyen yıllarda hem akademik başarılarına hem de günlük yaşamda karşılaştıkları durumları daha sistematik ve hızlı biçimde çözmelerine katkı sağlar (Atabay ve Albayrak, 2020).

Günlük hayattaki bir etkinliğimiz aslında birbirini takip eden bir dizi basamaktan meydana gelir. Örneğin; sabah kalkıp okula gitmek, ayakkabıyı bağlamak, bisiklete binmek gibi etkinlikler basamaklara ayrılarak tarif edilebilir (Şimşek, 2022). Mesela algoritma mantığını bir örnekle açıklayabilmek için makarna pişirme işleminin algoritmasını aşağıdaki gibi yazabiliriz.

1. Tencereye su koy, suyun üzerine bir miktar tuz ve yağ koy.
2. Tencereyi ocağın üzerine koy.
3. Ocağı yak.
4. Suyun kaynama durumunu kontrol et.
5. Su kaynamaya başlamışsa tencerenin içine makarnayı ilave et, başlamamışsa 4’ e dön.
6. Makarnanın pişip pişmediğini kontrol et.
7. Pişmişse ocağı söndür.
8. Makarnanın suyunu bir süzgeç yardımıyla süz.
9. Tencereye bir miktar tereyağı ekle
10. Ocağı yak.
11. Tereyeğı eridikten sonra, makarnayı tencerenin içine dök.
12. Makarnayı bir kaşık yardımıyla çevir.
13. Ocağı söndür.

Matematikte birçok işlem buna benzer şekilde tarif edilebilir. Ama tarifi yazarken tarifi okuyan ve anlayan herkesin aynı şeyi yapacağını ve doğru sonuca ulaşacağını sağlamaya dikkat edilmelidir. Örneklerden yola çıkarak algoritmayı, belli bir başlangıcı ve hedefe ulaştıran bir bitişi olan sonlu sayıdaki adımlar bütünü şeklinde tanımlayabiliriz (Şimşek, 2022).

2.3.2. Kodlama

Genel anlamda kod, bilgisayarın belirli görevleri yerine getirmesi için oluşturulan komut dizilerini ifade etmektedir (Kelly, 2017). Bilgisayarların nasıl davranacaklarını

belirlemeye yönelik süreç, genel olarak kodlama ya da bilgisayar programlama olarak adlandırılmaktadır (Morgado, Cruz ve Kahn, 2010). Kodlama, yalnızca bilgisayarların belirli görevleri yerine getirmesini sağlayan komut dizilerinin oluşturulmasıyla sınırlı kalmaz; aynı zamanda insan ile bilgisayar arasındaki etkileşimi güçlendiren, problemlere çözüm üreten ve çeşitli uygulamaların geliştirilmesini içeren bir süreçtir (Balanskat ve Engelhardt, 2015). Başka bir ifadeyle kodlama; bir yazılım dili kullanılarak algoritmaların oluşturulması ve bu algoritmalar doğrultusunda bir bilgisayar programının yazılması süreci olarak tanımlanabilir (Sakin, Yıldırım ve Narin, 2020). Genel anlamda ise kodlama, bilgisayara verilen talimatlar aracılığıyla belirlenen görevlerin yerine getirilmesini sağlamaktır (Saygıner ve Tüzün, 2017).

Kodlama uygulamalarının gerçekleştirilmesi için bilgisayar, tablet ya da akıllı telefon gibi dijital araçlar kullanılabilir. Günümüzde web siteleri, akıllı telefon uygulamaları(aplikasyonlar), yazılımlar, animasyonlar ve bilgisayar oyunları gibi birçok dijital ürün kodlama sürecinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Kodlama süreci genellikle belirli bir amaç doğrultusunda başlar ve bu amaca ulaşmak için gerekli adımların planlanması ile devam eder (Okuyucu, 2019; Sakin ve diğerleri, 2020).

Teknolojinin hızlı biçimde geliştiği günümüzde bireylerin yalnızca dijital araçları kullanabilmesi değil, bu araçların nasıl çalıştığını anlayabilmesi de önem kazanmaktadır. Bu noktada kodlama eğitimi, bireylerin teknolojiyi sadece tüketen değil, aynı zamanda üreten konumuna geçmelerini sağlayan temel becerilerden biri olarak görülmektedir (Balanskat ve Engelhardt, 2015). Kodlama eğitimi, öğrencilerin mantıksal düşünme, problem çözme, yaratıcılık ve sistematik planlama gibi bilişsel süreçlerini destekleyerek onların dijital çağın gerektirdiği yetkinlikleri kazanmalarına yardımcı olur (Wing, 2006).

Kodlama eğitimi, bireylere yalnızca bir programlama dili öğretmekten ibaret değildir. Asıl amaç, öğrencilerin problemleri analiz etme**,** çözüm yollarını planlama**,** hataları ayıklama ve çözümü yeniden yapılandırma gibi becerileri kazanmalarını sağlamaktır (Saygıner ve Tüzün, 2017). Bu yönüyle kodlama eğitimi, bireylerin düşünme biçimlerini geliştirerek daha sistematik, yaratıcı ve eleştirel kararlar verebilmelerini mümkün kılar.

Eğitim programlarına erken yaşlarda kodlama etkinliklerinin dâhil edilmesi, çocukların algoritmik düşünme ve hesaplamalı düşünme (computational thinking) becerilerinin gelişimini desteklemektedir (Bocconi, Chioccariello ve Earp, 2018). Araştırmalar, kodlama eğitimi alan çocukların yalnızca teknolojiye daha bilinçli yaklaştıklarını değil, aynı zamanda matematiksel muhakeme, akıl yürütme ve problem

çözme konularında da gelişme gösterdiklerini ortaya koymaktadır (Atabay ve Albayrak, 2020; Kalelioğlu, 2015).

Ayrıca kodlama eğitimi, öğrencilerde özgüven ve öz düzenleme becerilerini güçlendirmektedir. Bir program yazarken yapılan hataları fark etme ve düzeltme süreci, çocukların sabır, sebat ve hata toleransı gibi üst düzey duygusal beceriler kazanmalarına yardımcı olur (Yadav, Stephenson ve Hong, 2017). Bu özellikler, sadece akademik olarak başarıyı değil, ayrıca yaşam boyu öğrenme ve problem çözme alışkanlıklarını da destekler. Sonuç olarak, kodlama eğitimi; çağın dijital gereksinimlerine uyum sağlamanın ötesinde, bireylerin bilişsel, duygusal ve sosyal gelişimlerine çok yönlü katkılar sunan bir öğrenme alanıdır. Bu nedenle, okul öncesi dönemden başlayarak kodlama ve algoritmik düşünme etkinliklerinin eğitim programlarına entegre edilmesi, çocukların gelecekteki akademik başarıları ve yaşam becerileri açısından büyük önem arz etmektedir.

2.3.3. Robotik Kodlama

Okul öncesi eğitimde sıkça kullanılan "robotik" ve "kodlama" kavramları, çoğu zaman birbirinin yerine kullanılıyor olup aynı anlama geliyormuş gibi algılanmaktadır. Ancak bu iki kavram, birbiriyle ilişkili olmakla birlikte farklı anlamlara gelmektedir..

Robotik, değişik mühendislik alanlarının bir araya gelerek oluşturduğu çok yönlü bir çalışma alanıdır. Robotların tasarım süreçlerini, mekanik yapılarının oluşturulmasını, elektrik–elektronik bileşenlerini, kontrol mekanizmalarını ve bu sistemleri çalıştıran yazılım altyapılarını kapsar. Yani robotik; tasarım, teknoloji ve mühendisliğin iç içe geçtiği kapsamlı bir bütündür (Şengüler, 2021).

Kodlama ise daha basit bir yapıya sahiptir. "Kod" kelimesinden yola çıkarak, bir fikri, komutu veya işlemi belirli semboller, işaretler ya da söz dizimleri aracılığıyla ifade etmeyi anlatır. Kodlama; bir cihazın, nesnenin veya programın ne yapacağını adım adım tarif eden bir iletişim biçimi olarak düşünülebilir (Şengüler, 2021).

Öğrencilerin, eğitim materyallerini(somut manipülatif) sınıf ortamında daha çok kullanması, öğrendiklerini daha iyi anlayabilmeleri için önemlidir. Bu bağlamda öğrenmenin uzun süreli belleğe aktarılması amacıyla daha fazla duyu organına hitap eden öğrenme ortamlarının görsel ve işitsel araçlar kullanarak oluşturulması, eğitimde bir ihtiyaç haline gelmiştir. (Dursun, 2006; Tekin ve Keser, 2020).

NRC (Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi, 2012), 21.yüzyılda öğrenciler için bilişsel alan, kişisel alan, kişiler arası alan olmak üzere üç ana yeterlilik alanı belirlemiştir.

Öğrencilerin öğrendikleri kavramları, prosedürleri ve temel bilgileri başka alanlara aktarabilmeleri ve bu bilgileri kendi amaçları doğrultusunda yeniden inşa edebilmeleri gerekir. Bu amaç doğrultusunda, öğrencilere problem çözebilme ve bilgi işlemsel düşünebilme gibi üst düzey düşünme becerileri kazandırmaya yönelik etkinlikler tasarlanmalıdır.

Bilgi teknolojileri ve iletişim teknolojilerinde yaşanan hızlı dönüşüm, eğitim alanını doğrudan etkilemiştir. Bu etkileşimle de öğrenme süreçlerinde hem kullanılan yöntemlerin hem öğrenme ortamlarının çeşitlenmesine zemin hazırlamıştır. İçeriğin sunuş yoluyla belirli bir sırayla öğrenciye aktarıldığı, öğrenciden bu içeriği neredeyse olduğu gibi zihninde tekrar üretmesinin, ezberlemesinin beklendiği geleneksel, nesnelci anlayışın aksine; günümüz eğitim sisteminde yapılandırmacı yaklaşım giderek daha fazla önem kazanmıştır. Yapılandırmacı bakış açısı, öğrenciyi pasif bir bilgi alıcısı olarak değil de öğrenme sürecinin aktif bir bileşeni ve kendi öğrenmesinin sorumluluğunu taşıyan bir birey olarak görür. Bu yaklaşımın temelinde, öğrenenin bilgiyi olduğu gibi hazır olarak almak yerine, yaparak–yaşayarak ve gerçek problemleri çözmeye yönelik materyallerle etkileşim kurarak inşa etmesi bulunur. Dolayısıyla eğitim ortamlarında bu tür aktif öğrenme deneyimlerini destekleyecek araçlara yönelik arayış artmış; bu bağlamda robotik ve kodlama araçları dikkat çeken alternatiflerden biri hâline gelerek önemli bir eğitim aracı haline gelmiştir. Dolayısıyla bilişim teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak robotik alanına olan ilgi de belirgin biçimde artmıştır. Robotik teknolojisinin farklı eğitim kademelerinde hem öğretim süreçlerini zenginleştireceği hem öğrencilere yeni beceriler kazandıracağı yönündeki görüşler giderek yaygınlaşmıştır. Nitekim birçok araştırmacı da robotik uygulamaların gelecekte eğitimde önemli yenilikler getireceğine inanmaktadır (Tekin ve Keser, 2020).

Milli Eğitim Bakanlığının 10. Sınıf Robotik ve Kodlama Ders kitabında yer alan bilgiye göre; robotlar, "*bir programlama algoritması ile çalıştırılan elektromekanik parçalardan oluşan akıllı sistemlerdir"*. *Robotik* kavramı da "*birtakım işlevlerde insanın yerini alabilecek düzeneklerin hazırlanmasıyla ilgili çalışma ve tekniklerin bütünü"* olarak ifade edilmiştir (TDK, 2020). Robotik bir sistem, bulunduğu çevreye duyarlı şekilde tasarlanmış olup çevreden çeşitli bilgileri alabilme, bu bilgileri kendi hedefleri doğrultusunda işleyebilme ve sonuçta bir eylem ya da karar üretebilme kapasitesine sahiptir. Bu süreçte robot, topladığı verileri değerlendirerek duruma en uygun tepkiyi oluşturur. Robotların bazıları tüm bu aşamaları kendi kendine gerçekleştirebilecek biçimde otonom olarak çalışırken bazıları ise bir kullanıcının komutları doğrultusunda

görevlerini yerine getirmektedir. Ayrıca robotlar, kullanım amaçlarına ve yapısal özelliklerine bağlı olarak farklı kontrol mekanizmalarıyla yönetilebilmektedir. Robotlar, çalışma ve kontrol şekline göre aşağıdaki şekilde ayrılmaktadır:

1. Tepkisel (Reactive) Kontrollü Robotlar: Bu robotlar Etki-Tepki (Algılama-Cevap) prensibiyle çalışır.
2. Bilinçli (Deliberative) Kontrol Robotlar: Bu robotlar Algılama-Planlama-Hareket prensibiyle çalışır.
3. Karma (Hibrit) Kontrol Robotlar: Düşünme-Hareket olaylarının paralel yaşandığı kontrol robotlarıdır.
4. Davranışsal (Behavioral) Kontrol Robotlar: Hibrit kontrol mantığında çalışan, ancak hibrit kontrole alternatif kontrol tipinde olan robotlardır.

Bunun dışında robotları sınıflandırmada mekanik yapısı, hareket etme şekli veya kullanım alanları da göre dikkate alınarak da yapılabilir. Robotlar, en çok kullanım amaçları ve görev yaptıkları ortamlar dikkate alınarak farklı kategoriler altında ele alınır. Bu sınıflandırmaya bakıldığında oldukça geniş bir yelpazeye yayılan robot türleri görülür. Örneğin endüstriyel robotlar, kaynak yapma, taşıma ya da malzeme işleme gibi üretim süreçlerinde aktif rol alırken; ev tipi robotlar, ev, havuz temizleme ya da çöp toplama gibi günlük yaşamı kolaylaştıran görevlerde kullanılmaktadır. Tıbbi robotlar hassas cerrahi operasyonlarda doktorlara destek olmakta, askerî robotlar ise bomba imha ya da mühimmat taşıma gibi riskli görevlerde güvenliği artırmaktadır. Buna ek olarak, çocuklar ve yetişkinler için tasarlanan eğlence ve oyuncak robotları, veri toplama ve araştırma süreçlerinde kullanılan servis robotları ve Curiosity veya Sojourner gibi keşif görevlerinde görev yapan uzay robotları da önemli robot kategorileri arasındadır. Tüm bunların yanında, yarışmalar ya da kişisel projeler için geliştirilen hobi robotları da robotik alanındaki yaygın sınıflardan biridir (Kuzu ve Türk, 2018).

Eğitim ortamlarında kullanılan robotlar, öğrenme sürecini zenginleştirme açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Robotların eğitimde kullanılmasına ilişkin yaklaşımlar genel olarak iki farklı biçimde ele alınmaktadır. İlk yaklaşımda robotik kavramı doğrudan öğretimin hedefi hâline gelir; yani öğrenciler robotların çalışma mantığını, tasarımını, yazılımını ve robotikle ilgili temel kavramları öğrenirler. İkinci yaklaşımda ise robotlar, robotikle doğrudan ilişkisi olmayan derslerde (örneğin fen, matematik, teknoloji veya problem çözme etkinliklerinde) bir öğretim materyali olarak

kullanılır. Bu amaçla geliştirilen robotlar, literatürde eğitsel robotlar olarak adlandırılmaktadır. Eğitsel robot setleri, öğrencilerin uygulamalı şekilde kod yazabilecekleri, deneme-yanılma yoluyla öğrenebilecekleri ve kendi çözümlerini üretebilecekleri yapıdadır. Böylece çocuklar hem yaratıcılıklarını kullanır hem de son yıllarda robotik alanının hem fen hem de mühendislik eğitiminin doğasını yeniden şekillendirme potansiyeline sahip olduğu sıkça vurgulanmaktadır. Nitekim robotik teknolojilerinin, okul öncesinden başlayıp üniversite düzeyine kadar uzanan tüm eğitim kademelerinde güçlü bir öğrenme aracı olarak kullanılabildiği belirtilmektedir (Civelek, 2019; Mataric, 2004).

Robotik eğitimlerinde genellikle önce temel kodlama becerilerinin kazandırılması, ardından öğrencilerin kendi robot tasarımlarını geliştirip üretmelerine yönelik uygulamalar gerçekleştirilmektedir (Akdoğan, 2020). Ayrıca robotik araçların farklı ders içeriklerine uyarlanabileceği ve bu uyarlamanın öğrencilerin akademik başarılarını artırmada etkili olabileceği de çeşitli araştırmalarda görülmüştür (Çömek ve Avcı, 2016).

Günümüzde robotik ve kodlama eğitimleri, hem dünyada hem de Türkiye'de çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından desteklenmektedir ve okul öncesinden yükseköğretime kadar pek çok eğitim kademesinde robotik ve kodlama eğitimi yaygın biçimde uygulanmaya başlamıştır (Civelek, 2019; Üçgül, 2013).

Öğrenciler, robotları programladıklarında yazdıkları kodun sonucunu anında gözlemleyebilir ve böylece oluşturdukları programın somut karşılığını deneyimleyebilmektedirler (Çankaya, Yünkül ve Durak, 2017). Başka bir ifadeyle, robotların programlama öğretiminde kullanılmasının önemli avantajlarından biri, soyut görünen kavramların somutlaştırılabilmesi ve öğrenenin ürettiği kodun çıktısını doğrudan test edebilmesidir. Bu süreç, öğrencilerin hem bilgi işlemsel düşünme becerilerini etkin bir biçimde geliştirmelerine yardımcı olmaktadır hem de okulda öğrendikleri algoritmik yapılarla günlük yaşamda karşılaştıkları olaylar arasında daha anlamlı bağlar kurmalarını sağlamaktadır (Akman Selçuk, 2019; Numanoğlu ve Keser, 2017).

Robotik kodlama etkinlikleri, öğrencilerin ortaya somut bir ürün koymalarına ve bu ürünü oluşturmak için gerekli olan kodlama adımlarını birebir uygulamalarına imkân tanır. Robotlarla çalışan öğrenciler, bilimsel düşünme süreçlerini, kodlama mantığını ve mühendislik tasarım döngülerini eğlenceli bir öğrenme deneyimi içinde keşfederken problem çözme, işbirliği yapma, matematiksel akıl yürütme ve yaratıcı düşünme becerilerini de geliştirmektedir (Fidan ve Yalçın, 2012; Saygılı Yıldırım, 2020). Robotik

kodlama etkinliklerinin ilgi çekici ve keyifli bir biçimde sunulması ise öğrencilerin sürece aktif katılımını artırmaktadır. Bu durumda da, öğrenme sürecinin bütüncül ve verimli bir şekilde tamamlanmasına katkı sağlamaktadır (Akdoğan, 2020). Erken çocukluk döneminde kullanılmasının faydalı olduğu değerlendirilen bazı eğitsel robotik araçlar aşağıda sunulmuştur (Canbeldek, 2020),

- **LEGO Mindstorms:** LEGO Mindstorms yazılımdan ve donanımdan oluşmaktadır
- **KIBO:** Tufts Üniversitesinde Dev-Tech Araştırma Grubu'nun çalışmaları neticesinde geliştirilen bir kittir.
- **Cubetto:** Primo firmasınca geliştirilmiş olan ve herhangi bir bilgisayar ihtiyacı duyulmadan programlamanın temellerini çocuklara aktaran, çocukların bilgi işlemsel düşünme ile problem çözme becerilerini geliştirme konusunda katkı sağlayan ahşap malzemeden hazırlanmış teknolojik bir robottur.
- **Osmo Coding:** Tangible Play firmasınca geliştirilen bu set, düz bir zemin üzerine dizilen aynası, kodlama blokları ve mobil cihazın yerleştirilebildiği bir alanı bulunan teknolojik bir robottur.
- **Bee-Bot:** Terrapin Software firmasınca geliştirilen, üzerindeki düğmeler vasıtasıyla programlanabilen, renkli ve kolay kullanımı olan teknolojik araçtır.
- **DOC:** Clementoni tarafından yapılan çalışmalar neticesinde geliştirilmiş olan bu robot, eğitici ve Türkçe konuşabilen, çocukların kodlama yapma kabiliyeti kazanmasını sağlayan teknolojik araçtır.
- **Matatalab:** 4-9 yaş çocukların, kod blokları vasıtasıyla oluşturulmuş diziler üstünden kodlama yapmayı öğretmek maksadıyla tasarlanan bir robottur.
- **Scratch:** 8 yaş ve üstü olan çocuklar için blok tabanlı tasarlanan bir uygulamadır.
- **ScratchJr:** ScratchJr, 5-7 yaş arasındaki küçük çocukların gelişimsel olarak uygun bir öğrenme ortamında programlama yapabilme, hata ayıklayabilme ve dijital içerikler oluşturabilme gibi kavramları fark etmelerini ve kullanmalarını sağlamak maksadıyla tasarlanmış tablet tabanlı bilgisayar programlama aracıdır.

2.4. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde alanyazın incelenmiş ve matematik örüntü eğitimi, öğrenme rotaları ve robotik kodlama ile ilgili yapılan araştırmalara yer verilmiştir.

2.4.1. Örüntü Eğitimi ile İlgili Araştırmalar

Örüntü eğitimini konu alan araştırmalar; yurt içinde ve yurt dışında yapılan araştırmalar olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir.

2.4.1.1. Örüntü Eğitimi İle İlgili Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar

Son yıllarda yapılmış araştırmalar örüntü bilgisinin matematik başarısı için kritik bir öneme sahip olduğunu vurgulamaktadır. Örüntü becerilerine ilişkin literatür incelendiğinde, okul öncesi dönemde örüntü gelişimini incelenmesi ve bu becerilerin desteklenmesine yönelik çeşitli çalışmaların gerçekleştirildiği görülmektedir.

Tanışlı (2008), beşinci sınıf öğrencilerinin örüntüleri nasıl algıladıklarını ve anlamlandırdıklarını inceleyen bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırma, 12 öğrenci ile yürütülmüş olup sonuçlar, tekrarlayan örüntülerde tekrar biriminin tanınmasının son derece belirleyici bir role sahip olduğunu göstermiştir. Tekrar birimini fark eden öğrenciler, örüntüyü sonraki adımlara doğru sürdürebilmiş, birimdeki şekiller arasındaki sayısal ilişkileri çözümleyebilmiş ve kendi örüntülerini oluşturabilmişlerdir. Sayı örüntülerine ilişkin etkinliklerde öğrencilerin genellikle bir terimi bir önceki terimle ilişkilendirerek çözüme ulaştıkları; örüntü fonksiyon tablosu şeklinde sunulduğunda ise terim sırası ile terim değerini ilişkilendirebildikleri ortaya çıkmıştır. Şekil örüntülerinde ise öğrencilerin görsel ipuçları ile cebirsel temsilleri birlikte kullandıkları gözlenmiştir. Örüntü oluşturma başarılarının, örüntünün özelliğini fark etmeleri ile doğrudan bağlantılı olduğu belirlenmiştir. Ek olarak öğrenciler, örüntülere ilişkin düşüncelerini ifade ederken en fazla sözlü açıklamalardan, ardından sembolik temsillerden ve matematiksel ifadelerden yararlanmışlardır. Genel olarak, tekrar eden, sabit veya artan örüntülerde kullanılan stratejilerin benzerlik gösterdiği; ancak örüntünün yapısal özelliklerine göre bazı farklılıkların ortaya çıktığı görülmüştür.

Pilten ve Yener (2009) ise 3, 4. ve 5. sınıf düzeylerinde yer alan toplam 103 öğrenci ile yürüttükleri çalışmalarında, öğrencilerin matematiksel örüntüler üzerinde analiz yapma ve tahmin etme becerilerini değerlendirmişlerdir. Bulgulara göre öğrenciler, hem geometrik hem de sayısal örüntülerde özellikle örüntüyü sürdürme görevlerinde daha başarılıdır. Sınıf seviyesi yükseldikçe öğrencilerin örüntü performanslarında artış olduğu

belirlenmiştir. Tahmin sürecinde en sık tercih edilen stratejiler arasında ise yuvarlama ve gruplama gibi işlemsel yaklaşımlar bulunmuştur.

Kesicioğlu'nun (2013) yürüttüğü tez çalışmasında, okul öncesi dönemdeki çocukların matematiksel örüntü becerileri farklı değişkenleri ele alarak değerlendirilmiştir. Betimsel tarama modeline dayalı olan çalışmanın örneklemini, beş farklı ana sınıfından toplam 100 çocuk oluşturmuştur. Araştırmada, çocukların örüntü becerilerini ölçmek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen materyaller kullanılmıştır. Uygulanan testin güvenilirliğine ilişkin KR-20 katsayıları; birinci boyut için .85, ikinci boyut için .83 ve üçüncü boyut için .79 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda, yaş değişkeninin çocukların örüntü performanslarında anlamlı bir farklılığa yol açmadığı gözlemlenmiştir.

Sazak ve Kocabıyık'ın (2014) yaptığı araştırmada, orta düzeyde zihinsel yetersizliği bulunan öğrencilere örüntü oluşturma becerisinin kazandırılmasında doğrudan öğretim yönteminin ne derece etkili olduğunu belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, 11–13 yaş aralığında öğrenim gören bir kız, iki erkek olmak üzere toplam üç öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmada tek denekli desenlerden biri olan denekler arası yoklama evreli çoklu yoklama modeli kullanılmıştır. Araştırmanın bağımsız değişkeni, "iki ya da üç nesne, nesnelere ait resimler veya geometrik şekiller kullanarak örüntü oluşturma becerisinin doğrudan öğretim yaklaşımıyla sunulması"dır. Bağımlı değişken ise öğrencilerin hedeflenen örüntüleri en az %75 doğruluk düzeyiyle tamamlamaları olarak belirlenmiştir. Uygulama sürecinde toplam 32 değişik örüntü etkinliği kullanılmıştır. Çalışmada güvenirlik, etkililik ve sosyal geçerlik verileri toplanmıştır. Etkililik ve güvenirlik bulguları çizgisel grafikler aracılığıyla analiz edilmiş, sosyal geçerlik verileri ise nitel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, öğrencilerin örüntüyü tamamlama becerisinde başarıya ulaştıkları ve bu öğrenmelerin kalıcı olduğunu göstermiştir. Bunun dışında uygulamaya ilişkin öğretmen görüşleri, programın sosyal açıdan da geçerli ve uygulanabilir bulunduğunu ortaya koymuştur.

Tarım'ın (2015) araştırmasında okul öncesi dönemde işbirlikli grup çalışma etkinliklerinin çocukların örüntü tanıma becerilerine etkisini incelemek ve öğretmenlerin uygulama sürecine ilişkin görüşlerini incelemek şeklinde iki amacı vardır. Veri toplama aracı olarak örüntü tanıma becerisini ele alan örüntü tanıma testi, ön test ve son test kullanılmıştır. Ayrıca, uygulama sürecinde başta da sonda da yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış, öğretmenlerin uygulama sürecine ilişkin görüşleri alınmıştır. Uygulama süresince iki deney grubuna işbirlikli grup çalışma etkinlikleri programı

uygulanırken bir kontrol grubuna bireysel olarak ders verilmiştir. Veri analizi sonucunda, deney gruplarındaki çocukların kontrol grubundaki akranlarına göre örüntü tanıma becerilerinde daha fazla ilerleme kaydettikleri görülmüştür. Öğretmenlerle yapılan görüşme bulguları ise, çocukların örüntü tanıma becerilerinin yanı sıra grup çalışma etkinliklerinde dayanışma, paylaşma, etkin dinleme ve kişisel sorumluluklarını yerine getirme gibi ek becerileri de geliştirdiklerini göstermiştir. Çalışmanın önemli bulgularından biri, öğretmenlerin okul öncesi işbirlikli grup çalışması etkinliklerine yönelik olumsuz olan tutumlarında çalışma sonunda bir değişiklik olmasıydı. Bu nedenle, işbirlikli grup çalışmasının okul öncesi eğitim kurumlarında çocukların örüntü tanıma becerilerini güçlendirmek ve önemli sosyal beceriler geliştirmek için kullanılması önerilmektedir.

Gök-Çolak'ın (2016) çalışmasında ise 61–72 ay aralığında yer alan çocuklara "Örüntü Temelli Matematik Eğitimi Programı" uygulanmış ve bu programın çocukların akıl yürütme becerilerine olan etkisi gözlemlemeye çalışılmıştır. Karma araştırma modelinin kullanıldığı çalışmada; 20 çocuk deney ve 20 çocuk kontrol grubu olacak şekilde toplam 40 tane çocuk, her iki grubun öğretmenleri ve deney grubundaki çocukların aileleri araştırmanın katılımcılarını oluşturmuştur. Veri toplama sürecinde "Bilişsel Yetenekler Testi Form-6", öğretmen görüş ve gözlem formları ile aile katılım değerlendirme formları kullanılmıştır. Sekiz hafta süren uygulama sonucunda, deney grubundaki çocukların özellikle sayısal olmayan akıl yürütme boyutunda anlamlı gelişme gösterdiği ve bu gelişimin kalıcılık testinde de sürdüğü ifade edilmiştir.

Hayıroğlu'nun (2017) yürüttüğü araştırma, okul öncesi dönemdeki çocuklara örüntü becerilerinin kazandırılmasında oyun temelli yaklaşımın etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Deneysel bir desenle gerçekleştirilen çalışmada, çocuklara ve çocukların ailelerine yönelik bilgiler "Kişisel Bilgi Formu" ile toplanmış; örüntü becerilerinin ölçülmesi ise Kesicioğlu (2013) tarafından geliştirilen "Örüntü Becerisi Testi" aracılığıyla yapılmıştır. Bu test hem uygulama öncesinde hem de uygulama sonrasında çocuklara uygulanarak gelişim düzeyleri karşılaştırılmıştır. Toplanan veriler SPSS 23 yazılımı kullanılarak analiz edilmiş; Shapiro–Wilk testi, Mann–Whitney U testi ve Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi istatistiksel incelemelerde kullanılmıştır. Analiz sonuçları, oyun temelli programın uygulanmasının ardından deney grubunda bulunan çocukların eksik örüntü öğesini tamamlama becerilerinde ve nesnelerle yeni, özgün bir örüntü oluşturma becerilerinde, diğer kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek başarı sergilediklerini göstermiştir ($p < .05$). Buna karşılık, modelden örüntü oluşturma

becerisinde iki grup arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p > .05$). Araştırmanın bulguları genel olarak oyun temelli örüntü öğretimi programının çocuklardaki örüntü becerilerini geliştirmede olumlu katkı sağladığını ortaya koymuştur. Çalışmanın sonunda, sınıf ortamında oyun temelli öğrenme yaklaşımlarının daha fazla yer alması ve örüntü çalışmalarının oyunlaştırılarak sunulmasının çocukların kazanımlarını artıracağı yönünde öneriler getirilmiştir.

Sertsöz (2017)'ün yaptığı yüksek lisans tez araştırmasında, 6 yaş grubundaki çocuklara öyküleştirme yöntemiyle sunulan matematik öğretiminin, çocukların matematik başarılarına etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirmiştir. Araştırma, nitel ve nicel veri toplama yöntemlerinin birlikte kullanıldığı karma yöntemle yürütülmüştür. Nicel bölümde, 48–66 ay aralığında okul öncesi eğitime devam eden çocukların geometrik şekiller, sayılar ve örüntü kavramlarını öğrenme düzeyleri üzerinde öyküleştirme yönteminin etkisi, ön test ve son test olacak şekilde yarı deneysel desen ile incelenmiştir. Nitel bölümde ise deney grubunun uygulama sürecindeki davranışları ve öğrenme süreçleri araştırmacı tarafından yapılan gözlemlerle desteklenmiştir. Veri toplama sürecinde, çocukların sayı kavramını öğrenme düzeylerinin belirlenmesi için Piaget sayı korunum testi; geometrik şekillerle ilgili bilgilerini ölçmek için Aslan (2004)'ın geliştirdiği Geometrik Şekilleri Tanıma Testi ve araştırmacı tarafından geliştirilen Örüntü Testi, örüntü kavramını öğrenme düzeylerini belirlemek için kullanılmıştır. Bunun dışında, deney grubunda uygulanan etkinliklere yönelik gözlemler araştırmacının güncesine her hafta düzenli olarak kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlarda, deney grubundaki son test puanları, kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek çıkmıştır. Bu bulgu, öyküleştirme yöntemiyle gerçekleştirilen matematik eğitiminin çocukların matematik başarısını artırmada etkili ve destekleyici bir yaklaşım olduğunu ortaya koymaktadır.

Altıntaş ve İlgün'ün (2019) gerçekleştirdiği araştırma, okul öncesi dönemdeki çocuklara matematikteki örüntü kavramını öğretmek amacıyla hazırlanmış bir hikâye etkinliğinin, öğrencilerin öğrenmelerine olan etkisini ve bu sürece ilişkin öğretmen görüşlerini incelemeyi hedeflemiştir. Çalışma, hem dinlemeye dayalı bir etkinlikle çocukların örüntüleri kavrayıp kavrayamayacağını ortaya koyması hem de öğretmenlere örüntü öğretiminde kullanılabilecek alternatif bir yöntem sunması bakımından önem taşımaktadır. Araştırma aynı zamanda, konunun öğretimi ve pekiştirilmesi aşamalarında kullanılabilecek bir öğretim materyali geliştirmesi açısından önemlidir. Araştırmada nitel araştırma yöntemleri kullanılmış; veriler betimsel analiz ve içerik analizi ile

çözümlenmiştir. Uygulama sonunda öğrencilerin matematik hikâyesinden sonra verilen çalışma yapraklarında sorulara doğru yanıtlar vermesi ise hikâyenin öğretici yönünü desteklemektedir. Ayrıca çocukların etkinlik sırasında eğlenerek öğrenmeleri, hikâyenin pedagojik açıdan etkili olduğunu ortaya koymuştur. Öğretmen görüşleri de bu bulguları doğrulamaktadır. Uygulamaya katılan öğretmen, hikâyenin öğretim programına uygun olduğunu, açık ve anlaşılır bir dile sahip bulunduğunu, sınıf ortamında rahatlıkla kullanılabildiğini, öğrencilerin seviyesine uygun olduğunu ve bilgiyi kolaylaştırdığını ifade etmiştir. Hikâyenin açıklayıcı ve öğretici olduğunu, kalıcılığı artırabileceğini ve diğer öğretmenlere de önerilebileceğini belirtmiştir. Ancak, hikâyenin günlük yaşamla ilişkisinin yeterli olup olmadığı konusunda kararsız kalmıştır. Bunun dışında etkinlikte eksik bir yön görmediğini, çocukların ilgisini çektiğini ve herhangi bir değişikliğe ihtiyaç olmadığını da dile getirmiştir.

Atıcı (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise oluşturulan "Örüntü Tabanlı Matematik Eğitimi Programı"nın 60–69 aylık çocukların görsel algı becerilerine etkisi" incelenmiştir. Araştırma, amaçsal örnekleme yöntemiyle seçilen iki özel okulun ana sınıflarında eğitim alan 17 deney ve 17 kontrol grubu öğrencisi ile yürütülmüştür. Yarı deneysel desenin kullanıldığı çalışmada veri toplama aracı olarak, Frostig Görsel Algı Testi ve demografik bilgi formu kullanılmıştır. Program sonunda deney grubunda yer alan öğrencilerin el-göz koordinasyonu, mekân ilişkilerini algılama, şekil-zemin ayrımı, gibi görsel algı alt boyutlarında anlamlı düzeyde artış olduğu ve bu kazanımların üç hafta sonraki kalıcılık ölçümlerinde de korunduğu belirlenmiştir.

Sen ve Güler (2021), 4–6 yaş aralığındaki çocukların örüntü görevlerindeki muhakeme becerilerini incelemek amacıyla sınıf içi öğretim deneyi yürütmüşlerdir. Araştırma kapsamında nitel ve nicel veriler toplanmış; çocukların düşünme süreçleri çalışma kâğıtları, gözlemler ve video kayıtları ile desteklenmiştir. Analizler sonucunda, çocukların kopyalama ve devam ettirme basamaklarını başarıyla uygulayabildikleri; ancak soyutlama gerektiren görevlerde daha ileri düzey muhakemeye ihtiyaç duydukları belirlenmiştir. Bu sonuçlar, küçük yaşlardan itibaren planlı örüntü eğitiminin muhakeme becerisini geliştirebileceğini göstermektedir.

Yayla (2022) araştırmasında, okul öncesi dönem çocuklarının matematiksel akıl yürütme becerileri ile örüntü performansları arasındaki ilişkiyi ele almıştır. Ayrıca çocukların cinsiyet, yaş, okul öncesi eğitim süresi, anne ve baba eğitim düzeyi, ve örüntü etkinliklerine maruz kalma sıklığı gibi değişkenlerin bu beceriler üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Araştırma, İstanbul'da okul öncesi kurumlara eğitim gören 60–72 aylık 132

çocuk ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama sürecinde; çocukların akıl yürütme becerileri için Ergül (2014)'ün geliştirdiği ölçme aracı ve örüntü becerileri için ise Güven ve çalışma arkadaşlarının geliştirdiği kısa formlu test kullanılmıştır. Analiz sonuçlarında; örüntü becerileri ile matematiksel akıl yürütme becerileri arasında anlamlı ve orta düzey bir ilişki olduğunu ortaya koyulmuş; ayrıca akıl yürütme becerisinin, örüntü becerisi için önemli bir yordayıcı olduğu kanaatine varılmıştır.

Cebeci (2024) yaptığı araştırmada, Zekare Görsel Dikkat Seti'nin okul öncesi dönemde eğitim gören çocukların örüntü becerilerinin gelişimi üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada deneysel bir yaklaşım benimsenmiş ve "ön test–son test kontrol gruplu" desen kullanılmıştır. Deney grubunda bulunan çocuklara 12 hafta süresince, her gün çocuğun dikkat düzeyi ve ilgisi göz önünde bulundurularak 30–40 dakika süren Zekare Görsel Dikkat Seti etkinlikleri uygulanmıştır. Ancak kontrol grubundaki çocuklara ise herhangi bir başka müdahale yapılmadan mevcut eğitim programlarıyla devam etmişlerdir. Veri toplama aracı olarak demografik bilgileri de içeren Okul Öncesi Örüntü Becerileri Testi kullanılmış, elde edilen sonuçlar, SPSS 24 ve R paket programıyla analiz edilmiştir. Sonuçlara göre, deney ve kontrol gruplarının ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bunun yanı sıra, deney grubundaki çocukların ön test ve son test puanlarına bakıldığında, son test puanlarının anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir değişim saptanmamıştır. Deney ve kontrol gruplarının son test puanlarına bakıldığında, Zekare Görsel Dikkat Seti uygulanan deney grubu lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Ayrıca, ön test puanları kontrol edilerek yapılan analizler, deney grubunda görülen gelişimin uygulanan programdan kaynaklandığını göstermiştir. Bu bulgular doğrultusunda, Zekare Görsel Dikkat Seti'nin okul öncesi çocukların örüntü becerilerini geliştirmede olumlu etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Aktulun ve arkadaşları (2024), 60–72 aylık çocukların bilime yönelik motivasyonları ile örüntü becerilerinin arasındaki bağlantıyı farklı değişkenler bakımından incelemiştir. Afyonkarahisar'da rastgele seçilen 317 çocukla yürütülen araştırmada, genel tarama modeli kullanılmıştır. Bulgular, cinsiyetin motivasyon veya örüntü başarısı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını gösterirken; öte yandan anne ve baba eğitim düzeyinin yükselmesi, çocukların bilime yönelik motivasyon ve örüntü performanslarında olumlu ve anlamlı bir artış ile ilişkilendirilmiştir. Bu sonuçlar, örüntü becerilerinin gelişiminde çevresel ve ailevi faktörlerin önemini desteklemektedir.

2.4.2.2. Örüntü İle İlgili Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar

Warren (2005) çalışmasında, küçük yaş grubundaki öğrencilerin tekrarlayan ve değişkenlik gösteren örüntüleri nasıl genellediklerini ve bunları nasıl sembolik hâle getirdiklerini araştırmıştır. Araştırma, yaş ortalaması 9 yıl 6 ay olan iki farklı sınıftan toplam 45 öğrenciyle yürütülmüştür. Öncelikle öğrencilerin mevcut örüntü bilgi düzeyini belirlemek amacıyla bir ön test uygulanmıştır. Ardından öğretim sürecinde; örüntü oluşturma ve devam ettirme, tekrar eden birimi belirleme, fonksiyon tablosu oluşturma ve tablo üzerinden ilişki kurma gibi etkinlikler kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin değişen örüntülerde, tekrarlayan örüntülere göre daha fazla zorlandıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin öğretim sürecinin başında daha fazla çıktı değerlerine odaklandıklarının ancak girdilerle çıktılar arasındaki ilişkiye yönelik rehberlik sağlandığında genelleme becerilerinin belirgin şekilde geliştiği gözlenmiştir. Bu sayede öğrencilerin örneğin yüzüncü adım gibi büyük sayılara ilişkin doğru tahminlerde bulunabildiği görülmüştür.

Mulligan ve Mitchelmore (2009), erken çocukluk döneminde matematiksel yapıları ve örüntü farkındalığını incelemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Araştırmanın hedefi, çocukların örüntüler üzerinden genelleme yapabilme becerilerini değerlendirmek ve matematiksel yapı farkındalığını güvenilir biçimde ölçebilecek bir model geliştirmektir. Çalışma, yaşları 5–6 arasında değişen toplam 103 çocuk (55 kız, 48 erkek) ile gerçekleştirilmiştir. Çocuklara uygulanan otuz dokuz farklı görev; örüntünün tanınması, temsil edilmesi, görsel olarak ifade edilmesi ve yeniden oluşturulması süreçlerini içermektedir. Bulgular, örüntü görevlerinden yüksek puan alan çocukların örüntülerin yapısını daha iyi kavradığını, yapı farkındalığının ise gruplama, birleştirme, ölçme ve alan kavramlarını öğrenmeyi kolaylaştırdığını göstermiştir. Ayrıca çocukların örüntü içerisinde kurala uygun öğeleri ayırt etme eğiliminde oldukları belirlenmiştir.

Papic, Mulligan ve Mitchelmore (2011) ise okul öncesi çocuklarda matematiksel örüntü becerilerinin gelişimini ve bu becerilerin aritmetik öğrenmeleriyle olan ilişkisini incelemişlerdir. Çalışma, üç ile beş yaş arasında bulunan 53 çocuk ile yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan örüntü görevleri; tekrarlayan örüntüler, artarak ilerleyen büyüyen örüntüler ve mekânsal düzen gerektiren çalışmalardan oluşmuştur. Üç aşamasında örüntü becerileri değerlendirilirken diğer aşamada ise aritmetik becerileri değerlendirilmiştir. Sonuçlar; tekrar biriminin doğru şekilde belirlenmesi ve uygulanmasının örüntüyü kavramada temel bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Ayrıca, örüntüyü simgesel olarak

ifade edebilme becerisinin gelişim için kritik olduğu, öğretim desteği sunulan çocukların örüntü ve aritmetik alanlarında kontrol grubu çocuklarına göre daha başarı oldukları tespit edilmiştir.

Collins ve Laski (2015), okul öncesi dönemdeki 66 çocuğun tekrarlayan görsel örüntüleri oluştururken hangi stratejilere başvurduklarını incelemişlerdir. Çalışmada çocuklardan; bir örüntüyü aynen kopyalamaları, örüntüyü devam ettirmeleri ve farklı materyaller kullanarak örüntüyü başka bir ortama taşımaları istenmiştir. Araştırma sonucunda çocukların hem birebir eşleme hem de ilişkisel benzerlik stratejilerini kullandıkları; ancak bu stratejilerin kullanım sıklığının görevin zorluk düzeyine göre değiştiği gözlenmiştir. Bulgulara göre çocuklar, tekrarlayan ve büyüyen örüntü içeren görevlerde eşleme stratejisine daha sık başvururken; örüntünün farklı materyallerle yeniden kurulmasını gerektiren transfer görevlerinde ise benzerlik stratejisini tercih etme eğilimi göstermiştir.

Fyfe, McNeil ve Rittle-Johnson (2015) ise çocukların örüntü görevlerinde performanslarının soyut dil kullanımı ile nasıl değiştiğini incelemiştir. Araştırmada dört yaş civarındaki 62 çocuk, sekiz farklı örüntü problemi çözmüş ve öğrendiklerini yeni örüntülerde uygulamıştır. Katılımcılardan bir kısmı örüntüleri somut etiketlerle (örneğin; mavi–kırmızı–mavi–kırmızı), diğerleri ise soyut etiketlerle (örneğin; A–B–A–B) tanımıştır. Soyut etiketlerle çalışan çocuklar, somut etiketlerle çalışanlara göre anlamlı derecede daha fazla doğru çözüm üretmiştir.

Kidd ve arkadaşlarının (2013) yaptığı araştırmada, 140 birinci sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen altı buçuk ay süren bireysel örüntüleme, okuma, matematik veya sosyal bilgiler dersi verilmiştir. Bu deneysel uygulamada, örüntü eğitimi alan çocukların; aritmetik, okuma veya sosyal bilgiler eğitimi alan akranlarına kıyasla matematikte daha yüksek performans sergilediği bulunmuştur. Bu bulgular, örüntü öğretiminin erken yaşlarda matematiksel düşünmenin temelini güçlendirdiğini ve matematiksel kavramları anlamalarını önemli ölçüde geliştirebileceğini ortaya koymaktadır.

Nordemann ve Rottmann'ın (2018) yürüttüğü çalışma, fiziksel aktivite temelli uygulamaların çocukların tekrarlayan örüntü becerileri üzerindeki etkisini inceleyen önemli bir pilot araştırmadır. Araştırmacılar, örüntü oluşturma, örüntüyü genişletme, tekrar birimini belirleme ve eksik örüntüyü tamamlama gibi görevleri içeren bir tanı aracı ile birlikte fiziksel aktiviteye dayalı üç hareket oyunu geliştirmiştir. Almanya'da bir ilkokulda öğrenim gören 19 tane birinci sınıfta okuyan öğrenciyle gerçekleştirilen çalışmada ön test ve son test, yarı deneysel desen kullanılmıştır. Uygulama süreci, yedi

öğretim ünitesinden oluşmuş ve hareket oyunları beden eğitimi derslerine entegre edilmiştir. Çalışmanın bulguları, öğrencilerin tekrarlayan örüntü becerilerinde anlamlı bir ilerleme kaydettiklerini göstermiştir. Araştırma, fiziksel aktivite ile örüntü öğretiminin öğrenmeyi destekleyebileceğini ortaya koymakla birlikte bu olumlu etkinin doğrudan hareketten mi yoksa etkinliklerin dilsel yapısından mı kaynaklandığı konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu belirtmektedir. Bu çalışma, örüntü becerilerinin geliştirilmesinde fiziksel etkinliklerin kullanılabileceğine dair alanyazına önemli katkı sağlamaktadır.

Sonuç olarak, örüntü ile ilgili araştırmalar göz önüne alındığında, çocukların örüntü becerilerinin gelişiminin çok yönlü ve çeşitli etkenlerle şekillendiğini ortaya koymaktadır. Çalışmalar, yaş, öğretim yöntemi, kullanılan materyal türü, sosyal etkileşim ve aile eğitimi gibi faktörlerin örüntü performansı üzerinde belirleyici olabileceğini göstermektedir. Ayrıca erken yaşlarda yapılandırılmış ve destekleyici öğretim uygulamalarının, çocukların örüntü tanıma, oluşturma, genelleme ve sembolleştirme becerilerini geliştirdiğinin altını çizmektedir. Farklı yaş grupları ve çeşitli öğrenme ortamlarında yürütülen bu araştırmalar, örüntü öğretiminin matematiksel düşünme ve akıl yürütme gibi üst düzey bilişsel becerilerin temellerini oluşturmada önemli bir rol oynadığını da göstermektedir. Bu bağlamda, erken çocukluk döneminde örüntü temelli etkinliklerin planlı, sistematik ve pedagojik açıdan uygun şekilde sunulmasının gerekliliği dikkat çekmektedir.

2.4.2. Robotik Kodlama İle İlgili Araştırmalar

İlgili literatürde matematiksel örüntü becerileri ve öğrenme rotaları ile ilgili yapılan çalışmaların yanı sıra erken çocuklukta robotik kodlama eğitimi ile ilgili aşağıda yurt içinde ve yurt dışında gerçekleştirilen çeşitli çalışmalara yer verilmiştir.

2.4.2.1. Robotik Kodlama İle İlgili Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar

Turan ve Aydoğdu (2020), gerçekleştirdikleri ön test–son test kontrol gruplu deneysel çalışmada, robotik kodlama eğitiminin okul öncesi çocukların bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemişlerdir. Araştırma kapsamında, 15'i deney grubunda, 15'i ise kontrol grubunda olmak üzere toplam 30 çocuk yer almıştır. Uygulama öncesinde ve sonrasında, katılımcılara "Okul Öncesi Öğrencilerinin Temel Becerileri Ölçeği" uygulanarak ölçme yapılmıştır. Sekiz hafta süren robotik kodlama eğitiminin ardından

elde edilen bulgular, deney grubundaki çocukların temel beceri puanlarında anlamlı bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, robotik kodlama eğitimi alan çocukların beceri gelişiminde kayda değer bir ilerleme gösterdiği görülmüştür. Bu sonuç, robotik temelli eğitimin okul öncesi çocukların temel becerilerinin gelişiminde etkili bir araç olarak kullanılabileceğini desteklemektedir.

Çiftçi ve Bildiren (2020), yürüttükleri ön test–son test kontrol gruplu deneysel çalışmada, okul öncesi dönemde verilen kodlama eğitiminin çocukların problem çözme becerileri ve sözel olmayan bilişsel yetkinlikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmanın örneklemini, 14 çocuk deney grubunda ve 14 çocuk kontrol grubunda yer almak üzere toplam 28 çocuk oluşturmuştur. Sınıf mevcudunun yetersizliği nedeniyle deney grubu 5 yaşındaki çocuklardan, kontrol grubu ise 4 yaş grubundan oluşturulmuştur. Uygulama öncesi ve sonrası ölçümler için Raven tarafından geliştirilen Renkli Progresif Matrisler Testi ile Aydoğan, Ömeroğlu, Büyüköztürk ve Özyürek'in geliştirdiği Problem Çözme Becerisi Ölçeği kullanılmıştır. Kodlama eğitimi, 8 hafta boyunca haftada bir saat süreyle bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, kodlama eğitimi çocukların sözel olmayan bilişsel becerileri üzerinde olumlu bir gelişme sağlamıştır. Ancak, problem çözme becerileri açısından anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir. Bu bulgu, kodlama eğitiminin özellikle bilişsel süreçler üzerinde etkili olabileceğini ancak problem çözme becerilerinin gelişimi için farklı ya da ek öğretim stratejilerine ihtiyaç duyulabileceğini ortaya koymaktadır.

Canbeldek (2020), 5–6 yaş grubu çocuklara yönelik geliştirilen "Üreten Çocuklar Kodlama ve Robotik Eğitim Programı"nın bilişsel beceriler, dil gelişimi ve yaratıcılık üzerindeki etkilerini incelemiş ve programa dair çocuklar ile öğretmenlerin görüşlerini değerlendirmiştir. Araştırma, dört farklı anaokulu sınıfından toplam 80 çocukla yürütülmüş ve karma araştırma desenlerinden iç içe desen kullanılmıştır. Nicel veriler için ön test–son test kontrol gruplu yarı deneysel desen tercih edilirken nitel boyutta yarı yapılandırılmış görüşmeler ve çocuk resimleri veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Dokuz hafta süren uygulama kapsamında deney grubundaki çocuklara bilgisayarsız kodlama, robotik materyallerle kodlama ve ScratchJr tabanlı blok kodlama etkinlikleri sunulmuştur. Araştırmanın nicel verileri çeşitli gelişim testleriyle (TELD-3-TEDİL, Torrance Yaratıcı Düşünce Ölçeği, Erken Matematiksel Akıl Yürütme Aracı, Problem Çözme Becerisi Ölçeği ve BADO) toplanmış, analizler t-testi ve faktöriyel ANOVA ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, deney grubundaki çocukların bilişsel, dilsel ve yaratıcı düşünme becerilerinde anlamlı düzeyde gelişmeler yaşadığını göstermiştir. Öğretmenler

ise programın içeriğini zengin, uygulanabilir ve çocukların gelişimine katkı sağlayıcı olarak değerlendirmiştir. Bu doğrultuda, erken çocukluk döneminde kodlama eğitiminin nitelikli programlarla desteklenmesinin faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

Somuncu (2021), kodlama temelli bir uygulamanın çocukların akıl yürütme becerileri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Ön test ve son test, kontrol gruplu yarı deneysel desenin kullanıldığı bu yüksek lisans tez çalışmasında; deney grubunda 17 çocuk, kontrol grubunda ise 12 çocuk yer almıştır. Deney grubundaki çocuklara araştırmacı tarafından hazırlanmış olan "Kodlama Eğitim Programı" uygulanırken kontrol grubuna müfredattaki günlük eğitim programı sürdürülmüştür. Uygulama öncesinde ve sonrasında her iki gruba da Ergül (2014)'ün geliştirdiği değerlendirme aracı uygulanmış ve sonuçlar, kodlama eğitiminin çocuklardaki matematiksel akıl yürütme becerilerini anlamlı şekilde artırdığını göstermiştir.

Kalyenci'nin (2021) çalışmasında ise erken çocukluk döneminde çocukların kodlama becerilerini ölçmek maksadıyla güvenilir ve geçerli bir test geliştirilmiştir. 5–7 yaş aralığında toplam 308 çocuğun yer aldığı çalışma, tarama modeline dayalıdır. Araştırmada geliştirilmiş olan "Erken Çocukluk Dönemi Kodlama Becerileri Testi"nin hem geçerlilik hem de güvenirlik göstergelerinin yüksek olduğu bulunmuş; böylece testin çocuklardaki kodlama becerilerinin düzeylerini ölçmede kullanılabilecek nitelikte olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Erken matematik becerilerinin kazandırılmasında öğrenme rotaları temelinde hazırlanmış kodlama etkinliklerinin etkisini inceleyen bir diğer araştırmayı Ceylan (2022) yürütmüştür. 55–71 aylık 47 çocukla gerçekleştirilen bu yarı deneysel çalışmada iki deney, bir de kontrol grubu olmak üzere üç grupta araştırma yapılmıştır. Deney gruplarından birinde öğrenme rotaları temelli kodlama etkinlikleri, diğerine ise kodlama içermeyen öğrenme rotaları etkinlikleri uygulanmıştır. Sonuçlar, her iki deneysel müdahalenin de uzunluk, alan, hacim ve açı ölçme becerilerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Dağlı ve arkadaşları (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ortaokul öğrencilerinin çevrimiçi öğrenme ortamlarında yürütülen robotik kodlama derslerinde, işbirlikli öğrenmeye dayalı grup çalışmalarının akademik başarı ve motivasyon üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma, mevcut kaynak ve belgelerin sistematik biçimde incelendiği bir literatür taraması niteliğindedir. Çevrimiçi robotik kodlama eğitimi üzerine yürütülmüş ulusal ve uluslararası çalışmalar, konu ve yöntem açısından değerlendirilmiştir. Bulgular, öğrencilerin çevrimiçi grup çalışmaları sırasında derse daha

aktif katıldıklarını, problem çözme süreçlerinde deneme-yanılma yöntemini etkili bir şekilde kullandıklarını göstermektedir. Ayrıca sanal ortamlarda gerçekleşen akran öğrenimi ve etkileşimli paylaşımlar, öğrencilerin motivasyonlarını artırmakta ve bu durum akademik başarılarına olumlu biçimde yansımaktadır. Elde edilen sonuçlara dayanarak gelecekte çevrim içi robotik kodlama eğitimi için uygulanabilir stratejileri ve geliştirme önerileri sunulmuştur.

Kodlama eğitiminin özel yetenekli çocuklardaki etkisini araştıran Kestek Küçük (2023), 13 hafta süren uygulamasında eğitsel robot kullanımını incelemiştir. Deney grubunun robot destekli kodlama eğitimi aldığı, kontrol grubunun ise blok tabanlı kodlama ile çalıştığı araştırmada; her iki grupta da bilgi işlemsel düşünme becerileri gelişmiş, ancak bu gelişimin deney grubunda daha yüksek düzeyde gerçekleştiği belirlenmiştir.

Robotik destekli matematik uygulamalarına odaklanan Emen, Ördek-İnceoğlu, Gürgah-Oğul ve Aslan (2023), okul öncesi dönemde robot kullanımının erken matematiksel becerilere etkisini değerlendirmişlerdir. 50–68 ay arası 24 çocukla yürütülen araştırmada, deney grubuna 8 hafta süren "Robotlarla Matematiği Seviyorum" programı uygulanmıştır. Sonuçlar, robotik etkinliklere katılan çocukların matematik performanslarının kontrol grubuna göre anlamlı biçimde arttığını göstermiştir.

Kanmaz (2023) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, okul öncesi öğretmenlerinin robotik kodlama eğitiminin çocuklar üzerindeki etkilerine ilişkin görüşlerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırma, nitel araştırma yaklaşımı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada amaçlı örnekleme yöntemi kullanılarak Ankara ilinde öğrencilere robotik kodlama eğitimi veren kurumlar belirlenmiş ve araştırmaya katılmayı kabul eden toplam 52 okul öncesi öğretmeni ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşme formu, uygulanmadan önce alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda düzenlenerek son hâlini almıştır. Uygulanan içerik analizi sonucunda öğretmenlerin büyük çoğunluğunun sınıf içinde bilgisayarsız kodlama etkinliklerine yer verdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, çocukların henüz okuma-yazma bilmemelerinin robotik kodlama uygulamalarına katılımı olumsuz etkilemediği görüşü öne çıkmıştır. Bulgular, robotik kodlama çalışmalarının özellikle bilişsel gelişim, sosyal beceriler ve yaratıcılık üzerinde olumlu etkiler sağladığını göstermektedir. Öğretmenlerin ifade ettiği dezavantajlar arasında ise; kullanılan araç-gereçlerin maliyetinin yüksek oluşu, standart bir eğitim programının bulunmayışı ve öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimlerin yetersizliği dikkat çekmektedir.

2.4.2.2. Robotik Kodlama İle İlgili Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar

Highfield, Mulligan ve Hedberg (2008) tarafından yürütülen vaka çalışmasında, programlanabilir robotik oyuncakların küçük çocukların matematiksel problem çözme becerileri ile üst bilişsel süreçlerinin gelişimine nasıl katkı sağladığı incelenmiştir. Ayrıca çocukların Bee-Bot adlı robotu programlama sürecinde hangi tür matematiksel akıl yürütme ve stratejik düşünme biçimlerini kullandıkları araştırılmıştır. Çalışmaya, biri beş diğeri sekiz yaşında olmak üzere iki çocuk katılmıştır. Araştırma sürecinin başlangıcında her bir çocukla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiş, ardından çocuklar araştırmacının rehberliğiyle programlanabilir robotu tanımaya ve keşfetmeye yönlendirilmiştir. Görüşmeler ve keşif süreci, çocukların matematiksel ve bilişsel düşünme süreçlerinin ayrıntılı biçimde incelenebilmesi amacıyla dijital ortamda kayıt altına alınmıştır. Elde edilen bulgular, her iki çocuğun da daha önce robotik oyuncaklarla herhangi bir deneyimi olmamasına rağmen, kısa bir yönlendirme sonrasında basit programları planlayabildiklerini ve bu planlar doğrultusunda robotu etkili biçimde programlayabildiklerini göstermiştir. Araştırma sonuçları, Bee-Bot gibi programlanabilir robotların çocukların özellikle dönüştürme ve ölçme gibi matematiksel kavramları, geleneksel öğrenme süreçlerine kıyasla daha erken yaşlarda geliştirebilme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Highfield (2010) tarafından yürütülen çalışmada, programlanabilir robotik oyuncakların küçük çocukların matematiksel becerileri ile üst bilişsel süreçlerinin gelişiminde nasıl bir araç olarak kullanılabileceği incelenmiştir. Araştırmaya, daha önce robotik oyuncaklarla herhangi bir deneyimi bulunmayan 3–4 yaş grubundan 22 çocuk ile 5–6 yaş grubundan 11 çocuk olmak üzere toplam 33 çocuk dâhil edilmiştir. Çalışma süresince Bee-Bot ve Pro-Bot gibi robotik oyuncaklar kullanılarak, öğretmenler ve araştırmacıların işbirliğiyle hazırlanan görevler 12 hafta boyunca, haftada yaklaşık iki saat olacak şekilde uygulanmıştır. Çocuklara sunulan bu görevler; yapılandırılmış etkinlikler, keşfetmeye dayalı çalışmalar ve ucu açık görevler şeklinde çeşitlendirilmiştir. Araştırmacının gözlemlerine dayalı olarak elde edilen bulgular, her iki yaş grubunda da programlanabilir robotların problem çözme odaklı etkinliklerde öğrenme ve öğretme açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca çocukların süreç boyunca yüksek düzeyde azim, motivasyon ve duyarlılık sergileyerek çeşitli matematiksel süreçlere aktif biçimde katıldıkları belirlenmiştir.

Kazakoff, Sullivan ve Bers (2013) gerçekleştirdikleri araştırmada, programlanabilir robot oyuncakların okul öncesi çağdaki çocukların sıralama becerileri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırma, New York'un Harlem bölgesinde bulunan bir erken çocukluk STEM okulunda, bir hafta süren yoğun robotik atölyesi kapsamında yürütülmüştür. Çalışma süresince çocuklar, CHERP adlı, küçük yaş grubundaki bireylerin gelişimsel düzeyine uygun olarak tasarlanmış somut bir programlama dili kullanarak robotların hareketlerini programlamaya yönelik etkinliklere katılmışlardır. Atölye öncesinde katılımcılara, standart bir sıralama değerlendirme aracıyla ön test uygulanmıştır. Haftalık programın sonunda ise benzer nitelikte fakat farklı formda bir test ile son değerlendirme yapılmıştır. Araştırma bulguları, çocukların son testteki sıralama puanlarında, ön test sonuçlarına kıyasla anlamlı düzeyde bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuç, kısa süreli ve yoğunlaştırılmış bir robotik eğitim sürecinin bile okul öncesi dönemdeki çocukların sıralama becerilerinin gelişimine olumlu katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Bartolini Bussi ve Baccaglini-Frank (2015), gerçekleştirdikleri öğretim deneyinde programlanabilir robot oyuncak Bee-Bot'un birinci sınıf öğrencilerinin geometrik kavramları öğrenmelerindeki rolünü incelemişlerdir. Çalışma, yaşları altı ile yedi arasında değişen toplam 18 öğrenciden oluşan bir sınıfta yürütülmüş; dört ay boyunca süren ve toplam 15 oturumdan oluşan etkinlikler planlanmıştır. Araştırmada elde edilen veriler, öğrencilerle birebir gerçekleştirilen klinik mülakatlar aracılığıyla toplanmıştır. Bulgular, Bee-Bot kullanımının öğrencilerin geometrik düşünmelerini ve kavramsal anlayışlarını geliştirmede etkili olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmacılar, bu tür programlanabilir robotların özellikle uzamsal farkındalık, koordinasyon ve ölçme gibi farklı matematiksel becerilerin desteklenmesinde önemli bir potansiyele sahip olduğunu vurgulamışlardır.

Elkin, Sullivan ve Bers (2016), Rhode Island'da bir anaokulunda gerçekleştirdikleri pilot çalışmada, KIBO robotik eğitim programının tanıtımını yapmayı ve çocukların temel programlama becerilerine dair bilgi edinmeyi amaçlamışlardır. Çalışma kapsamında, üç ila beş yaş aralığında bulunan toplam 64 okul öncesi çocuk, robotiğe giriş ve kodlamaya yönelik dokuz saatlik bir eğitim sürecine katılmıştır. Uygulama, yedi farklı sınıfta yürütülmüş ve üç ay boyunca devam etmiştir. Eğitim programının tamamlanmasının ardından, çocuklara temel sıralama ve programlama becerilerini ölçmeye yönelik "Solve-It" adlı değerlendirme aracı uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, çocukların temel programlama kavramlarını tanıma konusunda genel

olarak başarılı olduklarını göstermiştir. Ayrıca, her ne kadar KIBO programlama seti 4 yaş ve üzeri çocuklar için geliştirilmiş olsa da 3 yaşındaki çocukların da bu materyali etkili şekilde kullanabildiği ve temel kodlama etkinliklerine katılım sağladığı görülmüştür. Bu durum, KIBO'nun daha küçük yaş gruplarında da öğretim aracı olarak kullanılabileceğini göstermesi açısından dikkat çekicidir.

Sullivan ve Bers (2016), erken çocukluk döneminde robotik materyallerin kullanımının çocukların kodlama becerileri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla bir öğretim deneyi gerçekleştirmiştir. Sekiz hafta süren ve haftada bir gün uygulanan bu çalışmaya; okul öncesi düzeyinden 33, birinci sınıftan 16 ve ikinci sınıftan 11 öğrenci olmak üzere toplam 60 çocuk katılmıştır. Araştırmada robotik materyal olarak KIWI robot ile birlikte sensör, motor ve sanat platformu gibi bileşenlerden yararlanılmıştır. Çocukların robotik ve kodlama alanındaki kazanımları, iki farklı değerlendirme aracı kullanılarak ölçülmüştür. Elde edilen bulgular, robotik ve kodlama becerilerinin okul öncesi dönemin erken yıllarından itibaren geliştirilebildiğini ve yaş ilerledikçe çocukların robotik araçlar yardımıyla daha karmaşık problemleri çözebildiklerini göstermiştir. Araştırmacılar, erken çocukluk dönemi boyunca gelişimsel düzeye uygun teknoloji ve robotik materyallerin eğitim ortamlarında kullanılmasını önermektedir.

Palmer (2017) çalışmanın genel amacı, 3-5 yaş arası çocuklarla doğal okul öncesi etkinliklerine programlamanın entegre edilmesinin sonuçlarını araştırmaktır. Bu çalışmada özellikle mekansal düşünme gelişimlerinde okul öncesi çocukların matematik öğrenimini kolaylaştırmak için programlamanın kullanıldığı bir öğretim müdahalesi uygulanmıştır. .Müdahalede, programlama küçük öğrenciler için tasarlanmış küçük, programlanabilir bir robot kullanılmıştır. Müdahale sonucunda, çocukların gerçek hayattaki hareketleri haritalar ve sembollerle zihinsel olarak karşılaştırma ve ilişkilendirme yeteneklerini geliştirdiklerini görülmüştür. Ayrıca, çocuklar kağıt haritalar, ızgaralı haritalar ve semboller arasındaki eylemleri ve ilişkileri zihinsel olarak hayal etme, akılda tutma ve kavramsallaştırma yeteneği sergilemişlerdir. Bu nedenle, müdahale, okul öncesi dönemde programlama yoluyla matematik öğretiminde önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Sung ve çalışma arkadaşları (2017), ilkokul düzeyinde robotik temelli öğretim stratejilerinin problem çözme becerileri üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla deneysel bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırma, New York'ta bir devlet okulunda ikinci sınıfa devam eden ve okul sonrası etkinliklere katılan 37 öğrenciyle yürütülmüştür. Öğrenciler rastgele yöntemle iki farklı gruba ayrılarak farklı sınıf ortamlarına yerleştirilmiştir.

Çalışma gruplarından birinde, özellikle somut materyallerin yoğun olarak kullanıldığı öğrenme ortamı oluşturulmuştur. Uygulama sürecinde, her iki grupta da Lego WeDo robotik setlerinden faydalanılmıştır. Araştırma bulgularına göre, somut materyallerin kullanımına daha fazla ağırlık verilen gruptaki öğrenciler, problem çözme becerilerinde diğer gruba kıyasla daha yüksek performans sergilemiştir. Bu sonuç, öğrenme sürecinde somut materyallerin aktif kullanımının çocukların problem çözme yeterliklerini olumlu yönde etkileyebileceğine işaret etmektedir.

J. Miller (2019), erken çocukluk döneminde kodlama etkinliklerinin çocukların matematiksel düşünmelerini nasıl desteklediğini, özellikle örüntüler ve matematiksel yapılar bağlamında incelemek amacıyla bir öğretim deneyi yürütmüştür. Araştırma, iki farklı okulda öğrenim gören ve yaşları yedi ile sekiz arasında değişen ikinci sınıf düzeyindeki toplam 40 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Altı hafta süren uygulama sürecinde, haftada bir gün yaklaşık 45 dakika devam eden kodlama etkinlikleri planlanmış; bu etkinliklerde Scratch programı ile birlikte üç farklı robotik oyuncaktan yararlanılmıştır. Süreç boyunca gerçekleştirilen etkinlikler video kayıtlarıyla belgelenmiştir. Araştırmada, öğrencilerin örüntüleri ve matematiksel yapıları tanıma ve açıklama düzeyleri uygulama öncesinde ve sonrasında değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, kodlama etkinlikleri sonrasında çocukların hem kodlama hem de matematiksel örüntü ve yapıları tanımlama konusundaki becerilerinde belirgin bir gelişme olduğunu göstermiştir. Bu doğrultuda, erken çocukluk döneminde kodlama temelli etkinliklerin matematiksel düşünmenin geliştirilmesinde etkili ve işlevsel bir araç olduğu vurgulanmıştır.

Bers, González-González ve Armas–Torres (2019) tarafından yürütülen çalışmada, yaşları üç ile beş arasında değişen 84 kız ve 88 erkek olmak üzere toplam 172 okul öncesi çocuk yer almıştır. Araştırma, robotik destekli bir eğitim programı kapsamında çocuklara programlama ve bilişimsel düşünme becerilerinin kazandırılmasını amaçlamaktadır. Nicel ve nitel yaklaşımların birlikte kullanıldığı karma desenli bu çalışmada; gözlem, video kayıtları, öğretmen günlükleri, öğretmenlerle yapılan görüşmeler, Solve-Its değerlendirme aracı ve öğretmenlere yönelik kontrol listeleri veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Uygulama sürecinde, ekransız kodlamaya olanak tanıyan ve programlanabilir bir oyuncak robot olan KIBO'dan yararlanılmıştır. Araştırma bulguları, uygulanan öğretim stratejilerinin sınıf içi iletişimi, iş birliğini ve yaratıcılığı desteklediğini ortaya koymuştur. Araştırmacılar, elde edilen sonuçlar doğrultusunda, kodlama etkinliklerinin farklı müfredat alanlarıyla bütünleştirilerek okul öncesi

sınıflarında çocuklara uygun ve anlamlı programlama öğrenme deneyimlerinin tasarlanmasının mümkün olduğunu belirtmişlerdir.

Shumway ve çalışma arkadaşları (2021), okul öncesi dönemdeki 5–6 yaş grubu çocukların robotik oyuncaklar aracılığıyla programlama öğrenme sürecinde hangi matematiksel becerilerden yararlandıklarını incelemiştir. Bu incelemede, 36 çocuğa toplam 16 oturumdan oluşan robotik materyallerle kodlama eğitimi verilmiş ve uygulama süreci video kayıtlarıyla belgelenmiştir. Araştırmacılar, elde edilen kayıtları analiz ederek çocukların kodlama etkinlikleri sırasında kullandıkları matematiksel kavram ve becerileri ayrıntılı biçimde değerlendirmiştir. Bulgular, çocukların Botley ve Cubetto gibi robotik oyuncaklarla yürütülen kodlama çalışmaları sırasında özellikle uzamsal farkındalık, ölçme ve sayı bilgisi gibi matematiksel becerilerden yararlandıklarını ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra, kodlama görevlerinin yapısı, kullanılan robotik materyalin özellikleri ve çocukların mevcut kodlama bilgisi düzeyinin matematiksel performans üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, robotik kodlama araçlarının etkileşimli ve zengin bir öğrenme ortamı sunduğunu, bu yönüyle geleneksel sınıf materyallerine kıyasla matematik öğretimi için önemli ve yenilikçi fırsatlar oluşturduğunu vurgulamışlardır.

Sonuç olarak, söz konusu çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, robotik kodlama öğretimine ilişkin gerçekleştirilen araştırmalar, robot kullanımının kodlama sürecinde soyut kavramların somutlaştırılmasına önemli katkılar sunduğunu göstermektedir. Robotik araçlar, öğrenme ortamlarını hem daha eğlenceli hem de dikkat çekici hâle getirerek öğrencilerin kodlamaya olan ilgisini artırırken, aynı zamanda problem çözme ve eleştirel düşünme gibi bilişsel becerilerin gelişimini desteklemektedir. Ayrıca robot destekli uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarında artış sağladığı, öz yeterlik algılarını güçlendirdiği ve derse yönelik motivasyonlarını yükselterek öğrenmenin daha kalıcı ve anlamlı olmasına yardımcı olduğu gözlemlenmiştir. Kısacası kodlama ve robotik etkinliklerinin yalnızca teknoloji kullanımını değil; matematiksel akıl yürütme, ölçme becerileri ve bilgi işlemsel düşünme gibi çok yönlü alanlarda çocukların gelişimini desteklediği bariz bir şekilde görülmektedir.

2.4.3. Öğrenme Rotaları ile İlgili Yapılan Araştırmalar

Öğrenme rotaları ile ilgili yapılan alanyazın taramasına ilişkin aşağıda bazı yurt içinde ve yurt dışında yürütülen çalışmalara yer verilmiştir.

2.4.3.1. Öğrenme Rotaları İle İlgili Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar

Yılmaz (2015), doktora tez çalışmasında öğrenme rotalarına dayalı öğretimin, sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel alan bilgileri ile öğrenci öğrenmelerine ilişkin bilgilerini nasıl etkilediğini incelemiştir. Dokuz öğretmen adayıyla yürütülen bu öğretim deneyi sürecinde ön test–son test uygulamaları, video kayıtları, yazılı çalışmalar ve alan notları veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Ön test bulguları, öğretmen adaylarının konuya ilişkin alan bilgilerinin sınırlı olduğunu, çeşitli kavram yanılgılarına sahip olduklarını ve matematiksel hatalar yaptıklarını ortaya koymuştur. Öğrenme rotalarına dayalı öğretim sürecinin ardından elde edilen son test sonuçları ise öğretmen adaylarının hem matematiksel alan bilgileri hem de öğrencilerin öğrenme süreçlerine ilişkin anlayışlarında belirgin bir gelişme olduğunu göstermiştir. Ayrıca süreç sonunda öğretmen adaylarının farklı çözüm yolları ve gösterim biçimlerini daha etkin kullandıkları, başlangıçta gözlenen kavram yanılgılarının ortadan kalktığı belirlenmiştir. Çalışma bulguları, öğrenme rotaları temelli öğretimin öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel düşünme biçimlerini öngörebilme, stratejilerini tanıma ve bunları doğru matematiksel dil ile ifade edebilme becerilerini geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

Yılmaz ve Haser (2018), sınıf öğretmeni adaylarının eş paylaşım konusuna ilişkin matematiksel alan bilgilerini, öğrenme rotalarına dayalı bir öğretim yaklaşımıyla nasıl geliştirdiklerini incelemiştir. Araştırma kapsamında, dokuz öğretmen adayı ile eş paylaşım öğrenme rotasına uygun bir öğretim deneyi yürütülmüştür. Çalışmanın sonuçları, öğretmen adaylarının daha önce sahip oldukları kavram yanılgılarını tespit edip düzeltebildiklerini ve bu hataların temel nedenlerini fark ettiklerini ortaya koymuştur. Ayrıca adayların, doğru matematiksel sonuçların gerekçelerini tartıştıkları, farklı strateji ve gösterim biçimlerini etkinliklerde kullandıkları ve hem kendi hem de arkadaşlarının çözüm yollarını değerlendirirken doğru matematiksel terminolojiye yer verdikleri görülmüştür. Tüm bu bulgular, öğretim deneyi sonunda adayların matematiksel alan bilgilerinde belirgin bir gelişim yaşandığını göstermektedir.

Güven-Akdeniz (2018), öğrenme güçlüğü yaşayan iki öğrencinin uzunluk kavramını nasıl yapılandırdıklarını incelemek amacıyla dört ay süren bir öğretim deneyi gerçekleştirmiştir. Yaşları 9 ve 10 olan bu öğrencilerin, çalışmanın başında uzunlukla ilgili kavramsal düzeylerinin 7 yaş gelişim düzeyinde olduğu belirlenmiş; sürecin sonunda ise 8 yaş düzeyine ulaştıkları gözlemlenmiştir. Klinik mülakatlarla yürütülen bu araştırmada, öğrencilerin uzunluğu bir özellik olarak fark etme, karşılaştırma yapma,

geçişlilik ilkesi gibi temel kavramları edinebildikleri görülmüştür. Ayrıca ölçme sürecinde birim uzunlukların rolü, birimlerin büyüklüğüyle ölçüm arasındaki ters ilişki gibi konularda da ilerleme kaydettikleri ifade edilmiştir. Bununla birlikte, parça–bütün ilişkisi, farklı temsilleri ayırt etme ve yer kaplama gibi bazı kavramlarda güçlük yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu çalışma, öğrenme güçlüğü yaşayan öğrenciler için bireyselleştirilmiş öğretim deneylerinin önemini vurgulamaktadır.

Camci (2018), çalışmasında tahmini öğrenme yolları çerçevesinde sınıf ortamında gerçekleştirilen bir öğretim deneyini incelemiştir. Araştırmanın amacı, ortaokul altıncı sınıfta öğrenim gören 12 öğrencinin geometri ve ölçme konularında matematiksel soyutlama süreçlerini ortaya koymaktır. Bu kapsamda öğrencilerle dokuz hafta boyunca, küçük grup etkinlikleri ve sınıf tartışmalarını içeren uygulamalar yürütülmüştür. Katılımcılar arasından üç öğrenci odak katılımcı olarak seçilmiş ve bu öğrencilerle süreç boyunca ön, orta ve son klinik mülakatlar gerçekleştirilerek detaylı veri toplanmıştır. Elde edilen bulgular, tahmini öğrenme yollarına göre planlanan öğretim sürecinin sonunda özellikle başlangıçta düşük başarı gösteren öğrenci dâhil olmak üzere odak öğrencilerin dikdörtgen prizmanın hacmi konusuna ilişkin daha ileri düzeyde soyutlama yapabildiklerini ortaya koymuştur. Ayrıca öğrencilerin bireysel öğrenme deneyimlerinin yanı sıra, sınıf içindeki sosyo-matematiksel normların da bu gelişim üzerinde olumlu katkı sağladığı belirtilmiştir.

Güzel Candan (2019) ise erken çocukluk dönemine yönelik matematik eğitiminde kullanılmak üzere öğrenme yörüngeleri temelli bir eğitim programı tasarlamış ve programın uygulanma sürecini incelemiştir. Çalışmada ayrıca geliştirilen programın, öğretmen adaylarının motivasyonları ve özyeterlik inançları üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Eylem araştırması deseni ile yürütülen çalışma, Marmara Bölgesi'ndeki bir üniversitenin okul öncesi öğretmenliği son sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Nicel veri toplama sürecinde; Öğretme Motivasyonu Ölçeği (ÖMÖ), Öğretmenlik Meslek Motivasyonu Ölçeği (ÖMMÖ) ve Öğretmen Özyeterlik İnanç Ölçeği (ÖÖİÖ) kullanılmıştır. Nitel veriler ise yarı yapılandırılmış görüşmeler, öğretmen adaylarına ait yansıtıcı günlükler, araştırmacı günlüğü ve ses kayıtlarından elde edilmiştir. Nicel bulgular, programın uygulanmasından sonra ölçek puanlarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttığını ortaya koymuştur. Bu durum, öğrenme yörüngeleri temelli eğitimin öğretmen adaylarının motivasyon ve öz yeterliklerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir.

Can'ın (2022) yaptığı araştırmada, öğrenme yörüngeleri temel alınarak hazırlanan matematik eğitim programının, okul öncesi ve sınıf öğretmeni adaylarının meslekî gelişimleri üzerindeki etkisinin, katılımcı görüşleri doğrultusunda belirlenmesi amaçlanmıştır. Söz konusu eğitim, öğretmen adaylarının 0–8 yaş aralığındaki çocukların matematiksel düşünme süreçlerini doğru biçimde anlamalarını ve bu düşünmeyi destekleyebilecek etkili öğretim uygulamaları geliştirmelerini sağlamayı hedeflemiştir. Çalışmanın deseninde, durum çalışması yürütülmüştür. Katılımcılar belirlenirken amaçlı örnekleme yöntemlerinden, maksimum çeşitlilik örneklemesi ve ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Bu kapsamda, Türkiye'deki 20 değişik üniversiteden toplam 24 tane okul öncesi ve sınıf öğretmeni adayı araştırmaya dâhil edilmiştir. Veriler, öğretmen adaylarının tuttuğu yansıtıcı günlükler aracılığıyla toplanmış ve toplanan veriler içerik analizi yöntemi ile incelenmiştir. Araştırmada ortaya çıkan sonuçlara göre, öğretmen adayları bu süreç sayesinde çocukların matematiksel düşüncelerinin gelişimsel ilerleyişine ilişkin farkındalık kazanmış, buna uygun öğretim etkinlikleri sıralaması oluşturma becerilerini geliştirmiştir. Ayrıca matematik öğretimine yönelik olumlu tutum ve meslekî öz güven kazandıkları belirlenmiştir.

Ceylan ve Aslan (2023), çalışmalarında öğrenme rotaları yaklaşımı ile Türkiye'de o dönem uygulanan okul öncesi eğitim programının matematik eğitimi bağlamında yapı ve içerik açısından nasıl örtüştüğünü ve hangi noktalarda farklılaştığını incelemişlerdir. Araştırmada, her iki yaklaşımda yer alan matematiksel kavram ve beceriler ile bu içeriklerin sunulma biçimleri karşılaştırılmıştır. Bulgular, okul öncesi eğitim programı ile öğrenme rotalarının çoğu noktada benzer matematiksel kazanımları hedeflediğini ortaya koymuştur. Ancak öğrenme rotalarının; kavramların gelişim sırası, hedeflerin tanımlanması ve öğretimsel yönlendirmeler bakımından daha ayrıntılı ve yapılandırılmış bir çerçeve sunduğu belirlenmiştir. Ayrıca, okul öncesi eğitim programındaki bazı kazanımların, öğretmenin uygulama biçimine bağlı olarak matematiksel süreçleri yeterince yansıtmama ihtimali olduğu vurgulanmıştır. Değerlendirme yaklaşımı açısından ise öğrenme rotalarında çocukların mevcut matematiksel seviyelerinin belirlenmesi ve eğitim sürecinin buna göre yönlendirilmesi temel alınırken; okul öncesi programında daha çok süreç odaklı ve öğretmenin gözlemine dayanan bir değerlendirme anlayışının benimsendiği görülmüştür. Çalışmada, bu iki yaklaşım arasındaki ayrışmaların çocukların matematiksel gelişimine olası etkileri tartışılmış ve mevcut program ile öğrenme rotalarının bütüncül bir yapıda birleştirilmesine yönelik öneriler sunulmuştur.

2.4.3.2. Öğrenme Rotaları İle İlgili Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar

Wilson, Mojica ve Confrey (2013) tarafından yürütülen araştırma, öğretmen eğitiminde öğrenme yörüngelerinin kullanımına odaklanmaktadır. Çalışmada öncelikle öğrenme yörüngelerinin eğitim programı geliştirme, öğretim süreçlerinin planlanması ve standartların belirlenmesi gibi alanlarda oldukça geliştirilmiş bir yapıya sahip olduğu vurgulanmıştır. Ancak bu yaklaşımın öğretmen yetiştirme süreçlerinde nasıl ve ne ölçüde kullanıldığına ilişkin çalışmaların sınırlı olduğu belirtilmiştir. Bu doğrultuda, araştırmada hem öğrenme yörüngelerine dayalı uygulama örnekleri ele alınmış hem de ilköğretim öğretmen adaylarının öğrencilerin rasyonel sayılarla ilgili düşüncelerini anlamlandırma süreçlerinde öğrenme yörüngelerinden ne şekilde yararlandıkları incelenmiştir. Araştırma bulguları, öğrenme yörüngeleri yaklaşımının öğretmenlere öğrencilerin düşünme yollarını anlama, modelleme ve yorumlama noktasında güçlü bir rehberlik sunduğunu göstermiştir. Ayrıca, bu yaklaşımın öğretmen adaylarının kendi matematiksel düşünme süreçlerini gözden geçirerek yeniden yapılandırmalarına katkı sağladığı da tespit edilmiştir. Başka bir ifadeyle öğrenme yörüngeleri, öğretmenlerin hem öğrencilerin zihinsel gelişimlerini fark etmelerini hem de matematiği öğretme biçimlerine ilişkin pedagojik farkındalıklarını artırmaktadır.

Clements ve diğerleri (2019), dört yaş grubundaki çocukların geometrik şekil bilgilerini geliştirmede öğrenme rotalarına dayalı öğretim etkinliklerinin etkisini incelemişlerdir. Araştırmada iki farklı deney grubu oluşturulmuştur. Bu gruplardan birinde çocuklara, mevcut gelişim basamaklarının bir seviye üzerini hedefleyen (n+1) öğretim etkinlikleri uygulanırken; diğer grupta ise mevcut seviyenin iki basamak üzerinde (n+2) yer alan etkinlikler kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, her iki grupta da geometrik şekil bilgisi açısından olumlu gelişmeler görüldüğü belirtilmiştir. Ancak, mevcut seviyeye çok uzak olmayan, yani yalnızca bir üst basamağı hedef alan etkinliklerin çocukların öğrenme süreçlerine daha fazla katkı sağladığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, öğrenme rotalarına uygun şekilde yapılandırılan ve çocuğun mevcut bilgi düzeyine uygulanabilir düzeyde yakın hedefler belirleyen etkinliklerin daha etkili olduğunu göstermektedir.

Clements ve arkadaşları (2021), okul öncesi dönemdeki çocukların erken aritmetik becerilerinin gelişiminde öğrenme rotaları temelli öğretim etkinliklerinin etkisini incelemişlerdir. Araştırmaya dört farklı okuldan toplam 291 çocuk katılmış ve katılımcılar rastgele seçilerek deney ve kontrol gruplarına atanmıştır. Uygulamalar

sonucunda, öğrenme rotaları yaklaşımına dayalı eğitim alan çocukların aritmetik bilgi düzeylerinin, okul müfredatında eğitim alan kontrol grubu çocuklarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu bulgu, öğrenme rotalarının erken matematik öğretiminde etkili bir yapı sunduğunu ortaya koymaktadır.

Sarama ve çalışma arkadaşları (2021), okul öncesi çocuklarının uzunluk ölçme becerilerinin gelişimini inceleyerek öğrenme rotalarının temelini oluşturan hiyerarşik etkileşimcilik yaklaşımına deneysel kanıt sunmayı amaçlamışlardır. Araştırma, rastgele seçilen üç farklı eğitim grubundan oluşan toplam 189 çocuk ile yürütülmüştür. Deney gruplarındaki çocukların başlangıç düzeyleri, birebir yapılan değerlendirmelerle belirlenirken; kontrol grubunda bu değerlendirme gerçekleştirilmeyip mevcut öğretim devam ettirilmiştir. Deney gruplarından birinde öğretim, çocukların mevcut gelişim seviyelerine uygun olarak planlanmış; diğer grupta ise tüm çocuklara en üst düzey hedefleri içeren etkinlikler uygulanmıştır. Bulgular, her iki deney grubunda da uzunluk ölçme becerilerinin geliştiğini göstermiştir. Ancak, çocukların bulunduğu seviyeye göre bireyselleştirilmiş öğretim yapılan grupta ilerlemenin daha güçlü olduğu ortaya konmuştur. Araştırmacılar, bu sonucu öğrenme rotalarının gelişimsel ilerleyişi temel alan hiyerarşik yapısına deneysel bir destek olarak değerlendirmişlerdir.

Yapılan araştırmalar, öğrenme rotalarının hem öğretmen adayları hem de öğrenciler için matematik öğretiminde etkili ve yapılandırıcı bir yol haritası sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmalar, öğrenme rotalarının bireylerin mevcut bilgi düzeylerini dikkate alarak öğretimi yapılandırdığını; kavram yanılgılarının fark edilmesi, düzeltilmesi ve farklı matematiksel stratejilerin geliştirilmesine olanak sağladığını göstermektedir. Öğretmen adaylarının pedagojik farkındalıklarını artırmada, öğrencilerin ise özellikle soyut kavramları anlamlandırma, sıralama ve ölçme gibi becerilerde gelişim göstermelerinde öğrenme rotalarının belirgin katkılar sağladığı vurgulanmaktadır. Ayrıca, öğrenme rotalarına dayalı öğretim süreçlerinin bireyselleştirilmiş eğitim programlarıyla desteklenmesinin, öğrenme güçlüğü yaşayan bireyler de dâhil olmak üzere tüm öğrenci grupları için olumlu etkiler yarattığı belirlenmiştir. Hem yurt içi hem de yurt dışında gerçekleştirilen çalışmalar, öğrenme rotalarının yapılandırılmış, aşamalı ve gelişimsel doğasının, öğrencilerin öğrenme süreçlerini derinleştirdiği kadar öğretmenlerin öğretim planlamalarına da sistematik bir yaklaşım kazandırdığını göstermektedir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, öğrenme rotaları temelli robotik kodlama etkinliklerinin çocukların matematiksel örüntü becerileri üzerindeki etkisi sınanmıştır. Bu kapsamda, nicel araştırma yaklaşımı temele alınarak ön test son test ve kalıcılık testini içeren kontrol gruplu yarı deneysel araştırma deseni kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2011). Çalışmada, iki deney grubunun yanı sıra bir de kontrol grubu bulunmaktadır. Bu yapı, öğrenme rotaları temelli robotik kodlama etkinliklerinin çocukların matematiksel örüntü becerileri üzerindeki etkisini objektif bir şekilde ölçmeyi amaçlamıştır. Araştırma deseni tablo 4'de sunulmuştur.

Tablo 4.

Araştırma Deseni

Gruplar	Öntest	İşlem	Sontest	Kalıcılık Testi
Deney-1 Grubu	Örüntü Beceri Ölçeği	Öğrenme rotaları temelli robotik kodlama etkinlikleri	Örüntü Beceri Ölçeği	Örüntü Beceri Ölçeği
Deney-2 Grubu	Örüntü Beceri Ölçeği	Öğrenme rotaları temelli somut manipulatif etkinlikleri	Örüntü Beceri Ölçeği	Örüntü Beceri Ölçeği
Kontrol Grubu	Örüntü Beceri Ölçeği	----	Örüntü Beceri Ölçeği	Örüntü Beceri Ölçeği

Tablo 4'te belirtilen araştırma deseni incelendiğinde, araştırmanın 3x3 karışık desende yer aldığı görülmektedir. Öğrenme rotaları temelli kodlama etkinlikleri, öğrenme rotaları temelli somut manipülatif 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 yanlı olarak seçilmiştir. Bu nedenle, araştırma yarı-deneysel desendedir (Büyüköztürk, 2011).

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, 2024-2025 eğitim öğretim yılında Kayseri ili Talas ilçesinde bulunan Milli Eğitim Bakanlığına bağlı bir anaokuluna devam eden 60-74 aylık çocuklar oluşturmuştur. Örneklem seçiminde, seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Uygun örnekleme, sosyal bilimler alanındaki deneysel çalışmalarda yaygın olarak kullanılan örnekleme türlerinden biridir. Bu yöntemde araştırmacı, katılımcıları araştırma için uygun, ulaşılması kolay ve gönüllü bireyler arasından seçmektedir (Stangor, 2014). Bu doğrultuda çalışma grubu, araştırmacının müdür yardımcısı olarak görev yaptığı anaokulunda öğrenim gören çocuklar arasından belirlenmiştir. Araştırmanın kendi görev yapılan kurumda yürütülmesi; uygulama sürecinin sağlıklı şekilde planlanabilmesi, çocukların gelişim özelliklerinin yakından tanınması ve eğitim sürecinin doğal akışı içerisinde veri toplanabilmesi açısından avantaj sağlamıştır.

Çukurova Üniversitesinden Etik Kurul Onayı ve Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü Ar-Ge biriminden araştırma için gerekli izinler alınmıştır. Sonrasında anaokulunda çalışma yapılması düşünülen aynı yaş grubu çocukların bulunduğu sınıfların velileriyle bir toplantı tertip edilmiş ve yapılacak araştırma hakkında velilere bilgilendirme yapılmıştır. Velilerin sözlü onaylarının alınmasının ardından "Çocuk ve Aile Bilgi Formu" dağıtılmış, formu doldurmaları rica edilmiştir. Ardından belirlenen bu sınıflara Örüntü Beceri Ölçeği ön test uygulanmıştır.

Aralarında anlamlı bir fark olmayan gruplardan ikisi deney-1 ve deney-2, bir grup ise kontrol grubu olarak rastgele atanmıştır. Bu araştırmada; deney 1 (robotik kodlama) grubunda 18 (ortalama yaş: 67 ay, yaş aralığı: 62-71 ay), deney 2 (somut manipülatif) grubunda 17 (ortalama yaş: 65; yaş aralığı: 62-71 ay) ve kontrol grubunda ise 18 çocuk (ortalama yaş: 68; yaş aralığı: 66-74 ay) olmak üzere toplam 53 çocuk yer almıştır.

Deney 1 grubuna, öğrenme rotaları temelli robotik kodlama materyalleri kullanılarak matematik örüntü eğitimi verilmiş; Deney 2 grubuna ise aynı örüntü becerileri, öğrenme rotaları temelli somut manipülatifler aracılığıyla kazandırılmaya çalışılmıştır. Kontrol grubu ise mevcut okul öncesi eğitim programına devam etmiştir. Dolayısıyla örüntü eğitimlerini kendi öğretmenlerinin aylık plan ve günlük eğitim akışlarında yer alan haliyle almışlardır.

Çalışma grubunda yer alan çocuklara ait demografik bilgiler Tablo 5'de gösterilmektedir. Tablo incelendiğinde, deney grubuna dâhil olan çocukların %57'sinin

kız, %43'ünün erkek olduğu; kontrol grubuna dâhil olan çocukların ise %55'inin kız, %45'in erkek olduğu görülmektedir. Deney grubundaki çocukların %71'i okul öncesi eğitime bir yıldan fazla süredir devam ederken, kontrol grubundaki çocuklarda bu oran %8'dir. Deney grubundaki çocukların annelerinin %8'i ortaokul veya daha düşük bir kademe, %20'si lise, %6'i yüksekokul, %66'i üniversite mezunu iken, kontrol grubundaki çocuklarda ortaokul veya daha düşük bir kademe eğitim almış anne bulunmazken,%22'si lise, %22'si yüksekokul ve %56'sı üniversite mezunudur. Babaların eğitim düzeyine bakıldığında, deney grubundaki çocukların babalarının %20'sinin lise, %3'ünün yüksekokul, %71'inin lisans mezunu ve %6'sının yüksek lisans mezunu olduğu; kontrol grubundaki çocukların babalarının ise %5'sının ortaokul veya daha düşük bir kademe, %33'ünün lise, % 12'sinin ön lisans, %50'sinin lisans mezunu olduğu görülmektedir.

Tablo 5.

Çalışma Grubuna Ait Demografik Bilgiler

Değişken	**Kategori**	**Deney 1 (n=18)**	**Deney 2 (n=17)**	**Kontrol (n=18)**
Cinsiyet	Kız	12	8	10
	Erkek	6	9	8
Anne Eğitimi düzeyi	İlkokul	2	0	0
	Ortaokul	1	0	0
	Lise	1	6	4
	Ön lisans	0	2	4
	Lisans	13	9	10
	Yüksek lisans	1	0	0
Baba Eğitim düzeyi	İlkokul	0	0	0
	Ortaokul	0	0	1
	Lise	3	4	6
	Ön lisans	1	0	2
	Lisans	12	13	9
	Yüksek Lisans	2	0	0
Kardeş Sayısı	Yok	4	3	3
	1	11	6	10
	2	3	8	5
Daha önce okul öncesi eğitim alma durumu	Evet	13	12	15
	Hayır	5	5	3
Yaş Ortalaması (ay)		67	65	68

3.3. Veri Toplama Araçları

Veri toplama aracı olarak araştırma sürecinde, araştırmacı tarafından hazırlanmış olan demografik bilgileri içeren "Çocuk ve Aile Bilgi Formu" ve Ensar Yıldız ve Berrin

Akman (2023) tarafından geliştirilen "Örüntü Beceri Ölçeği" kullanılmıştır. Örüntü Beceri Ölçeği, çocukların örüntü tanıma ve problem çözme yeteneklerini ölçmek üzere kullanılmış ve her grupta ön test, son test ve kalıcılık testi olarak 3 kez uygulanmıştır.

3.3.1. Demografik Bilgi Formu

Araştırmacı tarafından hazırlanmış olan "Çocuk ve Aile Bilgi Formu", çocuklara ilişkin cinsiyet, yaş, okul öncesi eğitime devam süresi, anne-baba öğrenim durumu, aile türü, anne-baba çalışma durumu, kardeş sayısı gibi demografik bilgilerden oluşmaktır.

3.3.2. Örüntü Beceri Ölçeği (ÖBÖ)

Örüntü Beceri Ölçeği (ÖBÖ), 4–7 yaş aralığındaki çocukların örüntüye yönelik becerilerini değerlendirmek ve okul öncesi öğretmenlerinin bu becerilere ilişkin öğretim uygulamalarını incelemek amacıyla Ensar Yıldız ve Berrin Akman tarafından 2023 yılında geliştirilmiştir. Test, dört alt boyuttan oluşmakta ve toplamda on farklı örüntü becerisi alanını kapsamaktadır. Çocukların içeriği daha kolay kavrayabilmeleri ve soyut kavramları somutlaştırabilmeleri amacıyla tırtıl figüründen yararlanılmıştır. Bunun yanı sıra, çocukların ilgisini çekmek ve dikkat sürelerini mümkün olduğunca uzun tutabilmek için her maddeyi içeren bir tırtıl öyküsü araştırmacı tarafından kurgulanmıştır. Değerlendirme sürecinde doğru verilen her yanıt için 1 puan, yanlış yanıtlar için ise 0 puan verilmiştir. Ölçekten elde edilebilecek en düşük puan 0, en yüksek puan ise 19'dur.

Tablo 6.

Ölçeğin Alt Boyutlarının Adlandırılması ve Boyutlara ait Beceriler

Alt Boyutlar	Maddeler	Beceriler
Genel örüntü becerileri	1-2-3-4-5-6-7-9-10	Kopya etme, örüntü oluşturan birimi bulma, örüntüyü devam ettirme, örüntüde eksik parçayı bulma becerileri
Dönüştürme	12-13-14	Örüntüyü başka renk, şekil ve nesneye dönüştürme becerileri
Sek sek	8-17-19	Sek sek örüntüsünü devam ettirme, sek sek örüntüsü oluşturma becerileri
Genişletme	11-15-16-18	Hatalı örüntüyü düzeltme, genişleyen örüntüyü devam ettirme ve genişleyen örüntü oluşturma becerileri

Kaynak: Yıldız, 2022

Ölçek geliştirme süreci iki temel aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada, ölçeğin oluşturulmasında tarama yönteminden yararlanılmış; devam eden süreçte ise nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde bir durum çalışması yapılmıştır.

Araştırmanın nicel bölümünde 572 tane çocuktan veri toplanmış, nitel çalışma grubunda ise 27 okul öncesi öğretmeni yer almıştır. Veri toplama sürecinde uygun örnekleme ve kartopu örnekleme teknikleri kullanılırken, nitel çalışma için ölçüt örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Elde edilen veriler Microsoft Office Excel, Factor 12, Lisrel 9.1 ve IBM SPSS Statistics 24 programları kullanılarak analiz edilmiştir. Öğretmenlerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerin analizi ise MAXQDA aracılığıyla içerik analizi tekniğiyle gerçekleştirilmiştir.

Ölçeğin geçerlik çalışmalarında kapsam geçerliği için uzman görüşlerine dayalı Lawshe tekniği uygulanmış; yapı geçerliliğini değerlendirmek amacıyla açımlayıcı faktör analizi (AFA) ve doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılmıştır. Güvenirlik çalışmaları kapsamında ise Cronbach’s Alpha ve KR-20 iç tutarlık katsayılarına ek olarak iki yarı test yöntemleri kullanılmıştır. Madde analizlerinde madde güçlüğü değerleri ve çift serili korelasyon katsayıları incelenmiştir. Tüm bu süreçler sonunda dört alt boyuttan oluşan, toplam 19 maddelik bir ölçek geliştirilmiştir. Her bir maddeye ilişkin kapsam geçerlik katsayıları .57 ile 1.00 arasında değişmektedir. Ölçeğin güvenirliği çeşitli yöntemlerle incelenmiş; KR-20 katsayısı .85, Spearman-Brown iki yarı test güvenirlik katsayısı ise .92 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, Cronbach's Alpha değeri .87 olan bu ölçekte, madde güçlük düzeyleri .13 ile .89 arasında değişmekte olup test içeriğinde hem kolay hem orta hem de zor seviyedeki sorular yer almaktadır.

Ayrıca araştırmanın nitel bulguları, okul öncesi öğretmenlerinin örüntü öğretiminde çoğunlukla tekrarlayan örüntülere ağırlık verdiklerini, öğretimde daha çok gösterip yaptırma ve soru–cevap yöntemlerini kullandıklarını göstermiştir. Öğretmenlerin genellikle örüntüyü devam ettirme, örüntüyü kopyalama ve eksik öğeyi tamamlama gibi becerilere daha fazla yer verdikleri belirlenmiştir. Bunun yanında, birçok öğretmenin örüntü öğretimi sırasında sınıf düzenini özel olarak düzenlemediği sonucuna ulaşılmıştır (Yıldız ve Akman, 2023).

3.4. Uygulama Süreci

Bu bölümde uygulama sürecinde ait bilgiler ayrıntılı biçimde yer almaktadır.

3.4.1. Müdahale Programlarının Hazırlanması

Deney 1 grubu için "Öğrenme Rotaları Temelli Robotik Kodlama Destekli Matematik Örüntü Becerisi" üzerine robotik kodlama eğitiminin etkisini incelemek için araştırmacı tarafından 20 etkinlikten oluşan kodlama eğitim programı oluşturulmuştur. Program, haftada beş oturum olacak şekilde planlanmıştır.

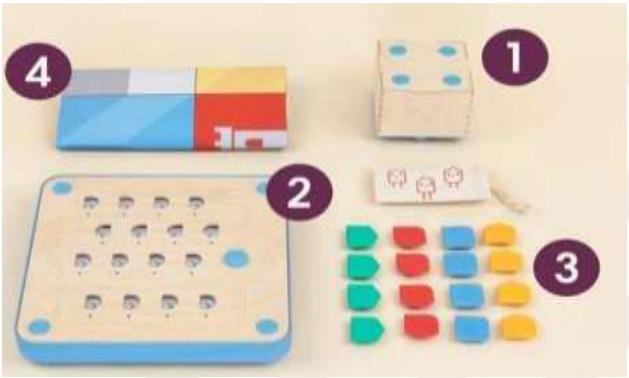
Robotik kodlama eğitim programındaki ilk dört etkinlik robot olmadan yapılan uygulamalarla hazırlanmış etkinliklerden oluşmaktadır. Bu etkinliklerle çocukların kodlamaya giriş yaparak programlamadaki temel unsurları (örneğin, algoritma, yönler vb. gibi) öğrenmesi amaçlanmıştır. Sonraki iki oturumda" Robotları tanıma ve deneyimleme" üzerine eğitim verilmiştir ve bu kez materyal üzerinde kodlamadaki temel kavramları öğrenmişlerdir. Bu etkinliğin, ilerleyen haftalarda yapılacak etkinliklere temel olması ve sonraki uygulamalar için çocukların robot kullanımı ile ilgili yetkinlik kazanmalarını hedeflemiştir. Araştırmacı tarafından yedinci etkinlikten sonraki her oturumda ise farklı matematik örüntü becerileri ele alınmış ve bu beceriler çocuklara somut materyallerle de desteklenen kodlama etkinlikleri verilmiştir. Etkinliklerin hedeflediği beceriler, Örüntü Beceri Ölçeği'nde yer alan maddeler ve MEB 2024 EÇE Okul Öncesi Eğitim Programında bilişsel gelişim alanında yer alan örüntü ile ilgili kazanım ve göstergeler temel alınarak belirlenmiştir. Araştırmacı hazırladığı etkinlikleri Uzman Görüşü Değerlendirme Formu ile birlikte uzman görüşüne sunmuştur. Alınan geri dönüşler doğrultusunda etkinlikler düzenlenerek programın son hâli oluşturulmuştur.

Tablo 7. *Deney 1 Grubuna Uygulanan Müdahale Etkinlikleri*

	Etkinlik Adı	**Öğrenme Rotası Bağlantılı Kazanımlar**	**Malzemeler**
Kodlama Giriş Etkinlikleri (Programlama Materyali İçermeyen Kodlama-unplugged coding)	Algoritma Öğreniyorum	Günlük yaşamdan adım adım sıralama → algoritmik düşünmeye giriş	Bal veya kahvaltılık çikolata kavanozu, kahvaltı bıçağı, ekmek, bilgisayar
	Yönleri Öğreniyorum, Arkadaşımı Kodluyorum	Yön kavramı → sıralı komut verme → kod yürütme	Yön kartları, oyun zemin matı, engel olarak kullanılabilecek nesneler, sticker
	Hazine Sandığı Oyunu	Problem çözme → doğru komut dizisini oluşturma	Görev Kartları, hazine sandığı,
Programlama Materyali İçermeyen Kodlama İle Örüntü Etkinliği	Yön Kartları ile Örüntü Tamamlıyorum	Örüntüde tekrar eden kuralı fark etme → eksik adımı tamamlama (debugging)	Eksik öğe içeren örüntü kartları, yön kartları, oyun zemin matı
Robotları Tanıma Etkinliği	Robot Cubetto'yu ve Bee Bot'u tanıyorum.	Robot farkındalığı → neden–sonuç ilişkisi	Robot Cubetto ve Bee-bot
	Robot Kaybolan Arkadaşlarını Arıyor	Hedefe ulaşmak için algoritma oluşturma	Oyun zemin matı, hayvan resimleri
Robotları Kodlayarak Örüntü Etkinlikleri	Robot ile Örüntünün Aynısını Yap	Modele bakarak örüntü kopyalama → kod çözme	Robot, örüntü kartları, kartlarda yer alan nesneler, oyun zemin matı
	Robot ile Hareket Örüntüsü Oluşturuyorum	Tekrar eden hareket dizileri → döngü mantığı	Robot , örüntü kartları,, oyun zemin matı, yön blokları
	Robot İle Tırtıl	Örüntüyü sürdürme → kuralı uygulama	Robot ve zemin matı, tırtıl resmi, yer matında kullanmak için çeşitli renk, şekil ve nesne örüntü materyalleri
	Şekil Krallığında Yolculuk	Görsel örüntü → algoritmik sıralama	Robot ve oyun matı, postacı şapkası, yer matında kullanmak için çeşitli renk, şekil örüntü materyalleri
	Matematik Ülkesi'ne Yolculuk	Artan örüntü → değişken mantığını sezme	Robot ve oyun matı, sayı ve şekil içeren görseller
	Sayı Örüntüsünü Tamamla	Sayısal örüntü → kuralı genelleme	Robot ve oyun matı, sayı örüntü kartları
	Robot ile Eksik Olanı Bul-Tamamla	Hata ayıklama (debugging)	Robot ve oyun matı, örüntü kartları (renkli şekiller, sayılar veya hayvan resimleri, renkli kağıtlar, düğmeler, boncuklar
	Robot İle Örüntüdeki Tekrarlanan Öğeyi Tanımlama Etkinliği	Döngüyü tanımlama → sözel ifade	Robot ve oyun matı, çeşitli şekil ve renklerden oluşan örüntü kartları
	Cubetto İle Kodlama Örüntünü Oluştur	Algoritma tasarlama → yaratıcılık	Cubetto ve yön blokları, oyun zemin matı, görev kartları, örüntü kartları
	Bee-Bot İle Örüntü Çizgileri	Kodla çizim → görsel örüntü üretme	Bee-bot, lastik, kalem, oyun zemin matı
	Cubetto İle Örüntü Takibi	Soyutlama → örüntüyü farklı temsile aktarma	Cubetto ve yön blokları, oyun zemin matı, görev kartları, örüntü kartları, sticker, işaretleme kalemleri
	Cubetto ile Genişleyen Örüntü Yapıyorum	Artan yapı → ileri düzey örüntü	Cubetto ve oyun matı, lego, resimli görev kartları (mat üzerine yerleştirmek için)
	Cubetto ile Yaşam Döngüleri	Süreç temelli örüntü → sistematik düşünme	Cubetto robotu ve kontrol paneli, oyun zemin matı, yaşam döngüsünü temsil eden resimli kartlar (örneğin, tırtıl, koza, kelebek veya tohum, filiz, çiçek), yaşam döngüsünün aşamalarını işaretlemek için renkli bloklar veya işaretleyiciler
	Cubetto İle Seksek Örüntüsü Yapalım	Karma örüntü → beden + kod entegrasyonu	Cubetto robotu ve kontrol paneli, oyun zemin matı, seksek örüntüsünün somutlaştırılması için lego blokları, örüntü görev kartları

Bu etkinlikler için ise somut programlama araçlarından Cubetto ve Bee-Bot isimli programlanabilir robotlar kullanılmıştır. Bu oyuncak robotlar, kullanım kolaylığı ve küçük çocuklara hitap etmesi nedeniyle seçilmiştir.

Araştırmada ağırlıklı olarak somut kod bloklarının panel üzerine yerleştirilmesi mantığıyla çalışan ve eğitim alanında kullanımı yaygınlaşan Cubetto robot kiti kullanılmıştır. Cubetto, 3 yaş ve 3 yaş üzeri, okuma-yazma bilmeyen çocuklar için tasarlanmıştır ve etkileşimli etkinlikler aracılığıyla ekrandan bağımsız şekilde kodlama öğretmeyi hedeflemektedir. (Primo, 2017; akt. Saygıner ve Tüzün, 2023). Bu robot kiti, dört kısımdan oluşmaktadır. Bu dört kısım Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Cubetto robot kitini oluşturan kısımlar
Kaynak: Primo, 2017; Saygıner ve Tüzün, 2023

Cubetto robot kitini; cubetto ahşap robot (1), kodlama yapım paneli (2), 16 tane bulunan kodlama blokları (ileri, sağ, sol ve fonksiyon blokları) (3) ve kodlama zemin matı (4) oluşturmaktadır. Kodlama panelinde bulunan alanlara kod bloklarının yerleştirilmesiyle ahşap robotun nasıl hareket edeceği belirlenmiştir. Renkli kod bloklarının dizilimi, robotun hareket yönünü değiştirmektedir. Cubetto'nun üzerinde hareket ettiği haritalarda, görev odaklı düzenlemeler rahatlıkla yapılabilir (Saygıner ve Tüzün, 2023).

Araştırmada bir diğer kullanılan robot Bee-Bot, TTS Group LTD tarafından üretilen arı şeklindeki bir zemin robotudur. Robot üzerinde bulunan yedi adet tuş çocukların kodlama yapmasını sağlamaktadır. Bu tuşlardan dördü hareket etmesini (sağ, sol, ileri, geri), biri mevcut programı silmeyi, biri programı duraklatmayı ve biri de girilen programın çalışmasını sağlamaktadır. Oyuncak robot, kendi programında 40 adıma kadar komut saklayabilmektedir. Bee-Bot küçük yaştaki çocukların problem çözme, sıralama

yapma ve tahmin etme becerilerini destekler ve okul öncesi dönem çocukları için etkili bir öğrenme aracıdır (Janka, 2008).



Şekil 5. Bee-Bot robot
Kaynak: Robotistan, 2020

Deney 2 grubu için ise "Öğrenme Rotaları Temelli Somut Manipülatif Destekli Matematik Örüntü Becerisi"ne somut manipülatiflerin etkisini incelemek için araştırmacı tarafından [LT²] *Learning & Teaching with Learning Trajectories* (https://www.learningtrajectories.org/) temel alınarak 16 etkinlikten oluşan örüntü eğitimi programı oluşturulmuştur. Program, haftada 4 oturum olacak şekilde planlanmıştır. Yine Robotik Kodlama Eğitim Programı'ndaki gibi etkinliklerin hedeflediği beceriler, Örüntü Beceri Ölçeği'nde yer alan maddeler ve MEB 2024 EÇE Okul Öncesi Eğitim Programında bilişsel gelişim alanında yer alan örüntü ile ilgili kazanım ve göstergeler temel alınarak belirlenmiştir. Araştırmacı hazırladığı etkinlikleri Uzman Görüşü Değerlendirme Formu ile birlikte yine uzman görüşüne sunmuştur. Alınan geri dönüşler doğrultusunda da etkinlikler düzenlenerek yine aynı şekilde programın son hâli oluşturulmuştur.

Tablo 8.

Deney 2 Grubuna Uygulanan Müdahale Etkinlikleri

Alt Boyutlar	Etkinlik Adı	Öğrenme Rotası Kazanımları	*Malzemeler*
Genel Örüntü Becerileri	Desenleri/örüntüleri tanıyorum	Çevresindeki günlük yaşamındaki basit örüntüleri gösterebilme	Çizgili gömlek, yaban arısı resmi
	Hareket Örüntüsü Oluşturuyorum	Modele bakarak örüntüyü kopyalayabilme	Müzik
	Renk Küpü Treni	Tekrarlayan öğeyi tanımlayabilme, modele bakarak örüntüyü kopyalayabilme	Renkli birbirine birleştirilebilen birim küpleri, Legolar,
	Ritim Çubuklarıyla Ses Örüntüsü	Örüntüyü kuralına göre devam ettirebilme	Ritim çubukları vb. gibi çeşitli müzik aleti
	Çocuk Desenleri	Örüntüyü kuralına göre devam ettirebilme	Çocuklar
	Eksik Olan Nedir?	Örüntüde eksik bırakılan öğeyi söyleyebilme ve örüntüyü devam ettirebilme	Renkli pullar vb. gibi çeşitli renk, şekil ve nesne örüntü materyalleri
	Sayı Örüntüsünü Tamamlayalım	Örüntüde eksik bırakılan öğeyi söyleyebilme ve örüntüyü devam ettirebilme	Sayı örüntü kartları
	Düğme Dikiyorum	Özgün örüntüler tasarlayabilme	Gömlek şeklinde ahşap tabla, tablaya uyumlu düğme pulları, ip, düğme renklerini belirleyen aparat
	Tırtıl Örüntüsü	Özgün örüntüler tasarlayabilme	Kuyruğu ipten Tırtıl Figürü, çeşitli renk ve şekillerde boncuklar
	Boncuk Örüntüsündeki Hataları Düzeltiyorum	Örüntüdeki hataları bulup düzeltebilme	İp, boncuk
	Mücevher Yapımı	Özgün örüntüler oluşturabilme	İp, Makarna çeşitleri, suluboya
	Kendi Örüntümü Tasarlıyorum	Özgün örüntüler oluşturabilme	Oyun hamuru, çöp şiş, farklı renk ve şekillerde boncuk
Dönüştürme	Örüntüyü Transfer Ediyorum	Örüntüyü farklı şekle dönüştürebilme	Örüntü kartları(renk, şekil veya yön içeren), eva, şönil, dil çubuğu, boncuk vb.
Genişletme	Genişleyen örüntü yapıyorum	Genişleyen örüntü oluşturabilme	Kare Legolar, bağlantı küpleri, dil çubuklar, boncuklar vb
	Yaşam Döngüleri	Genişleyen örüntü oluşturabilme	Yaşam döngüsünü temsil eden resimli manyetik kartlar (örn.; tırtıl, koza, kelebek vb.)
Seksek Örüntüsü	Seksek Örüntüsü Yapıyorum	Modele bakarak örüntüyü kopyalayabilme ve örüntüyü kuralına göre devam ettirebilme	Lego blokları

3.4.2. Verilerin Toplanması

Veri toplama sürecinde, ilk olarak MEB'in resmî sitesi olan https://ayse.meb.gov.tr/basvurudev/'den "Araştırma Uygulama İzni Başvuru" kısmından gerekli başvuru işlemi yapılmıştır. Araştırmacı, daha ulaşılabilir olması, merkezî konumu, sosyo ekonomik düzey olarak orta sınıf ailelerin bulunması gibi etkenlerden dolayı müdür yardımcısı olarak görev yaptığı okulu, uygulama yapmak için belirlemiştir.

Sonrasında Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü başvuruya binaen geri dönüş sağlamış ve görüşmeler sonucunda gerekli yasal izinler alınmıştır. Daha sonra okulun öğretmenleriyle görüşülmüş, araştırma ile ilgili gerekli bilgilendirmeler yapılmış ve araştırma için öğretmenlerden sözlü izin alınmıştır. Ardından velilere, araştırmanın amacı ve araştırma süreci ile ilgili bilgilendirme amaçlı bir toplantı tertip edilmiş, velilerden sözlü rızaları alınmış ve toplantı sonunda detaylı bilgilendirme içeren veli onam formu ve demografik bilgi formu verilmiştir, formları doldurmaları istenmiştir. Velilerden uygulama ile ilgili olumlu geri dönütler alınmıştır.

Uygulama yapılacak sınıfların benzer ay gruplarını içermesine, sınıf sayılarının ortalama olarak benzer olmasına ve sınıf öğretmenlerinin örüntü eğitimini henüz öğrencilerine vermemiş olmalarına dikkat edilmiştir. Bu ölçütlere göre uygulama yapılacak deney grupları ve kontrol grubu belirlenmiştir.

Sonrasında öğretmenlerle birlikte veri toplama sürecinin planlanlaması yapılmıştır. Örüntü eğitiminin uygulanması için öğretmenlerin günlük eğitim akışlarının müsaitlik durumuna göre gerekli çalışma takvimi oluşturulmuştur. Daha sonra ön testlerin uygulanması aşamasına geçilmiştir. Çocukların kendilerini daha rahat hissedebilmeleri için, kendi sınıflarına benzer olan boş olan bir sınıf kullanılmıştır.

3.4.2.1. Ön Testlerin Uygulanması

Veri toplama süreci ön test verilerinin toplanması ile başlamıştır. Ön test verileri, Yıldız ve Akman (2014) tarafından geliştirilen "Örüntü Beceri Ölçeği" ile 13 Şubat – 28 Şubat 2025 tarihleri arasında araştırmacı tarafından toplanmıştır. Araştırmacı, sessiz bir ortamda araştırmaya dâhil olan çocuklarla birebir görüşmelerle ölçme aracının dijital bir aplikasyon hâline getirilmesinin ardından tablet üzerinden uygulamıştır.

Uygulamanın öncesinde araştırmacı öğrencilere araştırmanın amacından bahsetmiştir. Çocuğa amigurumiden bir tırtıl oyuncağı gösterip "Bu tırtıl kelebek olmak için bir maceraya çıkmak istiyor, ona yardım edelim mi?" şeklinde bir soru ile çocukların uygulamaya (oyuna) katılıp katılmama konusunda rızalarını almıştır. Çocukların hazır olduğu zamanda da ön testi uygulamaya başlamıştır. Çocuklara istedikleri zaman oyuna ara verebilecekleri konusunda araştırmacı tarafından bilgilendirme yapılmıştır. Uygulama sürecinde öncelikle çocuğun kendisini rahat hissetmesi sağlanmıştır. Araştırmacı, ölçme aracını çocuğa bir "tırtıl" oyunu olarak anlatmış ve tablet üzerinden nasıl oynayacağı konusunda bilgilendirme yapmıştır. Uygulama esnasında öğrencilere ipucu sayılabilecek

bir söylem ya da “doğru, yanlış” gibi herhangi bir müdahale yapılmamıştır. Çocukların bunu sadece bir oyun etkinliği olarak yaptıklarını düşünmeleri istenmiş, dolayısıyla bunun kendileri için bir sınavda olma gibi bir hissin uyandırılmaması sağlanmaya çalışılmıştır. Her bir Örüntü Beceri Ölçeği (ÖBÖ)’nin uygulanması yaklaşık ortalama 20 dakika sürmüştür.

Ayrıca öğretmenlere, sınıflardaki uygulamalar bittikten sonra çocuklarla ilgili bireysel bilgi vermek yerine eğitime katılan çocukların örüntü becerilerine dair sınıf temelinde genel görüşler paylaşılmıştır (Yıldız ve Akman, 2023).

3.4.2.2. Müdahale Programlarının Uygulanması

Ön testlerin tamamlanmasının ardından 3 Mart – 11 Nisan 2025 tarihleri arasında (ara tatil dışındaki süreler hesap edilmiştir) 5 haftalık bir süreyle, deney 1 grubuna haftada 5 gün, deney 2 grubuna haftada 4 gün araştırmacı tarafından hazırlanan “Öğrenme Rotaları Temelli Robotik Kodlama Destekli Matematik Örüntü Eğitimi” ve yine “Öğrenme Rotaları Temelli Somut Manipülatiflerle Matematik Örüntü Eğitimi” uygulanmıştır. Bu süre içerisinde kontrol grubunda yer alan çocuklar öğretmenleri tarafından MEB 2024 EÇE (Erken Çocukluk Eğitimi) Okul Öncesi Eğitimi Programı doğrultusunda örüntü eğitimi alarak normal aylık ve günlük eğitim akışı planlarına devam etmişlerdir. Anaokulunda ikili öğretim uygulanması nedeniyle gerçekleştirilen uygulamalardan biri sabah grubunda, diğeri ise öğle grubunda araştırmacı tarafından yürütülmüştür.

Her iki eğitim programında da “Cubetto ve Bee-bot eğitim robotları” dışındaki kullanılacak materyallere araştırmacı tarafından karar verilmiştir. Eğitimler boş bir sınıf içinde ve okul saatlerinde gerçekleşmiştir. Sınıflarda yapılan uygulamalara ait örnek görseller aşağıda sunulmuştur.



Şekil 6. Deney 1 ve Deney 2 gruplarındaki uygulamalardan ve uygulamada kullanılan materyallerden bazıları

3.4.2.3. Son Testlerin ve Kalıcılık Testlerinin Uygulanması

Eğitim Programlarının tamamlanmasının ardından 14 – 26 Nisan 2025 tarihleri arasında deney ve kontrol grubunda yer alan çocuklara Örüntü Beceri Ölçeği son test olarak uygulanmıştır. Ölçek uygulaması, müdahale programları öncesinde yapılan ön test uygulamasında olduğu gibi birebir şeklinde gerçekleştirilmiştir. Gerekli durumlarda görüşmelere ara verilmiş ve daha sonra görüşmeye kalındığı yerden devam edilmiştir. Son test uygulamasından 4 hafta sonrasında yani 26 Mayıs- 7 Haziran 2025 tarihleri arasında deney 1, deney 2 ve kontrol gruplarına kalıcılık testi gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar esnasında hiçbir öğrenciye yönlendirme yapılmamış, ipucu verilmemiştir.

3.5. Verilerin Analizi

Araştırmada, çocukların örüntü becerilerini değerlendirmek amacıyla Örüntü Becerileri Ölçeği ile toplanan ön test, son test ve kalıcılık testi verileri kullanılmıştır. Verilerin analizinde, üç grup (Deney 1: robotik temelli müdahale, Deney 2: somut materyallere dayalı müdahale ve Kontrol) arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Analiz sürecine geçmeden önce ANOVA'nın gerektirdiği varsayımlar test edilmiştir. Bu kapsamda normallik ve varyans homojenliği koşulları incelenmiştir. Normallik varsayımı, her bir grup için çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerlerinin standart hatalarına

oranlanmasıyla hesaplanan z-skorları aracılığıyla değerlendirilmiştir. Bu kapsamda elde edilen bulgular Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9.

Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testlerine Ait Çarpıklık, Basıklık ve Z-Skorları

ÖBÖ	**Grup**	**Çarpıklık**	**Çarpıklık Sh**	**Z-skoru**	**Basıklık**	**Basıklık Sh**	**Z-skoru**
Ön Test	Deney 1	0.338	0.536	0.63	-0.554	1.038	-0.53
	Deney 2	-0.123	0.550	-0.22	-0.776	1.063	-0.73
	Kontrol	0.227	0.536	0.42	-0.167	1.038	-0.16
Son Test	Deney 1	-0.534	0.536	-1.00	0.197	1.038	0.19
	Deney 2	-0.378	0.550	-0.69	-0.635	1.063	-0.60
	Kontrol	0.725	0.536	1.35	0.797	1.038	0.77
Kalıcılık	Deney 1	-0.083	0.536	-0.15	0.368	1.038	0.35
	Deney 2	-0.212	0.550	-0.39	-0.811	1.063	-0.76
	Kontrol	0.591	0.536	1.10	-0.579	1.038	-0.56

Tablo 9 incelendiğinde, ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin tüm çarpıklık ve basıklık değerlerinden elde edilen z-skorlarının ±1.96 aralığında yer aldığı görülmektedir. Bu sonuç, her üç testte de verilerin normal dağılım varsayımını karşıladığını göstermektedir (Tabachnick ve Fidell, 2019). Dolayısıyla, analizlerde parametrik testlerin kullanılmasının uygun olduğu kabul edilmiştir. Varyansların homojenliği varsayımı ise Levene testi ile değerlendirilmiştir. Levene testi sonuçlarına göre, ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının varyansları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > .05$). Bu bulgu, grupların varyanslarının homojen olduğunu ve ANOVA'nın bu koşullar altında güvenle uygulanabileceğini göstermektedir. Varsayımlar karşılandıktan sonra gruplar arasındaki farkların anlamlılığını test etmek üzere tek yönlü ANOVA yapılmıştır. Anlamlı fark elde edilen durumlarda, farkın hangi gruplar arasında ortaya çıktığını belirlemek için Tukey HSD testi kullanılmıştır. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi .05 olarak kabul edilmiştir. Analizler SPSS 25.0 paket programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca her bir analiz için etki büyüklükleri (η^2) hesaplanmış ve Cohen'in (1988) ölçütlerine göre yorumlanmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Öğrenme rotaları temelli robotik kodlama etkinliklerinin okul öncesi dönem çocukların matematiksel örüntü becerilerine etkisini inceleyen bu çalışmada elde edilen bulgular tablolar halinde verilmiştir.

Tablo 10.

Gruplara Göre Ön Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler

PSS	Grup	n	Ortalama	Ss	Min	Max
Ön test	Deney 1	18	6.39	4.58	0	16
	Deney 2	17	7.65	3.81	1	14
	Kontrol	18	7.17	2.79	2	13

Tablo 10'da, Deney 1 (robotik kodlama), Deney 2 (somut manipülatif) ve Kontrol gruplarının örüntü eğitimi öncesi, ön test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler sunulmuştur. Bu veriler, her bir grubun ortalama başarı düzeyini, standart sapmalarını ve minimum-maksimum puan aralıklarını göstermektedir. Ön test sonuçlarına göre, üç grubun başlangıç düzeyleri birbirine yakın olmakla birlikte, en düşük ortalama Deney 1 grubuna aittir (□ = 6.39), ardından kontrol grubu (□ = 7.17) ve Deney 2 grubu (□ = 7.65) gelmektedir. Bu durum, grupların başlangıçta benzer bilgi düzeyine sahip olduklarını göstermektedir.

Tablo 11.

Ön Test ÖBÖ Puanlarına İlişkin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları

Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Sd**	**Kareler Ortalaması**	***F***	***p***	***η²***
Gruplar Arası	14.170	2	7.085	0.492	.615	.019
Grup İçi	720.660	50	14.413			
Toplam	734.830	52				

Tablo 11’de yer alan tek yönlü ANOVA sonuçları incelendiğinde, araştırmaya katılan üç grubun ön test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir [F(2,50)=0.492, p>.05]. Bu bulgu, deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesinde

örüntü becerileri açısından denk düzeyde olduklarını göstermektedir. Başlangıçta benzer başarı düzeyine sahip gruplar üzerinden yürütülen deneysel uygulamalar, yapılan analizlerin iç geçerlik açısından güçlü olduğunu desteklemektedir.

Tablo 12.

Gruplara Göre Son Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler

PSS	Grup	n	Ortalama	Ss	Min	Max
Son test	Deney 1	18	17.11	1.37	14	19
	Deney 2	17	17.00	1.50	14	19
	Kontrol	18	7.89	2.83	4	15

Tablo 12'de, Deney 1 (robotik kodlama), Deney 2 (somut manipülatif) ve Kontrol gruplarının örüntü eğitimi sonrası, son test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler sunulmuştur. Bu veriler, her bir grubun ortalama başarı düzeyini, standart sapmalarını ve minimum-maksimum puan aralıklarını göstermektedir. Son test sonuçlarına bakıldığında, Deney 1 grubunun ortalamasının 17.11, Deney 2 grubunun ortalamasının 17.00 olarak belirlenmiştir. Kontrol grubunun ortalaması ise 7.89'da kalmıştır. Bu sonuç, her iki deney grubunun da örüntü eğitimi sonrasında önemli bir gelişme gösterdiğini, kontrol grubunun ise belirgin bir ilerleme kaydetmediğini ortaya koymaktadır.

Tablo 13.

Son Test ÖBÖ Puanlarına İlişkin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları

Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Sd**	**Kareler Ortalaması**	**F**	**p**	**η^2**
Gruplar Arası	999.275	2	499.637	122.728	.001	.831
Grup İçi	203.556	50	4.071			
Toplam	1,202.830	52				

Tablo 13'de de görüldüğü üzere, uygulama sonrasında yapılan son test analizinde gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur [$F(2,50)=122.728$, $p=.001$, $\eta^2=.831$]. Elde edilen etki büyüklüğünün oldukça yüksek olması, uygulamaların örüntü becerileri üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Tukey HSD testi sonuçları, hem robotik kodlama hem de somut manipülatif etkinlikleri gerçekleştirilen öğretim gruplarının, kontrol grubuna göre anlamlı biçimde daha yüksek son test puanlarına sahip

olduğunu ortaya koymuştur (p=.001). Ancak deney grupları arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir (p=.985).

Tablo 14.

Son Test Puanlarına İlişkin İkili Karşılaştırmalar

Grup (I)	**Grup (J)**	**Ortalama Fark (I-J)**	**Standart Hata**	**p**	**%95 Güven Aralığı**	
					Alt Sınır	**Üst Sınır**
Deney 1	Kontrol	9.222*	0.673	.001	7.60	10.85
Deney 2	Kontrol	9.111*	0.682	.001	7.46	10.76
Deney 1	Deney 2	0.111	0.682	.985	-1.54	1.76

Tablo 14'te son test puanlarına ilişkin gruplar arası ikili karşılaştırmaların sonuçları sunulmaktadır. Deney 1 grubu ile kontrol grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p = .001). Benzer şekilde, Deney 2 grubu ile kontrol grubu arasında da anlamlı bir fark tespit edilmiştir (p = .001). Ancak Deney 1 ile Deney 2 grubu arasında anlamlı bir fark görülmemiştir (p = .985).

Tablo 15.

Son Test – Ön Test Puan Farklarına İlişkin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları

Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Sd**	**Kareler Ortalaması**	**F**	**p**	**η^2**
Gruplar Arası	1052.216	2	526.108	39.081	.001	.610
Grup İçi	673.105	50	13.462			
Toplam	1725.321	52				

Tablo 15'te, son test ile ön test arasındaki farklara ilişkin tek yönlü ANOVA sonuçları verilmiştir. Analiz sonucunda gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($F(2, 50) = 39.081$, $p < .001$, $\eta^2 = .610$). Etki büyüklüğü (.610) oldukça yüksektir. Cohen'e (1988) göre $\eta^2 > .14$ değerleri büyük etki büyüklüğü kategorisine girmektedir.

Tablo 16.

Son Test – Ön Test Puan Farklarına İlişkin İkili Karşılaştırmalar

Grup (I)	Grup (J)	Ortalama Fark (I–J)	Sh	p	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Deney 1	Kontrol	10.000*	1.223	.001	7.05	12.95
Deney 2	Kontrol	8.631*	1.241	.001	5.63	11.63
Deney 1	Deney 2	1.369	1.241	.516	-1.63	4.37

Tablo 16'da ise gruplar arasındaki ikili karşılaştırmalar sunulmuştur. Grupların gelişim düzeylerini incelemek amacıyla ön test ve son test puan farklarına yönelik analizde anlamlı fark saptanmıştır [$F(2,50)=39.081$, $p=.001$, $\eta^2=.610$]. Yani deney 1 grubu ile kontrol grubu arasındaki fark anlamlıdır (p= .001). Aynı şekilde, Deney 2 grubu ile kontrol grubu arasındaki fark da anlamlıdır (p= .001). Tukey testi sonuçları, her iki deney grubunun da kontrol grubuna göre daha yüksek öğrenme artışı gösterdiğini ortaya koymuştur (p=.001). Ancak Deney 1 ile Deney 2 arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir (p = .516).

Tablo 17.

Gruplara Göre Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler

PSS	Grup	n	Ortalama	Ss	Min	Max
Kalıcılık testi	Deney 1	18	16.44	1.20	14	19
	Deney 2	17	16.71	0.99	15	18
	Kontrol	18	7.33	2.64	4	13

Tablo 17'de, Deney 1 (robotik kodlama), Deney 2 (somut manipülatif) ve Kontrol gruplarının örüntü eğitimi sonrasındaki kalıcılık testi puanlarına ilişkin betimsel istatistikler sunulmuştur. Bu veriler, her bir grubun ortalama başarı düzeyini, standart sapmalarını ve minimum-maksimum puan aralıklarını göstermektedir. Kalıcılık testi sonuçlarına bakıldığında, Deney 1 grubu ortalaması 16.44, Deney 2 grubu ortalaması 16.71 olarak ölçülmüştür. Kontrol grubunun kalıcılık testi ortalaması ise 7.33'tür. Bu bulgu, her iki deneysel uygulamanın öğrenilen bilgilerin kalıcılığı üzerinde anlamlı etki yarattığını göstermektedir.

Tablo 18.

Kalıcılık Testi ÖBÖ Puanlarına İlişkin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları

Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Sd**	**Kareler Ortalaması**	**F**	**p**	**η²**
Gruplar Arası	1015.045	2	507.523	160.635	.001	.865
Grup İçi	157.974	50	3.159			
Toplam	1173.019	52				

Tablo 18'de, üç farklı grubun (Deney 1, Deney 2 ve Kontrol) kalıcılık testi ÖBÖ (Örüntü Beceri Ölçeği) puanlarına ilişkin yapılan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları yer almaktadır. Analiz sonucunda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür ($F(2, 50) = 160.635$, $p=.001$, $\eta^2 = .865$). Etki büyüklüğü değeri ($\eta^2 = .865$) oldukça yüksektir ve Cohen'e (1988) göre bu, büyük bir etki büyüklüğünü ifade etmektedir.

Tablo 19.

Kalıcılık Testi ÖBÖ Puanlarına İlişkin İkili Karşılaştırmalar

Grup (I)	**Grup (J)**	**Ortalama Fark (I–J)**	**Sh**	**p**	**%95 Güven Aralığı**	
					Alt Sınır	**Üst Sınır**
Deney 1	Kontrol	9.111*	0.592	.001	7.68	10.54
Deney 2	Kontrol	9.373*	0.601	.001	7.92	10.82
Deney 1	Deney 2	-0.261	0.601	.901	-1.71	1.19

Tablo 19'da, gruplar arasındaki anlamlı farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan ikili karşılaştırma sonuçları yer almaktadır. Uygulamanın kalıcılığına yönelik yapılan analizde, gruplar arasında anlamlı fark saptanmıştır [$F(2,50)=160.635$, $p=.001$, $\eta^2=.865$]. Yani Deney 1 grubu ile kontrol grubu arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p= .001$). Aynı şekilde, Deney 2 ile kontrol grubu arasındaki fark da anlamlı bulunmuştur ($p=.001$). Etki büyüklüğünün oldukça yüksek olması, uygulamaların örüntü becerileri üzerinde kalıcı bir öğrenme sağladığını göstermektedir. Tukey HSD testi sonuçlarına göre, hem robotik temelli hem de somut materyal temelli öğretim gruplarının kalıcılık testi puanları, kontrol grubuna göre anlamlı biçimde daha yüksektir ($p=.001$). Ancak, Deney 1 ile Deney 2 grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p = .901$).

Tablo 20.

Son Test – Kalıcılık Puan Farklarına İlişkin Tek Yönlü ANOVA Sonuçları

Varyans Kaynağı	**Kareler Toplamı**	**Sd**	**Kareler Ortalaması**	**F**	**p**	**η²**
Gruplar Arası	1.271	2	0.636	0.408	.667	.016
Grup İçi	77.974	50	1.559			
Toplam	79.245	52				

Tablo 20’de de görüldüğü üzere, son test ve kalıcılık testi puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için yapılan tek yönlü ANOVA analizi sonucunda gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır [F(2,50)=0.408, p>.05].

BÖLÜM V

TARTIŞMA VE YORUM

Bu araştırmada, okul öncesi dönemde öğrenme rotaları temel alınarak hazırlanmış robotik kodlama etkinliklerinin çocukların matematiksel örüntü becerilerine etkisi incelenmiştir. Dolayısıyla bu araştırma esnasında deney 1 grubuna robotik kodlama etkinlikleri içeren öğretim uygulamaları yaptırılırken deney 2 grubuna somut manipülatif etkinlikleri içeren öğretim uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular, her iki öğretim yaklaşımının da çocukların matematik örüntü becerilerini anlamlı düzeyde geliştirdiğini göstermektedir. Geleneksel eğitim programına devam eden kontrol grubuna kıyasla hem robotik kodlama hem de somut manipülatif etkinliklerinin gerçekleştirildiği deney gruplarının Örüntü Becerileri Ölçeği'nden aldıkları son test ve kalıcılık testi puanlarının anlamlı biçimde yüksek olması, uygulamaların öğrenme üzerinde güçlü ve kalıcı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Araştırma bulguları, çocukların örüntü becerilerindeki artışta uygulanan öğretim yöntemlerinin anlamlı bir etkisinin olduğunu, bunun yanında etkinliklerin öğrenme rotaları yaklaşımı temelinde planlanmasının da sürece anlamlı katkı sağladığını göstermektedir. Alanyazın incelemesinde, öğrenme rotalarının erken dönem matematik eğitiminde etkili bir yaklaşım sunduğu görülmektedir (Baroody, Clements ve Sarama, 2022). Clements ve arkadaşlarının (2011) geniş bir örneklemle yürüttükleri çalışmada, öğrenme rotaları esas alınarak geliştirilen matematik eğitim programının, okul öncesi dönem çocuklarının matematik becerilerinin gelişimi üzerinde yaygın ve güçlü bir etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Clements ve arkadaşları (2021), okul öncesi dönem çocuklarına erken aritmetik beceriler kazandırmayı amaçladıkları ve iki farklı öğretim yaklaşımını karşılaştırdıkları araştırmalarında, öğrenme rotaları yaklaşımının uygulandığı grubun çok daha yüksek düzeyde kazanım elde ettiğini ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Blanton ve arkadaşları (2015), öğrenme rotalarını temel alarak altı yaşındaki çocukların cebirsel düşünmeye, özellikle işlevsel ilişkileri genelleme becerilerine yönelik yürüttükleri müdahale çalışmasında, çocukların tipik müfredat kapsamında ulaşılan düzeyin belirgin biçimde üzerine çıktıklarını saptamışlardır.

Ceylan (2022) tarafından gerçekleştirilen "Okul Öncesi Dönem Çocuklarının Ölçme Becerilerine Öğrenme Rotaları Temelli Kodlama Eğitiminin Etkisi" başlıklı doktora tez çalışmasında da, deney gruplarına uygulanan öğrenme rotaları temelli

etkinliklerin (robotik kodlama içeren ve içermeyen) çocukların alan, uzunluk, açı ölçme ve hacim becerileri üzerinde kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı ve kalıcı bir etki oluşturduğu tespit edilmiştir. Ancak, deney grupları arasında bu etkiler bakımından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu araştırmada elde edilen bulgular da Ceylan'ın çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Öğrenme rotalarına dayalı hazırlanan matematik öğretim programlarında hem somut manipülatiflerin hem de robot destekli teknolojik araçların kullanımının etkili olduğu sonucuna ulaşılmış, ancak deney gruplarının kendi içlerinde anlamlı bir farklılık göstermediği görülmüştür. Bu doğrultuda, elde edilen bulgular neticesinde mevcut çalışma, öğrenme rotaları yaklaşımının erken çocukluk dönemi matematik eğitiminde etkili bir öğretim yaklaşımı olduğu yönündeki bulguları desteklediği görülmektedir.

Her ne kadar bu araştırma sonucunda elde edilen bulgularda deney gruplarının kendi içinde anlamlı bir farklılaşma göstermediği görülse de genel anlamda eğitimde robotik uygulamaların kullanımı, öğrencilerin işbirlikli öğrenmeye katılımını ve öğrenme etkinliklerine yönelik motivasyonlarını artırmada etkili bir araç olarak değerlendirilmektedir (Highfield, 2010; Wei ve diğerleri, 2011). Robot teknolojilerinin eğitim sürecine entegrasyonu, öğrencilerin yalnızca bilişsel gelişimlerini değil; aynı zamanda dilsel, sosyal ve duygusal becerilerinin de güçlenmesine katkı sağlamaktadır (Kahn ve diğerleri, 2012; Kozima ve Nakagawa, 2007; Shimada, Takayuki ve Koizumi, 2012; Wei ve diğerleri, 2011).

Küçük ve Şişman'ın (2017) çalışmasında da bu bulgular desteklenmiştir. Araştırmacılar, ilkokul öğrencileriyle birebir robotik öğretimi gerçekleştiren eğitmenlerin deneyimlerini incelemiştir. Durum çalışması yöntemiyle yürütülen araştırmada, yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla 27 öğretmenden veri toplanmış ve elde edilen bulgular içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, robotik öğretiminin öğrenciler açısından eğlenceli, motive edici ve verimli bir süreç olduğu görülmüştür. Ayrıca yaratıcı düşünme sarmal öğretim modelinin robotik öğretimde etkili bir yöntem olduğu, oyunlaştırma stratejilerinin öğrencilerin ilgisini sürdürmede ve dikkatlerini canlı tutmada önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir.

Özellikle robotik destekli etkinliklerin, çocukların problem çözme, tahmin etme, mantıksal düşünme ve örüntüleri fark etme becerilerini desteklediği daha önceki çalışmalarda da vurgulanmıştır (Bers, 2018; Sullivan ve Bers, 2019). Bu durumun, kodlama etkinlikleri aracılığıyla matematiksel içeriklerin çocuklara anlamlı ve bağlamsal bir yapı içerisinde sunulmasından kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir (Lee, 2020).

Bununla birlikte, kodlama etkinliklerinin çocuklar arasında iş birliğini desteklediği ve etkili bir zihinsel araç işlevi gördüğü de vurgulanmaktadır (Cicconi, 2014). Ayrıca paylaşılan etkinlikler yoluyla çocukların, bireysel olarak yapabileceklerinin ötesine geçebildikleri belirtilmektedir (Pozdniakov ve Freiman, 2021).

Bu doğrultuda, söz konusu çalışmada çocukların küçük gruplar hâlinde çalışmaları sağlanmış; kodlama görevleri sırasında problem çözümüne birlikte ulaşabilmeleri için gerekli destek sunulmuş ve matematiksel örüntü içerikleri robotik materyaller aracılığıyla çocukların gelişim düzeylerine uygun, anlamlı bağlamlar içinde ele alınmıştır. Etkinlik sürecinde çocukların aktif katılım göstermeleri özellikle desteklenmiştir. Kısacası bu araştırmalara benzer şekilde robotik etkinliklerin, çocukların örüntüleme sürecine aktif katılımını artırarak kalıcı öğrenmeyi desteklediği görülmüştür.

Ayrıca matematik öğretiminde somut manipülatiflerin ya da diğer bir ifadeyle öğrenme materyallerinin kullanımı, yalnızca çocukların bilişsel süreçlerini desteklemekle kalmamış; aynı zamanda onların matematiğe yönelik ilgilerini artırmış ve bu alanla etkileşimlerinden zevk almalarını sağlamıştır (Ojose ve Sexton, 2009). Bruner (1966) ve Piaget (1971) gibi eğitim psikolojisinin önde gelen isimleri, öğrenme sürecinde materyal kullanımının gerekliliğini vurgulamışlardır. Somut materyallerle yapılan etkinlikler, çocukların matematiği soyut semboller üzerinden değil, gözle görülür, dokunulabilir deneyimler aracılığıyla anlamalarına olanak tanır dolayısıyla çocuk, öğrenme sürecine pasif bir dinleyici olarak değil, etkin bir katılımcı olarak dâhil olmuştur. Bu sayede, öğrenme süreci daha kalıcı ve anlamlı hâle gelmiştir (Erdoğan, Parpucu ve Boz, 2017; Gürbüz, 2007; Güven ve Karataş, 2005; İnan, 2006).

Benzer şekilde Laski ve arkadaşlarının (2015) araştırmasında da çocukların matematikle ilişkili manipülatiflerle etkileşimde bulunmalarının, onların problem çözme, eleştirel düşünme ve matematiksel muhakeme becerilerini önemli ölçüde geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmada, materyal tabanlı öğrenme ortamlarının çocuklara bağımsız düşünme ve ilişkilendirme becerisi kazandırdığı, dolayısıyla matematiksel öğrenme çıktılarının daha etkili hâle geldiği vurgulanmıştır.

Öğrenme rotaları temelli somut materyal destekli uygulamaların da çocukların manipülatif deneyimlerini artırarak matematiksel ilişkileri anlamlandırmalarına katkı sağladığı bilinmektedir (Clements ve Sarama, 2014; Hachey, 2020). Bu araştırmada somut materyal grubunun da robotik grup kadar etkili sonuçlar göstermesi, küçük yaş grubundaki okul öncesi dönem çocukların deneyimsel yani aktif öğrenme yoluyla anlamlı öğrenmeler gerçekleştirdiğini açıkça göstermektedir. Bu durum, Piaget'nin (1964)

çocukların somut işlemler döneminde aktif deneyimlerle öğrenmeyi tercih ettiklerini vurgulayan görüşüyle de koşuttur.

Ayrıca, bu araştırmada öğrenme rotaları temel alınarak uygulama yapılan deney gruplarının son test ölçüm sonuçlarında farkın anlamlı olmaması yani her iki yaklaşımın da çocukların örüntü becerilerindeki gelişimi desteklemede eşdeğer düzeyde etkili olması; öğretim rotaları temelinde denenebilecek farklı öğretim yöntemlerinin de benzer öğrenme çıktıları sağlayabileceğini göstermektedir. Bu bulgu, öğrenme rotalarının çocukların bilişsel gelişimsel düzeylerine uygun biçimde yapılandırılmış öğretim süreçleri sunmasıyla matematiksel öğrenmeyi desteklediğine dair literatürle uyum sağlamaktadır (Clements ve Sarama, 2009).

Clements ve Sarama (2021), çocukların nitelikli matematik eğitimi sayesinde yaş düzeylerinin üzerinde başarı gösterebileceğini, ancak gelişimsel sınırlılıkların belirli bir noktadan sonra bu ilerlemeyi kısıtlayabileceğini de ifade etmektedir. Deney grupları arasında örüntü becerilerindeki gelişimin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılaşmamasının bir diğer olası nedeni ise her iki grubun da öğrenme rotaları yaklaşımına dayalı olarak yapılandırılması ve robotik materyaller dışında kullanılan öğretim materyalleri ile öğrenme süreçlerinin büyük ölçüde benzerlik göstermesi olabilir. Bu bağlamda, erken çocukluk döneminde robotik materyal kullanımının matematiksel becerilerin gelişimine katkı sağladığı görülmekle birlikte, bu katkının öğrenme rotaları yaklaşımına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığı söylenebilir.

Elde edilen sonuçlar aynı zamanda, erken çocukluk döneminde matematiksel örüntü becerilerinin; uygun materyaller, zenginleştirilmiş öğrenme ortamları ve dikkatle planlanmış etkinlikler aracılığıyla geliştirilebilen bir beceri olduğunu da ortaya koymaktadır. Bu durum, okul öncesi eğitimde öğretim yöntemlerinin çeşitlendirilmesi gerektiğine, farklı yaklaşımların benzer hedeflere ulaşabileceğine işaret etmektedir.

Her iki deney grubunun kalıcılık testi sonuçlarının yüksek olması, öğrenilen bilginin kısa süreli değil, uzun süreli belleğe aktarıldığını göstermektedir. Bu sonuç, Bruner'in (1966) "eylemsel öğrenme" (enactive learning) basamağıyla da örtüşmektedir. Çocukların, doğrudan etkileşim ve uygulama içeren, aktif öğrenme ortamlarında kazandıkları bilgileri kalıcı hâle getirdiklerini göstermektedir. Kodlama etkinlikleri ve robotik araçlar ve benzeri somut materyaller bu gelişimi desteklemek için kullanılabilecek güçlü ve etkili öğretim araçları arasında yer almaktadır. Nitekim Erdoğan ve arkadaşlarının (2017), okul öncesi dönem çocuklarının işlem öncesi dönemde olmaları dolayısıyla öğrenmeyi somut materyallerle gerçekleştirmenin önemli olduğunu

belirtmiştir. Çocukların, bu dönemde duyuları ile öğrendiğini kabul edersek, çocukların dokunarak deneyimlemelerine fırsat sağlayacak somut materyallerin kullanıldığı zengin öğrenme ortamlarının oluşturulması matematik becerilerinin kazanılmasında çok önemli olduğu düşüncesini desteklemektedir.

Manipülatif materyaller, okul öncesi dönem çocuklarının gelişimsel özellikleri dikkate alındığında eğitimciler tarafından yaygın biçimde tercih edilmektedir. Somut düşünme döneminde bulunan küçük yaştaki çocuklar, bu materyallerin sunduğu olanaklar sayesinde öğrenme süreçlerinde önemli kazanımlar elde edebilmektedir (NAEYC, 2010). Manipülatifler, soyut matematiksel fikir ve kavramların somut eylemler aracılığıyla anlaşılmasını kolaylaştırmakta (Moyer, 2001); çocuklara geri bildirim sunarak yaptıkları etkinliklerin sonuçlarını gözlemleme fırsatı vermektedir (Cope, 2015). Bunun yanı sıra tekrar yapmaya olanak tanıması ve öğrenmenin kalıcılığını desteklemesi (Liggett, 2017), her çocuğun kendi hızına ve düzeyine uygun biçimde düzenlenebilmesi (Sowell, 1989) bu materyallerin öne çıkan özellikleri arasında yer almaktadır. Ayrıca manipülatiflerin, çocukların matematiğe yönelik olumsuz tutum ve ön yargılarını azaltmada etkili olduğu belirtilmektedir (Tutak, Aydoğdu ve Erşen, 2014). Bu araçları değerli kılan bir diğer önemli özellik ise kolaylıkla manipüle edilebilir olmalarıdır. Bu sayede öğretmenler, benzerlerini ya da alternatif materyalleri ihtiyaçlara göre rahatlıkla kullanabilmekte ve öğrenme ortamlarını esnek biçimde zenginleştirebilmektedir.

Bu süreçte öğretmenlere de büyük görevler düşmektedir. Öğretmenler matematiği öğretme yöntemleri konusundaki bilgi, beceri, farkındalıklarını artırmalı ve çocuklara zengin öğrenme ortamları sunan bol uyaranlı eğitim materyalleri (eğitim robotları, somut manipülatifler vb.) sunmalıdırlar. Aynı zamanda öğretmen çocukların matematik becerilerini destekleme sürecinde çocukların hazırbulunuşluklarını ve öğrenme durumlarını dikkate alarak bir yol haritası çizmelidir.

Araştırma önemli bulgular sunmasına rağmen, araştırmanın bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Öncelikle müdahale süresi görece kısa olduğundan öğrenme rotaları temelli örüntü öğretiminin uzun vadeli etkileri değerlendirilememiştir. Araştırmanın belirli bir il ile sınırlı kalması ve sınırlı bir örneklem büyüklüğü ile yürütülmesi, bulguların farklı sosyo-kültürel ortamlara dair genellenebilirliğini güçleştirmektedir. Ayrıca öğretmen uygulamalarındaki bireysel farklılıklar, robotik materyallere aşinalık düzeyi, sınıf ortamının niteliği ve çocukların teknoloji deneyimleri, ilgi, tutum ve yetenekleri gibi değişkenler de tam anlamıyla kontrol altına alınamamıştır. Tüm bu

sınırlılıklar, elde edilen sonuçların yorumlanması aşamasında göz önünde bulundurulmalıdır.

BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgular özetlenmiş ve sonuçlar doğrultusunda çeşitli önerilere yer verilmiştir.

6.1. Sonuçlar

- Çalışmanın analizleri, deney ve kontrol gruplarının müdahale öncesindeki matematiksel örüntü beceri düzeylerinin birbirine benzer olduğunu ve ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığını göstermiştir. Ancak uygulama süreci tamamlandıktan sonra yapılan son test sonuçları, öğrenme rotaları temelli eğitim verilen deney grupları ve kontrol grubunun arasındaki farkın karşılaştırılmasında deney gruplarının lehine istatistiksel açıdan anlamlı bir fark oluştuğunu ortaya koymuştur.
- Buna göre; öğrenme rotaları temelli hazırlanmış örüntü eğitiminde programlanabilir oyuncak robotlarla yapılan kodlama etkinliklerine katılan çocukların da somut manipülatiflerle hazırlanmış programa katılan çocukların da örüntü beceri ölçeği (ÖBÖ) ile ölçülen puanlarında, kontrol grubundaki akranlarına kıyasla çocukların örüntü becerilerinde benzer düzeyde, belirgin bir artış gerçekleşmiştir. Başka bir ifadeyle, çocuklara somut materyallerle yapılan örüntü etkinlikleri kadar robotik destekli uygulamalar da etkili olmuş; her iki yöntem de çocukların örüntüleri fark etme, devam ettirme ve yeni örüntüler oluşturma becerilerini anlamlı biçimde geliştirmiştir.
- Aynı zamanda deney gruplarında ve kontrol grubunda son testlerin uygulanmasından dört hafta sonra gerçekleştirilen kalıcılık testi ölçümlerinde, müdahale eğitimi verilmiş deney gruplarında öğrenilen bilginin zaman içinde kaybolmadığını, çocukların kazandıkları becerileri koruduklarını göstermektedir. Çocukların uygulama sonrasındaki süreçte öğrendiklerini koruması, öğretim yöntemlerinin sadece kısa süreli değil, kalıcı öğrenme sağladığının bir göstergesidir.
- Araştırmadan elde edilen bu bulgular, okul öncesi dönemde öğrenme rotaları temelinde uygulanan kodlama temelli etkinliklerin, özellikle

programlanabilir robotların kullanıldığı yapılandırılmış uygulamaların ve yine somut manipülatiflerin de çocukların matematiksel örüntü becerilerini desteklemede etkili bir araç olduğunu göstermektedir.

- Sonuçlar neticesinde çocukların aktif öğrenmelerini, deneyimlemelerini merkeze alan farklı öğretim yöntemlerinin de bu araştırmada olduğu gibi öğrenmenin kalıcılığı üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğini düşündürmektedir.
- Elde edilen tüm bulgular birlikte değerlendirildiğinde, hem öğrenme rotaları temelli robotik kodlama etkinliklerinin hem de öğrenme rotaları temelli somut materyal kullanılarak yapılan öğretim uygulamalarının çocukların matematik örüntü becerilerini geliştirmede etkili ve kalıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kontrol grubuna kıyasla deney gruplarının anlamlı ölçüde daha yüksek başarı göstermesi, bu tür etkinliklerin okul öncesi dönemde matematiksel düşünme, mantıksal ilişki kurma ve problem çözme becerilerini desteklediğini göstermektedir. Dolayısıyla, okul öncesi eğitim programlarında öğrenme rotaları temelli matematik örüntü öğretimi sürecine robotik uygulamalar veya somut materyal temelli etkinliklerin dâhil edilmesi, çocukların matematiksel düşünme becerilerini güçlendirmede önemli bir katkı sağlayabilir.

6.2. Öneriler

Bu bölümde araştırma sonunda elde edilen bulgular doğrultusunda uygulama ve araştırma alanına yönelik bazı önerilere yer verilmiştir.

6.2.1. Yapılacak Araştırmalara Yönelik Öneriler

- Öncelikle müdahale süresi uzatılabilir ya da değişik örüntü türleri ve farklı matematik konu alanlarını içeren uzun süreli araştırmalar yapılabilir.
- Öğrenme rotaları temelli öğretimin genellenebilirliğini güçlendirmek veya örüntü gelişimini etkileyen kültürel ve çevresel değişkenleri daha iyi anlayabilmek için farklı sosyo-kültürel ortamlarda yürütülecek yeni araştırmalar yapılabilir.
- Çocukların örüntü oluşturma süreçlerine ilişkin daha detaylı bilgi edinebilmek için; video analizi, süreç gözlemleri ve çocukların ürünlerinin

değerlendirilmesi vb. gibi nitel veri toplama yöntemleri de kullanılarak ölçme araçları çeşitlendirilebilir.

- Ayrıca farklı türde robotik araçların, dijital uygulamaların veya karma öğrenme ortamlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi, hangi materyallerin hangi örüntü becerilerinde daha etkili olduğunu belirlemede önemli katkılar sağlayabilir.
- Çocukların erken yaşta kazandıkları örüntü becerilerinin ilkokul ve sonraki yıllardaki matematik başarılarını nasıl etkilediğini inceleyen boylamsal araştırmalar yapılabilir.
- Öğretmenlerin pedagojik bilgi ve uygulamalarının çocukların öğrenme düzeyi üzerindeki etkisinin incelenmesi de gelecekteki araştırmalar açısından önemli bir nokta olabilir.
- Son olarak, aile katılımını ve ev ortamında yapılan örüntü etkinliklerini dikkate alan çalışmalar, çocukların öğrenme süreçlerinin bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesine katkı sağlayabilir.

6.2.2. Uygulamaya Yönelik Öneriler

- Okul öncesi öğretmenlerine, öğrenme rotalarını temele alarak matematik etkinlikleri tasarlayabilmelerine ve tasarladıkları etkinlikleri günlük ve aylık planlarına dâhil edebilmelerine yönelik üniversitelerle işbirliği içerisinde koçluk eğitimleri düzenlenebilir.
- Yine aynı şekilde öğretmenler, robotik ve robotik kodlamayı matematik gibi alanlarda nasıl kullanabileceklerine yönelik kendilerini geliştirebilmek ve çocukları bu konuda destekleyebilmek adına konferans, seminer ve hizmetiçi eğitim çalışmalarına katılabilirler.
- Öğretmenler örüntü eğitimi verirken farklı robotik araçlar, dijital uygulamalar veya somut manipülatifler kullanabilir. Böylelikle öğretmenler tarafından eğitim ortamının düzenlenmesi ve eğitim materyallerinin ilgi çekici hâle getirilmesi, çocukların konu üzerindeki odaklanma ve kalıcı öğrenmelerini artırabilir.

KAYNAKÇA

Akdoğan, E.A. (2020). *Eğitsel robotik kodlama dersi veren öğretmenlerin öğretim programındaki kazanımlara yönelik görüşleri*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Akkan, M. (2023). *Eğitimin geleceği ve eğitimde yapay zekanın rolü*. https://izmirsehirkoleji.com/upload/files/E%C4%9Fitimin%20Gelece%C4%9Fi%20ve%20E%C4%9Fitimde%20Yapay%20Zekan%C4%B1n%20Rol%C3%BC%20-%20Memi%C5%9F%20 AKKAN.pdf adresinden erişilmiştir.

Akman, B. (2002). Okul öncesi dönemde matematik. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23*, 244-248.

Akman Selçuk, N. (2019). *Eğitsel robotik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin ders motivasyonları, robotik tutumları ve başarıları açısından incelenmesi.* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Aktaş Arnas, Y. (2004). *Okul öncesi dönemde matematik eğitimi*. Genişletilmiş 2. baskı. Nobel Kitabevi.

Aktaş Arnas, Y., Sığırtmaç, A., & Gürsoy, F. (2004). *Okul öncesi dönemde matematik eğitimi*. Morpa Kültür Yayınları.

Aktaş, F. N. (2020). *Görme engelli öğrencilerin cebirsel düşünme süreçlerinin incelenmesi: öğrenme yol haritaları.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi. Ankara

Altan, R. Y. (2023). Temel matematik becerileri. A. Akıncı Coşgun, H. Genç Çopur, & İ. Ulutaş (Editörler), *Erken Çocukluk Matematik Eğitiminde Güncel Konular* içinde (ss. 27-46) Nobel Yayıncılık.

Altıntaş, E., & İlgün, Ş. (2019, Aralık). *Okul öncesi eğitiminde hikâyelerle matematik öğretiminin öğrenci başarıları ve öğretmen görüşleri bakımından değerlendirilmesi*. 6. Uluslararası Okul Öncesi Eğitimi Kongresi, Kars. https://kafkas.edu.tr/ IECECUOEK/TR/sayfa10181.aspx.

Arslan, P. Y., & Kayali, F. (2023 October, 18–21). Exploring the design and implementation of a roboticcoding camp in teacher education. In 2023 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1–5). College Station, TX, USA. https://doi.org/10.1109/FIE58773.2023.10343492.

Aslan, D., Dağaynası, S., & Ceylan, M. (2024). Technology and geometry: Fostering young children's geometrical concepts through a research-based robotic coding program. *Education and Information Technologies*, 1-23.

Aslanargun E., & Tapan F. (2011). Okul öncesi eğitim ve çocuklar üzerindeki etkileri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11*(2), 219-239.

Atabay, E., Albayrak, M., (2020). Okul öncesi dönem çocuklarına oyunlaştırma ile algoritma eğitimi verilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 8*(3), 856-868.

Atıcı, Ş. (2021). *Örüntü tabanlı matematik eğitimi programı'nın 60-69 aylık çocukların görsel algılamaları üzerine etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Ayan Civak, R. (2020). *Bir yedinci sınıfta matematiksel uygulamaların gelişimi: öğrencilerin orantısal akıl yürütmelerinin gelişiminin incelenmesi.* (Yayımlanmamış doktora tezi).Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Ankara

Aunio, P., Hautamäki, J., Heiskari, P., & Van Luit, J. E. H. (2014). The development of early numeracy skills in kindergarten in low-, average- high-performance groups *Journal of Early Childhood Research*, 1–14. http://10.1177/1476718X14538722

Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2015). *Computing our future: Computer programming and coding—Priorities, school curricula and initiatives across Europe.* European Schoolnet.

Ball, D. L., & Cohen, D. K. (1999). Developing practice, developing practitioners: Toward a practice-based theory of professional development. In L. Darling-Hammond & G. Sykes (Eds.), *Teaching as the learning profession: Handbook of policy and practice* (pp. 3–32). Jossey-Bass.

Baroody, A. J., Cibulskis, M., Lai, M.L., & Li, X. (2004). Comments on the use of learning trajectories in curriculum development. *Mathematical Thinking and Learning*, *6*(2), 227–260.

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 operations knowledge. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 351–366). Cambridge University Press.

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. http://10.1007/s11858-014-0636-5

Baydemir Çınar, G. (2023). *Bilişsel gelişim kuramları.* Akman, B. (Ed.), *Erken çocuklukta matematik eğitimi* içinde (s. 2-8). Pegem Akademi.

Bers, M. U. (2008). *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. Teachers College Press.

Bers, M. U. (2018). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge.

Bers, M. U., González-González, C., & Armas–Torres, M. B. (2019). *Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in early childhood education.Computers & Education, 138*(3). http://10.1016/j.compedu.2019.04.013

Blanton, M. L., & Kaput, J. J. (2004). Elementary grades students' capacity for functional thinking. *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 135–142.

Blanton, M., Stephens, A., Knuth, E., Gardiner, A., Isler, I., & Agrawal, S. (2015). The development of children's algebraic thinking: The impact of a comprehensive early algebra intervention in third grade. *Journal for Research in Mathematics Education, 46*(1), 39-87. https://doi.org/10.5951/jresematheduc.46.1.0039

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.

Bocconi, S., Chioccariello, A., & Earp, J. (2018). *The Nordic approach to introducing computational thinking and programming in compulsory education.* European Schoolnet

Boz, M. (2019). Erken çocuklukta matematiği öğrenme G. Uludağ (Ed.) Erken çocukluk döneminde matematik eğitimi, (p.n. 153-168). Ankara: Nobel.

Brown, E. T., & Molfese, V. J. (2008). Preschool children's mathematics and literacy skills: The role of home environment. *Early Childhood Research Quarterly, 23*(2), 183–197. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2007.08.002

Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Belknap Press.

Buldu, M. (2010). Okul öncesi dönemde matematiksel kavram gelişimi. B. Akman (Ed.) *Okul öncesi matematik eğitimi* içinde (s. 28-45). Pegem Yayınevi

Burns, M. (2000). *About teaching mathematics*. Math Solutions Publications.

Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2019). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (9. bs.). Pegem Akademi.

Camci, F. (2018). *Altıncı sınıf öğrencilerinin tahmini öğrenme yol haritası çerçevesinde tasarlanan bir öğretim deneyindeki matematiksel soyutlama süreçleri*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Can D., (2022). Öğretmen adaylarının mesleki gelişiminde bilimsel eğitim etkinliklerinin rolü: Öğrenme yörüngelerine dayalı matematik eğitimi örneği. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi, 12*(3), 598-609. http://doi.org/10.5961/ higheredusci.1132236

Canbeldek, M. (2020). *Erken çocukluk eğitiminde üreten çocuklar kodlama ve robotik eğitim programının etkilerinin incelenmesi.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Pamukkale Üniversitesi-Denizli.

Carpenter, T. P., Fennema, E., & Franke, M. L. (1996). Cognitively guided instruction: A knowledge base for reform in elementary mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education, 27*(1), 3–20.

Cathcart, W. G., Pothier, Y., Vance, J. H., & Bezuk, N. S. (2003). *Learning mathematics in elementary and middle schools* (4th ed.). Pearson Education.

Cebeci, C. (2024). *Zekare görsel dikkat setinin okul öncesi eğitime devam eden çocuklarda örüntü becerilerinin gelişimine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ceylan, M. (2022). *Okul öncesi dönem çocuklarının ölçme becerilerine öğrenme rotaları temelli kodlama eğitiminin etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Çukurova Üniversitesi-Adana.

Ceylan, M., & Aslan, D. (2023), Erken çocukluk dönemi matematik eğitiminde öğrenme rotaları yaklaşımı ve M.E.B. okul öncesi eğitim programının karşılaştırılması. *International Journal of Educational Studies in Mathematics, 10*(1), 26 – 40.

Ceylan, M. & Aslan, D. (2023) Length, area, volume, and angle measurement in early childhood: validating the early measurement assessment tool. *International Journal of Early Years Education*. http://10.1080/09669760.2023.2269978 ESCI – Q3

Ceylan. M. & Aslan, D. (2023). Kodlama ve matematik. Akıncı Coşgun, A., Genç Çopur, H. & Ulutaş, İ. (Editörler), *Erken çocukluk matematik eğitiminde güncel konular* içinde (s.421-449) Nobel Akademik Yayıncılık.

Ceylan, M., & Ellez, A. M. (2020), Okul öncesi dönemde erken matematik yeteneği düzeyleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED), 14*(1), 292-315.

Charlesworth, R., & Lind, K. K. (2013). *Math and science for young children* (7th ed.). Cengage Learning.

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

Civelek, M. (2019). *Robotik kodlama eğitiminde akran öğretici olarak özel yetenekli öğrencilerin etkisinin değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Trabzon Üniversitesi-Trabzon.

Clements, D. H. (1999). *Geometric and spatial thinking in early childhood education*. In J. V. Copley (Ed.), Mathematics in the early years (pp. 66–79). National Council of Teachers of Mathematics.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2004). Learning trajectories in early mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning*, *6*(2), 81–89.

Clements, D. H. & Sarama, J.(2004). Building Blocks for early childhood mathematics, *Early Childhood Research Quarterly* 19, 181–189.

Clements, D. H., Sarama, J. & DiBiase, A. M. (Eds.). (2004). *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education.* Lawrence Erlbaum Associates

Clements, D. H., & Sarama, J. (2007). *Early childhood mathematics learning.* In F. K. Lester (Ed.), Second handbook of research on mathematics teaching and learning (pp. 461–555). Information Age Publishing, Curcio, I.D.D.

Clements, D. H., Sarama, J., & Liu, X. (2008). Development of a measure of early mathematics achievement using the learning trajectories approach. *Measurement,* 6(3),145–157.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2009). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach*. Routledge.

Clements, D. H. & Sarama, J. (2011). Supporting online material for early childhood mathematics intervention. *Science*, 333, 968, http://10.1126/science.1204537

Clements, D. H., & Sarama, J. (2021). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach* (3rd ed.). Routledge.

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.

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Collins, M., & Laski, E. V. (2015). Preschoolers' strategies for copying, completing, and creating patterns. *Journal of Experimental Child Psychology,* 132, 29–38.

Confrey, J, Maloney, A., & Corley, A. K. (2014). Learning trajectories: a framework for connecting standards with curriculum. *ZDM—The International Journal on Mathematics Education, 46*(5). http://10.1007/s11858-0140598-7

Cope, L. (2015). Math manipulatives: making the abstract tangible. *Delta Journal of Education, 5*(1), 10.

Çaka, C. (2022). Robotic technologies in education and educational robotic applications. *Science, Education, Art and Technology Journal (SEAT Journal), 6*(2), 179–189. https://doi.org/10.46328/bestdergi.69

Çankaya, S., Durak, G., & Yünkül, E. (2017). Programlama eğitiminde robot kullanımı hakkındaki öğrenci görüşleri. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry,* 8(4), 428–445.

Çatlak, Ş., Tekdal, M., & Baz, F. Ç. (2015). Scratch yazılımı ile programlama öğretiminin durumu: Bir doküman inceleme çalışması. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education,* 4(3), 13-25.

Çelik, M. (2017). Okul öncesi öğretmenlerinin erken matematik eğitimine ilişkin tutumları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18*(1), 58-70.

Çepni, S. (2009). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (Genişletilmiş 5. baskı). Üçyol Kitabevi.

Çiftci, S., & Bildiren, A. (2020). The effect of coding courses on the cognitive abilities and problem-solving skills of preschool children. *Computer Science Education, 30*(1), 3- 21.

Çimen Erdoğan, S., & Baran, G. (2003). Erken çocukluk döneminde matematik. *Eğilim ve Bilim, 28*(130), 32-40.

Çömek, A., & Avcı, B. (2016). Fen eğitiminde robotik uygulamaları hakkında öğretmen görüşleri. *Uluslararası yükseköğretimde yeni eğilimler kongresi: Değişime ayak uydurmak* (s. 104-115). İstanbul Aydın Üniversitesi Yayınları.

Dağlı, G., Şamiloğlu, G., Durmaz, B., Ateş, M., Dağlı, T. & Evran Edemen, F. (2022). Çevrimiçi robotik kodlama eğitiminin öğrencilerin akademik başarısı ve motivasyonu üzerindeki etkisi üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi. *Journal of Social and Humanities Sciences Research, 9*(90), 2634-2657. http://dx.doi.org/ 10.26450/ jshsr.3381

Dursun, F. (2006). Öğretim sürecinde araç kullanımı. *İlköğretmen Dergisi,*1, 8-9.

Dündar, S., & Gündüz, N. (2015). Öğrenme yörüngeleri ve matematik eğitimindeki yeri. *Elementary Education Online, 14*(3), 961-973.

Ebby, C. B., & Petit, M. (2017). Using learning trajectories to enhance formative assessment. *Mathematics Teaching in the Middle School, 22*(6), 368-372. https://doi.org/10.5951/ mathteacmiddscho.22.6.0368

Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Programming with the KIBO robotics kit in preschool classrooms. *Computers in the Schools, 33*(3), 169-186.

Emen-Parlatan M, Ördek-İnceoğlu S., Gürgah-Oğul, İ. & Aslan, D. (2023). Technology and early mathematics skills: Effectiveness of I Love Math with Robots, *The Journal of Educational Research, 116*(2), 90-99. http://10.1080/00220671.2023. 2203092.

English, L. D., & Watters, J. J. (2005). Mathematical modelling in the early school years. *Mathematics Education Research Journal, 16*(3), 58-79.

Erdoğan, S., Parpucu, N.& Boz, M. (2017). *Sayı ve işlemlerle ilgili eğitim materyallerinin okul öncesi dönem çocuklarının matematik becerisine etkisi. Elementary Education Online, 16*(4), 1777-1791: http://10.17051/ilkonline. 2017.342991

Ergül, A. (2014). *Erken matematiksel akıl yürütme becerileri değerlendirme aracı geliştirilmesi* (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Eroğlu, D. (2016). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin tahmini öğrenme yollarına dayalı öğretimlerindeki pedagojik yollarının desteklenmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Fidan, U., & Yalçın, Y. (2012). Robot eğitim seti lego nxt. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12*, 1-8.

Fyfe, E. R., McNeil, N. M., & Rittle-Johnson, B. (2015). Easy as ABCABC: Abstract language facilitates performance on a concrete patterning task. *Child Development, 86,* 927–935. http://dx.doi.org/10.1111/cdev.12331.

Ginsburg, P., & Baroody, A. (2003). *Test of early mathematics ability examiner's manual.* Texas: Pro-ed Published.

Gök, M. Y., & Aktaş Arnas, Y. (2019). Okul öncesi dönemdeki çocukların matematik öğrenmesinde bir araç: Somut manipülatifiler. *II. Uluslararası Temel Eğitim Kongresi,* 228-237.

Gök-Çolak, F. (2016). *Örüntü temelli matematik eğitimi programı'nın 61-72 aylık çocukların akıl yürütme becerisine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans Tezi). Gazi Üniversitesi-Ankara.

Gök-Çolak, F. (2020). Erken çocukluk döneminde matematik eğitimi kaynak kitaplarında örüntü becerisinin ve örüntüleme süreçlerinin incelenmesi. *Ulakbilge, 52,* 983–994. http://10.7816/ulakbilge-08-52-02

Gürbüz, R. (2007). Olasılık konusunda geliştirilen materyallere dayalı öğretime ılişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi 15*(1), 259–27.

Güven Akdeniz, D. (2018). *Öğrenme güçlüğüne sahip öğrencilerin uzunluk kavramına ilişkin öğrenme yol haritaları: Öğretim deneyi.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

Güven, Y. (2005). *Erken çocuklukta matematiksel düşünme ve matematiği öğrenme.* Küçükadımlar Eğitim Yayınları.

Güven, Y., Dibek, E., Bayındır, D., & Saçkes, M. (2019). Okul öncesi matematiksel örüntü becerileri testinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED), 13*(2), 545-563. https://doi.org/10.17522/balikesirnef.588966.

Güven, B, & Karataş İ. (2005). Dinamik geometri yazılımı cabri ile geometri öğrenme: öğrenci görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET), 2*(2).

Güzel Candan, D. (2019). *Okul öncesi öğretmen adaylarının eğitiminde öğrenme yörüngeleri modeli ile bir program geliştirme uygulaması.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.

Hachey, A. C. (2013). The early childhood mathematics education revolution. *Early Education and Development,* 24, 419-430. http://10.1080/10409289.2012.756223

Hynes, M., (1986). Selection criteria. *Arithmetic Teacher, 33*(6), 11–13.

Hayıroğlu, B. (2017). *Okul öncesi eğitim kurumuna devam eden çocuklara örüntü becerilerini kazandırmada oyun yönteminin etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Heikkilä, M. (2020). What happens when the robot gets eyelashes? Gender perspective on programming in preschool. In A. MacDonald, L. Danaia, & S. Murphy (Eds), *STEM education across the learning continuum* (pp. 29-44). Springer, Singapore

Herbert, K., & Brown, R. (1997). Patterns as tools for algebraic reasoning. *Teaching Children Mathematics,* 3(6), 340–345.

Highfield, K., Mulligan, J., & Hedberg, J. (2008). Early mathematics learning through exploration with programmable toys. In Proceedings of the Joint Meeting of PME (Vol. 32, pp. 169-176).

Highfield, K. (2010). *Robotic toys as a catalyst for mathematical problem solving.* Australian Primary Mathematics Classroom, *15*(2), 22–27.

Hutchinson, E., & Pournara, C. (2011). Pre-school children's understanding of mathematical patterns. *South African Journal of Childhood Education, 1*(2), 92-111.

İnan, C. (2006). Matematik öğretiminde materyal geliştirme ve kullanma. *D.Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi 7,* 47–56.

Jackman, L. H. (2005). *Early education curriculum: A child's connection to the world* (3rd ed.). NY: Thomson Delmar Learning.

Janka, P. (2008). *Using a programmable toy at preschool age: Why and how? —* Proceedings of SIMPAR 2008 (International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots) pp. 112-121.

Kahn, P. H., Jr., Kanda, T., Ishiguro, H., Freier, N. G., Severson, R. L., Gill, B. T., Ruckert, J. H., & Shen, S. (2012). *"Robovie, you'll have to go into the closet now": Children's social and moral relationships with a humanoid robot*. *Developmental Psychology, 48*(2), 303–314. https://doi.org/10.1037/a0027033

Kalelioğlu, F. (2015). A new way of teaching programming skills to K–12 students: Code.org. *Computers in Human Behavior*, *52*, 200–210.

Kalelioğlu, F., & Keskinkılıç, F. (2017). Bilgisayar bilimi eğitimi için öğretim yöntemleri. Y. Gülbahar (Ed.), *Bilgi işlemsel düşünmeden programlamaya* içinde (s. 155-178). Pegem Akademi.

Kalyenci, Z. D. (2021), *Erken çocukluk döneminde kodlama becerilerinin değerlendirilmesi-test geliştirme* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep.

Kandır, A., Özbey, S., & İnal, G. (2010). *Okul öncesi eğitimde program. Kuramsal temeller*. Morpa Kültür Yayınları.

Kanmaz, T. (2023). Okul öncesi öğretmenleri robotik kodlama hakkında ne düşünüyor. *Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7*(1), 1-22.

Kartal, S., & Arslan, A. (2022). Okul öncesi eğitimde materyal destekli istasyon tekniği ile yapılandırılmış matematiksel örüntü atölye çalışmalarının çocukların görsel algılama becerilerine etkisi. *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi, 13*(3), 113-136. https://doi.org/10.19160/10.19160/e-ijer.1083907

Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, *41*(4), 245-255.

Kelly, J. F. (2017). *The story of coding: Explore the amazing world of coding!* Dorling Kindersley Ltd.

Kesicioğlu, O. S. (2013). Okul öncesi dönem çocuklarının matematiksel örüntü becerilerinin incelenmesi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, *13*, 19-26.

Kestek Küçük, D. (2023), *Kodlama eğitiminde eğitsel robot kullanımının özel yetenekli öğrencilerin bilgi işlemsel düşünce becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.

Kıvılcım, T., & Mertoğlu, E. (2017). Okul öncesi dönem çocuklarına uygulanan müzik eğitimi programının matematik becerileri açısından ilkokula hazır bulunuşluğa etkisi. *HUGSES The Journal of Educational Research*, *3*(1), 1-13.

Kidd, J.K., Carlson , A.G., Gadzichowski, M.K., Boyer, C.E., Gallington, D. A., & Pasnak, R. (2013). Effects of patterning instruction on the academic achievement of 1st-grade children. J*ournal of Research in Childhood Education, 27*(2), 224-238. http://10.1080/02568543.2013.766664

Koçoğlu, A (2022). *Eğitsel robotik temelli uygulamaların öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisi: Bir meta-analiz çalışması.* P. Ünüvar (Ed.). *Eğitim bilimleri alanında yeni trendler II* içinde (ss.25-42). Duvar Yayınları.

Kozima, H. ve Nakagawa, C., 2007, A robot in a playroom with preschool children: Longitudinal field practice, *16th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication*, ss. 7–8.

Köksal, A. (1981). Bilişim Terimleri Sözlüğü. Türk Dil Kurumu Yayınları

Kölemen, N. (2023). *Erken çocuklukta matematik eğitimi*. A. Akıncı Coşgun, H. Genç Çopur, & Ulutaş, İ. (Editörler), *Erken çocukluk matematik eğitiminde güncel konular* içinde (s.1-21) Nobel Akademik Yayıncılık.

Krajewski, K. (2005). *Early numerical competencies and later mathematics achievement: A longitudinal study*. Frankfurt University Press.

Kuzu, A., & Türk, M. (2018). *Fiziksel programlama*. Gülbahar, Y. & Karal, H. (Editörler), *Kuramdan uygulamaya programlama öğretimi* içinde (s.339–388). Pegem Akademi.

Küçük, S., & Şişman, B. (2017). Birebir robotik öğretiminde öğreticilerin deneyimleri. *Elementary Education Online, 16*(1), 312-32. *http://dx.doi.org/10.17051/io.2017.12092*

Laski, E. V., Jor'dan, J. R., Daoust, C., & Murray, A. K. (2015). What makes mathematics manipulatives effective? Lessons from cognitive science and Montessori education. SAGE Open, 5(2), 1–8. https://doi.org/10.1177/21582440 15589588

Lawton, J. T.,& Fowell, N. (1978). Effects of advance organizers on preschool children's learning of math concepts. Journal Of Experimental Education, 47, 76-81.

Lee, J. (2020). *Coding in early childhood. Contemporary Issues in Early Childhood, 21*(3). 266-269. Http://10.1177/1463949119846541

Liggett, R. S. (2017). The impact of use of manipulatives on the math scores of grade 2 students. Brock Education Journal, 26(2), 87-99. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1160704.pdf. adresinden erişilmişitir.

Liljedahl, P. (2004). Repeating pattern or number pattern: The distinction is blurred. *Focus on Learning Problems in Mathematics,* 26*(3),* 24-42.

Lin, F. L., & Yang, K. L. (2004). Differentiation of students‟ reasoning on linear and quadratic geometric number patterns. In M. J. Hoines & A. Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the 28th Conference of the international group for the psychology of mathematics education.* 4, 457-464. Bergen Norway: International Group For The Psychology of Mathematics Education.

Locuniak, M. N., & Jordan, N. C. (2008). Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of Learning Disabilities, 41*(5), 451–459.

Manches, A., & Plowman, L. (2017). Computing education in children's early years: A call for debate. *British Journal of Educational Technology, 48*(1), 191–201. https://doi.org/10. 1111/bjet.12355

Matarić, M. J. (2004). Robotics education for all ages. *Proceedings, AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education*.

MacDonald, K. (2015). *Pattern in investigating mathematics, science and technology in early childhood* (pp. 66-77) Oxford University Press.

MEB (2009). *Okul öncesi eğitim programı*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.

MEB (2013). *Okul öncesi eğitim programı*. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.

MEB (2024). *Güncellenen okul öncesi eğitim programı.* Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.

MEB (2024). *Bilişim teknolojileri alanı, robotik ve kodlama (Mesleki ve teknik anadolu lisesi 10.sınıflar).*https://selcenhatun.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/49/01/971914/ dosyalar/2021_10/16153704_Robotik_ve_Kodlama_10_3.pdf adresinden erişilmiştir.

Metin, N. (1997). *Okulöncesi dönemde çocuk ve matematik*. Ulusal ev ekonomisi kongresi kitapçığı. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.

Metin, S. (2022). Activity-based unplugged coding during the preschool period. *International Journal of Technology and Desing Education, 32, 149-165. https://doi.org/10.1007/ s10798-020-09616-8*

Miler, P. H. (2008). *Gelişim psikolojisi kuramları* (Çev. Z. Gültekin). İmge Yayınevi.

Miller, J.(2019). STEM education in the primary years to support mathematical thinking: Using coding to identify mathematical structures and patterns. *ZMD Mathematics Education, 915-927.* Doi: https://doi.org/10.1007/s11858-019-0109 6-y

Miller, M. R., Rittle-Johnson, B., Loehr, A. M., & Fyfe, E. R. (2016). The influence of relational knowledge and executive function on preschoolers' repeating pattern knowledge. *Journal of Cognition and Development, 17*(1), 85-104. http://10.1080/15248372.2015.1023307.

Morgado, L., Cruz, M., & Kahn, K. (2010). *Preschool cookbook of computer programming topics*. *Australasian Journal of Educational Technology*, *26*(3), 309-326.

Moyer, P. S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 47*, 175-197.

Moyer-Packenham, P. & Suh, J. (2012). Learning Mathematics with Technology: The Influence of Virtual Manipulatives on Different Achievement Groups. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 31*(1), 39-59. Waynesville, NC USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Retrieved January 30, 2026 from https://www.learntechlib.org/primary/p/37643/.

Mulligan, J., & Mitchelmore, M. (2009). Awareness of pattern and structure in early mathematical development. *Mathematics Education Research Journal, 21*(2), 33–49.

Munger, D. (2007, October 9). Children learn and retain math better using manipulatives [Msg.1]. Message posted to http://scienceblogs.com/cognitivedaily/2007/10/children_learn_and_retain_math.php

National Association for the Education of Young Children (NAEYC), (2010). Early Childhood Mathematics: Promoting Good Beginnings. https://www.naeyc.org/files/naeyc/file/positions/psmath.pdf adresinden erişilmiştir

National Research Council. (2009). *Mathematics learning in early childhood: Paths toward excellence and equity*. The National Academies Press.

NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM Press.

National Research Council (2009). *Mathematics learning in early childhood: Paths toward excellence and equity*. The National Academies Press.

Numanoğlu, M., & Keser, H., 2017, Programlama öğretiminde robot kullanımı - Mbot örneği, *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *6*(2), 497-515.

Nordemann, K., & Rottmann, T. (2019, February). *Fostering children's repeating pattern competencies by physical activity. In the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (CERME11) (No. 20). Freudenthal Group; Freudenthal Institute; ERME.

Ojose, B., & Sexton, L. (2009). The effect of manipulative materials on mathematics achievement of first grade students. *The Mathematics Educator, 12*(1), 3-14.

Okuyucu, M.O. (2019). *Robotik kodlama eğitiminin lise öğrencilerinin üst biliş ve yansıtıcı düşünme düzeyleri üzerindeki etkisinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek Lisans Tezi). Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi. Erzincan.

Olkun, S., Fidan, E., & Özer, A. B. (2013). 5- 7 yaş çocuklarda sayı kavramının gelişimi ve saymanın problem çözmede kullanımı. *Eğitim ve Bilim*, 38 (169).

Olkun, S., & Toluk Uçar, Z. (2006). *İlköğretim matematik öğretimine çağdaş yaklaşımlar.* Ekinoks Yayınları: Ankara

Olkun, S., & Toluk-Uçar, Z. (2014). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi* (6. baskı). Eğiten Kitap.

Oppenzato, C. O., & Ginsburg, H. P. (2019). *Pattern and algebra assessment protocol: additional tasks*. https://prek-math-te.stanford.edu/patterns-algebra/pattern-and-algebra-assessmen-protocols adresinden erişilmiştir.

Orton, A. (2005). *Pattern in the teaching and learning of mathematics.* London and New York: Continuum.

Önkol, F. L. (2012*). Erken Sayı Testi'nin uyarlanması ve Erken Sayı Gelişim Programının 6 yaş çocukların sayı gelişimlerine etkisi.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Özaltun Çelik, A. (2018). *İkinci dereceden fonksiyonlara ilişkin varsayımsal öğrenme yollarının ve öğretim dizisinin tasarlanması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi. İzmir.

Özdaş, A. (1996). Ülkemizdeki genel eğitim sorunları içerisinde matematik eğitimi ve sorunları. *Eskişehir Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6*, 2, 55-69.

Özdemir, E. (2013). *İlköğretim 6. 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel örüntüleri kavrayabilme ve genelleyebilme süreçleri* (Yayımlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Palabıyık, U. & Akkuş İspir, O. (2011). Örüntü temelli cebir öğretiminin öğrencilerin cebirsel düşünme becerileri ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *30,* 111-123.

Palmer, H.(2017). Programming in preschool-with a focus on learning mathematics. *İnternational Research in Early Childhood Education, 8*(1), 75-87

Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2021). The impact of coding apps to support young children in computational thinking and computational fluency: A literature review. *Frontiers in Education*. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.657895.

Papert, S., & Harel, I. (1991). *Situating constructionism*. http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html adresinden erişilmiştir.

Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas* (2nd ed.). Basic Books.

Papert, S. (1999). What is Logo? Who needs it? In *Logo philosophy and implementation* (pp. 1–15).

Papic, M., & Mulligan, J. (2005). Pre-schoolers' mathematical patterning. *Mathematics Education Research Group of Australasia, 1*, 609-616.

Papic, M., & Mulligan, J. (2007). The growth of mathematical understanding: Young children's learning of patterns and structure. *Mathematics Education Research Journal, 19*(3), 597–615

Papic, M. (2007) Promoting repeating patterns with young children - More than just alternating colours! *Australian Primary Mathematics Classroom, 12*(3), 8-13.

Papic, M. M., Mulligan, J. T., & Mitchelmore, M. C. (2011). Assessing the development of preschoolers' mathematical patterning. *Journal for Research in Mathematics Education, 42*(3), 237–269.

Piaget, J. (1964). Part I: Cognitive development in children: Development and learning. *Journal of Research in Science Teaching, 2*(3), 176-186.

Piaget, J. (1971). *Biology and knowledge: An essay on the relations between organic regulations and cognitive processes*. University of Chicago Press.

Piaget, J. (1976). The child and reality: Problems of genetic psychology. (Translated by Arnold Rasin). Penguin Books.

Pilten, G., & Yener, D. (2009). İlköğretim 1. Kademe öğrencilerinin matematiksel örüntüleri analiz etme ve tahminde bulunma becerilerinin değerlendirilmesi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18,* 62-78

Platas, L. M. (2008). Measuring teachers' knowledge of early mathematical development. *Early Childhood Research Quarterly, 23*(1), 117–136.

Primo (2017). *Beginning computer programming for kids*. https://primotoys.com/ wp-content/uploads/2017/09/Ebook-PrimoToys_final-1.pdf adresinden erişilmiştir.

Polat Unutkan, Ö. (2007). Okul öncesi dönem çocuklarının matematiksel becerileri açısından ilköğretime hazırbulunuşluğunun incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 32*, 243–254.

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

Reys, R. E., Suydam, M. N., Lindquist, M. M., & Smith, N. L. (1998). *Helping children learn mathematics* (5th ed.). Allyn & Bacon.

Rittle-Johnson, B., Fyfe, E. R., Loehr, A. M., & Miller, M. R. (2013). Beyond numeracy: Patterning skills contribute to children's mathematics knowledge. *Developmental Psychology*, *49*(5), 1015–1025.

Rittle-Johnson, B., Fyfe, E. R., Hofer, K. G., & Farran, D. C. (2016). Early math trajectories: Low-income children's mathematics knowledge from ages 4 to 11. *Child Development, 88*(5), 1727-1742.

Robotistan. (2020). Bee-Bot okul öncesi programlama robotu. https://www.robotistan.com/ bee-bot-okul-oncesi-programlama-robotu adresinden erişilmiştir.

Rudd, L. C., Lambert, M. C., Satterwhite, M., & Zaier, A. (2008). Mathematical language in early childhood settings: What really counts? *Early Childhood Education Journal, 36*(1), 75–80.

Sakin, A., Yıldırım, M., Narin, Ş., & Öter, Ş. (2020). Okul öncesi dönem çocuklarına yönelik kodlama eğitimi durumunun incelenmesi: Sakarya İli örneği. T. Yılmaz Bingöl (Ed.) *Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Kongresi Kitapçığı* içinde. (ss 135-158).

Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). *Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children*. Routledge.

Sarama, J., Clements, D. H., Barrett, J., Van Dine, D., & McDonel, J. (2021). Evaluation of a hypothetical learning trajectory for length in the early years. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education, 43*(5), 667-680

Sayın, Z., & Seferoğlu, S. S, (2016), Yeni bir 21. yüzyıl becerisi olarak kodlama eğitimi ve kodlamanın eğitim politikalarına etkisi. *Akademik Bilişim Konferansı.* 3-5

Saygıner, Ş., & Tüzün, H., 2017. Erken yaşta programlama eğitimi: yurtdışı ve yurtiçi perspektiflerinden bir bakış. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu (ICITS), 69-77.

Saygıner, Ş. & Tüzün, H. (2023). Elektronik materyal tabanlı bilgisayarsız kodlama etkinliklerinin okul öncesi dönemde kullanımı: güçlendirilmiş tasarım ve uygulama ilkeleri. *Journal of Computer and Education Research, 11* (22), 596-619. https://doi.org/10.18009/jcer.1316940

Saygılı Yıldırım, T. (2020). *Robotik kodlama öğretiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının başarı, pozitif duygu ve bilgi işlemsel düşünmeye etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.

Sazak, P., E., & Kocabıyık, D. (2014). Orta düzeyde zihinsel yetersizliği olan öğrencilere örüntü oluşturma becerisinin öğretiminde doğrudan öğretim yönteminin etkililiği. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *13*(3), 281-300

Seefeldt, C. & Wasik, B. A. (2006). *Early education: Three-, four-, and five-year-olds go to school*. Pearson Merrill Prentice Hall.

Sen, C. & Güler, G. (2021). Tekrarlayan desen görevlerinde 4-6 yaş arası çocukların muhakeme becerileri, *Uluslararası Bilim ve Teknoloji Matematik Eğitimi Dergisi,* 53(7), 1894-1915. http://10.1080/0020739X.2022.2070085

Senemoğlu, N. (1997). *Gelişim, öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya.* Gazi Yayınevi, Ankara.

Sertsöz, A. (2017). *6 yaş çocuklarına öyküleştirme yöntemi ile verilen matematik eğitiminin çocukların matematik başarılarına olan etkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.

Simon, M. A. (1995). *Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective*. *Journal for Research in Mathematics Education, 26*(2), 114–145. https://doi.org/ 10.2307/749205

Shimada, M., Takayuki, K., & Koizumi, S. (2012). Children learning with a social robot. *HRI'12-Proceedings of the 7th Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Intraction. Doi: 10.1145/2157689.2157809*

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. http:///10.1080/10986065.2021.1982666

Sperry-Smith, S. (2012). *Early childhood mathematics* (5th ed.). Pearson.

Somuncu, B., & Aslan, D. (2022). Effect of coding activities on preschool children's mathematical reasoning skills. *Education and Information Technologies*, *27*(1), 877- 890.

Sowell, E. J. (1989). Effects of manipulative materials in mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, *20*(5), 498- 505.

Stangor, C. (2010). *Research methods for the behavioral sciences* (4th ed.). Wadsworth.

Steen, L. A. (1998). Why numbers count: Quantitative literacy for tomorrow's America. *NASSP Bulletin, 82*(600), 120-122.

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 & Design Education,* 26(1), 3-20. https://doi.org/ 10.1007/s10798-015-9304-5

Sullivan, A., & Bers, M. U., (2018), Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers, *International Journal of Technology and Design Education*, *28*(2), 325–346.

Sullivan, A., & Bers, M. U. (2019). Investigating the use of robotics to increase girls' interest in engineering during early elementary school. *International Journal of Technology Design Education, 29*(5), 1033-1051.

Sung, W., Ahn, J.H., Kai, S.M., & Black, J. (2017). Effective planning strategy in robotics education: an embodied approach. Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, 1065-1071. Austin, TX, United States.

Szilágyi, J., Clements, D. H., & Sarama, J. (2013). Young children's understanding of length measurement: Evaluating a learning trajectory. National Council of Teachers of Mathematics. 44(3), 581-620. http://10.5951/jresematheduc.44.3.0581

Şeker, P.T. (2020). Manipulative assisted mathematics activities in early childhood. Cumhuriyet International Journal of Education, 9(3), 922-934. http://dx.doi.org/10.30703/cije.702934

Şengüler, M.(2021). *Okul öncesi kodlama eğitiminde "Kankabot".* 2. Uluslararası Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Sempozyumu. Dokuz Eylül Üniversitesi.

Şimşek, M. (2022). Kodlama ile matematik öğretimi. M. Şimşek & N. Yazıcı (Editörler), *Matematik öğretiminde dijital araçların kullanımı* içinde (ss.69-97) Vizetek Yayınları.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics* (7th ed.). Boston, MA: Pearson.

Tanışlı, D. (2008). *Beşinci sınıf öğrencilerinin örüntülere ilişkin anlama ve kavrama biçimleri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi.

Tarim, K. (2015). Effects of cooperative group work activities on pre-school children's pattern recognition skills. *Educational Sciences: Theory and Practice*, *15*(6), 1597- 1604

TDK. (2023). *Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlük*. https://sozluk.gov.tr/ adresinden erişilmiştir.

Tekin, B. (2023). *Matematik öğretiminde örüntüler*. Pegem Akademi Yayıncılık.

Tekin Y., & Keser H. (2020). Matematik öğretiminde robotik etkinlikler kullanılmasının başarıya etkisi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14(34), 472-493. http://10.29329/ mjer.2020.322.22.

Tezci, E., & Köksalan, B. (2007). Yapılandırmacı eğitim ve öğretim yaklaşımları. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, *5*(2), 73-78.

Threlfall, J. (2005). The Formative use of assessment information in planning-the notion of contingent. *British Journal of Educational Studies*, 53(1) http://10.1111/j.1467-8527.2005.00283.x

Tirosh, D., Tsamir, P., Barkai, R., & Levenson, E. (2018). Engaging young children with mathematical activities involving different representations: Triangles, patterns and counting objects. *Center for Educational Policy Studies Journal*, *8*(2), 9-29. http://10.26529/cepsj.271

Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I. M., & Yeo, S. H. (2016). A review on the use of robots in education and young children. *Journal of Educational Technology & Society, 19*(2),148–163. http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.2.148.

Turan, S., & Aydoğdu, F. (2020). Effect of coding and robotic education on pre-school children's skills of scientific process. *Education and Information Technologies*, 1-11.

Tutak, T., Aydoğdu, M., Erşen, A.N., (2014). Materyal Destekli Matematik Öğretiminin Ortaokul 6. Sınıf Öğrenci Başarısına ve Tutumuna Etkisi. *Turkish Journal of Educational Studies, 1,* 3.

Uyanık Aktulun, Ö, Kaya, Ü. Ü., Gözüm, A. İ. C., & Yılmaz, P. M. (2024). Okul öncesi dönemde bilime yönelik motivasyon ile örüntü becerilerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Korkut Ata Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, *15*, 976-993.

Uyanık, Ö. & Kandır, A. (2010). Okul öncesi dönemde erken akademik beceriler. *Kuramsal Eğitimbilim, 3*(2), 118-134.

Uygun, T. (2016). *Sosyal bir ortamda matematiksel uygulamaların geliştirilmesi: ortaokul matematik öğretmeni adaylarının üçgenleri öğrenmelerini sağlayan bir*

varsayıma dayalı öğrenme rotası. (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Ankara.

Üçgül, M. (2013). *History and educational potential of LEGO Mindstorms NXT*. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 9*(2), 127-137

Üçgül, M. (2017). Eğitsel robotlar ve bilgi işlemsel düşünme. Y. Gülbahar (Ed.), *Bilgi işlemsel düşünmeden programlamaya* içinde (s.295–314). Pegem Akademi.

Ünveren Bilgiç, E. N., & Çaylan, B. (2018). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının örüntülere ilişkin problem tasarlama durumları. *Sakarya University Journal of Education*, *8*(3), 25-36.

Warren, E. (2005). Young children's ability to generalise the pattern rule for growing patterns. *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 4*, 305-312.

Warren, E., & Cooper, T. (2006). Using repeating patterns to explore functional thinking. *Australian Primary Mathematics Classroom, 11*(1), 9-14.

Waters, J. (2004). A study of mathematical patterning in early childhood settings. In. P., R. Faragher, & M. McLean (Eds.), *Mathematics Education for the 3rd Millennium: Towards 2010* (pp. 565-572). *Proceedings of the 27th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia.* Sydney: MERGA.

Wei, C.-W., Hung, I.-C., Lee, L., & Chen, N.-S. (2011). A joyful classroom learning system with robot learning companion for children to learn mathematics multiplication. *Turkish Online Journal of Educational Technology, 10*(2), 11–23.

Wijns, N., Verschaffel, L., Smedt, B., & Torbeyns, J. (2021). Associations between repeating patterning, growing patterning, and numerical ability: A longitudinal panel study in 4- to 6-year olds. *Child Development, 92*(4), 1354-1368.

Wilson, P. H., Mojica, G., & Confrey, J. (2013). Learning trajectories in teacher education: supporting teachers' understandings of students' mathematical thinking. *The Journal of Mathematical Behavior, 32*, 103-121.

Wing, J. M. (2006). *Computational thinking*. Communications of the ACM, *49*(3), 33–35.

Wortham, C. S. (1998). *Early childhood curriculum ılevelopmental bases for leaming and teaching*. (Second Edition). Prentice Hail, Inc.

Van Nes, F., & van Eerde, D. (2010). Spatial structuring and the development of number sense: A case study of young children working with blocks. *Journal of Mathematical Behavior, 29*(3), 145–159.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Vygotsky, L. S. (1995). *Düşünce ve dil*. (Çev. Semih Koray). İstanbul: Toplumsal Düşünüm Yayınları.

Yadav, A., Stephenson, C., & Hong, H. (2017). *Computational thinking for teacher education*. Communications of the ACM, *60*(4), 55–62.

Yaman, (2023). *Hikâyeleştirilmiş robotik kodlama programlarının okul öncesi çocuklarını sosyal - duygusal becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Yayla K. (2022). *Okul öncesi eğitime devam eden çocukların matematiksel akıl yürütme becerileri ile örüntü becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Yıldırım Hacıibrahimoğlu, B. (2023). *Örüntü ve Fonksiyon.* B. Akman (ed.), *Erken çocuklukta matematik eğitimi* içinde (s.117-123). Pegem Akademi.

Yıldırım, K. (2010). Nitel araştırmalarda niteliği artırma. *İlköğretim online,* 9(1), 79-92

Yıldız, E., & Akman, B. (2023*)* Development of the Pattern Skills Scale for 4-7-Year-Old Children, *HAYEF: Journal of Education, 21*(1), 49-56. http://10.5152/hayef.2024.23006

Yıldız, E. (2022). *4-7 yaş çocukları için örüntü becerileri ölçeğinin geliştirilmesi ve örüntüye ilişkin öğretmen uygulamalarının incelenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Yıldız, V. (1999*).* İşbirlikli öğrenme ve geleneksel öğretimin okul öncesi çocuklarının temel matematik becerilerinin gelişimi üzerindeki etkileri. *Eğitim ve Bilim Dergisi, 23*(111), 42-50.

Yılmaz, Z. (2015). *Öğrenme rotaları temelli öğretimin sınıf öğretmen adaylarının matematiksel alan ve öğrenci bilgilerini yeniden yapılandırılmasında kullanımı.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Yılmaz, N. (2019). *Çocukların matematiksel örüntüleri tanımlama ve genellenmesinde varsayımsal öğrenme rotalarının etkisi ve göz izleme teknolojisinin katkısı.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Yılmaz, Z., & Haser, Ç. (2018). Öğrenme rotaları temelli öğretimde öğretmen adaylarının matematiksel alan bilgilerini yeniden yapılandırmaları. *İlköğretim Online, 17*(1), 187-206. http://10.17051-ilkonline.2018.413757.

Yılmaz, E. (2015). *Okul öncesi çocuklarda matematiksel kavram gelişiminin desteklenmesi. Uluslararası Erken Çocukluk Eğitimi Çalışmaları Dergisi, 2*(1), 54–70.

Yumbul, E.& Bayraktar, Ş. (2022). Türkiye'de ilkokul düzeyinde gerçekleştirilen robotik uygulamalarıyla ilgili araştırmaların sistematik derlemesi. *Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi*, *11*(22), 378-400. http://10.55605/ejedus.1158660

Zaskis, R., & Liljedahl, P. (2006). On the path to number theory: Repeating patterns as a gateway. In R. Zaskis & S. R. Campbell (Eds.), *Number theory in mathematics education* (pp. 99-114). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.