T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTÜTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

İLKÖĞRETİM MATEMATİK EĞİTİMİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ DÖNÜŞÜM GEOMETRİSİ KONUSUNDAKİ KAVRAM İMAJLARININ DİJİTAL ÖYKÜLEME İLE İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ece BALÇIK

Danışman

Dr. Öğretim Üyesi Gözdegül KARAMIK

Antalya, 2023

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Ece Balçık 'ın bu çalışması 28.08.2023 tarihinde jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programında **Yüksek Lisans Tezi** olarak **oy birliği/oy çokluğu** ile kabul edilmiştir.

İMZA

Başkan **:** Dr. Öğretim Üyesi Ali Özkaya …
Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

Üye **:** Doç. Dr. Gülfem Sarpkaya Aktaş …
Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

Üye (Danışman**) :** Dr. Öğretim Üyesi Gözdegül Arık Karamık …
Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

YÜKSEK LİSANS TEZİNİN ADI: İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Dönüşüm Geometrisi Konusundaki Kavram İmajlarının Dijital Öyküleme ile İncelenmesi

ONAY: Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun …….. tarihli ve …..……. sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçalardan gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullandığımda alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu onurumla doğrularım. Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Ece BALÇIK

TEŞEKKÜR

Çalışmam boyunca benden her anlamda desteklerini esirgemeyen, yol gösteren, motive eden, enerjisi, yaratıcılığı ve hayata bakışı ile yoluma ışık olan sevgili danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Gözdegül ARIK KARAMIK'a en candan teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmamın uygulanması sırasında bana kolaylık sağlayan ilköğretim matematik öğretmen adaylarına heveslerinden ve desteklerinden dolayı teşekkür ediyorum. Meslek hayatlarında da bu hevesleri ile öğrencilerine iyi birer rol model olmalarını diliyorum.

Hayatımın her aşamasında aldığım tüm kararlarda ve hayatımın şekillenmesindeki her adımda, vermiş oldukları desteklerden, sunmuş oldukları sonsuz sevgi ve güvenden dolayı, en büyük ilham kaynağım, destekleriyle her zorluğun üstesinden gelebildiğim canım aileme sonsuz teşekkür ediyorum. Kendilerine minnettarım ve onları ne kadar çok sevdiğimi ve ne kadar şanslı hissettiğimi ifade etmeye kelimeler yetmez.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR……i

TABLOLAR LİSTESİ……v

ŞEKİLLER LİSTESİ……ix

ÖZET……xi

ABSTRACT……xiv

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu……1
1.2. Araştırmanın Amacı……1
1.3. Araştırmanın Önemi……2
1.4. Varsayımlar……2
1.5. Sınırlılıklar……2

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Dönüşüm geometrisi……3

2.1.1. Simetri Kavramı……4

2.1.2. Geometrik Dönüşümlerden Yansıma Dönüşümü……5

2.1.3. Geometrik Dönüşümlerden Öteleme Dönüşümü……5

2.1.4. Geometrik Dönüşümlerden Dönme Dönüşümü……5

2.2. Kavram ve Kavram İmajı……6

2.2.1. Kavram……6

2.2.2. Kavram İmajı ve Matematik Öğretimindeki Önemi……7

2.3. Dijital Öyküleme……..…8

2.3.1 Matematik Öğretiminde Dijital Öyküleme……..……14

2.4. Maurits Cornelis Escher ve Eserleri……...…15

2.5. Literatür Taraması…….……..…16

2.5.1. Dönüşüm Geometrisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar…….……16

2.5.2. Matematiksel ve Geometrik Kavram Anlayışı ve Kavram İmajı ile İlgili Yapılan Çalışmalar……...…23

2.5.3. Matematik Öğretiminde Öyküleme ile İlgili Yapılan Çalışmalar……...……26

2.5.4. Matematik Öğretiminde Dijital Öyküleme ile İlgili Yapılan Çalışmalar……28

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli……..……31

3.2. Araştırmanın Katılımcıları……...……..…32

3.3. Veri Toplama Araçları……...…33

3.3.1. Ön Görüşme Formu…….……33

3.3.2. Gözlem……33

3.3.3. Odak Grup Görüşmesi…….……33

3.4. Veri Toplama Süreci……..…34

3.5. Verilerin Analizi……36

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Ön Görüşme Formundan Elde Edilen Bulgular……38

4.1.1. Birinci Bölüm: Simetri Kavramını Detaylı Şekilde Tanımlama……..…39

4.1.2. Birinci Bölüm: Simetri Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağını Açıklama……...…50

4.1.3. İkinci Bölüm: Öteleme Kavramını Detaylı Şekilde Tanımlama……..…54

4.1.4. İkinci Bölüm: Öteleme Kavramının Parametrelerini Bir Örnek Vererek Açıklama……...…63

4.1.5. İkinci Bölüm: Öteleme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağını Açıklama……...69

4.1.6. Üçüncü Bölüm: Yansıma Kavramını Detaylı Şekilde Tanımlama……..…73

4.1.7. Üçüncü Bölüm: Yansıma Kavramının Parametrelerini Bir Örnek Vererek Açıklama……...…83

4.1.8. Üçüncü Bölüm: Yansıma Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağını Açıklama……...87

4.1.9. Dördüncü Bölüm: Dönme Kavramını Detaylı Şekilde Tanımlama……90

4.1.10. Dördüncü Bölüm: Dönme Kavramının Parametrelerini Bir Örnek Vererek Açıklama……...…98

4.1.11. Dördüncü Bölüm: Dönme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağını Açıklama…….103

4.1.12. Beşinci Bölüm: Simetri ve Yansımanın Benzerlik ve Farklılıklarını Detaylı Bir Şekilde Belirtme……107

4.2. Dijital Öyküleme Çalışmasından Elde Edilen Bulgular……..114

4.2.1. Kavram İmajı Güçlü Olan Katılımcılardan Elde Edilen Bulgular……115

4.2.2. Kavram İmajı Zayıf Olan Katılımcılardan Elde Edilen Bulgular…….……120

4.2.3. Dijital Öyküleme Sürecinde Elde Edilen Bulgular……...…127

4.3. Katılımcıların Dijital Öykülemenin Matematik Öğretiminde Kullanımına Dair Görüşleri……..148

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Tartışma……154

5.1.1. Uygulama Öncesi Ön Görüşme Formu Verilerine İlişkin Tartışma ve Sonuç……155

5.1.2. Dijital Öyküleme Çalışması Öncesi Görüşmelere İlişkin Tartışma ve Sonuç……157

5.1.3. Dijital Öyküleme Çalışmasına İlişkin Tartışma ve Sonuç……160

5.2. Öneriler……...162

KAYNAKÇA

EKLER

EK-1. Ön Görüşme Formu……..…178

EK-2. Kavram İmajı Belirleme Rubriği……..……179

EK-3. Dijital Öyküleme Senaryosu……181

İNTİHAL RAPORU……..…193

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.*1.* Uzmanların Belirlediği Dijital Öyküleme Ögeleri

Tablo 3.1. Araştırmada Yapılan Çalışmalara Ayrılan Süreler

Tablo 3.2. Dijital Öyküleme Çalışması Veri Toplama Süreci

Tablo 4.1. 1. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.2. 2. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.3. 3. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.4. 4. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.5. 1. Sınıf katılımcılar için "Simetri kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağı" kategorisine ilişkin bulgular

Tablo 4.6. 2. Sınıf katılımcılar için "Simetri kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağı" kategorisine ilişkin bulgular

Tablo 4.7. 3. Sınıf katılımcılar için "Simetri kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağı" kategorisine ilişkin bulgular

Tablo 4.8. 4. Sınıf katılımcılar için "Simetri kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağı" kategorisine ilişkin bulgular

Tablo 4.9. 1. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.10. 2. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.11. 3. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.12. 4. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.13. 1. Sınıf Katılımcılar İçin Öteleme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.14. 2. Sınıf Katılımcılar İçin Öteleme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.15. 3. Sınıf Katılımcılar İçin Öteleme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.16. 4. Sınıf Katılımcılar İçin Öteleme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.17. 1. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.18. 2. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.19. 3. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.20. 4. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.21. 1. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.22.2. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.23.3. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.24.4. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.25. 1. Sınıf Katılımcıları İçin Yansıma Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.26. 2. Sınıf Katılımları İçin Yansıma Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.27. 3. Sınıf Katılımcıları İçin Yansıma Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.28. 4. Sınıf Katılımcıları İçin Yansıma Kavramının Parametreleri" Kategorisine

İlişkin Bulgular

Tablo 4.29. 1. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.30. 2. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.31. 3. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.32. 4. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.33. 1. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.34. 2. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.35. 3. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.36. 4. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.37. 1. Sınıf Katılımcıları İçin Dönme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.38. 2. Sınıf Katılımcıları İçin Dönme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.39. 3. Sınıf Katılımcıları İçin Dönme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.40. 4. Sınıf Katılımcıları İçin Dönme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.41. 1. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.42. 2. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.43. 3. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.44. 4. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.45. 1. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Benzerlikler" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.46. 1. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Farklılıklar" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.47. 2. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Benzerlikler" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.48. 2. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Farklılıklar" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.49. 3. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Benzerlikler" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.50. 3. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Farklılıklar" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.51. 4. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Benzerlikler" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.52. 4. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Farklılıklar" Kategorisine İlişkin Bulgular

Tablo 4.53. Katılımcıların Dijital Öykülemenin Ortaokul Seviyesinde Matematik Dersinde Hangi Başlıklarda Kullanılması Gerektiğine Dair Düşünceleri

Tablo 4.54. Katılımcıların Dijital Öykülemenin Matematik Öğretiminde Kullanılmasının Faydalarına Dair Düşünceleri

Tablo 4.55. Katılımcıların Dijital Öykülemenin Matematik Eğitimi Lisans Seviyesinde Kullanılmasına Dair Düşünceleri

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 1. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.2. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 1. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.3. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 2. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.4. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 3. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.5. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 3. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.6. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 6. Soruya Verdiği

Şekil 4.7. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 6. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.8. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 6. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.9. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 6. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.10. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 7. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.11. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 9. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.12. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 9. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.13. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 9. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.14. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 9. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.15. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 9. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.16. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 11. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.17. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 12. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.18. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 12. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.19. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 12. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.20. Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 12. Soruya Verdiği Cevap

Şekil 4.21. Ö4'ün Eight Heads Eserinde Bulduğu Yansıma Dönüşümü Örnekleri

Şekil 4.22. Ö6'nın Eight Heads Eserine Dair Simetri Açıklaması

Şekil 4.23. Development 1

Şekil 4.24. Ö3'ün Bu Çalışmada Öteleme Olduğuna Dair Gösterimi

Şekil 4.25. Ö8'in Bu Çalışmada Hem Yansıma Hem Öteleme Olduğuna Dair Gösterimi

Şekil 4.26. Ö2'nin Eserdeki Uzaklığın Korunuma Dair Gösterimi

Şekil 4.27. Ö2'nin Ötelemenin Parametrelerine Dair Gösterimi

Şekil 4.28. Ö4'ün Ötelemenin Parametrelerine Dair Gösterimi

Şekil 4.29. Ö7'nin Ötelemenin Parametrelerine Dair Gösterimi

Şekil 4.30. Ö2'nin Eser Üzerinden Yansıma Gösterimi

Şekil 4.31. Ö2'nin Eser Üzerinden Yansımı Dönüşümünün Parametrelerini Gösterimi

Şekil 4.32. Ö2'nin Yansıma Gösterimi

Şekil 4.33. Ö1'in Eserdeki Yansıma Gösterimi

Şekil 4.34. Ö1'in Eserdeki Yansıma Gösterimi

Şekil 4.35. Ö8'in Gösterimi

Şekil 4.36. Relativity

Şekil 4.37. Print Gallery

ÖZET

Hazırlayan: BALÇIK, Ece

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ DÖNÜŞÜM GEOMETRİSİ KONUSUNDAKİ KAVRAM İMAJLARININ DİJİTAL ÖYKÜLEME İLE İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

İlköğretim Matematik Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Gözdegül ARIK KARAMIK

Mayıs 2023, 166 sayfa

Matematik öğretiminde teknoloji birçok öğrenme alanında kullanılabilmektedir. Matematik öğretiminde dönüşüm geometrisi öğrenme alanında teknolojinin sıklıkla kullanıldığı ve araştırıldığı görülmektedir. Görsel, video ve ses içeren dijital öyküleme özellikle son yıllarda oldukça popüler olmuş ve dünya genelinde kullanılmaktadır. Bunun yanında matematik öğretiminde "kavram" ve "kavram imajı" son yıllarda oldukça fazla araştırılan ve önemi belirtilen kavramlardır. Bu araştırmanın genel amacı ilköğretim matematik öğretmen adaylarının dönüşüm geometrisi konusundaki kavram imajlarının dijital öyküleme yolu ile incelenmesidir.

Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden özel durum çalışması kullanılmıştır. Araştırma, Akdeniz Bölgesinde yer alan bir devlet üniversitesindeki ilköğretim matematik öğretmen adayları ile 2022-2023 eğitim-öğretim yılında gerçekleştirilmiştir. Dijital öyküleme araştırmacı tarafından M.C. Escher'in hayatı ve eserlerini içeren görseller kullanılarak hazırlanmıştır. Görseller ve senaryo M.C. Escher'in eserlerinin sergilendiği müzenin

herkese açık web sitesinden elde edilmiştir. Dijital öykülemenin arka planında anlatılan senaryo bu bilgilerden oluşmaktadır. Senaryo araştırmacı tarafından 7 haftada Türkçeye çevrilerek seslendirilmiştir. Senaryonun dijital öyküleme haline getirilmesi yine araştırmacı tarafından 7 hafta sürede gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan dijital öyküleme uzman görüşüne sunulmuştur. Araştırmada katılımcıların uygulama öncesi kavram imajlarını belirlemek üzere araştırmacı tarafından yapılandırılmış ön görüşme formu hazırlanmıştır. Bu ön görüşme formu aracılığıyla katılımcılardan simetri, öteleme, yansıma ve dönme kavramlarına yönelik neler bildiklerini detaylı açıklamaları beklenmiş ve bunları ortaokul öğrencilerine nasıl anlatacakları sorularak matematiksel kavram imajlarının nasıl olduğu ile ilgili ön bilgi edinilmiştir. Hazırlanan bu ön görüşme formu matematik öğretimi alanından uzman görüşüne sunulduktan sonra 1., 2., 3. ve 4. Sınıf seviyelerinden 154 ilköğretim matematik adayına 2 hafta sürede uygulanmıştır. Dijital öyküleme çalışmasının uygulanması için amaçlı örneklem tekniği ile her sınıf seviyesinden ikişer öğretmen adayı seçilerek toplam 8 öğretmen adayı ile görüşmeler 2 hafta sürede 360 dakikada gerçekleştirilmiştir. Çalışma 18 haftada tamamlanmıştır. Bu araştırmada verilerin analizinde betimsel analiz ve içerik analizi teknikleri kullanılmıştır.

Araştırma sonucunda hazırlanan dijital öykülemenin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının dönüşüm geometrisi konusunda kavram imajlarına olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dijital öyküleme sürecindeki odak grup görüşmelerinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının dönüşüm geometrisi kavramlarında kavram imajlarını geliştirildiği görülmüştür. Bunun yanında öğretmen adayları dijital öykülemenin ilköğretim matematik öğretiminde kullanımının kalıcı ve eğlenceli öğrenme sağlayacağını ayrıca uzamsal beceriyi artırabileceğini, farklı bakış açıları kazandırabileceğini ve matematiğe karşı korkuyu azaltıp merakı artırabileceğini düşündüklerini belirtmiştir. Katılımcılar dijital öyküleme aracılığıyla öz değerlendirme yaptıklarını ve eksiklerini fark ettiklerini belirtmiştir. Öğretmen adayları

ayrıca eğitim fakültelerinde dijital öyküleme öğretiminin faydalı olabileceğini, ayrı bir ders olarak ya da etkinlik geliştirme, matematik tarihi, problem çözme gibi derslerin çatısı altında kullanılabileceğini belirtmiştir.

Anahtar sözcükler: Dijital öyküleme, kavram imajı, dönüşüm geometrisi, matematik öğretimi, Escher

ABSTRACT

Written by BALÇIK, Ece

DETERMINATION OF PRIMARY SCHOOL MATHEMATICS TEACHER CANDIDATES' CONCEPTUAL IMAGES ABOUT TRANSFORMATION GEOMETRY THROUGH DIGITAL STORYTELLING

Master's Thesis

Department of Mathematics and Science Education

Primary Education Mathematics Education Master's Program with Thesis

Advisor: Dr. Faculty Member Gözdegül ARIK KARAMIK

May 2023, 166 pages

Technology can be utilized in various learning domains within mathematics education. Transformation geometry, in particular, has seen frequent use and research of technology in mathematics education. Digital storytelling, which incorporates visuals, videos, and audio, has become especially popular and is widely used worldwide. Additionally, the concepts of "concept" and "concept image" have been extensively researched and emphasized in mathematics education in recent years. The general aim of this research is to investigate the concept images of pre-service elementary mathematics teachers regarding transformation geometry through the use of digital storytelling. The research employed the qualitative research method of case study. It was conducted with pre-service elementary mathematics teachers at a state university in the Mediterranean region during the 2022-2023 academic year. The digital storytelling was prepared by the researcher using visuals that encompassed the life and art of M.C. Escher. Visuals and scenario were obtained from the website of M.C. Escher's museum.

The scenario, consisting of these pieces of information, was translated into Turkish and narrated by the researcher over a period of seven weeks. The transformation of the scenario into digital storytelling was also carried out by the researcher within a seven-week period. Prepared digital storytelling was presented to experts for their evaluation.

To determine the pre-service teachers' concept images, a structured pre-interview form was prepared by the researcher. Through this pre-interview form, the participants were asked to provide detailed explanations of their understanding of symmetry, translation, reflection, and rotation, and how they would explain these concepts to secondary school students, thus providing preliminary information about their mathematical concept images. After the pre-interview form was presented to experts in the field of mathematics education, it was administered to 154 pre-service elementary mathematics teachers from the 1st, 2nd, 3rd, and 4th grade levels over a two-week period. In order to implement the digital storytelling study, a purposive sampling technique was used to select two teacher candidates from each grade level, resulting in a total of eight teacher candidates. Interviews with these participants were conducted over a two-week period, 360 minutes in total. Prepreation of digital story, pre-interview and digital story sessions were completed in 18 weeks. Descriptive analysis and content analysis techniques were used to analyze the data in this research.

Research findings indicate that the prepared digital storytelling had a positive impact on the concept images of pre-service elementary mathematics teachers regarding transformation geometry. The focus group discussions during the digital storytelling process revealed that the concept images of pre-service teachers were developed in terms of transformation geometry concepts. Furthermore, the teacher candidates expressed their belief that the use of digital storytelling in elementary mathematics education would facilitate long-lasting and enjoyable learning, enhance spatial skills, provide different perspectives, reduce

fear of mathematics, and increase curiosity. Participants also noted that through digital storytelling, they were able to engage in self-evaluation and identify their areas of improvement. The teacher candidates further suggested that digital storytelling instruction could be beneficial in teacher education programs, either as a separate course or as part of courses focusing on activity development, history of mathematics, problem-solving, and other related subjects.

Keywords: Digital storytelling, concept image, transformation geometry, mathematics education, Escher

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumuna, araştırmanın amacına, önem ve gerekçesine yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Günümüzde dijital teknolojiler gelişmekte ve globalleşen dünyada bu gelişimler hızla yayılmakta iken matematik eğitimcileri etkili matematik öğretimi için bu gelişim sürecinde nasıl fırsatlar yakalayabileceğini düşünmektedir. Bu fırsatları yakalamak, geleceğin yetişkinleri olacak öğrencileri geleceğin dünyasına hazırlamak noktasında önemli görünmektedir. Teknoloji kullanımının yaygınlaşmasından ve dijital öykülemenin literatürde belirtilen avantajlarından (aktif öğrenme, sorgulama becerisi, teknoloji becerisi, kalıcı öğrenme, motivasyon) dolayı ortaokul matematik dersi eğitsel hedeflerinin verimini arttırmak amacıyla matematik öğretimine entegre edilmesine ek olarak matematik öğretmen adaylarının kavram imajlarının araştırılması sürecinde kullanılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Alan yazın incelendiğinde matematik öğretiminde dijital öyküleme yaklaşımının kullanımı ile ilgili az sayıda çalışmaya ulaşılmıştır. Üstelik bu çalışmalar arasında öğretmen adaylarının kavram imajlarını dijital öyküleme aracıyla araştıran çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile öğretmen, öğretmen adayları ve geliştiricilere M.C. Escher'in çalışmaları ve hayatını konu alan dijital öyküleme kullanarak gerçekleştirilen görüşmeler ile öğretmen adaylarının kavram imajlarına dair sonuçlar hakkında faydalı bilgiler sunulması amaçlanmaktadır. Yapılan çalışma ile literatürde az çalışılmış olan dijital öykülemenin matematik öğretimi ve öğretmen eğitimi sürecinde nasıl uygulanacağına ve süreçten daha fazla verim elde etmek için neler yapılması gerektiğine dair önerilerin sunulmasıyla literatüre katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı 1.,2.,3. ve 4. sınıf ilköğretim matematik öğretmen adaylarının araştırmacı tarafından hazırlanan, M.C. Escher'in hayatı ile sanat eserlerini içeren dijital öyküleme çalışması aracılığıyla "Dönüşüm Geometrisi" öğrenme alanlarına yönelik kavram imajlarının incelenmesidir. Çalışmada aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının simetri, yansıma, dönme ve öteleme kavramlarına ve parametrelerine ait kavram imajları nelerdir?
2. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının simetri, yansıma, dönme ve öteleme kavramlarını ortaokul öğrencisine anlatma hakkındaki görüşleri nelerdir?
3. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının simetri, yansıma, dönme ve öteleme kavramlarına ve parametrelerine ait kavram imajları dijital öyküleme sürecinde nasıl değişmektedir?
4. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dijital öykülemenin matematik öğretiminde kullanıma dair görüşleri nelerdir?

1.3. Araştırmanın Önemi

Yüzyılın başında John Dewey ve Francis W. Parker'ın döneminden günümüze kadar eğitimciler sanatın eğitimde temel bir rol oynayabileceğini vurgulamışlardır. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dönüşüm geometrisi öğrenme alanına yönelik sahip oldukları kavram imajları ve dijital öykülemenin kavram imajlarını inceleme noktasında aracı olarak uygulandığı hiçbir araştırmaya rastlanmamıştır. Literatürdeki bu boşluğu doldurmak için bu çalışma, son teknolojik gelişmelerin desteği ile oluşturulan, içeriği Hollandalı grafik sanatçısı M.C. Escher'in hayatı ve eserleri olan dijital öykülemenin kullandığı bir süreç analiz edilerek, öğretmen adaylarının dönüşüm geometrisine ve dijital öykülemenin matematik öğretiminde kullanımına yönelik farkındalıkları artırılıp aynı zamanda bu konudaki kavram imajları belirlenmiştir.

1.4. Varsayımlar

Araştırmanın veri toplama sürecinde katılımcılarla yapılan görüşmelerde katılımcıların verdikleri bilgilerin gerçeği yansıttığı ve bu süreç boyunca dürüst ve açık olduğu varsayılmaktadır.

1.5. Sınırlılıklar

Bu araştırma, Akdeniz Bölgesinde bulunan bir üniversitenin ilköğretim matematik öğretmenliği ana bilim dalında öğrenim gören 8 öğretmen adayıyla sınırlandırılmıştır. Araştırma bir dijital öykülemenin de dahil olduğu toplam 360 dakikalık ve 18 haftalık bir süreçle sınırlandırılmıştır. Araştırma çevrimiçi olarak yürütülmüştür.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Dönüşüm geometrisi

Ortaöğretim matematik dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) ve Matematik dersi öğretim programları (İlkokul ve Ortaokul 1, 2 ,3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) incelendiğinde, sekizinci sınıf düzeyinde dönüşüm geometrisi alt öğrenme alanı içerisinde öteleme ve yansıma dönüşümleri (MEB, 2018b), on ikinci sınıfta ise analitik düzlemde temel dönüşümler verilmektedir (MEB, 2018c). Dönüşüm geometrisi ortaokul ve lise matematik müfredatında düzlem dönüşümlerine karşılık gelmektedir (Sevgi, 2019). Düzlemsel figürün şeklinde ve boyutunda herhangi bir değişiklik oluşturmayan dört adet dönüşümden yansıma, dönme ve öteleme hareketleri izometri olarak adlandırılır (Sevgi, 2019). Geometrik şekillerden karenin simetri kavramını kullanan farklı tanımları görülmektedir. Bunlardan birisi "dört adet simetri ekseni olan dörtgen" ve bir diğeri "Merkezi etrafında 90□dönmüş hali simetrisi olan dörtgen"dir (Zazkis & Leikin, 2008). Deltoidi simetri özelliğini kullanarak "en az bir köşegenine göre simetrik olan dörtgen" şeklinde tanımlamak mümkündür. Eşkenar dörtgen simetri özelliğini kullanarak birbirine dik iki simetri doğrusu karşılıklı köşelerden geçen dörtgen" ya da "her iki köşegenine göre simetrik dörtgen" şeklinde tanımlanmaktadır. Geometrik şekillerden deltoidin özellikleri arasında da açıortay olan köşegeninin kendisinin simetri ekseni olması verilmektedir. Eşkenar dörtgenin deltoidden farklı olarak verilen özelliklerinde simetri kavramını içeren her iki köşegenine göre simetrik olması ve yarım dönme (180□) simetrisine sahip olması belirtilmektedir. Karenin deltoidin özelliklerine ek olarak çeyrek dönme (90□) simetrisine sahip olması, her iki köşegenine ve karşılıklı kenarlarının orta noktalarından geçen doğrulara göre simetrik olması görülmektedir (Öztoprakçı & Çakıroğlu, 2013).

Uluslararası çerçeve incelendiğinde Amerika Birleşik Devletleri'nde National Council of Teachers of Mathematics, NCTM'nin ortaokul seviyesi matematik öğretmenlerinin yetiştirilmesi sürecinde belirlediği standartlardan bazıları içeriğe yöneliktir. Etkili matematik öğretimi ve öğreniminin doğasının ele alındığı standartlarda, tüm ortaokul matematik öğretmen adaylarının öğrencilerin matematiksel yeterliliğini geliştirmeye hazırlıklı olmak için, gerçek hayat problemlerini çözmek için bir bakış açısı kazanmalarına yönelik temel geometrik kavramlar arasında geometrik dönüşümlerin önemi belirtilmiştir (NCTM, 2020). Nokta, doğru ya da çokgenler gibi geometrik şekillere uygulanan geometrik dönüşümler

yoluyla öğrenciler geometrik şekillerin ve figürlerin özelliklerini incelerken matematiksel gerekçeler ve ispatlar oluşturabilir ve geometrik dönüşümler yoluyla cebir ile bağlantı kurabilirler. Eğitim programlarında karşımıza çıkan dönüşüm geometrisi son yıllarda matematik eğitimi alanında önem verilen bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Dönüşüm geometrisi üzerine yapılan çalışmalarda örneklem grubunun öğretmen ya da öğretmen adayları olduğu çalışmalar (Durak, 2022; Gürsan, 2021; Arık Karamık 2016; Özbay, 2015; İlaslan; 2013; Gürbüz, 2008) alınyazında yer almakta olup bu çalışmalarda farklı problem durumlarının ele alındığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının dönüşüm geometrisi bilgi düzeyleri ya da yeterlikleri üzerine çalışmalar yapılmasının temel sebepleri ise öğretmen adaylarının bu konuda güçlük ve kavram yanılgıları yaşamasıdır (Thaqi, Gimenez & Rosich, 2011).

2.1.1. Simetri Kavramı

Simetri kavramı ile günlük yaşamda; cisimlerde, desenlerde ve tasarımlarda sık karşılaşılmaktadır. Kimya, atom fiziği ve kristalografi gibi alanlarda önemli bir rol oynayan birçok bilimsel düşüncenin altında yatan simetri, mimari ve mühendislik tasarımı açısından da önemli olup sanatsal ve matematiksel yönden ilgi çekicidir (Lockwood & Macmillan, 1978). Matematiğin temel kavramlarından birisi olan simetri; geometri, cebir ve topoloji gibi matematik alanlarında karşımıza çıkmaktadır (Hilton & Pedersen, 1986). Uygulandığında şeklin özelliklerini değiştirmeyen dönüşüm simetri olarak tanımlanmaktadır (Leikin, Berman ve Zaslavsky, 1997). Kare, eşkenar dörtgen deltoid gibi geometrik şekillerde tanım yaparken ve özellikleri belirlenirken, ikinci derece bir fonksiyon ve parabolün genel ifadesinin cebirsel anlatımının çiziminde, parabolde, bağıntı kavramında simetri kullanılmaktadır. Tarihe bakıldığında MÖ 200 civarında Diocles güneşten gelen ışınların parabolün simetri ekseni etrafında 360□ döndürülerek elde edilmiş üç boyutlu cismin (paraboloid) odağında toplandığını keşfetmiştir (Alacacı, Erbaş & Çetinkaya, 2013). Geometrik dönüşüm, düzlemdeki noktalar kümesini kendi üzerine örten ve bire-bir eşleme olarak tanımlanmaktadır (Martin, 2012). Geometrik dönüşümlerde düzlemdeki noktalar düzlemdeki diğer noktalarla eşleştiği için tanım ve değer kümeleri R^2 olup fonksiyon R^2 'den R^2 'ye şeklinde olduğundan tanım kümesi simetri doğrusunu da içeren düzlemdeki tüm noktaları kapsar. Düzlemdeki noktalar düzlemdeki diğer başka noktalara dönüşen bir fonksiyon ile tanımlanmıştır ve burada bir kaydırma hareketinden söz etmek doğru olmaz. Simetrik bir nesnenin temel özelliği, iki veya daha fazla özdeş parçaya bölünebilmesi ve bu parçaların düzenli olarak birbiriyle ilişkili

olmasıdır. Merdiven gibi bazı simetrik nesneler tekrar eden örüntülere sahipken, masa gibi nesneler, açıkça simetrik olmalarına rağmen tekrarlayan bir örüntüye sahip değildir (Lockwood & Macmillan, 1978).

2.1.2. Geometrik Dönüşümlerden Yansıma Dönüşümü

Yansıma, düzlem üzerinde bir hareket olmaktan ziyade düzlemdeki tüm noktaları yine düzlemde noktalara dönüştüren ve (noktalar arası) uzaklık ve açı koruyan (tanım kümesinden herhangi bir noktayı değer kümesindeki farklı iki noktaya dönüştüremeyen) ancak yön korumayan, düzlemi ikiye bölen simetri (yansıma) ekseni şeklinde adlandırılan bir doğru olan bir parametreye bağlı bir (birebir ve örten bir fonksiyon) dönüşümdür. Bunun yanında, düzlemdeki noktalar ve simetri ekseni arasındaki dik uzaklık ile görüntü ve simetri ekseni arasındaki dik uzaklık da korunmaktadır (Zembat, 2007).

2.1.3. Geometrik Dönüşümlerden Öteleme Dönüşümü

Öteleme dönüşümü, bir düzlemdeki veya uzaydaki bir noktanın, belirli bir mesafede ve belirli bir yönde hareket ettirilmesini ifade eden bir geometrik dönüşüm olarak tanımlanmaktadır (Pressley, 2010). Ötelemeler, düzlemdeki tüm noktaları belirli bir yön ve büyüklüğe göre düzlemdeki diğer noktalara eşleyen özel işlevler olarak kabul edilir (Yanık, 2013). Lineer cebir konusuna bağlı olarak öteleme dönüşümü incelendiğinde, bir 2 boyutlu vektör (x, y) 'nin (a, b) kadar ötelenmesi sonucunda elde edilen yeni vektör, (x+a, y+b) şeklinde ifade edilmektedir (Strang, 2006). Bir vektör uzayındaki bir vektörün, belirli bir mesafede ve belirli bir yönde ötelenmesi sonucunda elde edilen yeni vektör, orijinal vektörle aynı boyutta ve yönü farklı bir vektördür (Nakahara, 2003). Fonksiyon ile birbirleriyle özel bir şekilde eşleyen ikililer kümesi kastedildiğinde, öteleme dönüşümünü uzaklık koruyan bir fonksiyon olarak tanımlamak mümkündür (Zembat, 2013a).

2.1.4. Geometrik Dönüşümlerden Dönme Dönüşümü

Dönme dönüşümü uzaklık/özellik koruyan elemanları düzlemdeki tüm noktalar olan tanım kümesi ve elemanları düzlemde karşılık gelen noktalar olan değer kümesine sahip bir birebir ve örten fonksiyon olup izometri olarak adlandırılmaktadır (Zembat, 2013b).

2.2. Kavram ve Kavram İmajı

2.2.1. Kavram

İlk kez Vinner ve Hershkowitz (1980) tarafından "kavram" ve "kavram imajı" terimi, öğrencilerin basit geometrik şekilleri kavrama şekilleri ve aralarındaki ilişkiler ile tanıtılmıştır. Tall ve Vinner (1981)'a göre bir kavram ile ilgili düşünüldüğünde zihinde o kavramla ilgili bir imaj (kavram imajı) ortaya çıkmakta ve günlük deneyimler sonucu yapılandırılmaktadır. Onlara göre bir kavram çok iyi bir şekilde tanımlansa bile, bu bireyin zihninde kavramla ilgili doğru bir imajın var olduğunu kesin değildir. Tall (1980) "kavram" kavramı için, ilgili kavramı açıklamak için kullanılan ve kelimelerden oluşan bir yapı ifadesini kullanırken Vinner (1983) ise dolaysız olarak açıklayan sözel tanım ifadesini kullanmıştır. Kavram tanımı yapılırken formal olmayan tanımlar da kullanılabilir. Kavramlar, nesnelerin özelliklerini, niteliklerini ve diğer nesnelerden farklılıkları ile benzerliklerini göstermektedir (Dede & Argün, 2004). Kavramlar, ifadeleri veya önermeleri oluşturmak için bir araya getirilmekte ve beynimizde depolanan bilgi, kavram ve önerme ağlarından oluşmaktadır (Novak, 2002).

Posner, Strike, Hewson ve Gertzog'a (1982) göre, kavramsal değişimin olabilmesi için dört temel koşulun yerine getirilmesi gerekmektedir: (1) mevcut kavramlar ile ilgili memnuniyetsizlik olması gerekmektedir, (2) anlaşılabilir bir yeni kavram olması gerekmektedir, (3) yeni kavram mantıklı görünmelidir ve (4) yeni kavram verimli bir programın olasılığını öne sürmelidir. Harel ve Kaput (1991), öğretmenlerin öğrencilerin ileri matematiksel kavramların gelişimini desteklemek için kavramlar ve sembolleri arasındaki ilişkinin derin bir anlamını geliştirmelerine odaklanmaları gerektiğini önermektedir. Matematiksel kavram, anlayış, düşünme, anlam gibi boyutlar içermektedir ve matematiksel nesneler ile bu nesneler arasındaki ilişkileri kapsamaktadır (Simon, 2017).

Kavram öğrenme sürecini anlamak ve kavramsal anlayışın nasıl geliştirilebileceği konularını ele alan Ülgen (2004), kavramların, bilginin yapılandırılmasında temel bir rol oynadığını ve öğrenmenin anlamlı hale gelmesini sağladığını belirtmektedir. Kavramsal anlayışın geliştirilmesinin, problem çözme, eleştirel düşünme ve bilgi aktarımı becerilerinin gelişmesine yardımcı olacağı belirtilmektedir. Öğrencilerin kendi deneyimlerini kavramlarla ilişkilendirmeleri ve gerçek yaşam bağlantıları kurmaları ve öğretmenlerin kavramları somut

örneklerle desteklemesi, öğrencilerin kavramsal yanılgılarını anlamaları ve bu yanılgıları gidermek için uygun stratejileri kullanmaları gerekmektedir.

2.2.2. Kavram İmajı ve Matematik Öğretimindeki Önemi

Kavramın daha iyi anlaşılabilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Eğitimde kavramın daha iyi anlaşılabilmesi için Clayton (2006) eğitimde kavram haritası kullanımının akademik performans üzerinde genel olarak olumlu etkiler sağladığını, Naylor & Keogh (2013) kavram karikatürlerinin alternatiflerinden daha etkili olduğunu gösteren araştırma kanıtlarını dünya çapında birçok eğitim bakanlığının kabul ettiğini, Dinçer, Ergül, Şen & Çabuk (2011) ise kavram oyuncaklarının çocukların algılama, kavram oluşturma, problem çözme gibi zihinsel yeteneklerinin gelişmesine yardımcı olduğunu belirtmektedir. Ojose (2015) kavram yanılgısını "yanlış anlamlara dayalı yanlış anlamalar ve yanlış yorumlamalar" şeklinde yapılmış ve kavram yanılgılarının, öğrencilerin rasyonel muhakeme yapmasını engelleyen "denenmemiş teorilerden" kaynaklanır şeklinde belirtmiştir. Kavram yanılgılarından kurtulmak için kullanılacak anlamlı öğrenme yöntemlerinden birisi kavramsal değişim yaklaşımını Confrey (1981) matematik özelinde kişinin matematiksel kavramların gelişimini araştırması ve disiplin ilerledikçe yöntemlerin ve içeriğin etkileşimli olarak nasıl geliştiğini anlaması gerektiği şeklinde açıklamaktadır (Confrey, 1981). Kavram imajı ise matematik öğretiminde uzun zamandır araştırılan bir konu olarak önemini korumaya devam etmektedir (Tall & Vinner, 1981). Bir matematik öğretmeninin ya da eğitimcisinin bir kavram hakkında dikkatli ve eksiksiz bir tanım yapması sonucu öğrencilerin tamamının aklında kalan tanım ve kafalarında beliren görüntü birebir aynı olmayabilmektedir. Bu durum öğrencilerin kavram imajlarının çalışmaların ana konusu olmasına yol açmıştır.

Öğrenciler, bilişsel öğrenme kuramına göre, zihinsel işlemlerin sonucu olarak, sosyal yapılandırmacılık kuramına göre birbirleriyle etkileşim içinde oldukları sosyal ortamlarda, yapılandırmacılık ve konstrüktivizm teorilerine göre, kendi deneyimlerini ve bağlamlarını kullanarak kavram imajı geliştirmektedir (Cottrill, 2003).

Bingölbali & Monaghan (2008) kavram imajı ve kavram tanımının, bireysel ve bilişsel öğrenme teorilerinin matematik öğretimi yayınlarına hakim olduğu bir çağda, bireysel öğrenci matematiksel yapılarına odaklanarak doğduğunu ve ilk araştırmacılar tarafından geliştirilen öğrenme teorilerinin tümünün bilişsel öğrenme teorileri olduğunu belirttikleri çalışmasında öğrenme alanında sosyal teorilerin üstünlük kazanmasına rağmen bu alanın bilişsel

teorisyenlerin koruması altında kaldığını belirtmiş ve farklı bir bakış getirerek yapının,"sosyo-kültürel çalışma" olarak adlandırılabilecek bir çalışmada verilerin yorumlanmasında kullanılabileceğini belirtmiştir.

Tall & Vinner (1981) kavram imajı terimini, birey yeni uyaranlarla karşılaştıkça değişirken yıllar içinde türlü deneyimlerle inşa edilen, kavramla ilişkili tüm zihinsel resimleri ve süreçleri içeren toplam bilişsel yapı olarak tanımlamaktadır. Yani kavram imajı bireyin o kavram ile ilişkili algısal deneyimleriyle bağlantılıdır. Tall ve Vinner'a (1981) göre bireyin doğru kavram imajına sahip olmasının önemi, problem çözerken ya da düşünürken kavramın formal tanımı yerine zihninde yapılandırılmış olan kavram imajlarını kullanması olarak belirtilmiştir. Vinner (1983), kavram imajını ortaya çıkarma ve öğretmenin önemi konusunda öğrencilerin niçin böyle çözüme gittiğini daha iyi anlamamızı sağlamakla kalmanın yanında bir takım yanlış kavram imajları oluşturan durumlarda bazı iyileştirmeler önerilebileceğini belirtmektedir.

Matematik soyut bir disiplindir (Akman, 2002; Yeşildere ve Türnüklü, 2004) ve öğrenciler matematiğin içindeki nokta, doğru gibi soyut kavramları anlamakta sıkıntı çekebilmektedir. Gerçek hayat örnekleri üzerinden somut bir nesnenin matematiksel kavramlarla açıklanması öğretimde yaygın olsa da kavram tanımının iyi yapılmaması durumunda eksik ya da yanlış öğrenme gerçekleşebilmektedir. Matematik öğretiminde kavramları anlamaktan ziyade prosedürel yöntemlere odaklanmak öğrenci başarısını olumsuz olarak etkilemektedir (Tall, 1993). Bu yüzden matematik derslerinde matematiksel kavram öğretimi ve öğretmen ve öğretmen adaylarının bu konudaki doğru ve eksiksiz bilgi sahibi olmaları oldukça önemlidir.

2.3. Dijital Öyküleme

TÜİK'in Hanehalkı Bilişim Teknolojileri (BT) Kullanım Araştırması'na göre; İnternet kullanım oranı 16-74 yaş grubundaki bireylerde 2020 yılında %79 olmuştur. Bu oranın, bir önceki yıl %75,3 olduğu belirtilmektedir (TÜİK, 2020). Araştırmaya göre oranın bir önceki yıla göre %3,7 arttığı görülmektedir. Dijital araçlardan birisi olan interneti kullanan bireylerin sayısının artması verisini Çelik (2019) de çalışmasında bilişim ve teknoloji araçlarından internet araçlarının farklı yaşlardan bireylerin birçok konuda birincil başvuru kaynağı haline geldiğini belirterek örneklendirmektedir.

Bilişim teknolojilerinin öğrencileri bilişsel ve duyuşsal anlamda desteklediği görülmektedir. Gökçearslan ve Seferoğlu (2016) çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin eve bilgisayar alma nedenlerini incelediklerinde onların bilgisayarı bilgiye erişim aracı olarak gördüğünü belirtmişlerdir. Dönmez (2019) çalışmasında lise öğrencilerinin ders çalışırken ya da ödev yaparken bilişim teknolojileri araçlarını kullandığını belirtmiştir. Çağlar ve Kocadere (2015) çevrimiçi öğrenme ortamlarında oyunlaştırma konulu çalışmalarında alan yazındaki araştırmaların oyunlaştırmanın motivasyonu arttırdığı, öğrenme ortamına bağlılığı sağladığını, eğlenceli bir öğrenme ortamı oluşturduğunu ve öğrenende akış hissi yaratmak gibi faydalarının olduğunu gösterdiğini belirtmektedir. Bilgi teknolojilerindeki ulaşılabilir ve sürdürülebilir uygulamaların yenilikçi ve çağdaş öğrenme ortamları sağlaması sayesinde, öğrenmedeki etkinliği artıracağı düşünülmektedir. Eğitim ve Bilim dergisi editörleri 2016 yılında derginin yayınladığı "Eğitimde Teknoloji Entegrasyonu Uygulamaları" isimli 188. Özel sayısında şunları belirtmektedir: "Eğitimde teknoloji entegrasyonu, yeni bilimsel çalışmalara ihtiyaç duyulan özgün bir çalışma alanı olmaya devam etmektedir." (Yalın, Teo, Kabakçı Yurdakul, McIlroy ve Ursavaş, 2016).

Yılmaz ve Akkoyunlu (2006) farklı öğrenme ortamlarının öğrenmedeki kalıcılığa etkisini araştırdığı çalışmada öğrenme ortamında etkileşimin ve uyaranların önemi alan yazından örneklerle desteklenmekledir. Çalışmada Mayer'in etkili çoklu öğrenme ortamlarının tasarlanması doğrultusunda yapılandırdığı Türetimci Çoklu Ortam Öğrenme Kuramı'nda (Mayer, 2001 akt. Yılmaz ve Akkoyunlu, 2006) bahsedilen kodlama kanallarından (işitsel-sözel ve görsel-resimsel) her ikisine de hitap eden öğrenme ortamlarında edinilen bilgilerin daha kalıcı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada öğrenme ortamlarının bu kanallar dikkate alınarak metin ve resim ya da anlatım ve resim ve benzeri şekilde tasarlanmasının daha kalıcı öğrenmeler oluşturacağı belirtilmektedir.

Karmaşık kavramlar veya bilgilerin öykü anlatımı yoluyla iyi anlaşıldığı literatürde belirtilmiştir (Bruner 1990; Chung, 2006 akt. Psomos & Kordaki, 2015). Öykülemenin doğası gereği pedagojik olmasından dolayı matematik müfredatına bir sanat formu olarak özellikle uygun olduğunu ve tıpkı matematik gibi kurgusal dünyaları çağrıştırdığını belirtmektedir. Literatür tarandığında çocuk edebiyatı ve matematik öğretimiyle ilgili bazı kitaplara rastlanılmış ve bunlardan incelemesi yapılanlar olmuştur. Bunlardan birisi Vladimir Tumanov'un kendi oğluna matematik dersini sevdirmek için yazdığı eseri "Kraliçeyi Kurtarmak" olarak görülmektedir (Altunbay ve Soylu, 2020). Albano & Pierri'ye göre (2014),

öykülemeyi matematik dersinde kullanmanın, zor kavramları akılda kalıcı bir şekilde tanıtma veya açıklama ve öğrencileri matematiksel aktiviteye dahil etme şeklinde yararları vardır ve öğrenciler kendi hayat deneyimlerine göre aşina olduğu, somut ve gerçekçi durumlarda bağlama oturtulmuş bir matematik problemini zihninde canlandırabilmektedir. Teknolojiyle birleşen öykülemenin, fikirlerin aktarılmasında ve bilgi paylaşımında daha derin bir etkiye sahip yeni biçiminin adı dijital öykülemedir (Kuan vd., 2012).

Psomos & Kordaki (2015) teknolojik gelişmeler ile dijital öyküleme isminde yeni bir öykü anlatımının ortaya çıkışına tanık olduğumuzu belirtmiştir. Porter'a (2004) göre dijital öyküleme, kişisel öykülerin ve anlatımın müzik, resim, seslendirmeler ve grafik ile birleştirilmesidir. Robin'e (2008) göre grafikler, ses, metin, video klipler ve müzik gibi çeşitli multimedya türleri ile öykülerin birleştirilmesi sonucu oluşan dijital öykülemeler, kullanıcıların yaratıcı öykü anlatıcıları olmalarını sağlayan, öğretmenlerin sınıflarında teknolojiyi verimli bir şekilde kullanmalarına yardımcı olan bir teknoloji uygulamasıdır.

Dogan ve Robin (2008) Amerika'nın bazı bölgelerinde öğrenci ve öğretmenlere açık olarak gerçekleştirilen DISTCO isimli dijital öyküleme yarışmasının sonuçlarını paylaştıkları çalışmalarında öğrencilerin dijital öyküleme ile ilgili sevdikleri şeyleri bilgisayar kullanma şansına sahip olmak, kendini ifade etme fırsatı bulmak, kendi filmini yapıp kendi öykünü anlatabilmek, araştırılan konuyu öğrenmek ve önemli bir projeyi tamamlama hissi şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlar Lambert'ın (2010) dijital öyküleme ile ilgili bir kimsenin benzersiz sesinin dijital öykünün anahtar bileşeni olduğu görüşlerini tamamlar niteliktedir (Lambert, 2010). Kalıcı öğrenmenin yanında eğitimde teknoloji entegrasyonu sürecinde ekran başındaki öğrenenlerin nasıl aktif rol alacağı konusunun dikkate değer olduğu düşünüldüğünde öğrencilerin bu dönütleri oldukça anlamlıdır.

Eryılmaz ve Tatlı (2020), öğrencilerin etkili öğrenmelerinin sağlanabilmesi için, kendi öğrenmelerinden sorumlu olarak çoklu ortam araçlarını kullanıp iş birliği içinde materyal üreterek, öğrenme sürecine aktif olarak dahil edilmeleri gerektiğini belirtmektedir.

Hathorn (2005) dijital öykülemenin bir avantajı olarak öğrencilerin kendi öğrenmelerini oluşturmasına izin verdiğinden dolayı onları aktif öğrenme ve sorgulama süreçlerine dahil ettiğini belirtmektedir. Dijital yerlilere aktif katılım ve çoklu öğrenme ortamı sağlayan dijital öykülemenin tarihçesine bakıldığında Yüksel (2011) tez çalışmasında dijital öyküleme hareketinin Dana Atchley ve Joe Lambert ile 1980'lerde başladığını belirtmektedir. Dinçer

(2019) ise dijital öykülemenin öncülüğünü yapan kurumları Joe Lambert ‘in Dijital Hikaye Anlatım Merkezi (Center for Digital Storytelling) ve Dr. Bernard Robin’in öncülüğünde açılan Dijital Hikaye Anlatımının Eğitsel Kullanımı Merkezi (The Educational Uses of Digital Storytelling) olarak belirtmektedir. “*Multimedya ve hiper medya teknolojilerinin hızlı gelişimi, bilgisayarda hikayeler oluşturmak için yeni yollar sağlamaktadır. Multimedya sistemleri, görüntüler, ses ve animasyon, bir öykü oluşturmak için metinle bir araya getirilebilir. Bu medya uygulamasına dijital hikaye anlatımı denir.”* (Foley, 2013). Eryılmaz ve Tatlı (2020) eğitim amaçlı dijital öykü oluştururken farklı yazılım uygulamalarının ve hazır web 2.0 araçlarının kullanılabileceğini belirtmekte ve birçok örnek vermektedir. *Bunlardan bazıları PowerPoint, iMovies, Storybird,Toonly’dir (*Eryılmaz ve Tatlı, 2020). Jason Ohler'ın “Digital Storytelling in the Classroom: New Media Pathways to Literacy, Learning, and Creativity” adlı kitabını inceleyen ve bu kitabı teknoloji bilgisini yükseltmek isteyen her öğretmenin mutlaka okuması gereken bir kitap olarak tanımlayan Sandra Raymond, Ohler’ın bu kitapta dijital öyküleme için teknoloji, medya okuryazarlığı ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesi yolunda öğrencilerin ihtiyaçlarını karşıladığını belirtmektedir (Raymond, 2008). Dijital öykünün öğretimde kullanılması öğrencilerin motivasyonlarını ve öğrenmelerini ilerletmekte, öğrencileri öğrenme sürecinde aktif hale getirebilmekte ve onlara kendi fikirlerini yansıtabilme olanağı tanıyarak teknoloji kullanma becerilerini geliştirmektedir (Eryılmaz ve Tatlı, 2020).

Dijital öyküleme tanımlanırken bazı uzmanlar dijital öyküleme konusunda genel bir çerçeve belirleyerek ögelerini tanımlamıştır. Kuan, Shiratuddin & Harun (2012) dijital öyküleme tasarımı için tek kılavuz olacak şekilde bir çerçeve oluşturmak amacıyla çeşitli uzmanların tanımladığı öğeleri toparlamıştır. Tablo 1’de Kuan vd.’nin (2012) çalışmasında belirttiği şekilde uzmanları ve dijital öyküleme tasarımı için tanımladıkları ögeleri göstermektedir.

Tablo *2.2.* Uzmanların Belirlediği Dijital Öyküleme Ögeleri (Kuan, Shiratuddin & Harun, 2012)

Uzmanlar	Ögeler
Porter (2004)	Hikayede yaşama Ders çıkarma Heyecanı yaratıcı bir şekilde geliştirme Anlatılan öyküyü ekonomikleşirme Söylemek yerine gösterme İnce iş geliştirilmesi
Salpeter (2005)	Kişisel Öykü veya senaryo ile başlama Kısa ve öz

Uzmanlar	Ögeler
	Hazır kaynak malzemeleri kullanma Evrensel öykü öğelerini dahil etme İşbirliğini dahil etme
Paul & Fiebich (2005)	Medya Aksiyon İlişki Bağlam İletişim
Lambert (2006)	Bakış açısı Heyecan veren bir soru Duygusal içerik Ses Film müziğinin gücü Ekonomi İlerleme hızı
Robin (2008)	Öykünün genel amacı Anlatıcının bakış açısı Heyecan veren bir soru veya sorular Görüntülerin, videonun ve diğer multimedya öğelerinin kalitesi Anlamlı bir ses kaydı kullanımı İçerik seçimi Anlatının hızı İyi dil kullanımı Öykü ayrıntılarının ekonomisi Ses netliği
Ohler (2008)	Bakış açısı Duygusal bağlılık Ton Sözlü anlatım Film müziği Video ve performansın rolü Yaratıcılık ve özgünlük Zaman, hikaye uzunluğu ve ekonomi
Schafer (2008)	Somutluk Kullanıcı katkısı Tutarlılık Süreklilik (Kavramsal) yapı Sahne Sanallık Mekansallık Kontrol Etkileşim İş birliği Tutulma

Dijital öyküleme okul öncesi öğrencileri ile dinleme becerileri üzerine (Türe Köse, 2019), 6 yaş çocuklarının sosyal becerilerinin gelişimine (Başdaş & Vural, 2017) ve süreç üzerine (Yüksel, 2011) çalışmalarına rastlanmaktadır.

Buna ek olarak; İlkokul öğrencileri ile yazma becerileri üzerine (Tetik, 2020; Demirbaş, 2019; Uslu, 2019; Yamaç, 2015; Foley, 2013) okuma becerileri üzerine (Çiftci, 2019; Şentürk

Leylek, 2018), dinleme becerileri üzerine (Ciğerci, 2015), Türkçe dersinde kullanımı üzerine (Dayan, 2017) ve 21. yy becerilerinin geliştirilmesi üzerine (Karademir, 2020) değerler eğitimi üzerine (Polater, 2019; Kutlucan & Çakır & Ünal, 2018; Yürük & Atıcı, 2017) çalışıldığı görülmektedir.

Ortaokul öğrencileri ile ilgili çalışmalar incelendiğinde ise fen bilimleri dersi özelinde akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve derse yönelik tutumlarına etkisi (Torun, 2016; Yalçın & Büyükcengiz, 2017) ve başarı, tutum ve bilimsel yaratıcılığa etkisi (Akgül, 2018), fen bilimleri dersinde dijital öykü hazırlama deneyimleri (Ulum, 2017) yazma becerileri (Baki,2015), sosyal bilgiler dersinde akademik başarı ve tutum (Karataş, 2019) ve motivasyon, tutum ve başarı (Demir, 2019) tasarım odaklı düşünme becerilerinin gelişimi (Kayalı,2019) üzerine çalışıldığı görülmektedir. 4. ve 12. sınıf aralığında dijital öyküleme ile dijital ve matematiksel okuryazarlık da incelenmiştir (Banaszewski, 2005; Nabilah, 2021).

Psomos & Kordaki (2015) dijital öyküleme ile öğrencilerin kavram yanılgılarına odaklanmıştır. Lise öğrencileri ile Almanca öğretiminde eylem araştırması (Kaya & Tekiner-Tolu, 2017) fizik dersi başarısı ve motivasyonu (Kahraman, 2013) üzerine etkisi araştırılmıştır. Bunun yanında dijital öykülemenin üstün zekalı öğrencilerin yazma performansına ve dil gelişimine etkisi (Gider, 2019) de çalışılmıştır. Çevrimiçi ortamda oluşturulan dijital öyküleme etkinliklerine ilişkin görüşlerinin (Karakoyun, 2014) ve eğitim teknolojisine yönelik öz yeterliklerine etkisinin (Heo, 2009) incelendiği görülmektedir. Öğretmenlerin bu süreçte pedagojik stratejileri üzerine (Undheim & Jernes, 2020), bu süreçteki deneyimlerine (Yüksel-Arslan, Yıldırım & Robin, 2016) ve öğretmenler ile öğrencilerin geleneksel sözlü becerilerini geliştirme (Davies, 2006) üzerine çalışıldığı görülmektedir. Dijital öyküleme yaklaşımının güzel sanatlar eğitimine entegrasyonu (Ayvaz-Tunç, 2016) çalışılmıştır. Eğitim öğretim dışındaki alanlarda da dijital öykülemenin kullanıldığı görülmektedir. Örneğin pazarlama bilim dalında otomotiv tüketicileri için dijital hikaye anlatımı (Nuray,2017) sinema televizyon anabilim dalında start-up şirketler için dijital öyküleme (Halifeoğlu, 2018) ve iletişim sanatları bilim dalında yerinden edilmiş kişilere dijital medya ve dijital hikâye anlatımı tarafından sağlanan olanaklar (Kaya-Yıldırım, 2019) çalışılmıştır.

2.3.1. Matematik Öğretiminde Dijital Öyküleme

Eisner (2002) "Eğitim, Sanatlardan Eğitim Uygulaması Hakkında Neler Öğrenebilir?" başlıklı makalesinde sanat aracılığıyla öğrendikçe, niteliksel olarak daha zeki hale geldiğimizi

belirtmekte ve eğitimsel zorlukların sanat aracılığıyla aşılabileceğine değinmektedir. Eğitimin sanattan öğrenebileceği beş ders olduğunu, bunlardan ilkinin tıpkı sanat galerisine gelen ziyaretçinin bir tabloya bakarken hareketlerindeki hem parçaya hem de bütüne odaklanma çabası gibi, öğretmenlerin de sınıf etkinliklerine katılırken aynı zamanda öğrenciye bireysel odaklanabilmesi gerektiğini belirtir. İkinci çıkarılması gereken ders olarak eğitimde amaçların belirlenmesinden sonra, araçların formüle edildiğini, uygulandığını ve ardından sonuçların değerlendirildiğini ancak sanatta önceden tanımlanmış amaçlara katı bir şekilde bağlı olmadan daha iyi amaçlar ortaya çıktığında, amaçların araçları takip edebileceğini belirtmektedir. Sanatın eğitime öğretebileceği üçüncü ders olarak biçim ve içeriğin çoğunlukla ayrılmaz olduğunu dördüncü ders olarak ise bilinebilir her şeyin önerme biçiminde ifade edilemeyeceğini belirtir. Eğitim uygulamaları hakkında sanattan öğrenebileceğimiz beşinci dersin, öğretmen ve öğrencilerin çalıştığı materyal ile düşünüş arasındaki ilişkiyle ilgili olduğunu belirtir ve her malzemenin kendine özgü talepleri dayattığını ve onu iyi kullanmak için onun içinde düşünmeyi öğrenmemiz gerektiğini belirtir. Her yeni malzeme bize yeni olanaklar ve kısıtlamalar sunar ve süreç içinde düşünme biçimlerimizi geliştirir. Müfredatı tasarlama yöntemleri ve öğrencilerin birlikte çalışmasını mümkün kılan materyal türleri konusunda burada çıkarılması gereken bir ders olduğunu belirtmektedir. Dietiker (2015), öğretmenlere ve müfredat tasarımcılarına öğrenciler için yeni ve etkili matematiksel hikayeler hayal etmeleri ve canlandırmaları için ilham vermeyi hedeflediği çalışmasında matematik müfredatını hem yazılı hem de uygulamada hikayeler ile kavramsallaştırarak, matematik derslerinin merak uyandıracak şekilde tasarlanabileceğini savunmaktadır.

Teknolojik gelişmeler sonucu alternatifler çoğalmakta ancak bunun matematik öğretimine ve matematik öğretmeni yetiştirme tarzlarına entegrasyonu, matematik öğretiminde hangi kazanımları nasıl destekleyeceği ve uygulanacak yaş seviyesi tartışmaya ve araştırmaya açık bir konu olarak güncelliğini korumaktadır. 21. Yüzyıl eğitim çerçevesindeki yeterlikler göz önüne alındığında dijital öykülemenin yaratıcılık, yenilikçilik, dijital okuryazarlık, işbirliği, sosyal ve kültürler arası beceriler gibi becerileri desteklediği söylenebilir. Öğrencilerin matematiği daha anlamlı görmeleri için gerçek hayatla ilişkisini görmeleri gerekmektedir ve onların matematiği daha anlamlı görecekleri yaklaşımlardan birisi matematik öğretimine matematik okuryazarlığını dahil etmekle olmaktadır (Niemi & Niu, 2021). Literatür tarandığında Nabilah (2021), dijital öyküleme ile matematik okuryazarlığı arasında pozitif yönlü ve güçlü bir ilişki olduğunu belirtmiş ve Banaszewski (2005) ise dijital

öykülemenin dijital okuryazarlığı geliştireceği sonucuna ulaşmıştır. Bu bağlamda dijital öyküleme aynı zamanda matematiksel ve dijital okuryazarlığı yani 21. Yüzyıl becerilerinin ihtiyaç duyduğu çoklu okuryazarlığı geliştirecek bir araç olarak düşünülebilir. Dijital öykülemeyi eğitim maksatlı kullanmayı düşündüğümüzde ise eğitimciler için bir yol haritası belirlemek gerekmektedir. Bu noktada Banaszewski (2005) öğretmenler için bir dijital öyküleme projesinin beş aşamadan geçmesi gerektiğini belirtmiş ve bunları şu şekilde sıralamıştır.

1) Planlama/Organizasyon

2) Senaryo Yazımı

3) Dijital Öykü Unsurlarının Öğretilmesi

4) Teknolojiyi Yönetmek

5) Değerlendirme

2.4. Maurits Cornelis Escher ve Eserleri

1960 yılında Hollandalı sanatçı Maurits Cornelis Escher, ilerde çalışmalarının bilim topluluğu için sahip olacağı etki kapsamını hayal bile edemeden ve matematikle zorlukla mücadele etmesine rağmen, matematiksel araştırma yapmaya, yeni geometrik fikirler öğrenmeye, matematiksel kavramları tasvir etmeye ve matematiksel sorular sormaya yönelmiştir. 61 yaşında "Pozitif bilimlerde eğitim veya bilgi konusunda kesinlikle çok bilgi sahibi olmamama rağmen, çoğu kez matematikçilerle, sanatçı arkadaşlarımdan daha fazla ortak noktam var gibi görünüyor" şeklinde bir açıklama yapmıştır (Schattschneider, 2010). Ömrünü eser üretmeye adayan grafik sanatçısı Escher, matematiksel bir arka planı ve eğitimi olmamasına rağmen çalışmaları ile matematikçilerin dikkatini çekmiştir. Berkeley'deki California Üniversitesi ve Hollanda'daki Universiteit Leiden'de ortak pozisyonlara sahip olan M.C. Escher hakkında kitapları, iki belgesel videosu ve çeşitli kravatları olan ve şu anda ünlü bir eseri olan Print Gallery'nin orijinal bir baskısını alma sürecinde olan matematikçi Hendrik Lenstra, Escher'in bu çalışmasında eliptik eğriler teorisini kullanarak, rıhtım sahnesindeki

bozulmanın karmaşık bir üstel fonksiyonla tamamlanabileceğini göstermiştir. Bu ilginç çözümü the New York Times'ta ve Hollanda basınında yer almıştır (Robinson, 2002).

2.5. Literatür Taraması

2.5.1. Dönüşüm Geometrisi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde literatürde dönüşüm geometrisi ile ilgili yapılan özellikle bilişim teknolojileri ve kavram öğretimine odaklanan çalışmalardan araştırma grubu öğretmenler, öğretmen adayları ve öğrenciler olmak üzere kategorilendirilerek aktarılmıştır.

Dönüşüm geometrisi konusunda yapılan çalışmalar araştırma grubunun öğrenciler olduğu kısıtlamasıyla incelendiğinde; Usiskin'in (1972) yapmış olduğu araştırmanın sonuçlarına göre, dönüşümler aracılığıyla verilen geometri öğretimi, öğrenci başarısı ve tutumları üzerinde olumlu etkiler göstermiştir. Dönüşümlerle ilişkilendirilen geometri öğretimi, öğrencilerin geometri konularını daha derinlemesine anlamalarına ve öğrenmelerine yardımcı olmuştur. Ayrıca, öğrencilerin geometriye karşı tutumlarında olumlu bir değişim gözlenmiştir. Bu çalışma, dönüşümler aracılığıyla geometri öğretiminin etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Dönüşümler, öğrencilerin geometri konularını daha somut ve anlamlı bir şekilde kavramalarına yardımcı olmuştur. Ayrıca, bu öğretim yöntemi, öğrencilerin geometriye karşı olumlu tutumlarını geliştirmelerine katkıda bulunmuştur.

Küchemann'ın (1981) kitabında yayınlanan "Reflection and Rotation" başlıklı çalışmanın amacı, 11- 16 yaş arasındaki çocukların matematiği anlama süreçlerinde yansıma ve dönme kavramlarını nasıl anladıklarını incelemektir. Çalışma, yansıma ve dönme kavramlarının öğrencilerin zihinsel gelişimiyle ilişkisini ve bu kavramları anlamak için kullandıkları stratejileri araştırmaktadır. Araştırma, matematik öğretmenlerine ve eğitimcilerine, bu konuların öğretilmesi ve anlaşılmasında karşılaşılabilecek zorlukları ve öğrencilerin bu kavramları nasıl daha iyi kavrayabileceklerini anlamalarına yardımcı olacak bilgiler sunmayı amaçlamaktadır. Küchemann'ın çalışması, yansıma ve dönme kavramlarının öğrencilerin matematik anlama süreçlerinde önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Çalışma, öğrencilerin bu kavramları anlamak için farklı stratejiler kullandıklarını ve bu stratejilerin öğretim sürecinde dikkate alınması gerektiğini vurgulamakta ve öğretmenlere, bu kavramların öğretiminde karşılaşılabilecek zorlukları anlamaları ve öğrencilere daha etkili bir şekilde rehberlik etmelerine yardımcı olacak öneriler sunmaktadır.

Dixon'ın (1997), öğrencilerin yansıma ve dönme kavramlarını oluşturmalarında bilgisayar kullanımı ve görselleştirmenin etkilerini incelediği çalışmasının katılımcıları ortaokul öğrencilerinden oluşmakta ve bilgisayar tabanlı etkinlikler ve görselleştirmeler kullanan deneysel grup ile geleneksel öğretim yöntemleri uygulanan olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Deney grubu yansımanın ve dönmenin etkilerini gözlemlediği etkileşimli simülasyonlar ve görselleştirmeler içeren bilgisayar tabanlı etkinliklerde yer almıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, bilgisayar tabanlı etkinlikler ve görselleştirmeler kullanan öğrencilerin, kontrol grubuna kıyasla yansıma ve dönme kavramlarının daha yüksek düzeyde kavrayış gösterdiğini ortaya koymuştur.

Leikin, Berman ve Zaslavsky'nin (2000) çalışması, öğrenmenin öğretme süreci aracılığıyla nasıl artırılabileceğini araştırmaktadır. Çalışmanın amacı, öğretmenlerin öğretme deneyimleri aracılığıyla matematiksel kavramlarını nasıl geliştirdiklerini incelemektir. Araştırmacılar, öğrencilere simetri konusunda öğretme görevleri vererek onların kavrayışlarını ve anlama düzeylerini gözlemlemişlerdir. Öğrenciler, kendi sınıf arkadaşlarına simetri konusunu açıklamak, örnekler vermek ve onlara öğretmekle sorumludur. Bu süreçte, öğrencilerin kendi kavrayışlarını derinleştirmek ve eksikliklerini gidermek için çaba sarf etmeleri beklenmiştir. Çalışmanın sonuçları, öğrencilerin süreçte matematiksel kavramları daha iyi anladıklarını ve öğrenme düzeylerinin arttığını göstermektedir. Öğrenciler, başkalarına matematiksel kavramları açıklayıp öğreterek kavramsal anlayışları derinleşmiş, kendi eksikliklerini tespit edip düzeltmişlerdir. Bu çalışma, öğrencilerin aktif katılımını teşvik eden bir öğretme stratejisinin etkili olabileceğini ve öğrencilerin öğrenme sürecinde daha derin bir anlayışa ulaşmalarına yardımcı olabileceğini ortaya koymaktadır.

Glass'ın (2001) geometri alanında öğrencilerin dönüşüm kavramlarını anlama sürecine odaklandığı çalışmasında öğrencilere geometrik dönüşümler hakkında grafikler, çizimler, matematiksel ifadeler ve diğer görsel araçlar gibi birden çok temsil sunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, birden çok temsil kullanarak öğrenciler farklı temsiller arasındaki ilişkileri anlayarak dönüşüm geometrisi kavramlarını daha derinlemesine kavramakta ve uygulama becerisi kazanmaktadır. Bu çalışma, geometri öğretiminde birden çok temsilin kullanımının önemini vurgulamaktadır.

Edwards (2003) çalışmasında, ilkokuldan lisansüstü seviyeye kadar olan öğrencilerin dönüşümlere dair aynı tür hataları yaptıklarını ve geometrik şekillerin görünmez bir arka plan

olarak gördükleri bir parça üzerinde durduğunu düşündüğünü ve dönüşümleri geometrik şekillerin düzlem üzerindeki fiziksel hareketleri olarak gördüğünü açıklamıştır.

Şataf (2010) 8. sınıf öğrencilerine matematik derslerinde kullanabilecekleri GeoGebra yazılımı ile hazırlanmış, ders materyallerini kullanmanın öğrencinin başarısı ve tutumuna etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirdiği çalışmasında dönüşüm geometrisi konusu ve üçgenin kenar uzunlukları arasındaki bağıntının öğrenilmesinde başarı açısından olumlu bir farkın olduğu ancak ve tutum açısından anlamlı bir farkın olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Erdoğan ve Yazlık (2015) sekizinci sınıf öğrencilerinin Geogebra programı ile anlatılan derslerde dönüşüm geometrisi konusunda başarılarının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Bazan (2017), ortaokul öğrencilerinin dönüşüm geometrisinde karşılaştıkları güçlükler ve sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemeyi amaçladığı çalışmasında ortaokul öğrencilerinin dönüşüm geometrisinde yaşadıkları güçlüklerin çok fazla olduğunu, öğrencilerin yatay ve dikey doğruda simetri konusunda başarılı fakat eğik doğruda başarısız olduklarını belirtmektedir. Öğrencilerin dönme konusunda, öteleme ve yansımaya göre daha zor hatırladığını ve şekilleri çizerken zorlandıklarını belirtmektedir. Öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarının sonrasında kaldırılmasının zor olduğunu belirtmektedir.

Atasay ve Erdoğan'ın (2017) mandala desenlerinin 7. sınıfta simetri konularının öğretiminde nasıl kullanılabileceğini araştırdığı çalışmada öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarının yüksek olduğu, birçok tartışma ve yoruma katıldıkları ve görevleri büyük oranda başarı ile yerine getirdikleri belirtilmiştir.

Korkmaz ve Tutak (2017), yedinci sınıf öğrencileri ile dönüşüm geometrisi konusunun gerçek hayat problemlerini temel alan gerçekçi matematik öğretimine dayalı etkinlikler kullanarak işlenmesini inceledikleri çalışmada gerçekçi matematik öğretimine dayalı eğitimin yapılandırmacı yaklaşıma göre başarı anlamında daha etkili olduğunu belirtmektedir.

Demir (2018) çalışmasında, dönüşüm geometrisi öğretiminde, giriş, keşfetme, açıklama, genişletme ve değerlendirme basamaklarından oluşan 5E öğrenme modeline uygun şekilde hazırlanmış eylem planlarının, 7. Sınıf öğrencilerinin görselleştirme, analiz, informal çıkarım, çıkarım ve sistematik düşünme olarak sıralanan Van Hiele dönüşüm geometrisi düşünme düzeylerini ve dönüşüm geometrisi başarısını arttırdığını ayrıca uygulama süreci

boyunca öğrencilerin motivasyonlarının, isteklerinin ve katılımlarının yüksek olduğunu, eylem planları kapsamında hazırlanan etkinliklerle kendilerini ifade edebildiklerini belirtmektedir.

Nepal'in Kathmandu Vadisi'ndeki bir ortaokuldaki on altı öğrenciye soyut kavramları anlamalarına yardımcı olmak için GeoGebra'nın yardımıyla görseller, resimler ve animasyonlar kullanılan araştırmanın sonuçlarına göre, GeoGebra'nın öğretimde ve geometrik dönüşümleri öğrenmede faydalı olduğunu ve GeoGebra'nın matematik derslerinde kullanılması durumunda öğrencilerin kendi bilgilerini aktif bir şekilde oluşturmaya başlayabileceklerini göstermektedir. Öğrenciler birbirleriyle iş birliği yapmış ve geometrik dönüşüm kavramlarını görselleştirmiştir. Araştırmacılar, öğretimin odak noktasını öğretmenden öğrenciye doğru kaydıran bu aracın desteklenmesi gerektiğini belirtmektedir (Dahal, Pant, Shrestha & Manandhar, 2023).

Dönüşüm geometrisi konusunda yapılan çalışmalar araştırma grubunun öğretmen adayları olduğu kısıtlamasıyla incelendiğinde; Harper (2003) çalışmasında, dört ilkokul öğretmenin adayının hiçbirinin, bir şekil ve döndürülmüş görüntüsü sunulduğunda tek bir dönme kullanarak dönüşümü açıklayamadıklarını ve katılımcıların bu dönüşümü belirli bir merkez ve dönme açısı belirlemeden basit adımların kombinasyonuyla açıklamaya çalıştıklarını belirtmiştir.

Son, (2006) öğretmen adaylarının yansıtıcı simetri konusunda öğrenci hatalarını anlama ve stratejilerini geliştirme süreçlerinde belirli zorluklar yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Çalışma, öğretmen adaylarının bu hataları tespit etmek ve anlamak için daha fazla eğitim ve rehberliğe ihtiyaç duyduklarını vurgulamaktadır. Ayrıca, öğretmen adaylarına, öğrencilere yansıtıcı simetri konusunda nasıl daha etkili bir şekilde yardımcı olabilecekleri konusunda öneriler sunulmaktadır.

Kosova ve İspanya'daki öğretmen adaylarının geometrik dönüşümlere verdikleri anlamları bulmak için yapılan çalışmada her iki ülkede de öğretmen adaylarının bu konuda yetersiz oldukları görülmüştür. Ayrıca çalışmanın sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının hiçbirinin dönüşümler hakkında sağlam bilgiye sahip olmadığını ve dönüşümlerin belirli fonksiyonlar olarak kabul edilebileceği konusunda fikir sahibi olmadığı görülmüştür. Kosova'dan bazı katılımcılar şekil ve boyutun dönüşümler altında değişmezliğini belirtmiş, bazıları ise dönüşümü düzlemdeki tüm noktaların belirli hareketleri olarak tanımlamıştır.

Çalışmada, her iki ülkede de öğretmen adayları dönüşümleri tanımlamak için tüm parametreleri belirtememiştir. Araştırmada her iki ülkedeki öğretmen adaylarının hiçbiri dönüşümleri tam anlamıyla tanımlayamamış ve hiçbiri dönüşümleri fonksiyonlar olarak kavrayamamıştır (Thaqi vd. 2011).

Açıkgül (2012), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının hem kağıt kalem kullanarak hem de Cabri adındaki dinamik bir geometri yazılımı kullanarak geometrik yer problemlerini çözme süreçlerini incelediği araştırmasında, problemleri kağıt kalem kullanarak çözerken öğretmen adaylarının soruyu anlamadıklarını, yanlış anladıklarını, yanlış genellemelerde bulunduklarını ve elde ettikleri şekli düzgün çizemedikleri için yanlış adlandırma gibi problemler yaşadıklarını belirtmektedir. Yazılım ile çözerken ise daha çok öğretmen adayının sonuca ulaştığını, yazılım ile çözüm esnasında geleneksel yöntemden farklı olarak çeşitli çözüm yollarını deneme, hipotez kurma, kurdukları hipotezleri test etme, genelleme yapma olanağına sahip oldukları için bu sürecin adayların akıl yürütme ve problem çözme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaştığını belirtmektedir.

Yanık (2013), 4 ilköğretim matematik öğretmen adayını katılımcı olarak belirlediği çalışmasında GeoGebra dinamik programının kullanıldığı ortamda bireysel öğretim deneyi metodu kullanarak öteleme kavramının gelişimini incelemektedir. Çalışmanın bulgularına göre, dinamik geometri programının öğretmen adaylarının öteleme kavramının gelişimini desteklediğini ve programın sürükleme ve ölçme özelliklerinin öğretmen adaylarının öteleme kavramının özelliklerini keşfetmelerine, matematiksel varsayımlarda bulunmalarına ve yeni bilgiler oluşturmalarına yardımcı olduğunu belirtmektedir.

Kaleli Yılmaz (2015) öğretmen adaylarının dönüşüm geometri başarısına Dinamik Geometri Yazılımı Cabri II Plus ve materyallerin kullanımının etkilerini araştırdığı çalışmasında, uygulamalar sonrasında öğretmen adaylarının dönüşüm geometrisi başarısının önemli ölçüde arttığını ve uygulamaların etkili olduğunu belirtmektedir.

Karadeniz, Baran, Bozkuş ve Gündüz'ün (2015) ilköğretim matematik öğretmen adaylarının simetri kavramına ilişkin kavram yanılgılarının araştırdıkları çalışmalarında, katılımcıların büyük çoğunluğunun yansıma ve simetri ekseni kavramını tanımlayamadığı, doğru cevapların da matematiksel dilden uzak olduğu, genellikle yansıma sonucu elde edilen görüntünün ters olma durumunu gözden kaçırdıkları, simetri eksenine yönelik cevapların doğru tanımdan uzak olduğunu ve bazı çokgenlerin simetrik olma durumları ile ilgili kafa

karışıklığı yaşadıkları sonuçlarına ulaşmış ve kavramsal öğrenmeye önem verilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Güler ve Arslan (2018) ilköğretim matematik öğretmen adaylarının düzlemde dönme dönüşümü formüllerini oluşturma süreçlerini inceledikleri araştırmalarında, düzlemde dönme dönüşümü formülünü kullanma konusunda öğretmen adaylarının eksikliklerinin olduğunu, ezbere yöneldiklerini, formülü yazan öğretmen adaylarının da açıklayamadıklarını ve formülleri yapılandıramadıklarını belirtmektedir.

Noto, Priatna ve Dahlan (2019), öğretmen adaylarının dönüşüm geometrisi konusunda karşılaştıkları zorlukları ve bu zorlukların nedenlerini inceledikleri çalışmada bu süreçte kavramı anlama ve uygulama ile ilgili, geometri nesnelerini görselleştirmekle ilgili, ilke belirlemeyle ilgili, problemleri anlama ile ilgili ve son olarak matematiksel kanıtlarla ilgili engellerle karşılaşıldığını belirtmektedir. Araştırmacılar dönüşüm geometrisi öğrenme sürecinde, matematiksel problemlerin görselleştirilmesi için temsil ile bağlantılı aktivitelere ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir.

Avcu & Çetinkaya (2021) öğretmen adaylarının geometrik dönüşümleri fonksiyonlar olarak kavramlaştırmaları için bir ünite tasarlamayı ve uygulamayı amaçlamıştır. Bu ders planı katılımcıların bu kavramları matematik derslerinde etkili bir şekilde öğretebilmelerini sağlamak ve öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini desteklemek amacıyla tasarlanmıştır. Ünite katılımcıların, geometrik dönüşümleri fonksiyonlar olarak düşünmeyi sağlayan gerçek yaşam örneklerini ve grafiksel temsilleri kullanarak dönüşümleri analiz ettiği ve fonksiyon kavramıyla ilişkilendirdiği ve matematiksel ifadeleri ve denklemleri kullanaraj dönüşümleri tanımladıkları çeşitli etkinlikleri içermektedir. Çalışmanın sonuçları, bu ünitenin öğretmen adaylarının geometrik dönüşümleri fonksiyonlar olarak daha iyi kavramalarına yardımcı olduğunu ve dönüşümleri matematiksel bir dil kullanarak açıklayabildiklerini belirtmektedir. Katılımcıların matematiksel düşünme becerileri gelişmiş, geometrik dönüşümleri fonksiyonlar olarak kavramlaştırmalarını desteklemiştir. Onlara somut ve soyut düşünme becerilerini birleştirerek geometrik dönüşümleri anlama fırsatı sunmuştur.

González-Campos, Arnedo-Moreno ve Sánchez-Navarro'nun (2021) yükseköğrenimde geometrik dönüşümleri öğrenmek için kart tabanlı bir video oyunu olan GTCards'ı incelediği çalışmada GTCards, öğrencilere geometrik dönüşümler konusunda etkileşimli ve eğlenceli bir öğrenme deneyimi sunmak amacıyla tasarlanmıştır. Oyun,

geometrik dönüşümlerle ilgili temel kavramları anlamak, görsel algıyı geliştirmek ve problem çözme becerilerini uygulamak için çeşitli kartları kullanmaktadır. Öğrenciler, kartlardaki geometrik şekiller aracılığıyla dönüşümleri keşfeder ve hem teorik bilgilerini hem de pratik becerilerini geliştirme fırsatı bulmaktadır. Çalışmanın sonuçları, GTCards oyununun öğrencilerin geometrik dönüşümlerle ilgili kavrayışlarını ve yeteneklerini geliştirmede etkili olduğunu, görsel-uzamsal zekalarını, eleştirel düşünme becerilerini ve problem çözme becerilerini geliştirmede, motivasyonlarını artırmada ve aktif katılımı teşvik etmede etkili bir araç olarak kullanıldığını belirtmektedir. Bu çalışma, kart tabanlı bir video oyununun yükseköğrenimde geometrik dönüşümleri öğrenmek için etkili bir araç olabileceğini göstermektedir.

Gürsan (2021) teknoloji desteğiyle tasarlanan dönüşüm geometrisi dersinin öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerinin gelişimine katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Hernández-Zavaleta, Brady, Becker ve Clark (2023) geometrik dönüşümler hakkında öğrenme sürecinde Vygotskian yaklaşımının blok tabanlı kodlama ortamlarında nasıl kullanılabileceğini araştırdığı çalışmasında, öğrencilerin geometrik dönüşümlerle ilgili kavramları anlamalarını desteklemek için hareket ve haritalamanın birleştirildiği bir öğrenme ortamının tasarlanış şeklini ve etkililiğini incelemektedir. Araştırma, öğrencilerin blok tabanlı kodlama ortamlarında geometrik dönüşümlerle ilgili programlar oluşturarak bu kavramları keşfetmelerini sağlamaktadır. Öğrenciler, hareket ve haritalama kavramlarını kullanarak nesnelerin yer değiştirmesini ve dönmesini simüle etmektedir. Böylece, soyut geometrik kavramlar somut bir şekilde deneyimlenmekte ve anlaşılması kolay hale getirilmektedir. Çalışmanın sonuçları, Vygotskian yaklaşımın geometrik dönüşümlerle ilgili öğrenme sürecinde etkili bir şekilde kullanılabileceğini ve öğrencilerin geometrik dönüşümlerle ilgili kodlar oluşturmasının, kavramları daha iyi anlamalarını ve içselleştirmelerini sağladığını belirtmektedir. Ayrıca, bu yöntem iş birliğine dayalı çalışmalar yapmalarını teşvik etmekte ve bu süreçte birlikte çalışma ve problem çözme becerilerini geliştirmektedir.

Dönüşüm geometrisi konusunda yapılan çalışmalar araştırma grubunun öğretmenler olduğu kısıtlamasıyla incelendiğinde; Gürbüz ve Durmuş (2009) yeterlik testi ve yarı yapılandırılmış mülakat kullandıkları çalışmalarında ilköğretim matematik öğretmenlerinin çoğunluğunun dönüşüm geometrisi, geometrik cisimler, örüntü ve süslemeler alt öğrenme alanlarında bilgi ve kavrama basamaklarında beklenen yeterlik düzeyinde olduklarını fakat uygulama, analiz, sentez, değerlendirme basamaklarında beklenen yeterlik düzeyinde

olmadıklarını belirtmektedir. Aynı zamanda bu araştırma sonuçlarında göre yaratıcı düşünme ve üç boyutlu düşünme konusunda beklenen yeterlik düzeyinde olmayan öğretmen sayısının az olmadığını belirtmektedir.

Bu çalışmalara ek olarak, Bulut, Boz-Yaman ve Yavuz'un (2016), ilköğretim matematik dersi öğretim programı bağlamında dönüşüm geometrisi kazanımlarının yedinci sınıf matematik ders kitaplarındaki işlenişlerini inceledikleri çalışmalarında bilişim teknolojisinden tüm kitaplarda yeterince yararlanılmadığı, hazır bulunuşluğa yeterince önem verilmediği, öğrencilerin çalışma şekli konusunda genel olarak bilgi verilmediği ve etkinliklerin yeterli düzeyde verilmediği belirtilmektedir.

2.5.2. Matematiksel ve Geometrik Kavram Anlayışı ve Kavram İmajı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Vinner (1983), kavram imajı ve kavram tanımlarını kullanarak bilişsel süreçler için oluşturduğu modeli onuncu ve on birinci sınıflarda fonksiyon kavramının öğrenilmesi sürecindeki olguları analiz etmek için kullandığı çalışmasında hedeflenen kavram imajını oluşturmak için bir tanımın ve bazı örneklerin yeterli olmadığını, matematik öğretiminde neyin öncelikli olduğunun belirlenmesi gerektiğini çünkü aslında yanlış kavram imajına sahip olan öğrencilerin de sınavlarda başarılı olabileceğini belirtmektedir.

Ball ve McDiarmid (1990) hem ilköğretim hem de ortaöğretim eğitimi uzmanlarının belirli matematiksel fikirleri ve prosedürleri hatırlamakta güçlük çektiğini, çoğunun yapmayı öğrendiği matematiğe kavramsal bir anlam veremediğini ve öğrencilerin lise ve üniversite matematik derslerinde konuyla ilgili kavramsal bir anlayış geliştirmeden de başarılı olmalarının mümkün görünmediğini belirtmektedir (Ball & McDiarmid, 1990 akt. Harper, 2002).

Steinbring (1998), matematik öğretmenlerinin matematiksel bilgiye ve öğrenmeye ilişkin epistemolojik anlayışlarını ortaya koymayı amaçladığı çalışmasında matematik öğretmenlerinin nasıl öğrendiklerini ve matematiksel bilgiyi nasıl inşa ettiklerini anlamak için bir model sunmakta ve matematik öğretmenlerinin epistemolojik bilgiye sahip olmalarının, öğretme ve öğrenme süreçlerindeki etkinliklerini ve kararlarını nasıl etkilediğini vurgulamaktadır. Çalışmada, öğretmenlerin matematiksel bilgiyi nasıl anladıkları, onu nasıl sorguladıkları ve öğrencilere nasıl aktardıkları üzerinde durulmaktadır. Araştırma sonuçlarına

göre, matematik öğretmenlerinin epistemolojik bilgisi, matematiksel konuları nasıl öğrendikleri ve nasıl öğrettikleri üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Epistemolojik bilgiye sahip olan öğretmenler, matematiksel bilginin yapılandırılmasına ve öğrenme süreçlerinin yönetimine daha bilinçli bir şekilde katkıda bulunurlar. Steinbring, matematik öğretmenlerinin epistemolojik bilgi unsurlarını tanımlarken, matematiksel kanıtların doğası, öğrenci yanılgılarına tepki verme stratejileri, öğrenme hedeflerinin belirlenmesi ve matematiksel düşünce süreçlerini yönlendirme gibi konuları ele almaktadır. Ayrıca, öğretmenlerin epistemolojik bilgiye sahip olmalarının, matematik öğretimindeki etkili yöntemleri kullanmalarına ve öğrencilerin matematiksel anlayışlarını geliştirmelerine yardımcı olduğunu belirtmektedir. Sonuç olarak, Steinbring'in çalışması, matematik öğretmenlerinin epistemolojik bilgiye sahip olmalarının, matematiksel öğrenme ve öğretme süreçlerindeki rolünü vurgulamaktadır.

Lansdell (1999), öğrencilere matematik öğretilirken kullanılan dili incelediği çalışmasında, matematiksel kavramın öğretiminde önemli bir payın spesifik terminolojinin tanıtılması olduğunu ve bu yapılırken öğrencilerin ilk olarak tanıtılan kavramı anlamalarının ardından bu kavramı tanımlayacak uygun kelimeyi seçmeleri için kendi terminoloji kullanımları yoluyla görüşmeler yapabileceğini belirtmektedir.

Harper (2002) geometrinin öğretilmesi ve öğrenilmesiyle ilgili son araştırmaların çoğunun van Hiele modeline odaklandığını belirtmektedir ancak Jones (1995) Van Hiele modelinin, dayanıksız bir teorik temele sahip olduğu için ve Cabri gibi bilgisayar araçlarıyla öğrenci deneyimi göz önüne alındığında giderek daha yetersiz göründüğü için eleştirildiğini belirtmektedir.

Dede ve Argün (2004), matematiksel kavramların öğretiminde önemli olan iki noktadan ilkini matematiksel kavramların özellikle ilköğretim kademesindeki öğrencilere somutlaştırılarak verilmesi olduğunu ve ikinci önemli noktanın ise matematiksel kavramın diğer matematiksel kavramlarla ilişkilerinin anlaşılması için anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirecek şekilde verilmesi olduğunu belirtmektedir.

Duval (2006) matematiksel ve geometrik kavramların anlaşılmasındaki zorlukları incelediği çalışmasında, matematiksel süreçlerin çeşitliliğinin altında yatan bilişsel işleyişin belirlenmesi gerektiğini belirtmekte ve karşılaşılan sembolik gösterimlerin anlaşılması, matematiksel kavramların farklı temsilleri arasındaki bağlantıların kurulması ve matematiksel

kavramların özelliklerinin kavranması zorluklarına değinmektedir. Çalışmada, bu zorlukların nasıl üstesinden gelinebileceğini ve öğrencilerin matematiksel anlayışlarının geliştirilmesine nasıl katkıda bulunulabileceğini tartışılmaktadır.

Arı, Çavuş ve Sağlık'ın (2010), altıncı sınıf öğrencilerinde bazı geometri konularının öğreniminde kullanılan etkinliklerin uygulanmasındaki eksiklikler ve sorunları araştırdığı ve bunların öğrenmeyi nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmanın sonuçlarında öğrencilerin kavramları tam anlayamadıkları ve geometrinin daha iyi anlaşılması için sembol ve kavramlara yönelik etkinliklerin artırılması gerektiğini belirtmektedir.

Mutlu (2010) altıncı sınıf öğrencilerinde bazı geometrik kavramların öğrenilmesinde 4MAT öğretim yöntemi ve öğrenme stilinin etkisini belirlemeyi amaçladığı, İç Anadolu Bölgesinde bir ilçede bulunan bir devlet okulunda iki farklı şubedeki 39 altıncı sınıf öğrencisi ile 5 hafta süreyle gerçekleştirdiği çalışmada nicel verilerin analizi sonucunda bu yöntemin öğrenci başarısına anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Tuna (2013), öğretmen adaylarının trigonometrinin temelini oluşturan derece ve radyan kavramlarıyla ilgili olarak matematik öğretmen adaylarının bilgi düzeylerini araştırdığı çalışmasında, öğretmen adaylarının derece kavramını tam olarak tanımlayamadıklarını, radyan kavramı konusundaki bilgi eksikliği yaşadıklarını ve bu bilgi eksikliğinin, meslek hayatlarında öğrencilerin başarıları üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olacağını belirtmektedir.

Arslan ve Demirtaş'ın (2015) beşinci sınıf öğrencilerinde temel geometrik kavramlar ve çizimler kazanımlarının öğretiminde oyun destekli öğretimin başarıya etkisini inceledikleri çalışmada öğrencilerin yanlış öğrendiği kavramların geometri başarısının düşük olmasının nedenlerinden biri olabileceğini belirtmekte ve temel geometrik kavramların öğretiminde oyunun çocuğun üzerinde yarattığı olumlu etkilerden yararlanarak bir öğretim gerçekleştirmeyi hedeflemişlerdir.

Simon ve Blanton (2018) öğrencilerin matematik dersindeki etkinlik deneyimleri üzerinden soyut düşünceye geçtiklerini gözlemlediği ve öğretmenlerin etkinliklerin tasarımında ve sunumunda nasıl rehberlik edebileceğini ele aldığı çalışmasında matematiksel kavramların öğrenilmesinde etkinliklerin önemini vurgulamaktadır.

Mutlu ve Söylemez (2018), Türkiye'de 1997- 2005 yılları arasında, matematiksel kavram yanılgıları konusunda yapılan elli iki tez çalışmasını betimsel içerik analizi yöntemi ile incelemişlerdir. Araştırmacılar kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik öngörülen strateji ve yöntemlerin hangi konuda ne kadar etkili olduğunun belirlenmesi için deneysel çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu, kavram yanılgılarının oluşmasında öğretmen ve öğretmen yetiştiren akademisyenlerin rolünün araştırılması gerektiğini ve lisans düzeyi matematik derslerinde öğretmen adaylarının yaşadıkları zorluklara ve sahip oldukları kavram yanılgılarına yönelik araştırmaların yapılması gerektiğini belirtmektedir.

Ulusoy (2020), 72 okul öncesi öğretmen adayının ve 62 ilköğretim matematik öğretmen adayının üçgen konusunda kavram imajlarını araştırdığı araştırmasında, öğretmen adaylarının çoğunun gerekli ancak yeterli olmayan koşulları kullanarak veya ne gerekli ne de yeterli koşulları kullanmayarak sıklıkla yanlış terminoloji kullanımıyla üçgenin tanımına uygun olmayan ifadeler yazdıklarını belirtmektedir. Bu araştırmanın bulgularına göre okul öncesi öğretmen adayları ifadelerinde çoğunlukla üç, şekil, kenarlar ve köşeler terimlerini kullanırken, ilköğretim matematik öğretmen adayları ifadelerinde üç, şekil, noktalar, çizgi/doğru parçası, doğrusal olmayan ve bunların kombinasyonu terimlerini kullanmışlardır.

2.5.3. Matematik Öğretiminde Öyküleme ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Casey, Kersh ve Young'ın (2004) altı problem çözme macera öyküsü aracılığıyla anaokulundan ikinci sınıfa kadar olan matematiği öğreten seriyi açıklayan çalışmalarında bu altı kitabı ayrı ayrı ele alınarak karakterleri ve hikaye örüntülerini kısaca tanımlamıştır. Aynı zamanda bu öykülerin matematiğe yönelik alt öğrenme alanları belirtilmiştir. Öğrenciler, hikayenin ilerlemesi için karakterlerin yeni bir problem şeklinde sunulan durumu çözmesine yardım etmelidir. Böylece matematik ve okuryazarlık arasında bir bağ kurulduğu belirtilmektedir. Öyküleme yönteminin geometri öğrenimini kolaylaştırıp kolaylaştırmadığını belirlemek için serideki kitaplardan birinin değerlendirmesini tamamladıklarını, ilk sonuçlarının, geometriyi öyküleme bağlamında öğrenen çocukların matematik becerilerindeki gelişimin aynı içeriği öyküleme bağlamından bağımsız öğrenenlere göre daha fazla olduğunu belirtmektedir.

Özkuzukıran'ın (2020) 5. sınıf matematik dersi üçgenler ve dörtgenler konusunun öyküleme yöntemi ile öğretiminin akademik başarı, kalıcılık ve motivasyona etkisini incelediği çalışmada, öyküleme yönteminin uygulanmakta olan mevcut yönteme göre

öğrencilerin akademik başarılarını artırmada daha etkili olduğunu, öğrendikleri bilgilerin kalıcılığını artırmada mevcut yönteme göre daha etkili olduğunu ancak motivasyon sonuçlarında anlamlı bir farklılık görülmediği belirtilmiştir.

Ünüvar (2019), elli dört ortaokul altıncı sınıf öğrencisi ile kendisinin hazırladığı eğitsel matematik öyküleri ve karikatürlerinin matematik öğretiminde kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına, matematiğe yönelik tutum ve kaygılarına etkisinin belirlenmesini hedeflediği çalışmasında akademik başarının arttığını ve seçilen matematik konusunda (negatif tam sayılar) tutumlarının olumlu yönde arttığını belirtmektedir.

Katipoğlu (2019), beşinci sınıf öğrencileri ile ondalık sayılar konusunda öyküleme yoluyla gerçekleştirilen öğretimin, matematik başarısına, kaygısına ve tutumuna etkisini araştırdığı çalışmasında bu yöntemin başarıyı artırıp kaygıyı azalttığını belirtmektedir.

Bulut ve Serin'in (2020), dördüncü sınıf öğrencilerinin öykü yazma becerileri ile problem kurma becerileri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmasında, öğrencilerden sınırlama olmadan serbest öykü yazmalarını, bir görsel vererek bu görsel ile ilgili öykü yazmalarını, yarım bırakılan öyküyü tamamlamalarını ve verilen ana karakter, konu, yer ve ana fikre uygun olarak bir öykü yazmalarını beklenmişler ardından onlardan verilen durumlara ilişkin olarak yarı-yapılandırılmış tarzda problem kurmalarını beklemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda öykü yazma becerilerindeki gelişmelerin matematiksel anlamla problem kurma becerilerine olumlu katkı sağlayacağı sonucuna ulaşmıştır.

Aslan (2019), doküman incelemesi yöntemi kullanarak gerçekleştirdiği çalışmasında matematik öğretiminin birinci sınıf matematik öğretim programında yer alan öğrenme alanları ile ilişkili çocuk edebiyatı ürünleri ile birlikte sunulduğunda kalıcı ve etkili öğrenmenin sağlanacağı sonucuna ulaşmıştır. Altunbay ve Soylu (2020), Vladimir Tumanov'un "Kraliçeyi Kurtarmak" adlı eserini inceleyerek matematik öğretimine örnek oluşturmayı hedefledikleri çalışmalarında, eserde gittikçe zorlaşıp uzunlaşan 16 matematik probleminin fantastik bir konuyla yer aldığını, matematik kaygısının aşılmasında ve ilgi çekici hale gelmesinde çocuk kitaplarının katkısının olabileceğini belirtmektedir.

2.5.4. Matematik Öğretiminde Dijital Öyküleme ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Matematik öğretimi özelinde dijital öyküleme ile ilgili yapılan çalışmalar; ilkokul öğrencileri (Niemi & Niu, 2021; Çakıcı, 2018), ortaokul öğrencileri (Küçükoğlu & İncikabı,

2020; Dinçer, 2019; Niemi, Niu, Li, & Vivitsou 2019), lise öğrencileri (Gould & Schmidt, 2010), matematik öğretmenliği adayları (İnan, 2015; Istenic Starčič, Cotic, Solomonides & Volk, 2016; Özpınar, 2017;), matematik öğretmenleri (İslim, Özüdoğru & Sevim-Çırak, 2018) matematik öğretmenleri ve öğrencileri (Özpınar, Gökçe & Yenmez, 2017) ile gerçekleştirilmiştir. Albano & Pierri (2017) de PISA çerçevesine göre, yetkinliğe dayalı bir metodoloji olarak prototipini tasarladıkları dijital öyküleme modelini uygulamışlardır (Albano & Pierri, 2017).

Gakhar (2007), öğretmen adaylarının eğitimi sürecinde dijital öykülemenin rolünü anlamaya ve öğretmenlik mesleğine yönelik tutumlarını nasıl etkilediğini incelemeye odaklandığı çalışmasının sonuçlarına göre, dijital öyküleme öğretmen adaylarının tutumları ve niyetleri üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir ve kendilerini ifade etme ve öğrencilere etkili bir şekilde bilgi aktarma konusundaki özgüvenlerini artırmıştır. Araştırmacı araştırma sonuçlarının onların iletişim becerilerini geliştirmelerine, öğrencilere ilgi çekici ve etkileyici bir şekilde bilgi aktarmalarına yardımcı olabileceğini belirtmektedir.

Coutinho (2010) tarafından yürütülen ve lisansüstü eğitim sürecindeki öğretmenlerle yapılan çalışmanın temel amacı, dijital öykülemenin öğretmenlerin ders planlarına nasıl entegre edebilecekleri konusunda kullanılabilirliğini incelemektir. Çalışmanın sürecinde katılımcılar, dijital öyküleme aracılığıyla teknolojik araçları ders planlarına entegre etmeyi öğrenmişler ve bu durumun öğrencilerin ilgisini çekme, katılımını artırma ve öğrenmeyi destekleme konusunda etkili olduğunu deneyimlemişlerdir. Araştırmacı dijital öykülemenin öğrencilerin öğrenme deneyimlerini geliştirmelerine yardımcı olabileceğini belirtmektedir. İlkokul dördüncü sınıf seviyesinde öğrencilerle çalışan Çakıcı (2018), matematik öğretimini dijital öykü ile temellendirmenin akademik başarı ve tutum ölçeğinin ilgi alt boyutu üzerinde bir etkisinin olmadığı, içsel motivasyon üzerinde ve tutum ölçeğinin güven ve bağımsızlık alt boyutlarında olumlu bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ortaokul yedinci sınıf seviyesinde öğrencilerle çalışan Küçükoğlu ve İncikabı (2019), çalışmanın öncesi ve sonrasında yaptıkları "matematiksel bilginin doğuşu", "matematiğin doğası" temaları ışığında hazırlanan görüşme formları ile öğrencilerin matematik tarihini öyküleştirme sürecinde fikirlerinin değişimlerini gözlemlemeyi amaçlamış ve öğrencilerin yaptıkları çalışmaların öğrenciler üzerinde aynı etkiyi yaratmadığı sonucuna ulaşmıştır.

10-11 yaş öğrencileri ile Çin ve Finlandiya okullarında çalışma yapan araştırmacılar Niemi, Niu, , Li & Vivitsou (2019), matematiksel okuryazarlık ve öğrenci bağlılığını 21.

Yüzyıl becerileri kapsamında dijital öyküleme ile çalıştıkları araştırmanın sonuçlarında dijital öykülemenin öğrencilerin aktif bilgi oluşturma, akran iş birliği ve paylaşma becerilerini geliştirdiği ve bu çalışmanın inovatif öğrenme ortamları sağlayarak 21. Yüzyıl yetkinliklerini sağlamada dikkate değer bir geliştirici olduğunu belirtmektedir. Yazarlar aynı zamanda dijital öykülemenin öğrencileri aktif öğrenenler olma konusunda motive ettiğini, matematiğin günlük yaşamla nasıl ilişkili olduğunu öğrendiklerini ve matematiksel okuryazarlığın öğrencilerin bağlılığını etkilediğini belirtmektedir. Ayrıca çalışmada öğretmenlerin, öğrencilerin başkaları için video hazırlamalarının öğrendiklerini daha iyi anlamalarına yardım ettiğini belirtmektedir. Bunların yanında öğrenciler için matematik öğrenmeyi anlamlı ve eğlenceli hale getirecek aktif öğrenme ortamı ve çok yönlü araçlar (multimodal tools) sunduğu belirtilmektedir.

Dinçer (2019), altıncı sınıf matematik dersi "Tam Sayılar ve Cebirsel İfadeler" alt öğrenme alanlarında bağlam temelli öğrenme yaklaşımına göre oluşturulan dijital hikayelerle gerçekleştirilen matematik öğretimi etkinlikleri sonucunda deney ve kontrol grubu arasında öğrencilerin akademik başarısı açısından anlamlı bir fark tespit edememiştir. Ancak kavramsal öğrenme düzeyinde deney grubu lehine anlamlı bir fark tespit etmiş ve bunu şu şekilde yorumlamıştır. "*Öğrenciler bağlam temelli öğrenme yaklaşımına göre oluşturulan dijital hikayelerle gerçekleştirilen matematik öğretimi ile işlemsel bilgi yerine kavramsal bilgi düzeyini artırmada daha etkindir."* Araştırmacı öğrencilerin tutum düzeylerini ölçmüş ve dijital hikayelerle gerçekleştirilen öğretimin olumlu yönde anlamlı bir farklılık gösterdiğini ayrıca uygulama öncesinde öğrencilerin heyecanlı ve istekli olduklarını ve yorumlarla aktif katılım gösterdiklerini belirtmiştir. Nabilah (2021), Endonezya'nın çeşitli şehirlerinde sanal ortamda matematik öğrenen 300 ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirdiği matematik okuryazarlığı üzerindeki matematik kaygısı ve dijital öyküleme arasındaki ilişkiyi araştırdığı çalışmasında matematik kaygısı ile matematik okuryazarlığı arasında negatif yönlü ve orta derecede bir ilişki olduğunu, dijital öyküleme ile matematik okuryazarlığı arasında pozitif yönlü ve güçlü bir ilişki olduğunu ve son olarak matematiksel okuryazarlık üzerinde, matematik kaygısı ve dijital öyküleme arasında %66 oranında pozitif bir ilişki olduğu sonuçlarına ulaşmıştır.

Nabilah (2021), Endonezya'nın çeşitli şehirlerinde sanal ortamda matematik öğrenen 300 ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirdiği matematik okuryazarlığı üzerindeki matematik kaygısı ve dijital öyküleme arasındaki ilişkiyi araştırdığı çalışmasında matematik kaygısı ile

matematik okuryazarlığı arasında negatif yönlü ve orta derecede bir ilişki olduğunu, dijital öyküleme ile matematik okuryazarlığı arasında pozitif yönlü ve güçlü bir ilişki olduğunu ve son olarak matematiksel okuryazarlık üzerinde, matematik kaygısı ve dijital öyküleme arasında %66 oranında pozitif bir ilişki olduğu sonuçlarına ulaşmıştır.

Kim ve Li'nin (2021), dijital öykülemenin öğrencilerin öğrenmelerini nasıl kolaylaştırdığını inceledikleri çalışmalarında, aynı zamanda öğrencilerin duygularını ve benliklerini nasıl ifade ettiklerini araştırmıştır. Öğrencilerden birisinin tasarladığı kendi ülkesine ait kültürel bir yemek tarifi içeren dijital öyküleme çalışmasında matematiği kullandığını belirtmektedir. Ayrıca Kim & Li dijital öykülemeyi okul müfredatına eklemenin öğrencilerin motivasyonunu, yaratıcılığını, kimlik gelişimini ve iletişim becerilerini geliştirirken ilgisini çekebileceğini belirtmektedir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, katılımcılar, veri toplama teknikleri, veri toplama süreci ve veri analizi açıklanmıştır.

3.1. Araştırmanın Modeli

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dönüşüm geometrisi konusundaki kavram imajlarının dijital öyküleme yolu ile incelenmesini hedefleyen bu araştırmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Literatür tarandığında görülen ilköğretim matematik öğretmen adaylarının ve ilköğretim matematik öğretmenlerinin dönüşüm geometrisi konusunda yaşadıkları problemler (Gürbüz & Durmuş, 2009; İlaslan, 2013; Avcu, 2017) simetri, öteleme, yansıma ve dönme kavramları hakkında kavram imajlarını, neler düşündüğünü ve nasıl açıkladığını, gelecekte öğrencilerinden gelen ‘’neden’’ ‘niçin” sorularına nasıl cevap vereceklerini nicel araştırma yöntemleri ile elde etmenin zor olması, nitel araştırma yöntemini kullanmaya yönlendirmiştir.

Her ilköğretim matematik öğretmen adayının dönüşüm geometrisi konusunda sahip olduğu kavramsal bilgiler, düşünme biçimi, gerçek hayattan örnek fikirler sunması ve sahip olduğu bilgiler arasında bağlantı kurabilmesi farklılık gösterebilmektedir. Dönüşüm geometrisi konusunda yapılan araştırmalar incelendiğinde, öğretmen adaylarının geometrik dönüşümleri tanımlama, belirleme ve gerçekleştirmede güçlük yaşadıkları (Avcu, 2017) ilköğretim matematik öğretmenlerinin büyük bir kısmının dönüşüm geometrisi, geometrik cisimler, örüntü ve süslemeler alt öğrenme alanlarındaki yeterliklerinin olması gereken düzeyde olmadığı (Gürbüz & Durmuş, 2009) hem öğrenci hem de öğretmenlerin yansıma, dönme ve öteleme kavramlarını anlamakta ve görselleştirmekte zorluk çektiği, öğretmenlerin materyal ve teknoloji eksikliğinden dolayı etkinlikleri gerçekleştirmekte zorluk çektiği ve öğretmenlerin dönüşüm geometrisine ait kavramları tanımlamakta zorluk çektiği (İlaslan, 2013) görülmüştür. Öğretmen adaylarının yapılan görüşmeler sırasında araştırmacı tarafından hazırlanmış dijital öyküleme verecekleri cevaplar doğrultusunda, dönüşüm geometrisi konusundaki kavram imajları ve süreçteki gelişimi derinlemesine ve ayrıntılı olarak inceleneceğinden, araştırmanın modeli olarak nitel araştırma yöntemlerinden olan özel durum çalışması kullanılmıştır.

3.2. Araştırmanın Katılımcıları

Durum çalışmasında katılımcı sayısı veya örneklem büyüklüğünün göreli olarak küçük olmasının sebebi ayrıntılı ve derinlemesine bir araştırma yöntemi olmasından kaynaklanmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2008). Bu bağlamda araştırmacı, katılımcıları az sayıda ve araştırmanın amacına uygun olmasına özen göstererek belirlemiştir. Dijital öyküleme çalışmasının yapıldığı 8 kişilik katılımcı grubu, kendisini ifade etmekte güçlük çekmeyen ve kavrama ait bildiklerini rahatça ifade eden öğretmen adaylarından seçilirken aynı zamanda ön görüşme formları dikkate alınarak belirlenmiştir. Araştırma, 2022-2023 eğitim öğretim yılında Akdeniz Bölgesinde bir devlet üniversitesinde İlköğretim Matematik Öğretmenliği programına kayıtlı olan 154 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Maksimum çeşitlilik örneklemesi ile seçilen 8 (4 erkek, 4 kadın) öğretmen adayı ile dijital öyküleme ile görüşmeler yapılmıştır. Bu 8 öğretmen adayı; Grup A, kavram imajı zayıf (A1, A2, A3, A4) ve Grup B, kavram imajı güçlü (A5, A6, A7, A8) olacak şeklinde gruplandırılarak hepsine birer kod verilmiştir. Araştırmada, öğretmen adaylarının kavram imajlarını değerlendirmek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen 'Kavram İmajı Belirleme Rubriği' (Ek-2) kullanılmıştır. Katılımcıların ön görüşme formundan alınan kavram açıklamaları ve örnekler, rubrik üzerinde yer alan kriterlere göre değerlendirilmiş ve zayıf ve güçlü kavram imajları olarak gruplandırılmıştır.

Bilgi açısından zengin durumlar, araştırmacının araştırma amacı açısından mümkün olduğunca fazla bilgi elde edebileceği durumlardır. Bilgi açısından zengin durumları çalışma, ampirik genellemelerden ziyade derinlemesine anlama olanağı sağlar (Patton, 2014). Seçilen bu küçük grupla kavram imajlarını derinleme anlamaya yönelik dijital öyküleme çalışması yapılmadan önce, ön bilgilerini belirlemeye yönelik hazırlanan ön görüşme öğrenci cevapları incelenmiş, öğretmen adaylarının kavrama ait bildikleri ve bunları forma aktarış biçimleri dikkate alınmıştır. Kavram imajlarını belirlemeye yönelik hazırlanan veri aracı dört sınıf seviyesinden toplam 154 öğretmen adayına uygulanmıştır. Veri toplama aracı bir hafta içerisinde farklı günlerde öğrencilere uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının bu konuda bildiklerini eksiksiz ve yorulmadan ifade etmeleri için onlara gerekli zaman tanınmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Creswell (2007)'e göre durum çalışması; araştırmacının zamanla sınırlandırılmış bir veya birkaç durumu çoklu kaynakları içeren veri toplama araçları (gözlemler, görüşmeler,

görsel ve işitseller, dokümanlar, raporlar) aracılığıyla derinlemesine incelediği, durumların ve duruma bağlı temaların tanımlandığı nitel bir araştırma yaklaşımıdır. Durum çalışmasında telefondan ya da internetten sağlam ve nitelikli veriler toplanabilir (Yin, 2003). Nitel araştırmalar gücünü, sahip olduğu çoklu yöntemle birlikte verilere odaklanmaya olanak vermesinden ve birçok sorudaki olguyu derinlemesine anlamayı sağlamak adına veri çeşitlemesini kullanmasından almaktadır (Bogdan ve Biklen, 1998). Bu nedenle, durum çalışmasının kullanıldığı bu araştırmada durumu derinlemesine incelemek ve ulaşılan veri kaynaklarını zenginleştirmek amacıyla veri toplama araçlarından gözlem, yapılandırılmış görüşme ve odak grup görüşmesi kullanılmıştır.

3.3.1. Ön Görüşme Formu

Dijital öyküleme çalışmasından önce 1., 2., 3. ve 4. Sınıf seviyelerinden ikişer toplam 8 öğretmen adayına yapılandırılmış ön görüşme formu aracılığı ile simetri, öteleme, yansıma ve dönme kavramlarına yönelik neler bildiklerini detaylı açıklamaları beklenmiş ve bunları ortaokul öğrencilerine nasıl anlatacakları sorularak matematiksel kavram imajlarının nasıl olduğu ile ilgili ön bilgi edinilmek istenmiştir. Ayrıca bu formda öteleme, yansıma ve dönme kavramlarının parametrelerini açıklamaları ve simetri ve yansıma kavramlarının benzer ve farklılıklarını açıklamaları beklenmiştir.

3.3.2. Gözlem

Araştırma süreci boyunca araştırmacı, öğretmen adaylarını yapılan görüşmelerde gözlemlemiştir. Çevrimiçi görüşmelerde yapılan gözlemler sonucunda öğretmen adaylarının davranışları ve yanıtları doğrultusunda araştırmacı tarafından gözlem notları alınmıştır.

3.3.3. Odak Grup Görüşmesi

Krueger (1994) odak grup görüşmesini katılımcıların düşüncelerini serbestçe söyleyebileceği bir ortamda dikkatlice planlanmış bir tartışma olarak tanımlamaktadır. Gerçekleştirilen dijital öyküleme çalışması için 8 öğretmen adayı seçilmiş bu öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çevrimiçi görüşmelerde gözlem ve odak grup görüşmesi yöntemleri uygulanmıştır.

3.4. Veri Toplama Süreci

Araştırmanın uygulaması Akdeniz Bölgesi'nde yer alan bir devlet üniversitesinde 2022-2023 yılı bahar döneminde gerçekleştirmiştir. Araştırmacı literatür taramalarından ve matematik öğretimi tecrübelerinden yola çıkarak, dönüşüm geometrisi konusunda hem ilköğretim matematik öğretmen adaylarının hem ilköğretim matematik öğretmenlerinin hem de öğrencilerin bir takım zorluklar yaşadığını gözlemlemiş ve bu durum araştırmacıyı ilköğretim matematik öğretmen adaylarının kavram imajlarını incelemeye itmiştir. Araştırma M.C. Escher'in hayatı ve eserlerini içeren dijital öyküleme yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bunun nedeni dönüşüm geometrisi konusunda görsel ve teknoloji kullanımının kavram imajlarını incelemede kullanışlı olabileceğidir. Dijital öyküleme araştırmacı tarafından M.C. Escher'in hayatı ve eserlerini içeren görseller kullanılarak hazırlanmıştır. Görseller ve senaryo M.C. Escher'in eserlerinin sergilendiği müzenin herkese açık web sitesinden elde edilmiştir (escherinhetpaleis.nl). Dijital öykülemenin arka planında anlatılan senaryo (Ek-3) bu bilgilerden oluşmaktadır. Senaryo araştırmacı tarafından 7 haftada Türkçeye çevrilerek seslendirilmiştir. Senaryonun dijital öyküleme haline getirilmesi yine araştırmacı tarafından 7 hafta sürede gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan dijital öyküleme uzman görüşüne sunulmuştur.

Öğretmen adaylarının çalışmayı gönüllü olarak kabul etmesi ile araştırmanın uygulama aşamasına geçilmiştir. Ön görüşme formu yüz yüze gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının zihinsel ve fiziksel olarak daha rahat olmaları ve herkes için uygun zaman diliminin belirlenmesinin daha kolay olmasından ayrıca dijital öykülemenin uygulamasının daha verimli olmasından dolayı çalışma çevrimiçi gerçekleştirilmiştir. Çalışma için Zoom uygulaması kullanılmıştır. Böylelikle öğretmen adayları ile yapılan görüşmeler hem onların akademik çalışmalarını aksatmamış hem de rahat oldukları bir ortamda gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında gerçekleştirilen tüm görüşmeler dijital ortamda öğretmen adaylarının da rızası ile kayıt altına alınmıştır. Öğretmen adaylarının fikirlerini ve çizimlerini rahatça görebilmek adına gerekli önemler alınmıştır. Öğretmen adayları ekran görüntüsü kayıtlarının güvenli bir yerde tutulduğuna dair bilgilendirme yapılmıştır.

Tablo 3.1. *Araştırmada Yapılan Çalışmalara Ayrılan Süreler*

Araştırmada Yapılan Çalışmalara Ayrılan Süreler	
Dijital Öyküleme Senaryosunun Yazımı	7 Hafta
Dijital Öyküleme Senaryosunun Videolaştırılması	7 Hafta
Ön Görüşme	2 Hafta
Dijital Öyküleme Çalışması ve Görüşmeler	2 Hafta
Toplam	18 Hafta

Aşağıdaki Tablo 2' de Nisan-Mayıs 2023 tarihleri arasında devam eden dijital öyküleme çalışması ve odak grup görüşmelerinin veri toplama süreci yer almaktadır. Odak grup görüşmeleri araştırmacı tarafından kayıt altına alınmıştır.

Tablo 3.2. *Dijital Öyküleme Çalışması Veri Toplama Süreci*

Dijital Öyküleme Çalışması Veri Toplama Süreci		
Katılımcılar	Görüşme Tarihi	Görüşme Süresi
Ö1, Ö2,Ö3,Ö4	14 Nisan 2023	60 dk
Ö5,Ö6,Ö7,Ö8	14 Nisan 2023	60 dk
Tüm katılımcılar	17 Nisan 2023	20 dk dijital öykü izleme+40 dk
Tüm katılımcılar	1 Mayıs 2023	15 dk dijital öykü izleme +40 dk
Tüm katılımcılar	3 Mayıs 2023	15 dk dijital öykü izleme +40 dk
Tüm katılımcılar	4 Mayıs 2023	20 dk dijital öykü izleme +40 dk
Toplam		360 dakika

3.5. Verilerin Analizi

Betimsel analizde veriler, belirlenen temalar altına yerleştirilirken içerik analizinde verilerden kodlara ait alt tema ve temalar çıkarılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu araştırmada verilerin analizinde betimsel analiz ve içerik analizi teknikleri kullanılmıştır. Ön görüşme formundan elde edilen sonuçlara göre, maksimum çeşitlilik örneklemesi ile 8 katılımcı seçilerek onlarla çevrimiçi ortamda dijital öyküleme ile görüşmeler yapılmıştır. Bu yöntemde amaç daha küçük bir grup oluşturarak bu grupta üstünde durulan probleme taraf olabilecek katılımcıların çeşitliliğini maksimum seviyede ortaya koymaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Veri analizi yapılırken analizi yapan araştırmacının istatistik bilgisi ve deneyimi önem taşıdığı için araştırma konusuna ilişkin literatür taraması detaylı bir şekilde yapılarak cevapların incelenmesinde uzman görüşünden yararlanılmıştır.

Öğretmen adayları ile dönüşüm geometrisine ait kavram imajları ve kavram tanımlarının incelendiği ön görüşme formundan elde edilen veriler içerik analiz ile

yorumlanmıştır. Aynı şekilde öğretmen adaylarının dijital öykülemenin matematik öğretiminde kullanımı hakkındaki düşünceleri de içerik analizi ile yorumlanmıştır. İçerik analizi ile yorumlama yapabilmek için temalar ve kodlar öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerden sonra verilen cevaplar değerlendirilerek oluşturulmuştur. İçerik analizi nitel analiz yöntemlerinden birisidir. Bu analiz türünde araştırmacı bir metinde ya da metin grubunda yer alan belirli kelime veya kavramların bulunma durumunu incelemektedir. Betimsel analiz yoluyla yorumlanan bilgiler içerik analizi ile daha fazla irdelenmekte ve betimsel analiz sonucu fark edilemeyen kavram ve temalar içerik analizi sonucunda ortaya çıkarılabilmektedir (Şencan, 2005).

Verilerin analizi iki bölümde gerçekleştirilmiş, birinci aşamada görüşmeler kayıtlardan elde edilen verilerin analizi yapılıp iki araştırmacı tarafından veri çözümlemeleri kontrol edilirken ikinci bölümde çözümlenen veriler kodlanmıştır. Öğretmen adaylarının dönüşüm geometrisine ait kavram imajları ve kavram tanımlarının incelendiği ön görüşme formundan elde edilen verilerde belli farklılıkların olduğu fark edilmiş ve bu farklılıklar göz önüne alınarak benzer özellikteki imajları temsil eden kodlar belirli kategoriler altında toplanmış ve temalar belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının dijital öykülemenin matematik öğretiminde kullanımı hakkındaki düşünceleri araştırmacı tarafından yazılı metne çevrildikten sonra kodlar belirli kategoriler altında toplanmış ve temalar belirlenmiştir. Araştırmacı ve uzman temaların ve kodların son haline karar vermiştir.

Dijital öyküleme sürecindeki verilere yönelik betimsel analiz yaparken temalar kavram tanımı, parametreleri ve kavram imajı olarak belirlenmiştir. Bu temalara ait kodlar belirlenirken öncelikle literatürden faydalanılmış ve görüşme yapılan öğretmen adaylarından alınan cevaplar ile en son hali oluşturulmuştur. Verilerin analizi üç bölümde gerçekleştirilmiş, birinci bölümde literatürde yapılan çalışmalar incelenip kodlar belirlenip ikinci bölümde Zoom uygulamasında yapılan görüşmelerin kaydından elde edilen görüşme verilerinin çözümlemesi yapılmıştır. Son olarak da çözümlenen veriler değerlendirilerek kodların en son hali oluşturulmuştur. Araştırmanın bulgular bölümünde öğretmen adaylarının kavram imajlarına ait veriler belirli bir düzen ile analiz edilmiştir. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dönüşüm geometrisi temel elamanlarına dair kavram imajları ve tanımları dijital öyküleme çalışması sürecinde incelenmiştir. Simetri, yansıma, öteleme ve dönme kavramları; tanımlama ve parametrelerini belirleme bilişsel görevleri altında analiz edilmiş ve ardından bu iki bilişsel görev sonunda belirlenen imajlarına bakılmıştır

BÖLÜM IV

BULGULAR

Araştırmada, "Öğretmen adayları dijital öyküleme çalışmasındaki sanat eserlerinde simetri, yansıma, dönme ve öteleme kavramlarını doğru şekilde gözlemlemekte midir?", "Öğretmen adaylarının dijital öyküleme çalışmasındaki simetri, yansıma, dönme ve ötelemenin bulunduğu sanat eserleri ile ilgili oluşturabilecekleri kavram imajları nelerdir?", Öğretmen adaylarının kavram imajları kullanıldıkları kavramların tanımları ile uyumlu mudur?" sorularına cevap aranmıştır. Bu sorulara cevap bulabilmek için ilköğretim matematik öğretmen adaylarına uygulanan ön görüşme formu ile dijital öyküleme sürecindeki yarı yapılandırılmış görüşmelerden faydalanılmış ve bulgular üç başlık şeklinde incelenmiştir: Ön görüşme formundan elde edilen bulgular, dijital öyküleme çalışmasından elde edilen bulgular ve katılımcıların dijital öykülemenin matematik öğretiminde kullanımına dair görüşleri. Bu başlıklara ait bulgular aşağıda sırasıyla sunulmuştur. Bu bölümde; ön görüşme formu aracılığıyla katılımcıların kendilerine yöneltilen sorulara verdikleri cevaplar ve açıklamaları, katılımcı kâğıtlarından örnekler ve görüşmelere dayalı araştırmacı günlüğünden elde edilen bulguların analizi sunulmuştur.

4.1. Ön Görüşme Formundan Elde Edilen Bulgular

Ön görüşme formu, Akdeniz Bölgesinde yer alan bir üniversitede okumakta olan toplam 154 öğretmen adayına uygulanmıştır. Bu katılımcıların 39'u 1. sınıf, 43'ü 2. sınıf, 44'ü 3. sınıf ve 27'si 4. Sınıf seviyesindedir. Ön görüşme formunda, katılımcıların simetri kavramına, öteleme kavramına, yansıma kavramına ve dönme kavramına dair var olan bilgilerini ortaya çıkaracak özellikte ve ilişkili sorular içeren toplam 12 adet soru yöneltilmiştir. Bu sorular beş bölümde ele alınabilir. Bunlardan ilki katılımcıların simetri kavramını tanımlamasına yönelik ikincisi ise ortaokul öğrencisine bu kavramı nasıl anlatacağına yönelik sorudur. İkinci bölümde katılımcıların öteleme kavramını tanımlamaları, parametrelerini örneklendirerek belirtmeleri ve ortaokul öğrencisine nasıl anlatacaklarını açıklamaları beklenmiştir. Üçüncü bölümde katılımcıların yansıma kavramını tanımlamaları, parametrelerini örneklendirerek belirtmeleri ve ortaokul öğrencisine nasıl anlatacaklarını açıklamaları beklenmiştir. Dördüncü bölümde katılımcıların dönme kavramını tanımlamaları,

parametrelerini örneklendirerek belirtmeleri ve ortaokul öğrencisine nasıl anlatacaklarını açıklamaları beklenmiştir. Beşinci ve son bölümde ise simetri ve yansımanın benzer ve farklı yönlerini detaylı bir şekilde tanımlamaları beklenmiştir. Ön görüşme sorularından elde edilen bulgular kendi içerisinde bu beş bölüme göre açıklanmıştır.

4.1.1. Birinci Bölüm: Simetri Kavramını Detaylı Şekilde Tanımlama

Birinci bölüm; Katılımcılar ile bir çalışma yapmadan önce simetri kavramını tanımlama yeterliliklerine, verdikleri örneklere ve bu örneklerin hangi simetri türü ya da türlerini barındırdığına bunun sebebinin ne olduğuna, belirttikleri simetri türü ya da türlerinin özelliklerini açıklayış şekline dair bulgular ile ilgilidir.

Tablo1'de görüldüğü üzere birinci bölümde ilk tema olarak simetri tanımındaki hareket durumunu inceleme yer almaktadır. Bu tema altında; katılımcılardan bazıları simetriyi yeniden konumlandırma eylemini içeren bir durum olarak belirtmiş ve vurgulamış, bazıları ise bu durumu yeniden bir çizim yapmak ya da görüntüyü kopyalamak gibi eylemsizlik odaklı tanımladığı saptanmıştır. Hem hareket içeren hem de hareketsizlik içeren tanımlarda katılımcıların Cismin/şeklin geometrik anlamda uzunluk, alan, hacim, açı gibi esaslarını ve özelliklerini koruması özelliğini fark edebildiği ve doğruya göre simetriyi fark edebildiği belirlenmiştir.

1. Sınıf katılımcılarda matematiksel dilin kullanımına ilişkin dikkat çekici durumlara rastlanılmıştır. 2. sınıf katılımcılardan birisi hariç hepsi bu soruyu cevaplamıştır.

1. Sınıf katılımcılardan birisi simetri tanımında "Bir şeklin yansıtıldığı düzlemin 90 derece olması gerekmez" şeklinde bir vurgu yapmıştır. Bir diğeri ise "Homojen olan bir uzunluğun, boyutun, yapının tam ortadan ikiye ayrılıp eşit oranda parçalanmasıdır. Fonksiyonda simetri kavramı sağ ve soldan eşit uzunlukta bölünmesidir." olarak belirtmiştir.

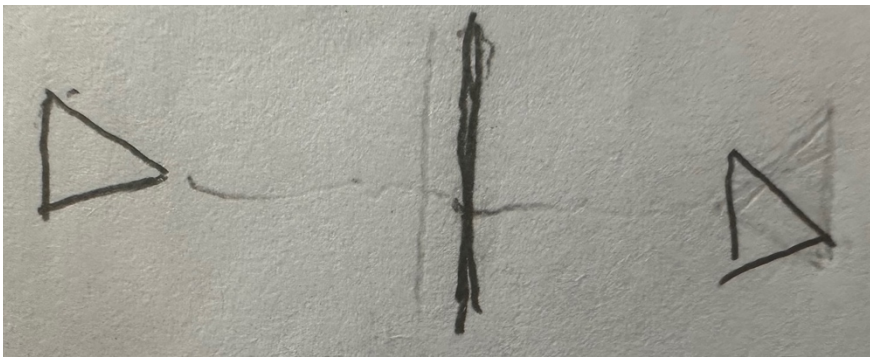
1. Sınıf katılımcıların simetri kavramı tanımları incelendiğinde, toplam 39 katılımcıdan 11'inin eşitlik kavram imajına sahip olduğu, 12 katılımcının ise benzerlik kavram imajına sahip olduğu görülmektedir Katılımcıların 7'si simetri kavramını tanımlarken ikiye bölünme kavram imajına ve 2'si yansıma 4'ü de aynadaki hali kavram imajına sahiptir. Toplam 6 katılımcının yansıma kavram imajına sahip olduğu söylenebilir. Katılımcıların 6'sı simetriyi tanımlarken kendisi ile görüntüsünün birbirine göre durumunun simetri olduğu kavram imajına sahiptir. Katılımcıların 11'i simetri tanımında cisim, 11'i nesne ve 12'si şekil

kavram imajına sahiptir. Katılımcıların 27'si tanımında bir referansa göre simetri alındığını belirtmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğu 9 katılımcı ile bu referans bir doğrudur, 8'i bir eksendir şeklinde kavram imajına sahiptir. Katılımcıların 10'u simetride kendisi ile görüntüsünün referans doğrusuna olan uzaklığının eş olduğunu tanımda belirtmiştir.

Tablo 4.1. *1. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

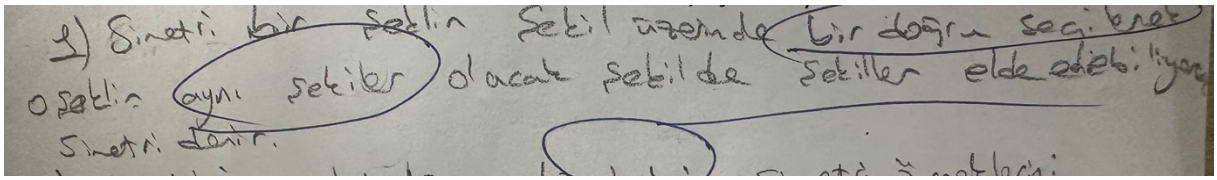
Kodlar	Örnekler	f
Eylem	Birbirine göre durumu	6
	İkiye bölünmesi	7
	Öteleme, yansıma, döndürme hareketleri ile yeniden konumlanması	2
	Kendisinin devam etmesi	1
	Şeklin yeniden çizilmesi	1
	180 derece döndürülmesi	1
	Yansıması	2
	Katlanması	1
Yön	İki ters tarafa doğru/Karşılıklı olarak/ İstenen taraf	4
	Aynı yönlü	1
	Yatay, dikey ya da farklı şekilde	1
	Sağ ve sol	2
	Aynadaki hali/ Yansıtılmış hali	4
Simetriği	Benzer- Ölçü benzerliği	12
	Aynısı-özelliklerini koruyarak-eşit- eş yansıyan	11
	Görüntüsü	3
	Uygunlukta olan/Uyumlu olan	5
Kendisi	Yapı ve biçim	2
	Doğru	1
	Nesne	11
	Parça	4
	Cisim- matematiksel cisim	11
	Görüntü	1
	Şekil- Geometrik şekil	13
	Şey	3
	Simgeler bütünü	1
	Sembol	1
	Harf	1
	Nokta	4
Referans	Doğru	9
	Bölge	1
	Doğru parçası	1
	Kenar	1
	Yüzey	1
	Nokta	3
	Koordinat	1
	Simetri ekseni	1
	Eksen	8
	Dik ya da yatay çizgi	1
Mesafe	Eşit uzaklık	10
Konum	İki boyutlu düzlemde	1
	Bulunduğu düzlem üzerinde	1
	Koordinat düzleminde	1
	X veya y düzlemine göre	1

2. Sınıf katılımcılardan birisi simetri tanımında verdiği örnek çizimde çizmiş olduğu şekli değiştirmiştir.



Şekil 4.1. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 1. Soruya Verdiği Cevap*

2. Sınıf katılımcılardan birisi simetriyi "Nesnelerin bir eksene paralel olarak yansımasına simetri denir." Şeklinde belirtmiştir. 2. Sınıf katılımcılardan birisi simetriyi "Bir şeklin görüntüsünün aynadan yansıması ile kuş bakışı bakıldığında görünmesidir." Şeklinde belirtmiştir. Katılımcıların dil kullanımında eksiklikler yaşadığı görülmüştür. 2. Sınıf katılımcılardan birisi simetriyi "Eksen olarak alınan bir doğruya göre bir cisme eşit uzaklıktaki ve konumu simetridir." Şeklinde belirtmiştir. Bir katılımcı ise "Bir şeklin şekil üzerinde bir doğru seçilerek o şeklin aynı şekiler olacak şekiller elde edebiliyorsak simetri denir." Şeklinde tanımlamıştır.



Şekil 4.2. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 1. Soruya Verdiği Cevap*

2. Sınıf katılımcıların simetri kavramı tanımları incelendiğinde, toplam 43 katılımcıdan 17'inin eşitlik kavram imajına sahip olduğu görülmektedir. Katılımcıların 11'i simetri kavramını tanımlarken ikiye bölünme kavram imajına ve 13'ü yansıma 5'i de aynadaki hali kavram imajına sahiptir. Toplam 18 katılımcının yansıma kavram imajına sahip olduğu söylenebilir. Katılımcıların 13'ü simetri tanımında cisim ve 16'sı şekil kavram imajına sahiptir. Katılımcıların 31'i tanımında bir referansa göre simetri alındığını belirtmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğu 9 katılımcı ile bu referans bir doğrudur, 5'i bir noktadır şeklinde kavram imajına sahiptir. Katılımcıların 6'sı simetride kendisi ile görüntüsünün referans doğrusuna olan uzaklığının eş olduğunu tanımda belirtmiştir.

Tablo 4.2. *2. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Eylem	Birbirine göre durumu	1
	İkiye bölünmesi	11
	Üst üste gelmesi/ katlanması	6
	Tüm kenarlarının aynı ölçüde ötelenmesi	1
	Yan yana ve üst üste dizilmesi	1
	Aynı şekilde tekrar etmesi	1
	Yansıması	13
	Konumlandırılması	3
Yön	Karşı taraf	4
	Sağ ve sol/Alt ve üst	2
	Aynadaki hali/ Yansıtılmış hali/Suda yansıma	5
	Ters/Eksili yönde	6
Simetriği	Benzer	2
	Örüntü	1
	Aynısı-özelliklerini koruyarak-eşit- eş yansıyan- Sabit ölçüler-eşit alan	17
	Görüntüsü	3
	Aynı oranlarda	2
Kendisi	Eğri	1
	Varlık	1
	Doğru	2
	Nesne	3
	Parça	3
	Cisim	13
	Görüntü	3
	Düzen	1
	Şekil- Geometrik şekil	16
	Şey	1
	Sayı	1
	İfade	1
	Harf	1
	Nokta	2
Referans	Doğru	9
	Yansıtıcı	1
	Düzlem	2
	Doğru parçası	1
	Kendisi	1
	Koordinat eksenleri	1
	Nokta	5
	Homojen olan bir uzunluğun, boyutun, yapı	1
	Başka bir cisme göre	2
	Simetri ekseni	1
	Eksen	4
	Çizgi	3
	Orta noktası	1
Mesafe	Eş uzaklık	6
Konum	Herhangi bir unsurda	1
	Düzlem üzerinde	1
	Koordinat düzleminde	2

3. Sınıf katılımcıların simetri kavramı tanımları incelendiğinde, toplam 44 katılımcıdan 11'inin eşitlik kavram imajına sahip olduğu görülmektedir. Katılımcıların 11'i simetri kavramını tanımlarken 14'ü yansıma, 13'ü aynadaki hali kavram imajına sahiptir. Toplam 27 katılımcının yansıma kavram imajına sahip olduğu söylenebilir. Katılımcıların 21'i simetri tanımında simetrisi alınanın şekil olduğu kavram imajına sahiptir. Katılımcıların 18'i simetrideki referansın bir doğru olduğu, 11'i ise bir eksen olduğu kavram imajına sahiptir. Katılımcıların 11'i simetride kendisi ile görüntüsünün referans doğrusuna olan uzaklığının eş olduğunu tanımda belirtmiştir yalnızca bunlardan birisi "eşit derecede uzaklık" kelimelerini seçerek matematiksel dilin kullanımında hatalı bulunmuştur.

Tablo 4.3. *3. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Eylem	Birbirine göre durumu	1
	Konumunun değişmesi	1
	Tekrar oluşması	1
	Ötelenmesi	2
	Üst üste gelmesi	3
	Aktarılması	1
	Katlanması	4
	İkiye bölünmesi	3
	Yansıması	14
	İzdüşümü	1
Yön	Karşı taraf	4
	Aynadaki hali/ Yansıtılmış hali/ Suda yansıma	13
	Ters açıdan	1
	Değişen yön	3
Simetriği	Benzer	2
	İz	1
	Aynı/ eş şekil	11
	Görüntüsü	5
	Çizimi	1
	Uygunlukta olan/Uygun olacak şekilde	2
Kendisi	Doğru	1
	Nesne	3
	Cisim	7
	Görüntü	2
	Şekil- Geometrik şekil	21
	Madde	1
	Nokta	2
Referans	Doğru	18
	Düzlem	2
	Doğru parçası	1
	Şekil	2
	Nesne	1
	Nokta	7
	Simetri ekseni	5
	Eksen	11
Mesafe	Eş uzaklık	10
	Eşit derece uzaklıkta	1
Konum	Düzlem üzerinde	1
	Koordinat düzleminde	1

4. sınıf katılımcılardan birisi simetriyi "koordinat düzleminde istenen konuma göre ayna konması" olarak tanımlamış diğeri ise "iki ya da daha çok şey arasında konum" olarak belirtmiştir.

4. Sınıf katılımcıların simetri kavramı tanımları incelendiğinde, toplam 27 katılımcıdan 11'inin eşitlik kavram imajına sahip olduğu görülmektedir. Katılımcıların 11'i simetri kavramını tanımlarken 5'i yansıma, 2'si aynadaki hali kavram imajına sahiptir. Toplam 7 katılımcının simetri tanımında yansıma kavram imajına sahip olduğu söylenebilir. Katılımcıların 8'i simetri tanımında simetrisi alınanın nesne olduğu, 6'sı cisim olduğu kavram imajına sahiptir. Katılımcıların 7'si simetrideki referansın bir doğru olduğu, 9'u ise bir eksen olduğu kavram imajına sahiptir. Katılımcıların 7'si simetride kendisi ile görüntüsünün referans doğrusuna olan uzaklığının eş olduğunu tanımda belirtmiştir.

Tablo 4.4. *4. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Eylem	İkiye bölünmesi	10
	Üst üste gelmesi/ Katlanması	3
	Birbirine göre durumu	2
	Yansıması	5
	Ölçü uygunluğu	2
Yön	Aynadaki görüntüsü/ Yansıtılmış hali/ Suda yansıma	2
	Ters	2
	Sağ-sol	1
	Düz	1
	İki taraf	2
	Karşılıklı	2
Simetriği	Benzer	5
	Aynı/ eş şekil	11
	Görüntüsü	2
Kendisi	Doğru	1
	Parça	2
	Nokta	1
	Düzlem	1
	Parça	2
	Madde	1
	Şey	1
	Nesne	8
	Cisim	6
	Görüntü	1
	Şekil	2
Referans	Doğru	7
	Çizgi	1
	Doğrultu	1
	Ayna	1
	Şekil	1
	Konum	1
	Eksen	9
Mesafe	Eş uzaklık	7
Konum	Düzlem üzerinde	1
	Koordinat düzleminde	2

Öğretmen adaylarının simetri kavramıyla ilgili sahip oldukları kavram imajlarının belirlenmesi amacıyla ön görüşme formunda 1.soru olarak "Simetri kavramını detaylı şekilde tanımlayınız." sorusu sorulmuştur.

Simetri Tanımı 1. Tema

Katılımcıların yanıtladığı ön görüşme formlarından elde edilen verilerin incelenmesiyle 1. soruya verilen cevaplardan hareketle birinci tema "doğru" olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının %53,8 'i bu imaja sahiptir. Yani öğretmen adaylarının yaklaşık yarısı bu soruya bir doğrunun ya da eksenin referans alınmasıyla simetri olacağı şeklinde cevap vermiştir. Öğretmen adayları, yaptıkları bu tanımlarla simetriye ilişkin bir "doğru" imajına sahip olduklarını göstermektedirler.

Simetri Tanımı 2. Tema

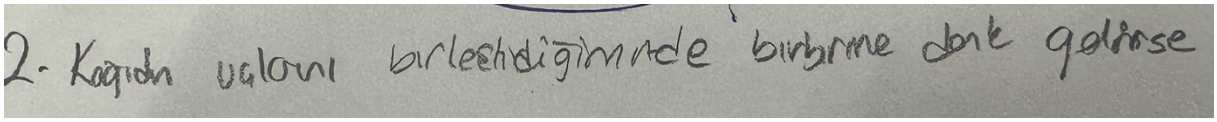
Katılımcıların yanıtladığı ön görüşme formlarından elde edilen verilerin incelenmesiyle 1. soruya verilen cevaplardan hareketle ikinci tema "eşlik" olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının %38,3 'ü bu imaja sahiptir. Yani öğretmen adaylarının üçte birinden fazlası bu soruya bir kendisinin ve simetriğinin eş olacağı şeklinde cevap vermiştir. Öğretmen adayları, yaptıkları bu tanımlarla simetriye ilişkin bir "eşlik" imajına sahip olduklarını göstermektedirler.

4.1.2. Birinci Bölüm: Simetri Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağını Açıklama

Birinci bölümün devamında katılımcıların sahip oldukları ön bilgileri ile simetri kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacaklarını örneklendirerek açıklamaları beklenmiştir. Katılımcılardan bazıları kullanacakları materyalleri odak noktasına almış bazıları yapacakları etkinlikleri belirlemiş bazıları ise öğretim yöntem ve tekniklerinden örnekler vermiştir. Bu soruyu 2. Sınıf katılımcılardan üçü hariç tüm katılımcılar yanıtlamıştır.

1. Sınıf katılımcılardan ikisi simetri kavramını ortaokul öğrencisine "iki farklı nesnenin birbirine benzemesi" olarak anlatacağını belirtmiştir.

Katılımcılardan birisi simetri kavramını örüntü kavramı ile ilişkilendirerek anlatabileceğini belirtmiştir. Katılımcılardan birisi simetri kavramını "kağıdın uçlarını birleştirdiğinde denk gelirse" şeklinde anlatabileceğini belirtmiştir.



Şekil 4.3. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 2. Soruya Verdiği Cevap*

1. Sınıf katılımcılarının simetri kavramını ortaokul öğrencilerine nasıl anlatacaklarına dair veriler incelendiğinde, toplam 39 katılımcıdan 24'ü düz anlatım kullanacağını

belirtmiştir. Katılımcıların 11'i benzetim yöntemini kullanacağını ve öğrenciler ile simetriyi somutlaştırmaya yönelik çalışmalar yapacaklarını belirtmiştir. 1. Sınıf katılımcılar toplamda 5 farklı öğretim yöntem ve tekniği kullanacağını belirtmiştir.

Tablo 4.5. *1. Sınıf katılımcılar için "Simetri kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağı" kategorisine ilişkin bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Tartışma	Simetri deyince aklına ne geliyor? Aynadaki yansımamız bir simetri midir?	1
Düz anlatım	Koordinat düzlemi	6
	Şekli ve simetriğini çizerek tanımlama	10
	Tanımını ve günlük yaşam örnekleri aktarma	8
Örnek olay	Ayna etkinlikleri	6
Benzetim	Patates baskı	1
	Örüntü	1
	Kağıdı boyayıp katlama	4
	Cismi ortadan ikiye ayırma	3
	Görseller	1
Gözlem	Bitki, yaprak	1

2. sınıf katılımcılarının simetri kavramını ortaokul öğrencilerine nasıl anlatacaklarına dair veriler incelendiğinde, toplam 43 katılımcıdan 21'i düz anlatım kullanacağını belirtmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğu şekli ve simetriğini çizerek tanımlayarak düz anlatım yapacağını belirtmiştir. 2. Sınıf katılımcılar toplamda 9 farklı öğretim yöntem ve tekniği kullanacağını belirterek çeşitlilik göstermiştir.

Tablo 4.6. *2. Sınıf katılımcılar için "Simetri kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağı" kategorisine ilişkin bulgular*

Kodlar	Örnekler	
Problem çözme	Şeklin simetriğini tahmin etme ve ayna ile kontrol	1
	Koordinat sisteminde bir nokta seçtirip katlatma ve simetriğini kontrol	1
Tartışma	Simetrik ve asimetrik şekilleri tartışma	2
Gezi gözlem	Doğadaki simetri örneklerini inceleme	1
	Mozaik, tablo, sanat eserleri inceleme	
Teknoloji	Akıllı tahta	1
Gösterip yaptırma	Masanın üzerini simetrik bir şekilde düzenler öğrencilerin de yapmasını beklerdim.	1
Düz anlatım	Koordinat düzlemi	3
	Şekli ve simetriğini çizerek tanımlama	13
	Tanımını ve günlük yaşam örnekleri aktarma	3
	Tanım	2
Örnek olay	Ayna etkinlikleri	6
Sokrates	Aynadaki görüntü üzerinden sorgulatma	2
	Geometrik şekil üzerinden sorgulatma	2
Benzetim	Kağıdı boyayıp katlama	2
	İp baskı	1
	Cismi ortadan ikiye ayırma	3
	Ellerin simetrisi	1
	Materyal	2

3. Sınıf katılımcılarının simetri kavramını ortaokul öğrencilerine nasıl anlatacaklarına dair veriler incelendiğinde, toplam 44 katılımcıdan 20'si benzetim yöntemini kullanacağını, 12'si problem çözme ekinlikleri yapacağını ve 10'u düz anlatım

kullanacağını belirtmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğu katlama ve ayna etkinlikleri üzerinden öğretim etkinlikleri yapacağını belirtmiştir. 3. Sınıf katılımcılar toplamda 10 farklı öğretim yöntem ve tekniği kullanacağını belirterek çeşitlilik göstermiştir.

Tablo 4.7. *3. Sınıf katılımcılar için "Simetri kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağı" kategorisine ilişkin bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Problem çözme	Şeklin simetriğini tahmin etme ve ayna ile kontrol	3
	Simetriğini çizdirme çalışmaları	9
Tartışma	Katlama etkinliğinde ne fark ettiniz?	1
Gezi gözlem	Doğadaki simetri örneklerini inceleme	5
	Mozaik, tablo, sanat eserleri inceleme	1
Teknoloji	Geogebra	3
Gösterip yaptırma	İzometrik kağıda çizdiğim şekli aynaya tutar öğrencinin çizmesini isterim.	1
Düz anlatım	Koordinat düzlemi	3
	Şekli ve simetriğini çizerek tanımlama	2
	Tanımını ve günlük yaşam örnekleri aktarma	5
Örnek olay	Ayna etkinlikleri	11
Rol oynama	Drama	3
Sokrates	Ayak izlerinin arasındaki ilişkiyi sorgulatma. Vücudun simetrisini sorgulatma.	1
Benzetim	Kağıdı boyayıp katlama	11
	Cismi ortadan ikiye ayırma	4
	Görseller	2
	Materyal	3

4. Sınıf katılımcılarının simetri kavramını ortaokul öğrencilerine nasıl anlatacaklarına dair veriler incelendiğinde, toplam 27 katılımcıdan 14'ü öğretim etkinliklerinde ayna kullanacağını belirtmiş ancak bunu detaylandırmamıştır. 4. sınıf katılımcılar toplamda 9 farklı öğretim yöntem ve tekniği kullanacağını belirterek 2. ve 3. Sınıf katılımcılardan daha az ancak 1. Sınıflardan daha çok çeşitlilik göstermiştir.

Tablo 4.8. *4. Sınıf katılımcılar için "Simetri kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağı" kategorisine ilişkin bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Tartışma	Fikirlerini açıklama	1
Proje tabanlı	Bireysel ve grup olarak simetri görevleri	1
Oyun	Oyun	1
Düz anlatım	Koordinat düzlemi	1
	Tanımını ve günlük yaşam örnekleri aktarma	5
Örnek olay	Ayna etkinlikleri	14
	Pencere camı	1
Rol oynama	Drama	1
Benzetim	Kağıdı boyayıp katlama	5
	Cismi ortadan ikiye ayırma	3
	Modellemeler	2
	Materyal	3
	Görseller	2
Teknoloji kullanımı	Akıllı tahta	1
Gözlem	Ağaçların suda yansıması	1

4.1.3. İkinci Bölüm: Öteleme Kavramını Detaylı Şekilde Tanımlama

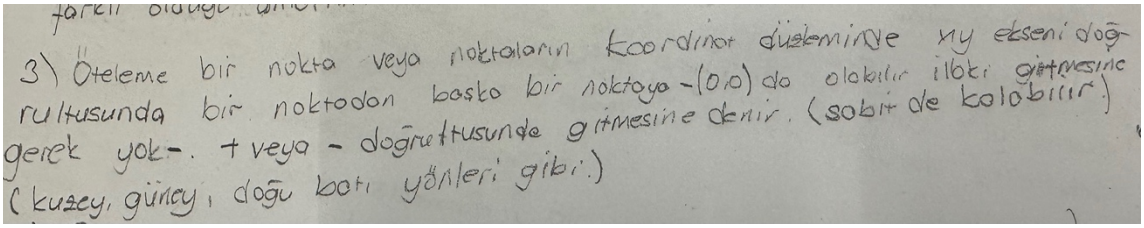
İkinci bölüm; Katılımcılar ile bir çalışma yapmadan önce öteleme kavramını tanımlama yeterliliklerine, verdikleri örneklere ve bu örneklerin sebebinin ne olduğuna, belirttikleri özellikleri açıklayış şekline dair bulgular ile ilgilidir.

1. Sınıf katılımcılarına "Öteleme kavramını detaylı şekilde tanımlayınız." Sorusu yöneltilmiştir. 1. Sınıf katılımcıların tamamı bu soruyu yanıtlamış, yalnızca bir katılımcı bu soruyu şekille açıklamıştır. 1. sınıf katılımcıların öteleme kavramı konusundaki tanımları incelendiğinde, toplam 39 katılımcıdan 25'inin yön kavram imajına sahip olduğu, eylem olarak ise 18 katılımcı ile en çok konum değiştirme kavram imajına sahip olunduğu görülmektedir. Yine eylem olarak hareket ettirilme, taşınma ve kaydırılma kavram imajlarına sık rastlanılmıştır. Katılımcılardan bazıları hareket ettirilenin ne olduğunu belirtmemiş, bazıları birden fazla kelime seçmiş ancak büyük çoğunluğunda nesne, nokta ve cisim kavram imajları görülmüştür. Yine katılımcıların büyük çoğunluğu tanımlarında ötelemenin niceliğine değinmemiş ancak değinenler miktar ve birim kavram imajlarına sahiptir. Ötelemenin gerçekleştiği yeri de katılımcıların yalnızca 9'u tanımda belirtmiş, kalan 30 katılımcı buna tanımda değinmemiştir. 6 katılımcı özelliklerini koruma kavram imajına sahiptir.

Tablo 4.9. *1. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

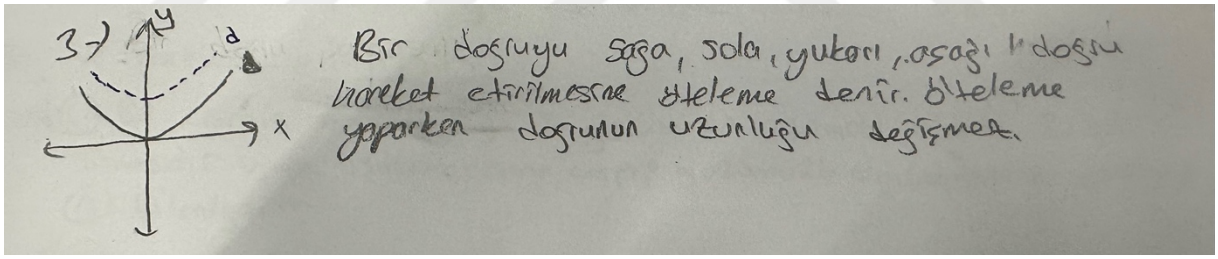
Kodlar	Örnekler	f
Eylem	Yer/ Konum değiştirme	18
	Taşınma	8
	Hareket ettirme	9
	İlerletme	3
	İstenilen yönde (sağ-sol-yukarı-aşağı-ileri-geri-yatay-düşey)	25
	İtilmesi	1
	Aynı doğrultuda yol alması	2
	Kaydırılma	7
Değişim	Şekli/Görünümü/Yapısı/Özü/Fiziksel özellikleri değişmeden/bozulmadan	4
	Boyutu/Hacmi/Uzunluğu/Büyüklüğü değişmeden	2
Yer	Koordinat sisteminde/düzleminde	3
	Düzlem üzerinde	4
	Eksen boyunca	2
Eylem uygulanan	Nokta	10
	Doğru	2
	Şekil	8
	Cisim	12
	Nesne	11
	Herhangi bir şey	2
Nicelik	Birim	5
	Adım	2
	Mesafe/uzaklık	2
	Miktar	4
Komut	Komutlara uyarak/yönergeler doğrultusunda	3
	Düzenli bir şekilde	1
	Koordinatlara uyarak	1

2. sınıf katılımcılarına “Öteleme kavramını detaylı şekilde tanımlayınız.” sorusu yöneltilmiştir. 2. Sınıf katılımcıların tamamı bu soruyu yanıtlamış, yalnızca bir katılımcı bu soruyu şekille açıklamıştır. Katılımcılardan üçünün tanımında cismin yönünün değişmediğini belirttiği görülmüştür. Katılımcılardan birisi noktanın hareket etmesine gerek olmadığını belirtmiştir.



Şekil 4.4. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 3. Soruya Verdiği Cevap*

2. Sınıf katılımcıların bazılarında matematiksel dili kullanmada bazı eksikler görülmüştür. Bir katılımcı tanımında “doğru” terimini kullanmış ancak çiziminde eğri gösterimi yapmıştır. İki doğru çizmiş olduğu düşünülebilir ancak yalnızca bir isim vermiştir.



***Şekil* 4.5.** *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 3. Soruya Verdiği Cevap*

2. Sınıf katılımcıların öteleme kavramı konusundaki tanımları incelendiğinde, toplam 43 katılımcıdan 23’ünün yön kavram imajına sahip olduğu, eylem olarak ise 18 katılımcı ile en çok konum değiştirme kavram imajına sahip olunduğu görülmektedir. Katılımcıların 20’si konum değiştirme, 12’si hareket ettirme kavram imajına sahiptir. Katılımcılardan bazıları hareket ettirilenin ne olduğunu belirtmemiş, bazıları birden fazla kelime seçmiş ancak 15’i cisim, 12’si nokta, 9’u şekil kavram imajlarına sahiptir. Katılımcıların büyük çoğunluğu tanımlarında ötelemenin niceliğine değinmemiştir. 9’u birim, mesafe miktar gibi kavram imajlarına sahiptir. Ötelemenin gerçekleştiği yeri de katılımcıların yalnızca 8’i tanımda

belirtmiş, kalan 35 katılımcı buna tanımda değinmemiştir. 15 katılımcı özelliklerini koruma kavram imajına sahiptir.

Tablo 4.10. *2. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Eylem	Yer/ Konum değiştirme	20
	Taşınma	5
	Hareket ettirme	12
	İlerletme	2
	İstenilen yönde (sağ-sol-yukarı-aşağı-ileri-geri-yatay-düşey)	23
	İtilmesi veya çekilmesi	1
	Kaydırılma	1
Değişim	Şekli/Görünümü/Yapısı/Özü/Fiziksel özellikleri değişmeden/bozulmadan	7
	Açısı değişmeden	1
	Yönü değişmeden	3
	Boyutu/Hacmi/Uzunluğu/Büyüklüğü değişmeden	4
Yer	Koordinat sisteminde/düzleminde	1
	Düzlem üzerinde	3
	x-y ekseni doğrultusunda	2
	Uzayda	1
	Nokta ya da eksenler doğrultusunda	1
Eylem uygulanan	Nokta	12
	Noktalar bütünü	1
	Varlık	1
	Durum	1
	Doğru	6
	Şekil	9
	Cisim	15
	Nesne	8
	1 boyutlu -2 boyutlu -3 boyutlu herhangi bir şey	1
	Madde	1
Nicelik	Birim	3
	Mesafe/uzaklık	2
	Miktar	4
Referans noktası	Koordinat sistemi referans alınarak	1
Komut	Komutlara uyarak/yönergeler doğrultusunda	4
	Belirli oranda	1
	Koordinatlara uyarak	1
	İstenen parametrelere göre	1

3. Sınıf katılımcılarına "Öteleme kavramını detaylı şekilde tanımlayınız." Sorusu yöneltilmiştir. 3. Sınıf katılımcıların tamamı bu soruyu yanıtlamıştır. 3. Sınıf katılımcılardan birisi ötelemenin şeklin başka şekle dönüştürme olduğu cevabını vermiştir. 3. sınıf katılımcılardan birisi tanımında "şeklin yönünü değiştirmeden" ifadesini kullanmıştır. 3. sınıf katılımcıların öteleme kavramı konusundaki tanımları incelendiğinde, 18 katılımcının istenilen yön kavramını vurguladığı, eylem olarak ise 20 katılımcı ile en çok konum değiştirmenin seçildiği görülmektedir. Yine eylem olarak hareket ettirilme sık kullanılmıştır. Katılımcılardan bazıları hareket ettirilenin ne olduğunu belirtmemiş, bazıları birden fazla kelime seçmiş ancak büyük çoğunluğu şekil ve cisim kelimelerini seçmiştir. Yine katılımcıların büyük çoğunluğu tanımlarında ötelemenin niceliğine değinmemiş ancak değinenlerden büyük bir çoğunluğu "birim olarak" kelimesini kullanmayı tercih etmiştir. Ötelemenin gerçekleştiği yeri de katılımcıların yalnızca 10'u

tanımda belirtmiş, kalan 34 katılımcı bu konuya değinmemiştir. 25 katılımcı özelliklerini koruma kavram imajına sahiptir.

Tablo 4.11. *3. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Eylem	Yer/ Konum değiştirme	20
	Taşınma	4
	Hareket ettirme	9
	İlerletme	3
	İstenilen yönde (sağ-sol-yukarı-aşağı-ileri-geri)	18
	Sürüklenme	1
	Kaydırılma	1
Değişim	Şekli/Görünümü/Yapısı/Özü/Fiziksel özellikleri değişmeden/bozulmadan	14
	Açısı değişmeden	1
	Yönü değişmeden	1
	Boyutu/Hacmi/Uzunluğu/Büyüklüğü değişmeden	8
	Bir şekli başka bir şekle dönüştürme	1
Yer	Koordinat sisteminde/düzleminde	4
	Koordinat noktası üzerinde	2
	Düzlem üzerinde	2
	x-y-z eksenleri boyunca	2
Eylem uygulanan	Nokta	6
	Doğru	1
	Şekil	12
	Cisim	12
	Nesne	7
	Madde	1
Nicelik	Birim	6
	Açı	1
	Mesafe/uzaklık	4
	Miktar	3
	Büyüklükte	1
Referans noktası	Bir referans noktasına göre	1
Komut	Komutlara uyarak/yönergeler doğrultusunda	3
	Koordinatlara uyarak	2
	Konumlandırmalara göre	1
	Belirli yön ve doğrultuda	1

4. Sınıf katılımcılarına "Öteleme kavramını detaylı şekilde tanımlayınız." Sorusu yöneltilmiştir. Bir katılımcı cismin düz bir yol boyunca ilerlediğini belirtmektedir. 4. Sınıf katılımcıların öteleme kavramı konusundaki tanımları incelendiğinde, toplam 28 katılımcıdan 17'sinin yön kavram imajına sahip olduğu, eylem olarak ise 12 katılımcı ile en çok konum değiştirme kavram imajına sahip olunduğu görülmektedir. Yine eylem olarak hareket ettirilme, ilerletme ve kaydırılma kavram imajlarına sık rastlanılmıştır. Katılımcılardan bazıları hareket ettirilenin ne olduğunu belirtmemiş, bazıları birden fazla kelime seçmiş ancak büyük çoğunluğunda nesne ve cisim kavram imajları görülmüştür. Yine katılımcıların büyük çoğunluğu tanımlarında ötelemenin niceliğine değinmemiş ancak değinenler mesafe/uzaklık kavram imajlarına sahiptir. Ötelemenin gerçekleştiği yeri de katılımcıların yalnızca 8'i tanımda belirtmiş, kalan 20 katılımcı buna tanımda değinmemiştir. 8 katılımcı özelliklerini koruma kavram imajına sahiptir.

Tablo 4.12. *4. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Eylem	Yer/ Konum değiştirme	12
	Taşınma	2
	Hareket ettirme	6
	İlerletme	5
	İstenilen yönde (sağ-sol-yukarı-aşağı-ileri-geri-yatay-düşey)	17
	İtilmesi	1
	Kaydırılma	4
Değişim	Şekli/Görünümü/Yapısı/Özü/Fiziksel özellikleri değişmeden/bozulmadan	2
	Boyutu/Hacmi/Uzunluğu/Büyüklüğü değişmeden	3
	Yön, açı değiştirilmeden	3
Yer	Koordinat sisteminde/düzleminde	1
	Belirlenen bir aralıkta	1
	Boyutta	1
	Düzlem	1
	X ve y ekseni	2
	Uzayda	2
Eylem uygulanan	Nokta	4
	Şekil	2
	Cisim	8
	Nesne	8
	Herhangi bir şey	1
Nicelik	Birim	2
	Adım	1
	Mesafe/uzaklık	6
	Miktar	1
Komut	Komutlara uyarak/yönergeler doğrultusunda	2
	Belirli ölçülerde	2

Öğretmen adaylarının öteleme kavramıyla ilgili sahip oldukları kavram imajlarının belirlenmesi amacıyla ön görüşme formunda 3.soru olarak "Öteleme kavramını detaylı şekilde tanımlayınız." sorusu sorulmuştur.

Öteleme Tanımı 1. Tema

Katılımcıların yanıtladığı ön görüşme formlarından elde edilen verilerin incelenmesiyle 3. soruya verilen cevaplardan hareketle birinci tema "yön" olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının %53,8 'i bu imaja sahiptir. Yani öğretmen adaylarının yaklaşık yarısı bu soruya ötelemenin tanımında yön vurgusu yapacak şeklinde cevap vermiştir. Öğretmen adayları, yaptıkları bu tanımlarla ötelemeye ilişkin bir "yön" imajına sahip olduklarını göstermektedirler.

Öteleme Tanımı 2. Tema

Katılımcıların yanıtladığı ön görüşme formlarından elde edilen verilerin incelenmesiyle 3. soruya verilen cevaplardan hareketle ikinci tema "konum" olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının 45,4'ü bu imaja sahiptir. Yani öğretmen adaylarının yaklaşık yarısı bu soruya ötelemede konum değişikliği olacağı şeklinde cevap vermiştir.

Öğretmen adayları, yaptıkları bu tanımlarla ötelemeye ilişkin bir "konum" imajına sahip olduklarını göstermektedirler.

4.1.4. İkinci Bölüm: Öteleme Kavramının Parametrelerini Bir Örnek Vererek Açıklama

İkinci bölümün devamında katılımcıların ötelemenin parametrelerini açıklama konusunda yeterliliklerine, bu parametreleri birer örnekle açıklama konusunda verdikleri örneklere ve örnekleri eşleştirdikleri parametreler ile arasındaki duruma dair bulgular ile ilgilidir.

1. Sınıf katılımcılarına "Öteleme kavramının parametreleri nelerdir? Bir örnek vererek açıklayınız." Sorusu yöneltilmiştir. 1. Sınıf seviyesindeki katılımcılardan 24'ü bu soruyu tamamen boş bırakmıştır. 5 katılımcı parametre kavramının ne anlama geldiğini bilmediğini belirtmiştir. 1 katılımcı emin olmadığı *"Yanlış bilmiyorsam cisim hareket etmeli, fizik anlamında iş yapmalı"* şeklinde belirtmiştir. 1 katılımcı parametreleri belirtmemiş örnek olarak *"Arabanın yolda ilerlemesi"* belirtmiştir. 1 katılımcı parametreleri belirtmemiş örnek olarak *"Dönüşüm"* şeklinde 1 katılımcı *"Durağan değildir."* şeklinde yanıt vermiştir. Parametreleri belirterek cevap veren 16 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların ötelemenin parametresiyle ilgili kavram imajlarına ait kodlar tabloda gösterilmiştir.

1. Sınıf katılımcılardan öteleme kavramının parametreleri kategorisinde 5'i yön kavram imajına, 2 katılımcı hareket, 1 katılımcı eksen ve 1 katılımcı ise korunum kavram imajlarına sahiptir.

Tablo 4.13. *1. Sınıf Katılımcılar İçin Öteleme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Katılımcı	Örnekler
Eksen, yön, nicelik	A1	A (2,3) noktası alalım ve bu noktayı yatayda 1 br dikeyde 2 br ötelememiz istenirse yatay x dikey y'dir. Yeni nokta B (3,5) olur. Yani yatay denilirse x dikey denilirse y anlaşılmalıdır.
Yön, hareket	B1	İleri, geri, aşağı, yukarı Bir noktayı 3 br yukarı taşımak
Korunum	C1	Cisimlerin boyutu ve şekli değiştirilmemelidir.
Yön	Ç1	Yatay ve düşey boyutlardır.
Hareket, yön	D1	Doğrusal ilerlemesi
Yön	E1	Sağa, sola, yukarı, aşağı

2. sınıf katılımcılarına "Öteleme kavramının parametreleri nelerdir? Bir örnek vererek açıklayınız." Sorusu yöneltilmiştir. 2. Sınıf seviyesindeki katılımcılardan 22'si bu soruyu tamamen boş bırakmıştır. 6 katılımcı parametre kavramının ne anlama geldiğini bilmediğini belirtmiştir. 1 katılımcı *"Ötelemenin parametrelerini ortaokulda işlemiştik ama hatırlamıyorum."* Yanıtını vermiştir. 2 katılımcı parametreleri açıklamamış yalnızca "*Gaz taneciklerinin hareketi.*" Ve *"Mesela 2 cm ötelenebilir, 3 adım ötelenebilir."* Şeklinde örnekler vermiştir. 5 katılımcı bilmediğini ama tahmin yürüttüğünü belirten şu şekilde cevaplar vermiştir:

"Öteleme parametrelerini bilmiyorum. (X ekseni yönünde veya y ekseni yönünde öteleme olabilir)"

"Bilmiyorum. (x,y) eksenine göre kendimize yeni bir koordinat belirtme olarak tarif edebilirim."

"Ötelemenin parametreleri deyince aklıma şu an bir şey gelmedi ama koordinat sisteminde ifade edilen yönleri olabilir."

"Bilmiyorum ama tahminlerime göre nesnenin boyutuna göre değişmesi olabilir. Bir tanesi uzunluk olabilir. Cetvel başlangıç noktası (0,0) kabul edilerek 2br sağa götürülmesi ile (2,0) yeni koordinat olur."

"Emin değilim ama yön olması gerekiyor."

Parametre kavramına cevap veren 8 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların ötelemenin parametresiyle ilgili kavram imajlarına ait kodlar tabloda gösterilmiştir. 2. Sınıf katılımcılardan öteleme kavramının parametreleri kategorisinde 7'si yön kavram imajına, 5 katılımcı Hareket ve yön imajına birlikte sahiptir. 1 katılımcı hareket ve korunum ve 1 katılımcı ise yön ve korunum kavram imajlarına sahiptir. Yalnızca bir katılımcı korunum, hareket ve yön imajlarının üçüne sahiptir.

Tablo 4.14. *2. Sınıf Katılımcılar İçin Öteleme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Katılımcı	Örnekler
Hareket, yön	A2	Uzayın kaç boyutlu olacağı eksen sayısına göre belirlenir. Cismin başlangıç durumu ile sonuç durumu arasındaki fark bu koordinat düzleminin eksenlerine göre pozitif veya negatif yöndeki hareketidir.
Hareket, yön	B2	X ekseninde sağa-sola, y ekseninde yukarı-aşağı
Korunum, hareket	C2	Alan, büyüklük, şekil değişmez. Koordinatlar değişir.
Hareket, yön	Ç2	2 br aşağı, 3 br yukarı, 4 br sağa, 1 br sola
Korunum, hareket, yön	D2	Şekil ve boyut değişmez. Sağa veya sola kaydırma hareketidir.
Yön, Korunum	E2	Hiçbir özellik artıp azalmaz, yön değişmez.
Hareket, yön	F2	x-3 parametresi cismi 3 br sağa kaydırmak demektir,y+2 parametresi cismi 2 br yukarı kaydırmaktır.
Hareket, yön	G2	Ve "x ekseninde + öteleme sağa,- öteleme sola doğru olduğunu düşünüyorum.

3. Sınıf katılımcılarına “Öteleme kavramının parametreleri nelerdir? Bir örnek vererek açıklayınız.” Sorusu yöneltilmiştir. 3. Sınıf seviyesindeki katılımcılardan 22’si bu soruyu tamamen boş bırakmıştır. 3 katılımcı bu soruya parametreleri belirlemektense “Ötelemede bulunan şeklin koordinatları belirlenip öteleme miktarı kadar ilerletilebilir.”, “4 birim sağa 1 birim sola” ve “Ötelemede değişen şeyin koordinat olduğunu düşünürsek parametremiz bir nokta için (x,y) olur.”) şeklinde eksik ve sorudan farklı yanıtlar vermiştir. Parametre kavramına cevap veren 19 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların ötelemenin parametresiyle ilgili kavram imajlarına ait kodlar tabloda gösterilmiştir. G3 parametre kavramının tam olarak ne anlama geldiğini bilmediğini yanıtına eklemiştir. J3 parametre kavramını bir değişkendir şeklinde tanımlamış, çizmiş olduğu şekil ile örneğini desteklemiştir. Bir katılımcı “3 boyutlu dünyada yaşadığımız için 3 türlüdür.” Cevabını vermiştir. Bu katılımcının cevabı kodlanmamıştır. Bu katılımcılardan 3’ü parametreleri belirtmiş ancak örneklendirmemiştir. Örneklendirmeyen katılımcılardan birisi parametreler için “koordinat noktaları”, diğeri “Koordinat noktaları ve doğrultu“ bir diğeri ise “Uzaklık ve yön” cevaplarını vermiştir. Parametre kavramına cevap veren 19 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların ötelemenin parametresiyle ilgili kavram imajlarına ait kodlar tabloda gösterilmiştir. 3. Sınıf katılımcılardan öteleme kavramının parametreleri kategorisinde 5’i korunum kavram imajına sahiptir.

Tablo 4.15. *3. Sınıf Katılımcılar İçin Öteleme Kavramının Parametreleri” Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Katılımcı	Örnekler
Ölçüm	A3	Konum ve uzaklığın ölçümü
Hareket, yön, nicelik	B3	X ekseninde 3 br sağa ve y ekseninde 5 br aşağı kaydırmak
Korunum	C3	Şeklin değişmemesidir.
-	Ç3	3 boyutlu dünyada yaşadığımız için 3 türlüdür.
Korunum	D3	Cisim ötelenirken açısı ve şeklin büyüklüğü aynı kalır.
Korunum, hareket	E3	Düz bir yolda giderken araba öteleme hareketi yapar, görüntü değişmez ve tüm noktalar aynı birimde hareket eder.
Hareket, yön, nicelik	F3	3 br sağa, 4 br aşağı
Yön, nicelik	G3	Hangi yöne hangi büyüklükte gitmek
Korunum, hareket	H3	Uzaklık, alan, hacim değişmez. Bir kutu ileri doğru itildiğinde yönü değişmezse ötelenmiş olur.
Koordinat noktaları	I3	-
Hareket, yön	J3	Bir noktayı önce x ekseni üzerinde daha sonra y ekseni üzerinde öteleyince oluşan noktanın koordinatı nedir?
Yön	K3	Yukarı, aşağı, sağ, sol belirtmek gereklidir.
Koordinat noktaları, doğrultu	L3	-
Uzaklık, yön	M3	-
Uzaklık, Konum, yön	N3	Yol ve yöne göre konum değişir.
Uzaklık, yön	P3	Bir kare belirlenen bir köşesinden 7 br sağa ötelenebilir.
Yön	R3	Bir drone’u sağa, sola, aşağı, yukarı hareket ettirebiliriz.
Yön, uzaklık, birim	S3	3 (miktar) cm (birim) sağa (yön)
Korunum	Ş3	Şeklin değişmeyeceği önemlidir.

4. Sınıf katılımcılarına "Öteleme kavramının parametreleri nelerdir? Bir örnek vererek açıklayınız." Sorusu yöneltilmiştir. 4. Sınıf seviyesindeki katılımcılardan 11'i bu soruyu tamamen boş bırakmıştır. 1 katılımcı "Öteleme işlemi basit bir koordinat dönüşüm işlemidir. Döndürme işleminde A Matrisi iki boyutlu döndürme matrisidir." Şeklinde parametreleri açıkça belirtmeyen bir cevap vermiştir. Parametreleri belirterek cevap veren 16 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların ötelemenin parametresiyle ilgili kavram imajlarına ait kodlar tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.16. *4. Sınıf Katılımcılar İçin Öteleme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Katılımcı	Örnekler
Yön	A4	(şekil örneği)
Yön	B4	İleri geri yönlendirme
Yön, mesafe,birim	C4	-
Yön, birim	Ç4	4 m sağa
Yön, konum	D4	-
Açı, yön, uzaklık, nesnenin tüm noktaları	E4	2 br sağa
Yön, açı	F4	Kare ötelendiğinde yine karedir.
X,y,z eksenleri, birim	G4	Bir cismi (2,3,4) br öteleyin demek 2 br sağa, 3 br yukarı ve 4 br geriye doğru itmek demektir.
Yön, birim	H4	Ötelemenin nereye yapılacağını söyleyen değerlerdir.
Koordinat düzlemi, uzay, nokta, doğru	I4	-
Yön, doğrultu, hareket	J4	Aracın kuzey doğrultusunda hareket etmesi ve yer değiştirmesi
Doğru, yön, birim	K4	İki boyutlu bir düzlemde A noktasından başlayarak 2 br sağa 3 br aşağıya ilerlemek
Eksen, yön	L4	Bir noktaya 2 br sağa 3 br yukarı öteleyin denilirse 2 br x ekseninde sağa kaydırılır 3 br y ekseninde yukarı kaydırılır.
Hareket	M4	Kaykayın hareketi
Konum	N4	-
Birim, Koordinat düzlemi	P4	-

4.1.5. İkinci bölüm: Öteleme kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağını açıklama

İkinci bölümün devamındaki soru katılımcıların geleceğin ilköğretim matematik öğretmenleri olarak öteleme kavramını ortaokul öğrencilerine anlatma senaryosu çerçevesinde yeterliliklerine ve verdikleri örneklere dair bulgular ile ilgilidir.

1. Sınıf katılımcıların "Ötelemeyi ortaokul öğrencisine nasıl anlatırsınız? Detaylı olarak açıklayınız." Sorusuna verdiği yanıtlar incelendiğinde, bir katılımcı hariç tüm

katılımcılar bu soruyu cevaplandırmıştır. Katılımcıların 33'ü düz anlatım yöntemini kullanacağını belirtmiştir.

Tablo 4.17. *1. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Problem çözme	Koordinat sisteminde bir nokta verip öteleme sonucu yeni noktayı bulmak	1
Düz anlatım	Koordinat sistemi ve nokta/geometrik şekil	14
	Birim kareli zemin ve nokta/geometrik şekil	7
	Tanımını ve günlük yaşam örnekleri aktarma	8
	Tanım	4
Benzetim	Öğrencilerin hareketleri üzerinden	1
	Nesne üzerinden	3

2. sınıf katılımcıların "Ötelemeyi ortaokul öğrencisine nasıl anlatırsınız? Detaylı olarak açıklayınız." Sorusuna verdiği yanıtlar incelendiğinde, tüm katılımcılar bu soruyu cevaplandırmıştır. Katılımcıların 21'i düz anlatım 21'i benzetim yöntemini kullanacağını belirtmiştir. 2. sınıf katılımcılar toplamda 6 farklı yöntem kullanacağını belirtmiştir.

Tablo 4.18. *2. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Tartışma	Sınıfta konum değiştirip değişen ve sabit kalan özellikleri sormak	1
Oyun	Zarda gelen sayı kadar oyunda ilerleme	1
	Öteleme yaparak fareyi peynire ulaştırma	1
Teknoloji	Akıllı tahta	3
Gösterip yaptırma	Birim karelerden oluşmuş bir kağıtta gösterip ardından öğrencilerin göstermesi	1
Düz anlatım	Koordinat sistemi ve nokta/geometrik şekil	10
	Sayı doğrusu üzerinden	1
	Şekil çizerek tanımlama	6
	Tanım	2
	Kareli kağıt ve nokta/geometrik şekil	2
Benzetim	Öğrencilerin hareketleri üzerinden	12
	Nesne üzerinden	7
	Öğretmen hareketleri üzerinden	2

2. Sınıf katılımcıların "Ötelemeyi ortaokul öğrencisine nasıl anlatırsınız? Detaylı olarak açıklayınız." Sorusuna verdiği yanıtlar incelendiğinde, 4 katılımcı cevap vermemiş, bir katılımcı henüz yeterli olmadığını belirtmiştir. 5 katılımcı harici tüm katılımcılar bu soruyu

cevaplandırmıştır. Katılımcıların 21'i düz anlatım 21'i benzetim yöntemini kullanacağını belirtmiştir. 2. sınıf katılımcılar toplamda 6 farklı yöntem kullanacağını belirtmiştir.

Tablo 4.19. *3. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Tartışma	Nesneleri hareket ettirip sorular sormak	1
Oyun	Oyun kartları	1
	Oyun	1
Teknoloji	Dijital yazılım	1
	Geogebra	1
Drama	Drama	1
Gösterip yaptırma	Nesne üzerinden	1
Düz anlatım	Koordinat sistemi ve nokta/geometrik şekil	11
	Sayı doğrusu üzerinden	3
	Tanım	3
	Kareli kağıt/İzometrik kağıt ve nokta/geometrik şekil	4
Benzetim	Öğrencilerin hareketleri üzerinden	8
	Nesne üzerinden	10
	Öğretmen hareketleri üzerinden	3

3. Sınıf katılımcıların "Ötelemeyi ortaokul öğrencisine nasıl anlatırsınız? Detaylı olarak açıklayınız." Sorusuna verdiği yanıtlar incelendiğinde, katılımcıların 21'i düz anlatım 21'i benzetim yöntemini kullanacağını belirtmiştir. 3. Sınıf katılımcılar toplamda 7 farklı yöntem kullanacağını belirtmiştir.

Tablo 4.20. *4. Sınıf Katılımcılar İçin "Öteleme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Oyun	Amiral battı	1
	Oyun	1
	Satranç	2
Teknoloji	Robotik kodlama	1
	Akıllı tahta	1
	Geogebra	2
Gösterip yaptırma	Koordinat sistemi üzerinden	2
Düz anlatım	Koordinat sistemi ve nokta/geometrik şekil	6
	Tanım	4
	Kareli kağıt/İzometrik kağıt ve nokta/geometrik şekil	3
Benzetim	Öğrencilerin hareketleri üzerinden	6
	Nesne üzerinden	12
	Öğretmen hareketleri üzerinden	1

4. Sınıf katılımcıların "Ötelemeyi ortaokul öğrencisine nasıl anlatırsınız? Detaylı olarak açıklayınız." Sorusuna verdiği yanıtlar incelendiğinde, katılımcıların 13'ü düz anlatım 19'u benzetim yöntemini kullanacağını belirtmiştir. 4. Sınıf katılımcılar toplamda 5 farklı yöntem kullanacağını belirtmiştir.

4.1.6. Üçüncü Bölüm: Yansıma Kavramını Detaylı Şekilde Tanımlama

Üçüncü bölüm; Katılımcılar ile bir çalışma yapmadan önce yansıma kavramını tanımlama yeterliliklerine, verdikleri örneklere ve bu örneklerin sebebinin ne olduğuna, belirttikleri özellikleri açıklayış şekline dair bulgular ile ilgilidir.

1. Sınıf katılımcıların "Yansıma kavramını detaylı bir şekilde tanımlayınız." Sorusuna verdiği yanıtlar incelendiğinde, 4 katılımcı hariç tüm katılımcılar bu soruyu cevaplandırmıştır. İki katılımcı yansımayı "Işığın bir yüzeye çarpıp geldiği ortama geri dönmesidir." şeklinde tanımlamıştır. Bir katılımcı simetri ile aynı tanımı yapacağını söylemiştir.

Tablo 4.21. *1. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

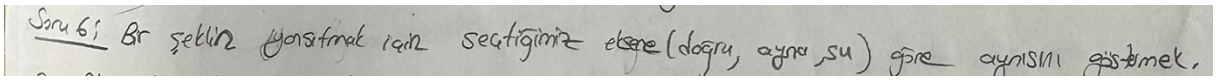
Kodlar	Örnekler	f
Yön	Karşı taraf	2
	Yer veya yön değiştirmesi	2
	Farklı yön	1
	Bakıldığı yön	1
	Zıt koordinatlar	4
	Zıt	2
Yansıması	Ayna görüntüsü	6
	Şey	1
	Oluşması	2
	Çizilmesi	1
	Geri dönmesi	1
	Elde edilen yeni şekil	2
	Sanal kısma aktarılmış hali	1
	Sanal görüntü	1
	Cisim	2
	Ötelenmesi	1
	Görüntü	7
Kendisi	Sabit noktalar kümesi	1
	Nokta	4
	Cisim	10
	Nesne	5
	Şekil	9
	Şey	3
Referans	Yansıyan madde	1
	Hayali eksen	1
	Yansıma ekseni	1
	Doğru parçası	1
	Doğru	2
	Nokta	2
	X ve y eksenleri	2
	Düzlem	1
	Ayna	1
	Eksen	3
Korunum	Aynen/ Aynı şekilde	2
	Büyüklüğü ve biçimi değişmeden	2
	Aynı boyutlarda	2
Konum	Koordinat sisteminde	1
	Koordinat üzerindeki	4
	Başka bölge	1
	Başka düzlem	2
Mesafe	Eşit uzaklık	4

2. Sınıf katılımcıların "Yansıma kavramını detaylı bir şekilde tanımlayınız." sorusuna verdiği yanıtlar incelendiğinde, iki katılımcı hariç tüm katılımcılar bu soruyu cevaplandırmıştır. 2. Sınıf katılımcılardan üçü tanımlarında "Işınların cisme çarpıp gözümüzle algıladığımız.", "Şekilden aynaya gelen ışınlar." ve "Cisimden gelen ışınların ayna özelliği taşıyan başka bir cisme çarpması sonucu oluşan ışın kırılması eylemidir." şeklinde belirtmiştir. Bir katılımcı da cevabını desteklemek için gelen ve yansıyan ışın çizimleri yapmıştır. Bu 4 katılımcı yansıma kavramında "Işın" kavram imajına sahip olduklarını göstermiştir. Bir katılımcı yansıma kavramının tanımında "yüzey üzerine dik şekilde geçerek" ifadesini kullanmıştır. Bir katılımcı yansımanın simetri ile aynı olduğunu belirtmiştir. Bir katılımcı tanımında referans doğrusu olan doğruya dik bir doğruya vurgu yapmıştır. Bir katılımcı "Bir cismin bir doğru veya noktaya göre simetrisinin aynı doğruya dik başka bir doğru tarafından tekrar simetrisinin alınmasıyla elde edilen görüntüsüdür." tanımını yapmıştır.

Tablo 4.22. *2. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

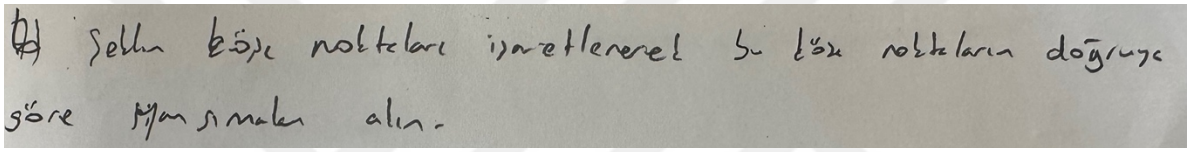
Kodlar	Örnekler	f
Yön	Düz ya da ters	1
	Tam karşısında	1
	Arkasında	1
	Yön değiştirmesi	2
	Zıt koordinatlar/zıttı	3
	İşaretinin ters olması	1
	Ters	2
Yansıması	Ayna görüntüsü	20
	Sanal	2
	Çizmek veya işaretlemek	1
	Elde edilen yeni şekil	1
	Değiştirilmiş hali	1
	Işın	3
	Aktarılması	1
	Sima	1
	Simetrisi	4
	Ötelenmesi	2
	180 derece dönmesi	1
Kendisi	Görüntü	4
	Herhangi bir şey	1
	Cisim	15
	Nesne	2
	Şekil	12
	Varlık	1
	Doğru	1
Referans	Yansıma ekseni- Simetri ekseni	2
	Y eksenine göre	1
	Doğru	5
	Nokta	5
	X ve y eksenlerine göre	2
	Yüzey (su/ayna)	3
	Eksen	1
Korunum	Yüksekliği değişmez	1
	Büyüklüğü/Boyutu ve şekli değişmez	4
	Aynı	2
Konum	Ayna düzlemi	1
	Koordinat üzerindeki	2
	Koordinat sisteminde	2
Mesafe	Eşit uzaklık	7

3. Sınıf katılımcıların "Yansıma kavramını detaylı bir şekilde tanımlayınız." sorusuna verdiği yanıtlar incelendiğinde, üç katılımcı hariç tüm katılımcılar bu soruyu cevaplandırmıştır. Katılımcılardan birisi yansımayı "Belirli bir yüzeye göre yapılan eylem." Yanıtını vermiştir. İki katılımcı "Simetri ile aynı" cevabını vermiştir. Bir katılımcı ise "Yansıma da bir simetridir." cevabını vermiştir. Bir katılımcı tanımda ekseni doğru, ayna, su olarak belirtmiştir.



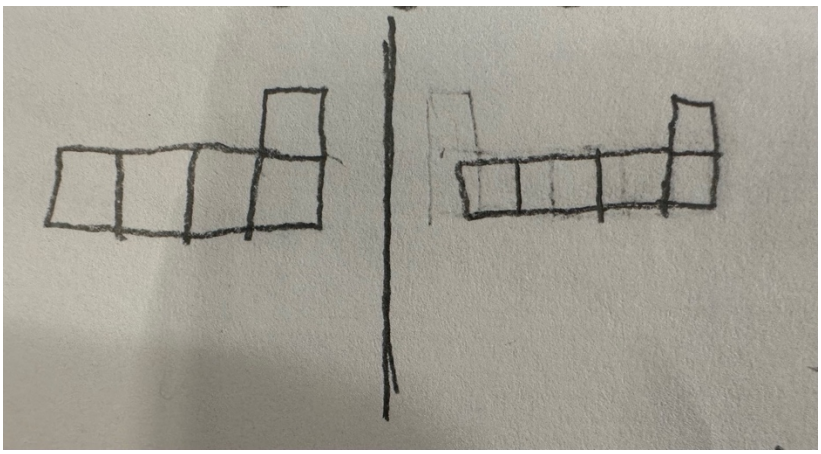
Şekil 4.6. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 6. Soruya Verdiği Cevap*

Bir katılımcı yansımada şeklin köşe noktalarının yansıması alınması gerektiğini vurgulamıştır.



***Şekil* 4.7.** *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 6. Soruya Verdiği Cevap*

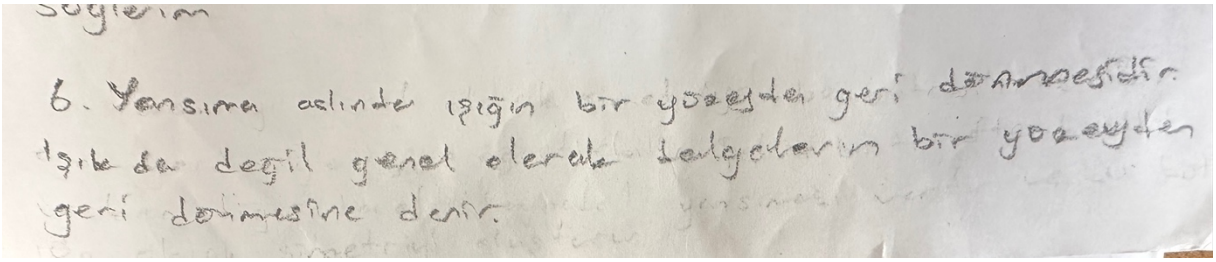
Bir katılımcı yansımayı "Bir doğruya göre ötelemedir." şeklinde tanımlamanın ardından çizimle görseldeki gibi göstermiştir.



***Şekil* 4.8.** *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 6. Soruya Verdiği Cevap*

Bir katılımcı tanımında yansımayı "Bir doğruya göre iki eş parçanın oluşmasıdır." şeklinde tanımlamıştır. Bir katılımcı yansımanın gerçek olmadığını, simetride diğer tarafta bir

şekil olduğunu belirtmiştir. İki katılımcı ışık ve dalgaların yüzeyden geri dönmesi üzerinden yansımayı tanımlamıştır.



Şekil 4.9. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 6. Soruya Verdiği Cevap*

Tablo 4.23.*3. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	**Örnekler**	**f**
Yön	Zıt koordinatları	2
	Diğer tarafta	2
	Zıt nokta	1
	Aynı şekilde konumlandırılması	2
	Başka/zıt yönde	3
Yansıması	Ayna görüntüsü	16
	Sanal görüntü	3
	Ötelenmesi ve döndürülmesi	1
	Ötelenmesi ve simetrisi	1
	Ötelenmesi	2
	Simetrisi	4
	Siluet	1
	180 derece dönmesi	1
Kendisi	Görüntü	1
	Nesne	2
	Cisim	6
	Şekil	9
	Nokta	1
Referans	Simetri doğrusu	1
	Doğru	8
	Nokta	4
	Referans noktası	3
	Yüzey (su/ayna)	3
	Eksen	5
Korunum	Kendi değişmez	1
	Büyüklük değişmez	1
	Aynısı	1
Konum	Koordinat sistemi	3
	Zemin	1
	Su üstü	1
Mesafe	Eşit uzaklık	2

4. Sınıf katılımcıların "Yansıma kavramını detaylı bir şekilde tanımlayınız." sorusuna verdiği yanıtlar incelendiğinde, tüm katılımcılar bu soruyu cevaplandırmıştır. 5 katılımcının "Yansıma, bir cismin koordinat üzerindeki zıt koordinatlarıdır" şeklinde yanıtladığı görülmüştür. 8 katılımcı tanımında "ayna görüntüsü" kavram imajına sahiptir. Ayna görüntüsü kavram imajına sahip katılımcıların 2'si referans temasında "Koordinat sistemindeki eksenler" kavram imajına sahiptir. Ayna görüntüsü kavram imajına sahip katılımcılardan birisi tanımda "Bir şeyin aynadaki simetrisidir." İfadesini kullanmıştır Katılımcılardan birisi yansımayı simetriyi baz alarak "Yansıma simetrinin genel halidir, simetrinin noktaya uygulanmış halidir." şeklinde açıklamıştır. Katılımcıların matematiksel terimleri cümle içine farklı şekillerde kullanıldığı görülmüştür. Örneğin bir katılımcı "doğru ile yaptığı konum" ifadesini kullanmıştır. "Doğruya göre konumu" ifadesi yerine bu ifadeyi kullanmayı tercih ettiği düşünülmüştür. Bir katılımcı yansıma kavramını "Olguların taklididir." şeklinde tanımlamıştır.

Tablo 4.24. *4. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Yön	Zıt koordinatları	5
	Ters ya da düz şekilde	1
	Yönünün değişmesi	3
	Tersi	1
	Karşıda	1
	Yerinin değişmesi/Başka yerde gözükmesi	2
Yansıması	Ayna görüntüsü	10
	Görüntüsü	1
	Simetrisi	2
Kendisi	Düzlem	1
	Nesne	2
	Sabit noktalar kümesi	1
	Cisim	4
	Bizim	1
	Şekil	5
	Nokta	3
Referans	Ayna	6
	Düzlem	1
	Doğru	1
	Nokta	1
	Doğrultu	1
	X-Y Ekseni	3
	Eksen	3
Korunum	Boyut değişmeden	2
	Hiçbir özelliği değişmeden	1
	Birebir aynısı	1
	Biçimi ve büyüklüğü değişmeden	1
Konum	Koordinat sistemi	1
	Koordinat düzleminin bölgeleri	1
	Koordinat üzerinde	5

Öğretmen adaylarının yansıma kavramıyla ilgili sahip oldukları kavram imajlarının belirlenmesi amacıyla ön görüşme formunda 6. soru olarak "Yansıma kavramını detaylı şekilde tanımlayınız." sorusu sorulmuştur.

Yansıma Tanımı 1. Tema

Katılımcıların yanıtladığı ön görüşme formlarından elde edilen verilerin incelenmesiyle 6. soruya verilen cevaplardan hareketle birinci tema "ayna" olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının %33'ü bu imaja sahiptir. Yani öğretmen adaylarının üçte biri bu soruya yansımanın tanımında ayna görüntüsü/yansıması ifadesini kullanacak şeklinde cevap vermiştir. Öğretmen adayları, yaptıkları bu tanımlarla yansımaya ilişkin bir "ayna" imajına sahip olduklarını göstermektedirler.

Yansıma Tanımı 2. Tema

Katılımcıların yanıtladığı ön görüşme formlarından elde edilen verilerin incelenmesiyle 6. soruya verilen cevaplardan hareketle ikinci tema "zıt yön" olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının %28,5'i bu imaja sahiptir. Yani öğretmen adaylarının yaklaşık dörtte biri bu soruya yansımanın tanımında yönün değişmesi ifadesini kullanarak cevap vermiştir. Öğretmen adayları, yaptıkları bu tanımlarla yansımaya ilişkin bir "yön" imajına sahip olduklarını göstermektedirler.

4.1.7. Üçüncü bölüm: Yansıma kavramının parametrelerini bir örnek vererek açıklama

Üçüncü bölümün devamındaki soru katılımcıların yansımanın parametrelerini açıklama konusunda yeterliliklerine, bu parametreleri birer örnekle açıklama konusunda verdikleri örneklere ve örnekleri eşleştirdikleri parametreler ile arasındaki duruma dair bulgular ile ilgilidir.

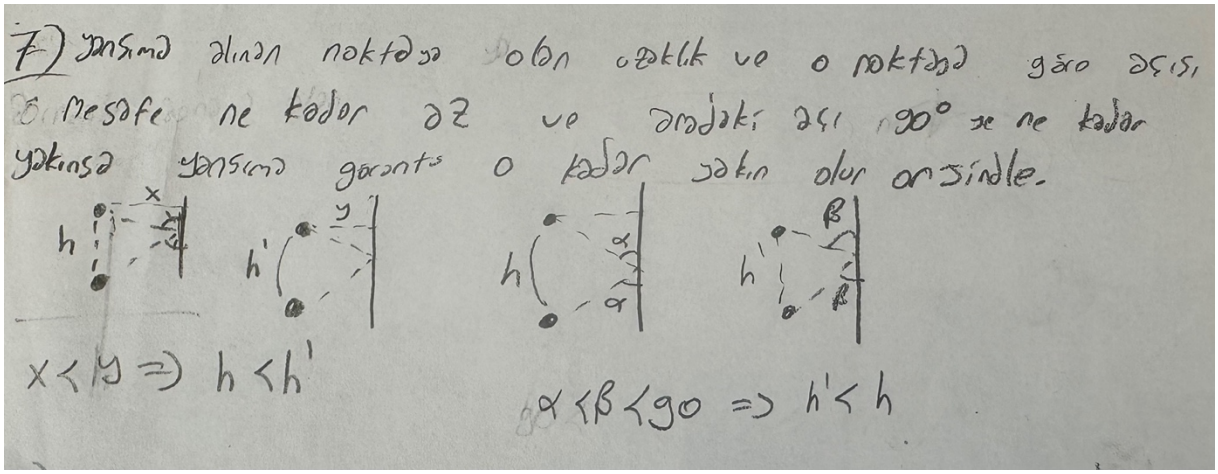
1. Sınıf seviyesindeki katılımcılardan 30'u bu soruyu tamamen boş bırakmıştır. 1 katılımcı parametre kavramının ne olduğunu bilmediğini belirtmiştir. 1 katılımcı yalnızca koordinat sisteminde çizim yaparak örneklendirmiştir. Cevap veren 7 katılımcının

cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların yansımanın parametresiyle ilgili kavram imajlarına ait kodlar tabloda gösterilmiştir. Bir katılımcı bu soruya verdiği cevapta aşamalı bir şekilde yansımanın gerçekleşmesini anlatmıştır. Bu süreçte yansımanın parametrelerinden uzaklık ve simetri doğrusuna vurgu yapmıştır.

Tablo 4.25. *1. Sınıf Katılımcıları İçin Yansıma Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Katılımcı	Örnekler
Korunum	A1	Şekil ters dönmez yine aynıdır.
Hareket	B1	Durağan değildir.
Görüntü	C1	Kalemin düzlem aynadaki yansıması.
Korunum, yön	Ç1	Cisimlerin boyu ve şekli aynı yönü farklı olması.
Görüntü, yansıma doğrusu, uzaklık	D1	Yansıtıcı
Koordinat sistemi	E1	(Şekil üzerinde)
Işık, açı	F1	-

2. Sınıf seviyesindeki katılımcılardan 30'u bu soruyu tamamen boş bırakmıştır. 4 katılımcı parametre kavramının ne olduğunu bilmediğini belirtmiştir. Cevap veren 6 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların yansımanın parametresiyle ilgili kavram imajlarına ait kodlar tabloda gösterilmiştir. 2 katılımcı parametreleri belirtmemiş yalnızca *"güneş yansıması, ışık ayna"* ve *"suya baktığımızdaki görüntümüz"* şeklinde örnekler vermiştir. Bir katılımcı yapmış olduğu çizimde ışığın yansımasını nokta ile örneklendirmiştir.



Şekil 4.10. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 7. Soruya Verdiği Cevap*

Tablo 4.26. *2. Sınıf Katılımları İçin Yansıma Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Katılımcı	Örnekler
Korunum, uzaklık	A2	Cismin büyüklüğü değişmez. Aynaya baktığımızda aynaya olan görüntümüzün uzaklığıyla kendi uzaklığımız aynıdır.
Eksen	B2	Koordinat düzleminde (1,5) noktasının x eksenine göre yansıması
Korunum	C2	Alan değişmez.
Korunum, hareket	Ç2	Boyutları değişmez koordinatları değişebilir. Alan, hacim, çevre, uzunluk değişmez.
Korunum, yön	D2	Fiziki özellik değişmez ama yön değişir.
Korunum, yön	E2	Dönme parametreleri + öteleme parametreleridir.

3. Sınıf seviyesindeki katılımcılardan 29'u bu soruyu tamamen boş bırakmıştır. Cevap veren 13 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların yansımanın parametresiyle ilgili kavram imajlarına ait kodlar tabloda gösterilmiştir. İki katılımcı bu soruyu şekille yanıtlamıştır. M3 çiziminde bir doğru ve bir üçgen çizmiştir. Buradan yansıma eksenini parametre olarak belirttiği çıkarımı yapılabilir. N3 ise bir noktanın yansımasını belirtmiş ve eşit uzaklık parametresini gösteriminde vurgulamıştır.

Tablo 4.27. *3. Sınıf Katılımcıları İçin Yansıma Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Katılımcı	Örnekler
Eksen	A3	A=(1,2) , B=(2,2) bu [AB] doğrusunun x eksenine göre yansımasını alırsak A=(-1,2), B(-2,2) olur.
Koordinat, doğrultu, eksen, yön	B3	-
Koordinat noktaları, doğrultu, yön	C3	-
Uzaklık, yön, simetri	Ç3	-
Uzaklık	D3	Şekil uzaklaştıkça görüntüsünün yansıma doğrusuna olan uazklığı da uzaklaşacaktır.
Dönme, öteleme	E3	-
Simetri ekseni, öteleme	F3	A(1,3) noktasının y=2x+3 doğrusuna göre yansıması
Yüzey, cisim, açı	G3	-
Yüzey, doğrultu, açı	H3	-
Korunum, eksen, yön	I3	Bir görüntünün aynada yansıması.
Büyüklük, uzunluk, alan	J3	-
Doğru parçası, nokta	K3	-
Korunum	L3	-

4. Sınıf seviyesindeki katılımcılardan 15'i bu soruyu tamamen boş bırakmıştır. Cevap veren 11 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların yansımanın parametresiyle ilgili kavram imajlarına ait kodlar tabloda gösterilmiştir. 1 katılımcı parametreleri belirtmemiş örnek olarak *"ayna kullanmak mantıklıdır"* şeklinde 1 katılımcı *"yansıma sizin bir düzleme göre negatif yansımanızdır"* şeklinde yanıt vererek yön kavramına vurgu yapmıştır.

Tablo 4.28. *4. Sınıf Katılımcıları İçin Yansıma Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Katılımcı	Örnekler
Yüzey, uzaklık	A4	-
Eksen, nokta	B4	-
Yön, birim, mesafe, aralık	C4	-
Konum	Ç4	-
Eksen, orijin	D4	-
Eksen	E4	Koordinatlarının ters işaretlilerini ele almalıyız.
Eksen, eşit uzaklık, dik noktalar	F4	Koordinat sisteminde kalemin uç noktaları (-3,-1) ve (2,2) ise yansımasının koordinatları x üzerinde (3,1), y üzerinde (-2,-2) olur.
Nokta, doğru, düzlem, uzay	G4	-
Koordinat düzlemi	H4	-
Sabit nokta, eksen, açı	I4	A (-2,0) noktasının orijine göre yansıması A'(2,0)'dır.
Saçılma parametreleri	J4	-

4.1.8. Üçüncü Bölüm: Yansıma Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağını Açıklama

Üçüncü bölümün devamındaki soru katılımcıların geleceğin ilköğretim matematik öğretmenleri olarak yansıma kavramını ortaokul öğrencilerine anlatma senaryosu çerçevesinde yeterliliklerine ve verdikleri örneklere dair bulgular ile ilgilidir.

Bu soruya 1. Sınıf katılımcılardan 7'si cevap vermemiştir. 32 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların yansımanın kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağını açıklamayla ilgili kavram imajlarına ait kodlar ve frekansları tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.29. *1. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Düz anlatım	Koordinat sistemi ve nokta/geometrik şekil	9
	Tanım	2
	Şekil çizme ve tanım	1
Benzetim	Bir ağaç ve doğru parçasını ayna gibi düşünme	1
	Bir ağacı odak noktası olarak belirtip eşit uzaklık kavramını aktarma	1
	Ayna ve cisim/ şekil (elma, araba, el feneri vs)	17
	Sesin odada yankılanması	1
Gösterip yaptırma	Katlama	1

Bu soruya 2. sınıf katılımcılardan 1'i cevap vermemiştir. 3 katılımcı anlatamayacağını belirmiştir. Bu 3 katılımcıdan birisi kendisine güvenmediğini diğer katılımcı bilgi eksiği olduğunu belirtmiştir. 39 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların yansımanın kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağını açıklamayla ilgili kavram imajlarına ait kodlar ve frekansları tabloda gösterilmiştir. Buna göre

katılımcıların 6'sı yansıma kavramını ortaokul öğrencisine anlatırken teorik bilgiyi, 23'ü gerçek hayat örneklerini ve 10'u hem gerçek hayat hem teorik bilgiyi birlikte kullanacağını belirtmiştir. Katılımcılardan birisi yansıma konusunda gerçek hayat örneklerinden faydalanırken "gölge" örneğini vereceğini belirtmiştir. Bir diğer katılımcı ise yansımada açılara göre farklı şekiller oluştuğunu göstereceğini belirtmiştir.

Tablo 4.30. *2. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Teknoloji	Video	1
Gösterip yaptırma	Katlama	1
Düz anlatım	Koordinat sistemi	2
	Şekil ve doğru çizerek	3
	Tanım	2
	Eksene göre simetri	2
	Farklı geliş açılarını çizerek gösterip tanımlama	2
Benzetim	Ayna ve cisim/ şekil (elma, araba, saat, yaprak, el feneri vs)	20
	Gölge	1
	Güneş ışınları	1

Bu soruya 3. Sınıf katılımcılardan 11'i cevap vermemiştir. 33 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların yansımanın kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağını açıklamayla ilgili kavram imajlarına ait kodlar ve frekansları tabloda gösterilmiştir. Buna göre katılımcıların 4'ü yansıma kavramını ortaokul öğrencisine anlatırken teorik bilgiyi, 24'ü gerçek hayat örneklerini ve 5'i hem gerçek hayat hem teorik bilgiyi birlikte kullanacağını belirtmiştir.

Tablo 4.31. *3. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Proje tabanlı	Çizim yaptırma	1
	Deney	1
Teknoloji	Ayna ve dijital ortam	2
	Dalganın yansıması ve dijital ortam	1
Gösterip yaptırma	Katlama	2
Düz anlatım	Koordinat sistemi ve materyal	2
	Eksene göre simetri	2
	Şekil ve doğru çizerek	1
	Tanım	2
Benzetim	Su birikintisi	2
	Yansıma görselleri	2
	Ayna ve cisim/ şekil (elma, araba, saat, yaprak, el feneri, ip, birim küp vs)	15

Bu soruya 4. sınıf katılımcılardan 5'i cevap vermemiştir. 23 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların yansımanın

kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağını açıklamayla ilgili kavram imajlarına ait kodlar ve frekansları tabloda gösterilmiştir. 4. Sınıf katılımcıların diğer katılımcılara göre ders anlatımında teknolojiyi (Geogebra ve robotik kodlama gibi) daha aktif olarak düşündükleri görülmüştür.

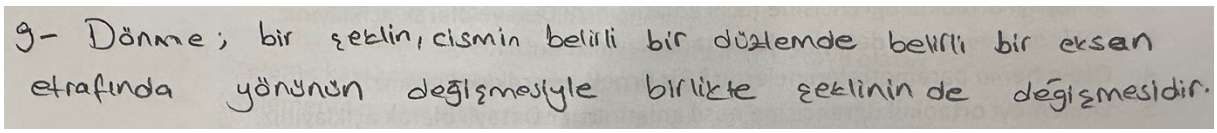
Tablo 4.32. *4. Sınıf Katılımcılar İçin "Yansıma Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Teknoloji	Robotik kodlama	1
	Geogebra	5
	Geogebra, oyun ve ayna	1
Drama	Yaratıcı drama	1
Gösterip yaptırma	Ayna ve mürekkepli kağıt	1
Düz anlatım	Koordinat sistemi ve materyal	5
Benzetim	Gökkuşağı	1
	Ayna ve cisim/ şekil (elma, araba, saat, yaprak, el feneri vs)	6
	Su birikintisi	2

4.1.9. Dördüncü Bölüm: Dönme Kavramını Detaylı Şekilde Tanımlama

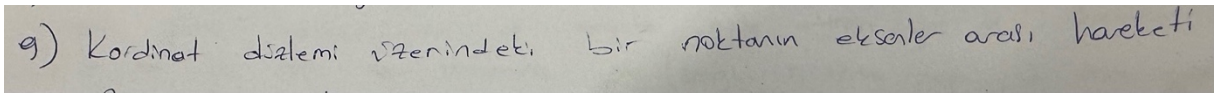
Dördüncü bölüm; katılımcılar ile bir çalışma yapmadan önce dönme kavramını tanımlama yeterliliklerine, verdikleri örneklere ve bu örneklerin sebebinin ne olduğuna, belirttikleri özellikleri açıklayış şekline dair bulgular ile ilgilidir.

1. Sınıf katılımcılara "Dönme kavramını detaylı şekilde tanımlayınız." sorusu yöneltilmiştir. 1. Sınıf katılımcıların dönme kavramı konusundaki tanımları incelendiğinde, dört katılımcı hariç tüm katılımcıların bu soruyu cevapladığı görülmektedir. Bir katılımcı dönme kavramını tanımlarken şeklin değiştiğini belirtmiştir.



Şekil 4.11. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 9. Soruya Verdiği Cevap*

Bir katılımcı dönmeyi tanımlarken "Koordinat düzlemi üzerindeki bir noktanın eksenler arası hareketi" ifadesini kullanmıştır.



Şekil 4.12. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 9. Soruya Verdiği Cevap*

Tablo 4.33. *1. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

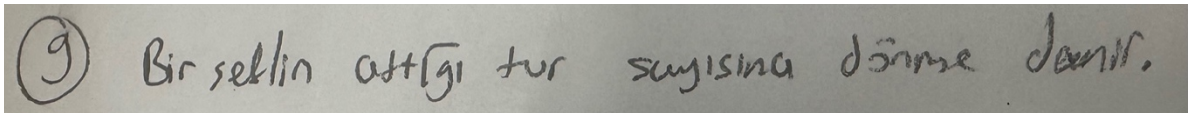
Kodlar	Örnekler	f
Eylem	Döndürülmesi	5
	Kayması	1
	Yön değiştirme	2
	Konum değişmesi	6
	Hareket etmesi	11
	Tam tur atması	2
	Dairesel hareket	6
	Devinim	1
Eylem uygulanan	Nokta	2
	İfade	1
	Cisim	10
	Nesne	5
	Şekil	6
Yön	Saat yönü/ Tersi	3
	Belli bir yönde	1
	Sağ/ Sol	2
	Yön değişmesi	2
Korunum	Uzaklığı sabit	1
	Şekli değişir	1
	Boyutu/ Biçimi değişmeden	3
Referans	Nesne	1
	Çember	1
	Nokta	15
	Şekil	1
	Şey	1
	Eksen	5
	Hayali eksen	1
	Kendisi	3
	Kenar	1
	Kendi ekseni	2
	Merkez	4
	Yörünge	1
Nicelik	Derece/ Açı	6
	360 derece	2
	Belirli ölçüde	1

2. Sınıf katılımcılara "Dönme kavramını detaylı şekilde tanımlayınız." sorusu yöneltilmiştir. 2. Sınıf katılımcıların dönme kavramı konusundaki tanımları incelendiğinde, iki katılımcı hariç tüm katılımcıların bu soruyu cevaplandırıldığı görülmektedir. Bir katılımcı dönmeyi vektör örneği ile çizerek tanımlamıştır.

Tablo 4.34. *2. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

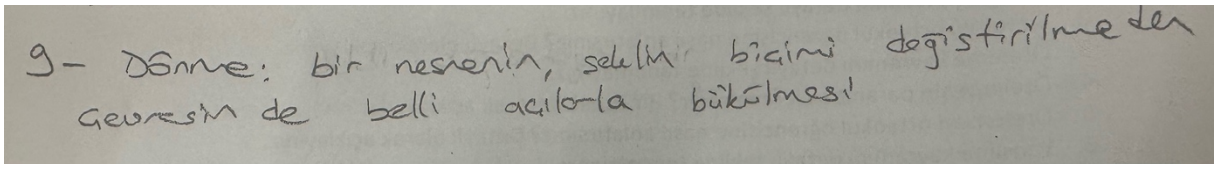
Kodlar	Örnekler	f
Eylem	Döndürülmesi	5
	Konum değişmesi	9
	Dolanma	1
	Devinim	1
	Hareket etmesi	10
	Bölge değişmesi	1
	Yeni bir nokta elde etmek	2
	Tur atması	1
	Dairesel hareket	3
Eylem uygulanan	Nokta	7
	Doğru	4
	Cisim	21
	Nesne	1
	Şekil	11
	Kavram	1
Yön	Saat yönü/ Tersi	2
	Sağ/ Sol	1
	Belirli bir yön	2
	Yön değişmesi	7
Korunum	Boyutu/ Biçimi değişmeden	4
	Eksene uzaklık sabit	3
Referans	Nokta	12
	Cisim	1
	Şey	1
	Merkez	2
	Eksen	3
	Doğru	1
	Düzlem	1
	Kendi	7
	Kendi ekseni	2
Nicelik	Derece/ Açı	22
	360 derece	1

3. Sınıf katılımcılara "Dönme kavramını detaylı şekilde tanımlayınız." sorusu yöneltilmiştir. 3. Sınıf katılımcıların dönme kavramı konusundaki tanımları incelendiğinde, üç katılımcı hariç tüm katılımcılar bu soruyu cevaplandırmıştır. Bir katılımcı bu soruyu "Dönme bir doğrultuda olabilir." şeklinde cevaplandırmıştır. Katılımcılardan birisi bu soruyu, "Dönme kavramı: Bir cisim yerinden ve noktasını tutarak belirli derecede döndürülmesi." Şeklinde tanımlamıştır. Bir katılımcı dönmeyi "şeklin attığı tur sayısı" olarak tanımlamıştır.



Şekil 4.13. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 9. Soruya Verdiği Cevap*

Bir katılımcı tanımında "bükülme" ifadesini kullanmıştır.

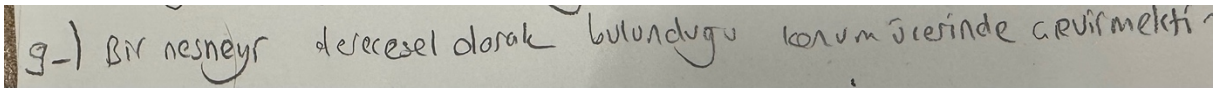


Şekil 4.14. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 9. Soruya Verdiği Cevap*

Tablo 4.35. *3. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Eylem	Döndürülmesi	14
	Yön değiştirme	3
	Konum değişmesi	5
	Hareket etmesi	11
	Devinim	1
	Bükülmesi	1
	Ötelenmesi	1
Eylem uygulanan	Nokta	3
	Doğru	2
	Cisim	9
	Nesne	8
	Şekil	18
Yön	Saat yönü/ Tersi	3
	Pozitif/ Negatif	1
	Sağ/ Sol	1
	Yön değişmesi	2
Korunum	Yapısı/büyüklüğü sabit	2
	Boyutu/ Biçimi değişmeden	3
Referans	Orijin	1
	Nokta	18
	Şekil	1
	Eksen	9
	Doğru	3
	Kendi ekseni	1
Nicelik	Derece/ Açı	21
	Belirli miktarda	2

4. sınıf katılımcılara "Dönme kavramını detaylı şekilde tanımlayınız." sorusu yöneltilmiştir. 4. Sınıf katılımcıların dönme kavramı konusundaki tanımları incelendiğinde, üç katılımcı hariç tüm katılımcıların bu soruyu cevapladığı görülmüştür. Bir katılımcının dönme kavramını tanımlarken "derecesel olarak" ifadesini kullandığı görülmüştür.



Şekil 4.15. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 9. Soruya Verdiği Cevap*

Bir diğer katılımcı ise dönme kavramını "Belirli derecelerde kullanılarak konum değiştirmektir." şeklinde tanımlamıştır.

Tablo 4.36. *4. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Eylem	Döndürülmesi	8
	Konum değişmesi	3
	Hareket etmesi	5
	Dairesel hareket	5
	Açısal hareket	2
Eylem uygulanan	Nokta	4
	Düzlem	1
	Cisim	9
	Nesne	4
	Şekil	5
Yön	Saat yönü/ Tersi	2
	İstenilen yön	1
	Sağ/ Sol	1
	Yön değişmesi	3
Korunum	Boyutu/ Biçimi değişmeden	4
Referans	Doğru	1
	Düzlem	1
	Merkez	5
	Nokta	9
	Konum	1
	Eksen	5
	Kendi	2
	Kendi ekseni	1
Nicelik	Derece/ Açı	6
	Belirtilen oranda	1

Öğretmen adaylarının dönme kavramıyla ilgili sahip oldukları kavram imajlarının belirlenmesi amacıyla ön görüşme formunda 9. soru olarak "Dönme kavramını detaylı şekilde tanımlayınız." sorusu sorulmuştur.

Dönme Tanımı 1. Tema

Katılımcıların yanıtladığı ön görüşme formlarından elde edilen verilerin incelenmesiyle 9. soruya verilen cevaplardan hareketle birinci tema "nokta" olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının %35'i bu imaja sahiptir. Yani öğretmen adaylarının yaklaşık üçte biri bu soruya dönmenin tanımında referans olarak bir nokta alınır şeklinde cevap vermiştir. Öğretmen adayları, yaptıkları bu tanımlarla dönmeye ilişkin bir "nokta" imajına sahip olduklarını göstermektedirler.

Dönme Tanımı 2. Tema

Katılımcıların yanıtladığı ön görüşme formlarından elde edilen verilerin incelenmesiyle 9. soruya verilen cevaplardan hareketle ikinci tema "açı" olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının %38,3'ü bu imaja sahiptir. Yani öğretmen adaylarının yaklaşık üçte biri bu soruya dönmenin tanımında açı ifadesini kullanarak, belirli bir açı kadar olacağı şeklinde cevap vermiştir. Öğretmen adayları, yaptıkları bu tanımlarla dönmeye ilişkin bir "açı" imajına sahip olduklarını göstermektedirler.

4.1.10. Dördüncü Bölüm: Dönme Kavramının Parametrelerini Bir Örnek Vererek Açıklama

Dördüncü bölümün devamındaki soru katılımcıların dönmenin parametrelerini açıklama konusunda yeterlilikleri, bu parametreleri birer örnekle açıklama konusunda verdikleri örnekler ve örnekleri eşleştirdikleri parametreler ile arasındaki duruma dair bulgular ile ilgilidir. Öğretmen adaylarının dönme kavramının parametreleri ile ilgili sahip oldukları kavram imajlarının belirlenmesi amacıyla ön görüşme formunda 10.soru olarak "Dönmenin parametreleri nelerdir? Bir örnek vererek açıklayınız." sorusu sorulmuştur. Bu soruya yapılandırılmış ön görüşme formunda verilen cevapların analiz edilmesiyle elde edilen kodlara ait örnekler ve katılımcılar Tablo 'de gösterilmektedir.

1. Sınıf seviyesindeki katılımcılardan 30'u bu soruyu tamamen boş bırakmış, 2 katılımcı parametre kavramını bilmediğini belirtmiş ve 1 katılımcı parametre kavramını bildiğini fakat bu parametrelere örnek veremeyeceğini belirmiştir. 1 katılımcı yalnızca çizim yaparak örneklendirmiştir. Cevap veren 5 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların dönmenin parametresiyle ilgili kavram imajlarına ait kodlar tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.37. *1. Sınıf Katılımcıları İçin Dönme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Katılımcı	Örnekler
Yön ve açı	A1	A(1,0) noktası sağ yönde 90 derece döndürülürse B(0,-1) sol yönde 90 derece döndürülürse C (0,1) noktası olur.
Korunum	B1	Şekli ve boyutu değişmez
Merkez	C1	Kendi etrafında, başka bir cisim etrafında
Açı, merkez	Ç1	Merkez alınan noktalar
Durağan olmayan	D1	-

2. Sınıf seviyesindeki katılımcılardan 28'i bu soruyu tamamen boş bırakmış, 4 katılımcı parametre kavramını bilmediğini belirtmiştir. Cevap veren 11 katılımcının

cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların dönmenin parametresiyle ilgili kavram imajlarına ait kodlar tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.38. *2. Sınıf Katılımcıları İçin Dönme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Katılımcı	Örnekler
Açı, yön	A2	-
Açı, yön	B2	(2,3) noktasının saat yönünde, saat yönünün tersi yönde 30 derecelik açıyla döndürülmesiyle elde edilen noktanın koordinatları
Yön, korunum	C2	Cismin yönü değişebilir, şekli büyüklüğü değişmez
Açı, yön	Ç2	Kaç derece açı ile hangi yöne döndürüleceği bilgisi ile noktanın yeni konumunu bulabiliriz.
Korunum, hareket, merkez	D2	Cismin kendi çevresinde yaptığı harekettir. Alan, hacim, çevre değişmez.
Korunum, yön	E2	Fiziksel özellik değişmez ama eksen etrafındaki duruş değişir.
Yön	F2	Saat yönünde dönme, akrep ve yelkovanın dönmesi
Yarıçap, çap, tur	G2	-
Merkez	H2	Cismin kendi etrafında dönmesi ve başka bir şey etrafında dönmesi olmak üzere iki parametresi olduğunu düşünüyorum.
Korunum, konum, yön	I2	Bir cismin büyüklüğü değişmez konumu değişmeyebilir sadece yönelişi değişir.
Korunum, açı	J2	Dönmede şekil değişmez. Koordinat düzleminde derece ya da radyan ile 90 derece ya da $\pi/2$ kadar döndürürüz. A noktaların koordinat düzlemiyle yaptığı ilk açı olmak üzere $x.\cos(\alpha+90)$ $y.\sin(\alpha+90)$

3. Sınıf seviyesindeki katılımcılardan 27'si bu soruyu tamamen boş bırakmıştır. Cevap veren 17 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların dönmenin parametresiyle ilgili kavram imajlarına ait kodlar tabloda gösterilmiştir. .G3 ve L3 örneğini çizmiş oldukları şekille desteklemiştir. G3 "Saat yönü tersi, saat yönünde oluşan şekil şeklinde, L3 "Seçilen nokta orta kısımda olsaydı dönme sonucu şekil değişirdi. Seçilen nokta etrafında 90 derece ve 120 derecelik açılarla döndürülürse farklı görünürdü." şeklinde açıklama yapmıştır.

Tablo 4.39. *3. Sınıf Katılımcıları İçin Dönme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Katılımcı	Örnekler
Açı, nokta, doğru, doğru parçası	A3	-
Referans, korunum	B3	Noktaya göre doğru parçasına göre dönme, döndürülen cismin yeni hali ile eski hali şekil olarak aynı kalır. Beşgen döndürülürse yine beşgen olur.
Yön, açı, referans	C3	Koordinatları (1,1) ve (2,1) olan doğrunun orijine göre saat yönünün tersine 90 derece döndürülmesi
Açı	Ç3	-
Doğrultu	D3	-
Yön, korunum	E3	Dönme sonucu şeklin sadece yönü değişebilir eğer 360 derce döndürülürse şekilde değişiklik olmaz.
Açı ve doğrultu	F3	Açı ve doğrultu döneceği miktarı verir.
Açı	G3	Saat yönü tersi, saat yönünde oluşan şekil
Doğrultu, yön, açı	H3	-
Açı, yön, doğrultu	I3	-
Açı, yer değiştirme, yön, uzamsal beceri	J3	-
Merkez	K3	B noktası etrafında dönmek
Merkez, açı	L3	Seçilen nokta orta kısımda olsaydı dönme sonucu şekil değişirdi. Seçilen nokta etrafında 90 derece ve 120 derecelik açılarla döndürülürse farklı görünürdü.
Uzaklık, açı, merkez,şekil	M3	-
Açı, eksen	N3	Ellerinde ip tutan iki arkadaştan birisinin çembersel hareketi bir noktaya göre dönmedir.
Cisim, açı, referans noktası	P3	-
Açı	R3	(x,y) noktasını 90 derece döndürürsek (-y,x) 180 derece döndürürsek (-x,-y) olur.

4. Sınıf seviyesindeki katılımcılardan 13'ü bu soruyu tamamen boş bırakmıştır. Cevap veren 15 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların dönmenin parametresiyle ilgili kavram imajlarına ait kodlar tablo 4.40'da gösterilmiştir.

Tablo 4.40. *4. Sınıf Katılımcıları İçin Dönme Kavramının Parametreleri" Kategorisine İlişkin Bulgular*

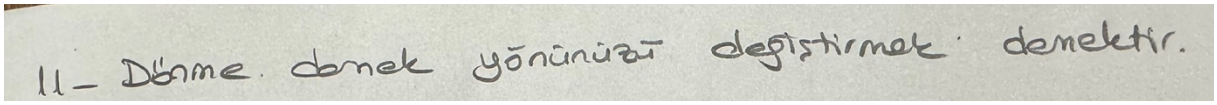
Kodlar	Katılımcı	Örnekler
Yön ve açı	A4	90 derece sola
Yön ve açı	B4	Pozitif ve negatif yön
Yön ve açı	C4	Sağa ve sola mı dönülecek ve de kaç derecelik dönme yapacağız bunlara dikkat edilmelidir.
Yön, açı, şekil korunumu, uzaklık korunumu	Ç4	Bir şeklin orijin etrafında 180 derece dönmesi ile orijine göre simetriğinin boyutları aynıdır. P noktasının orijine uzaklığı ile dönme sonucundaki P' görüntüsünün orijine uzaklığı aynıdır.
Merkez, yön ve açı	D4	A noktasının orijin etrafında 90 derece saat yönü dönmesi
Eksen, yön ve açı	E4	Koordinat sisteminde çapı y ekseninde olan bir karenin saatin tersi yönünde 360 derece dönmesi
Konum, yön ve açı	F4	-
Şekil korunumu, yön ve açı	G4	Şeklin ya da noktanın yapısı değişmez, baktığı yön ya da açısı değişebilir.
Açı	H4	-
Açı, nokta, koordinat sistemi, eksen	I4	X ve y eksenleri
Açı, eksen	J4	Cisimleri belirli bir açıyla kendi ekseninde hareket ettirmek
Eksen, nokta, doğru, düzlem	K4	X,y,z
Dönme hızı, sürtünme basıncı	L4	-
Koordinat sistemi	M4	-
Nokta, düzlem, açı, uzay, belirli bir nokta	N4	-

Yön kavram imajına sahip katılımcılar kavramın anlamına odaklansalar da bu anlam formal tanımın içerdiği anlamdan oldukça uzaktır. Yön bu katılımcılar dönmenin parametrelerinde sayılan bir kavramdır. Bu doğrultuda 4 katılımcı açıklamalarında yönün dönmenin parametrelerinden birisi olduğunu belirtmekte fakat örneklendirememektedir. Bunun yanında verdikleri cevaplar incelendiğinde yönü pozitif-negatif, sağ-sol, saatin tersi şeklinde örneklendiren 3 öğretmen adayı görülmektedir.

4.1.11. Dördüncü Bölüm: Dönme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağını Açıklama

Dördüncü bölümün devamındaki soru katılımcıların geleceğin ilköğretim matematik öğretmenleri olarak dönme kavramını ortaokul öğrencilerine anlatma senaryosu çerçevesinde yeterliliklerine ve verdikleri örneklere dair bulgular ile ilgilidir.

Bu soruya 1. Sınıf katılımcılardan 8'i cevap vermemiştir. 30 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların dönme kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağını açıklamayla ilgili kavram imajlarına ait kodlar ve frekansları tabloda gösterilmiştir. Buna göre katılımcıların 9'u dönme kavramını ortaokul öğrencisine anlatırken düz anlatım, 16'sı benzetim ve 5'i proje tabanlı kullanacağını belirtmiştir. Bir katılımcı öğrencilere nasıl anlatacağını "Dönme demek yönünüzü değiştirmek demektir." şeklinde açıklayarak yapmıştır.



Şekil 4.16. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 11. Soruya Verdiği Cevap*

Tablo 4.41. *1. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Düz anlatım	Dairesel hareketi tanımlama	3
	Açılar ile tanımlama	2
	Koordinat düzlemi üzerinde gösterme	4
Benzetim	Kendi etrafında dönme/ arkadaşı etrafında dönme	1
	3 boyutlu cismi döndürerek gösterme (küp, tekerlek, saat, topaç, dönme dolap)	4
	Örnekler verme (Semazen, lunapark, tekerlek, döner kapı)	10
	Şeklin döndürülmüş halini tahmin	1
Proje tabanlı	Tanım, koordinat sistemi ve materyal ile etkinlik	2
	Disiplinler arası örnekler üzerinden etkinlik (Dünya, güneş, ay hareketleri, atomların hareketi)	3

Bu soruya 2. sınıf katılımcılardan 2'si cevap vermemiştir. 41 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların dönme kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağını açıklamayla ilgili kavram imajlarına ait kodlar ve frekansları tabloda gösterilmiştir. Buna göre katılımcıların 12'si dönme kavramını ortaokul öğrencisine anlatırken düz anlatım, 18'i benzetim ve 10'u proje tabanlı, birisi ise teknolojiyi kullanacağını belirtmiştir. Katılımcılardan birisi dönmenin cismin kendi etrafında dönmesi olacağı gibi bir şekil, nokta ya da doğru etrafında da olabileceğini belirtmiştir. Katılımcılardan bir diğerinin cevabında *"cisim (çember, kare vs.)"* şeklinde bir örneklendirme yaptığı görülmüştür. Bir katılımcı öteleme ile dönmenin farklarına değinerek öğretim etkinliği yapacağını belirtmiştir. Bir katılımcı "Dönmeyi iki şekilde ele alabiliriz, kendi etrafında, ya da şekil, çizgi veya noktaya göre dönmesi" şeklinde belirtmiştir. Bir katılımcı cevabında

dönmeyi "merkezi kolaylıkla görülebilen bir cisim (çember, kare vs.)" üzerinden göstereceğini belirtmiştir.

Tablo 4.42. *2. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Düz anlatım	Dairesel hareketi tanımlama	3
	Açılar ile tanımlama	4
	Koordinat düzlemi üzerinde gösterme	5
Benzetim	Kendi etrafında dönme/ arkadaşı etrafında dönme	5
	3 boyutlu cismi döndürerek gösterme (küp, tekerlek, saat, topaç, dönme dolap)	11
	Şeklin döndürülmüş halini çizdirme	1
	Öğrenciler saatin akrep-yelkovanı olacak şekilde etkinlik yaptırma	1
Proje tabanlı	Tanım, koordinat sistemi ve materyal ile etkinlik	5
	Disiplinler arası örnekler üzerinden etkinlik (Dünya, güneş, ay hareketleri, atomların hareketi)	5
Teknoloji	Koordinat sistemi ve dijital araçlar ile etkinlik (geogebra)	1

Bu soruya 3. sınıf katılımcılardan 6'sı cevap vermemiştir. 38 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların dönme kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağını açıklamayla ilgili kavram imajlarına ait kodlar ve frekansları tabloda gösterilmiştir. Buna göre katılımcıların 9'u dönme kavramını ortaokul öğrencisine anlatırken düz anlatım, 16'sı benzetim ve 7'si proje tabanlı, 6'sı teknolojiyi kullanacağını belirtmiştir.

Tablo 4.43. *3. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Düz anlatım	Dairesel hareketi tanımlama	3
	Açılar ile tanımlama	2
	Koordinat düzlemi üzerinde gösterme	2
	İzometrik kağıt üzerinde gösterme	2
Benzetim	Kendi etrafında dönme/ arkadaşı etrafında dönme	7
	3 boyutlu cismi döndürerek gösterme (küp, tekerlek, saat, topaç, dönme dolap)	8
	Şeklin döndürülmüş halini çizdirme	1
Proje tabanlı	Tanım, koordinat sistemi ve materyal ile etkinlik	4
	Disiplinler arası örnekler üzerinden etkinlik (Dünya, güneş, ay hareketleri, atomların hareketi)	3
Teknoloji	Koordinat sistemi ve dijital araçlar ile etkinlik (geogebra)	6

Bu soruya 4. sınıf katılımcılardan 2'si cevap vermemiştir. 26 katılımcının cevaplarından elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda katılımcıların dönme kavramını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacağını açıklamayla ilgili kavram imajlarına ait kodlar ve frekansları tabloda gösterilmiştir. Buna göre katılımcıların 4'ü dönme kavramını ortaokul öğrencisine anlatırken düz anlatım, 1'i drama, 12'si benzetim, 3'ü proje tabanlı ve 6'sı

teknolojiyi kullanacağını belirtmiştir. Katılımcılardan birisi *"Öğrenciler ile drama yaparak eğlenceli bir şekilde anlatırım. Bir doğruya göre ve bir noktaya göre dönmeyi anlamaları kolay olur."* cevabını vermiştir.

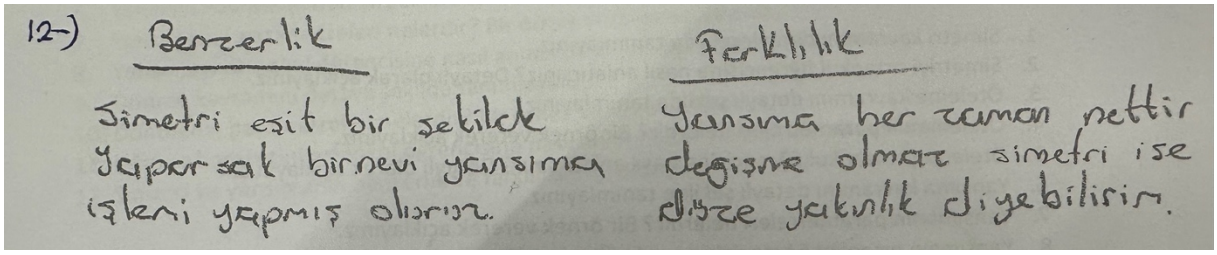
Tablo 4.44. *4. Sınıf Katılımcılar İçin "Dönme Kavramını Ortaokul Öğrencisine Nasıl Anlatacağı" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Düz anlatım	Dairesel hareketi tanımlama	4
Yaratıcı Drama	Drama yaptırma	1
Benzetim	Kendi etrafında dönme	1
	3 boyutlu cismi döndürerek gösterme (küp, tekerlek, saat)	9
	Origami yaptırma	2
Proje tabanlı	Tanım, koordinat sistemi ve materyal ile etkinlik	2
	Disiplinler arası örnekler üzerinden etkinlik (Dünya, güneş, ay hareketleri, atomların hareketi)	1
Teknoloji	Koordinat sistemi ve dijital araçlar ile etkinlik (geogebra)	6

4.1.12. Beşinci Bölüm: Simetri ve Yansımanın Benzerlik ve Farklılıklarını Detaylı Bir Şekilde Belirtme

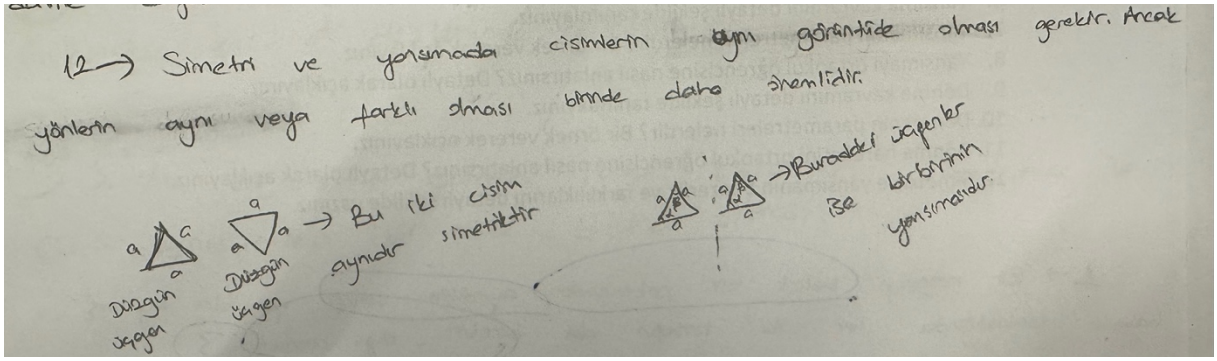
Beşinci bölüm; Katılımcılar ile bir çalışma yapmadan önce simetri ve yansıma kavramlarını karşılamalı olarak incelediklerinde farklılıklarını ayırt etme ve benzerliklerini görme yeterliliklerine, verdikleri örneklere ve bu örneklerin sebebinin ne olduğuna, belirttikleri özellikleri açıklayış şekline dair bulgular ile ilgilidir.

Bu soruyu 1. Sınıf katılımcılardan 14'ü tamamen boş bırakmıştır. 1. Sınıf katılımcıların bu soruya verdikleri cevaplarda matematiksel dili kullanımları konusunda eksiklikler görülmüştür. Bir katılımcı farklılık bulamadığını şekil çizerek belirtmiştir. Bir katılımcı "Simetri bir noktaya göre uzanım, yansıma bir noktaya göre değişimdir." cevabını vermiştir.



Şekil 4.17. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 12. Soruya Verdiği Cevap*

Bir katılımcı "Yönlerin aynı veya farklı olması birinde daha önemlidir." şeklinde cevap vermiş ve cevabını çizimle desteklemiştir.



Şekil 4.18. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 12. Soruya Verdiği Cevap*

Tablo 4.45. *1. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Benzerlikler" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Şekil Korunumu	İkisinde de aynı nesneyi görmüş oluruz.	2
	Boyu ve şekli aynıdır.	1
	Bir referans noktasına göre görüntüsünün oluşması	1
Eş uzaklık	Aynı uzaklık olarak yansır.	1
	Simetri ekseninden (doğrudan) eşit uzaklıktadır.	2
	Belirli bir düzleme aynı mesafede olan cisim, şekil ya da noktalardır.	1

Tablo 4.46. *1. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Farklılıklar" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Sanal- Gerçek	Yansıma sanal bir kavram simetri gerçek bir kavramdır.	10
Görüntü sayısı	Yansımada 2 şekil vardır. Simetride 1 şekil vardır.	3
	Simetri bir cismin ortadan ikiye bölünmesi, yansıma ise cismin aynısından bir tane daha olmasıdır.	1
Gerçekleştiği yer	Simetri düzlemde olur, yansıma her yerde olur.	1
Korunum	Simetride uzunluk değişmez, yansımada değişebilir.	1
	Yansımada şekil, yön, hacim aynı olmayabilir.	1
	Simetride nesnenin tamamı ele alınmayabilir, yansımada ele alınır.	1
Yön	Simetride cisimler aynı yönlü iken yansımada zıt yönlüdür.	3
	Simetride görüntü terstir, yansımada görüntü değişmez.	1
	Simetri şekli tamamen ters döndürmeye yarar yansıma ise şeklin ötelenmesiyle oluşur.	1

Bu soruyu 2. sınıf katılımcılardan 5'i tamamen boş bırakmıştır. 2. Sınıflarda da matematiksel dilin kullanımında ve ifade ediş şeklinde bazı eksiklikler görülmüştür. Örneğin

bir katılımcı "Simetride koordinatlar değişir, şekil aynı şekilken yansımada şeklin yansıması oluşur." Şeklinde, bir diğer katılımcı "Simetri, iki veya daha fazla şeklin yansımasının görüntüsünün aynı olması, yansıma ise bir şeklin bir yüzeye bağlı oluşan görüntüsüdür." Şeklinde yanıt vermiştir. Bir katılımcı "Simetri ve yansımada da doğruya göre durumlar vardır. Ancak simetride daha çok cismin kendisine göre kıyas yapılırken yansımada cismin bir kendisi bir de yansıtılmış hali üzerinden kıyas yapılır." Cevabını vermiştir. Kavramları kullanırken hatalara rastlanmıştır. Bir katılımcı "Simetri iki boyutlu cisimlerde bakılır, yansıma iki ve üç boyutlu cisimlerde bakılır." Cevabını vermiştir. Bir katılımcı "Farklarını şu anda ben bile karıştırıyorum, diğer soruların maddelerin yerini bile değiştirdim." Cevabını vermiştir. Bir katılımcı yansıma için aynaya ihtiyaç olduğunu, simetri için olmadığını belirtmiştir. Aynı katılımcı yansımanın ışınlar aracılığıyla olduğunu, simetride ışınlara ihtiyaç olmadığını belirmiştir.

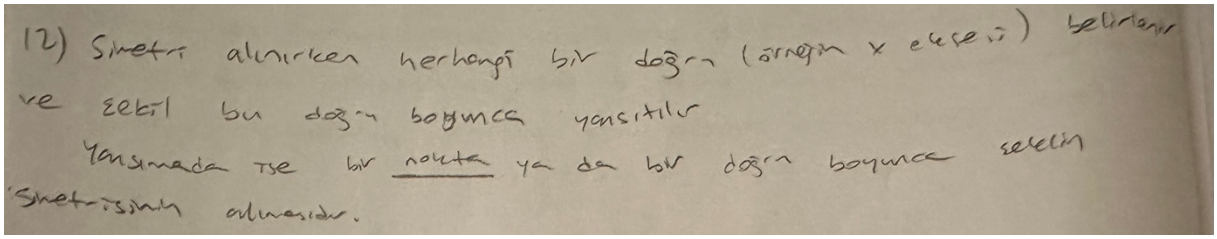
Tablo 4.47. *2. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Benzerlikler" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Şekil Korunumu	Alanı, hacmi, uzunluğu, büyüklüğü şekli değişmez.	7
Eş uzaklık	Görüntü aynı uzaklıkta elde edilir.	6
	Düzleme olan uzaklığı ve yüksekliği değişmez.	2
Yön	İkisinde de 180 derece dönmüştür.	1
	İkisinde de yönleri değişir.	1
Cisim	İkisi de bir cisim üzerinden gerçekleşen olaylardır.	1
Eksen	İkisinin de bir noktaya bir eksene göre yansıma ve simetrisi alınır.	1

Tablo 4.48. *2. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Farklılıklar" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Sanal- Gerçek	Yansıma sanal bir görüntüdür, simetri gerçektir.	11
Geliş açısı	Yansımada açı önemlidir simetride değildir.	1
Görüntü sayısı	Simetride birden fazla şekil vardır yansımada tektir.	1
	Simetri bir nesne üzerinde eş parçalar, simetri nesnenin görüntüsüdür.	1
	Simetride tek şekil vardır yansımada 2 şekil vardır.	2
Gerçekleştiği yer	Simetri bir doğru göz önüne alınarak yapılır, yansıma bir yüzeyi ele alır.	1
	Yansıma için aynaya ihtiyaç vardır, simetri için yoktur.	1
	Simetri her doğrultuda, yansıma yalnızca x ve y doğrultusunda olur.	1
Korunum	Yansımada şekil aynı iken simetride bire birlik yoktur.	2
	Simetride şekli boyutu sabit kalır, yansımada değişebilir.	3
	Simetri belirli bir oranda gerçekleşirken yansıma her türlü olur.	1
Yön	Simetride yön değişmez yansımada değişebilir.	6
	Simetride cisimler çakışacağı için cismin yönü değişir, yansımada aynı kalır.	1
Cisim	Simetri 2 boyutlu cisimlerde yansıma 2 ve 3 boyutlu cisimlerde bakılır.	1
Işın	Simetri ışınlar aracılığıyla olur, yansımada ışınlara gerek yoktur.	1

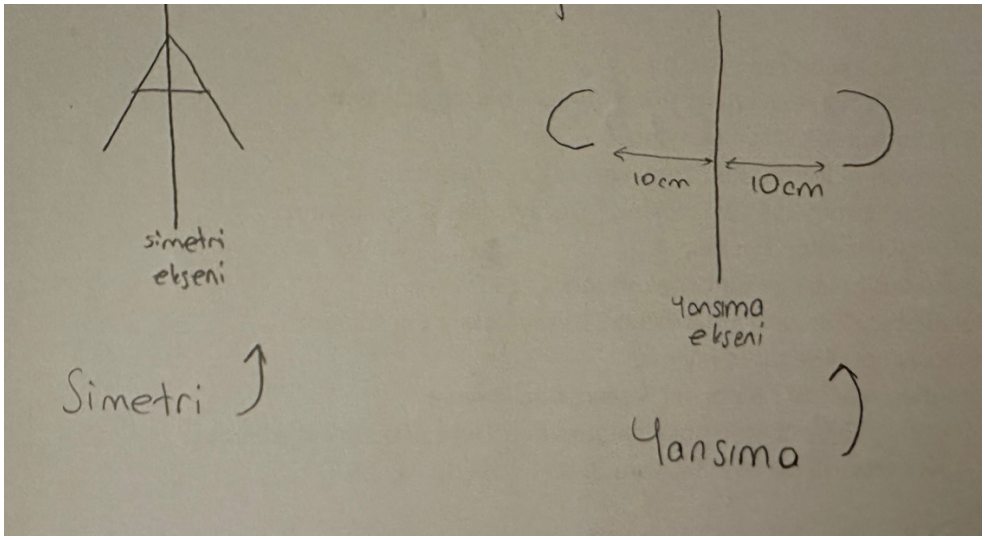
Bu soruyu 3. Sınıf katılımcılardan 14'ü tamamen boş bırakmış, 1 katılımcı ikisinin benzer olduğunu, 1 katılımcı birisinin daha kapsamlı olduğunu, 1 katılımcı ise her ikisinin aynı olduğunu belirtmiştir. 3. Sınıf katılımcılarda da matematiksel ifadelerde farklı cümlelere rastlanmıştır. Bir katılımcı "Simetride eksenler ayna görevi görürken yansımada eksenler uzaklık için mesafeyi belirtir, şekli olduğu gibi yansıtır." cevabını vermiştir.



Şekil 4.19. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 12. Soruya Verdiği Cevap*

İki katılımcı simetri ve yansıma arasındaki ilişkiyi benzer şekilde açıklamıştır. Bunlardan birisi

"Yansıyan şekil yansıma doğrusu arasındaki uzaklık sıfır ise şekil simetrik olur." Şeklinde tanımlarken diğeri *"Simetride uzaklık yoktur, şekil o doğruya bitişiktir."* Şeklinde belirtmiştir. Bir katılımcı bunu görselle ifade etmiştir.



Şekil 4.20. *Katılımcılardan Birisinin Ön Görüşme Formunda 12. Soruya Verdiği Cevap*

Tablo 4.49. *3. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Benzerlikler" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Şekil Korunumu	Alanı, hacmi, uzunluğu, büyüklüğü şekli değişmez.	4
Eş uzaklık	Görüntü ile aralarındaki uzaklık korunur.	2
Yön	İkisinde de yönleri değişir.	2
Eksen	İkisinin de bir eksen vardır.	6
Sanal-Gerçek	İkisi de sanaldır.	1
Öteleme	İkisi de aynı şeklin belirli bir nokta ya da doğruya göre ötelenmesidir.	2
Dönme	Her ikisinde de dönmeden yararlanılabilir.	1

Tablo 4.50. *3. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Farklılıklar" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Sanal- Gerçek	Yansıma sanal bir görüntüdür, simetri gerçektir.	7
Görüntü sayısı	Simetride tek şekil vardır yansımada 2 şekil vardır.	3
	Simetri bir şekli birbirini tamamlayan iki parçaya bölmek anlamına gelirken, yansıma sonucu yeni bir şekil oluşur.	4
Korunum	Yansımada şekil aynı iken simetride biçim değiştirebilir.	2
	Simetride şekil aynı iken yansımada biçim değiştirebilir.	1
Yön	Simetride yön değişmez yansımada değişebilir.	3
	Simetride ters, yansımada aynı görüntü görünür.	2
Eksen	Simetride şeklin üzerinde, yansımada dışındadır.	5

Bu soruyu 4. Sınıf katılımcılardan 6'sı tamamen boş bırakmıştır.

Tablo 4.51. *4. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Benzerlikler" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Şekil Korunumu	Aynı şekil karşıda görünür.	2
Simetri Ekseni	Belirli bir nokta kullanılarak yapılır.	1
	İkisinde de bir doğru vardır.	4

Tablo 4.52. *4. Sınıf Katılımcılar İçin "Simetri ve Yansıma Kavramı Arasındaki Farklılıklar" Kategorisine İlişkin Bulgular*

Kodlar	Örnekler	f
Sanal- Gerçek	Yansıma sanal simetri gerçektir.	9
Görüntü sayısı	Yansımada 2 şekil simetride 1 şekil vardır.	4
Gerçekleştiği yer	Yansıma farklı düzlemler arası olabilir, yansıma olamaz.	1
	Yansıma aynadaki görüntüsüyken bu görüntüleri düzlem üzerinde ifade edersek simetriği olur.	1
Korunum	Simetride yer değiştirir, yansımada değiştirmez.	1
Yön	Simetride şekil aynı yansımada terstir.	1
Simetri ekseni	Simetride cismin ortasından geçer yansımada cismin dışındadır.	3
	Simetri için belirli bir eksen gerekli, yansıma için nokta, eksen, doğru olabilir.	1

4.2. Dijital Öyküleme Çalışmasından Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde; katılımcıların ön görüşme formunda kendilerine yöneltilen sorulara verdikleri cevaplar ve açıklamaları dikkate alınarak seçilen grup ile yapılan dijital öyküleme çalışmasından elde edilen bulgular verilmiştir.

4.2.1. Kavram İmajı Güçlü Olan Katılımcılardan Elde Edilen Bulgular

Dijital öyküleme çalışmasına başlamadan önce katılımcılar kavram imajları zayıf ve güçlü olanlar şeklinde iki gruba ayrılmış ve her iki grupla 60 dakika süren odak grup görüşmesi yapılmıştır. Her iki grupta da her iki sınıf seviyesinden birer öğrenci yer almıştır. Kavram imajları zayıf katılımcılardan seçilmiş grup, Grup A, kavram imajları güçlü katılımcılardan seçilmiş grup, Grup B olarak kodlanmıştır. Grup A'da bulunan öğretmen adaylarının kodlamaları Ö1, Ö2, Ö3, Ö4 Grup B'de bulunan öğretmen adaylarının kodlamaları ise Ö5, Ö6, Ö7, Ö8'dir.

Grup A ile yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular şu şekildedir.

Ö1: *Bir cismin iki uç noktasını bir doğruya eşit uzaklıkta olacak şekilde bölersek eğer cismi, bu şekilde tanımlayabilirim simetriyi.*

Ö2: *Bir simetri ekseni belirleyerek bu simetri ekseni etrafında bir cismin yansımasını alarak oluşturduğumuz şekildir.*

Ö3: *Bir cismin bütün noktalarının kenarlarının bir eksene göre eşit uzaklıkta oluşturduğumuz şekil.*

Ö3 tanımında kenardan bahsetmiştin. Ancak çemberi düşünelim çemberin simetriği yok mudur? Şeklinde soru yöneltildiğinde, tanımını düzenlemek istemiş ve *bir cismin bir eksene göre eşit uzaklıkta göre oluşturduğumuz şekiller şeklinde düzenlemiştir.*

Ö4: *Simetri için bir referans noktası seçmemiz gerektiğini düşünüyorum. Cismin simetri eksenine olan uzaklıklarının dik yansımalarıdır.*

Araştırmacı katılımcıların simetri kavramı ile ilgili bu tanımları yapması üzerine, herkes bir eksen ya da doğrudan bahsetti sizce simetride bu olmazsa olmaz mıdır şeklinde soru yöneltmiştir.

Ö4: *Eksen olmazsa simetri olmaz yani bir referans noktası, ikisinin bulunduğu bir ortak noktası olması lazım. Hayali olabilir ama bir şekilde olması lazım. Hayali derken, şu noktada varsayalım o noktada eksen varmış gibi yansımasını almaktan bahsediyorum yani öteleme gibi belki. Öteleme ile simetrinin ikisinde de aynı boyutlarda yerinin konumunun değiştiği farklı bir görüntü oluşuyor. Simetri ekseni gerçek olursa farklı mercek türlerini örnek verebiliriz gerçi orada boyut da değiştiği için doğru örnek olur mu bilmiyorum.*

Ö3: *Bence de simetride eksen olmak zorundadır burada özellikle eşit uzaklığı gösterirken ekseni kullanacağımızı düşünüyorum.*

Ö1: *Simetri ekseni aklıma gelmediği için doğru dedim. Bu simetri ekseni yalnızca cismin içinden değil cismin dışından da olabilir veya bir noktaya göre de simetri alabiliriz.*

Ö1 katılımcısının yalnızca bir doğruya göre değil bir noktaya göre de simetri alabiliriz fikrine diğer katılımcılar da katılmıştır. Böylece katılımcılar simetri tanımında, bir doğru ya da nokta kesin olmalı, bu simetri ekseni gerçek ya da hayali olabilir ve eşit uzaklık olmalı şeklinde fikir birliğine varmıştır.

Araştırmacı katılımcıların kavram imajlarını derinlemesine analiz etmek üzere simetri ekseni nedir şeklinde soru yöneltmiştir.

Ö4: *Simetri ekseninin hayali olmasını sorularda iki görüntü verilip simetri ekseninin nereden çizilmesi gerektiği sorulduğunda görebiliriz.*

Ö1*: Bence hayali olamaz sonuç olarak bir yerde olmalı.*

Ö3*, Düşünmek için biraz daha zaman istemiştir. Ardından hayali olarak tanımlayabileceğim bir simetri ekseni aklıma gelmedi. Demiştir.*

Ö4*: Belki de hayali olabilir. Simetri ekseni olmazsa olmazdır ama belki cismen olmayabilir ancak orada var diye düşünüyorum.*

Ö2*: Simetri ekseni hayali veya gerçek de olabilir ancak simetri alabilmek için bir eksene ihtiyacımız olduğunu düşünüyorum. Somut olarak çizmemize gerek olmayabilir ancak belirlediğimiz bir şey olabilir.*

Katılımcıların tanımlarda cisim ve şekil kavramlarını simetri kavramını tanımlarken kullandığı fark edilmiş ve bu kavramları ayırt edebilme konusunda bilgi düzeyleri araştırılmak için Ö3 katılımcısına cisim denildiğinde aklına ne geldiği sorulmuştur.

Ö3: *Herhangi bir nesnedir. Genellikle alıştığımız için hep geometrik şekiller, kare üçgen ya da dikdörtgen gibi şekiller ilk aklıma geliyor. Kare, dikdörtgen bir cisimdir.*

Ö4: *Boşlukta yer kaplayan her şey cisimdir, nokta da doğru da bir cisimdir*.

Ö1: *Ben de katılıyorum.*

Ö2: *Ben de katılıyorum bence de cisimdir.*

Katılımcılara bu kez o halde şekil nedir, şekil ve cisim arasındaki fark nedir? Şeklinde sorulmuştur.

Ö4: *Hepsinin genel adı cisim diye düşünüyorum. Şekil de biraz daha özelleştirilmiş hali belli olan şeyler, kare, dikdörtgen veya çember.*

Katılımcıların geometrinin temel kavramları olan cisim, şekil ve nesne kavramları konusunda hatalı bilgilere sahip oldukları görülmüştür. Yaptıkları tanımlarda bu kavramları kullanmaları onların hatalı bilgileri üzerinden fikir yürütmelerini zorlaştırabilmektedir. Ardından katılımcıların öteleme kavramı konusundaki kavram imajlarını daha yakından incelemek amacıyla bu kavramı tanımlamaları beklenmiştir.

Ö2: *Bir cismi belirlediğimiz yönlerde (sağa, sola, aşağı, yukarı) çevirmek.*

Ö3: *Bir cismin bir yönde belli bir miktar yer değiştirmesi.*

Ö4: *Bir şekli, cismi, noktayı, doğruyu istenen yönergeye (yön belirtebilir sadece sağa sola değil kuzeybatı gibi ara kavramlar da olabilir) göre istenilen yere hareket ettirilmesi.*

Ö1: *Yön ve uzunluk kavramı kullanılarak yapılan hareketler. 3 br sağa 5 br aşağı gibi. Bu hareketler noktaya yani boyutlu her cisme yapılabilir.*

Katılımcılardan yansıma kavramını tanımlamaları istenmiştir.

Ö3: *Yansıma simetriye biraz benziyor gibi geliyor bana yine bir eksenimiz var ve ona göre sadece bu sefer aynı şeklin tamamı değil de o noktadaki görüntüsü mü diyeyim tam olarak kafamdakini ifade edemedim. Eksendeki bir doğrunun olduğu yerdeki görüntüsü. Bir eksene göre cismin hareket etmesi yer değiştirmesi, eksene eşit uzaklıkta olmak üzere.*

Ö2: *Aynadaki görüntüsü de olabilir veya tersi de olabilir. Yansıma şeklin tersidir. Ters görüntüsüdür.*

Ö1*: Bir cismin veya şeklin doğru parçasının yönüne göre arkasında oluşan yeni görüntüdür.*

Ö4: *Cisim ve şekillerin bir eksene göre doğrultusunun değişip eşit uzaklıkta yeni bir cisim veya şekil oluşmasıdır. Biri sağa bakıyorsa biri sola bakıyor artık. Simetri eksenimizin nerede olduğuna bağlı. Elimizde iki cisim var yeni bir cisim üretmiş olduk ancak yansımada nokta ve doğru olamaz. Çünkü şeklin aynısı oluşuyor. Simetrisini aldığımızda doğrunun ismi değişiyor ancak burada değişmeyeceğini düşünüyorum. Doğru sonsuz olduğu için doğrunun yansıması olmaz diye düşünüyorum. Noktanın belli bir yönü yok, yansımada yön önemli olduğu için noktanın yansıması olmaz. Yön de simetri eksenine göre değişir. x eksenine, y eksenine ya da x=y eksenine göre alırsak değişir.*

Ö3: *yansımada farklı cisimler oluşmasına katılmıyorum fakat yönleri farklıdır.*

Ö1: *yansımada ikinci bir cisim geçmez ancak hayali bir cisim oluştur.*

Ö2: *bir cismin farklı bir görüntüsü oluştuğunu düşünüyorum farklı bir cisim oluştuğunu düşünmüyorum.*

Ö4: *Normalde bir üçgeni ABC diye isimlendiriyoruz bu üçgeninin yansımasını aldığımızda A'B'C' şeklinde tanımlıyoruz. Burada aynı cisim olsa ABC şeklinde yazardık burada demek ki farklı bir şey var. Boyutları aynı yönü farklı olan yeni bir cisim oluşuyor.*

Katılımcılardan dönme kavramını tanımlamaları istenmiştir.

Ö1: *Bir doğruya göre tanımlayamayız, noktaya (merkeze) göre yaptığımız hareket. Herhangi bir öteleme tarzı 3br sağa 5 br aşağı şeklinde değil, şeklin veya cismin merkezi değişmeyecek şekilde yapılacak hareketler.*

Ö2*: Bir cismin kendi etrafında öteleme yapması bir doğruda veya bir nokta belirleyerek o eksende çok karıştırdım şu an aslında çok basit şeyler. Bir eksen de belirleyebiliriz yalnızca cisim kendi etrafında yapıyor bu hareketi.*

Ö4*: Bir şeklin, bir noktanın veya bir cismin seçtiğimiz bir nokta etrafında belirlenen bir yönde açısal olarak döndürülmesi sonucunda oluşan noktaya aynı uzaklıktaki yeni nokta şekil ya da cisim oluşması. Seçtiğimiz nokta merkez, uzunluk da yarıçap olmalıdır.*

Katılımcıların hepsi dönme ve yansımada da noktaya göre eşit uzaklık olması gerektiğini belirmiştir.

Ö1*: Bence yeni cisim oluşmaz oluşan cismin yalnızca konumu ve yönü değişir şekli sabit kalır.*

Ö3*: Bence de yönü ve konumu değişir şekli sabit kalır.*

Ö2*: Bence yönü değişmez yalnızca konumu değişir.*

Ö4: Yeni bir şekil oluşur boyutu aynı kalır yalnızca, yönü, konumu, tarif edilen noktası değişir.

Katılımcılara yansıma ve simetri arasındaki farklar ve benzerlikler sorulmuştur.

Ö3*: Simetri ekseni demeyelim ama eksenimiz var bir tane. Eşit uzaklıkta olması gerekiyor şekille ilk şeklimiz. Farklılıklarda yansımada cisim ters oluyor ikisinde de şekiller değişmiyor bence. Simetride de yön farklı olmuyor mu? Birinde şeklimiz ters birinde düz oluyor. Yani bunu tam olarak anlatamıyorum. Tersi yön olarak düşünebiliriz. Yansımada ters simetride düz olması lazım. Şu an kafamdakiler karışmış olabilir.*

Ö1*: Benzerlikleri bilmiyorum da ben şöyle düşündüm. Simetri ekseni cismin içinde olmalı bence dışında bir simetri ekseninden bahsedemeyiz. Bu yüzden ikinci bir cisim oluşmuyor simetride çünkü aynı cisim üstünden işlem yapacağız. Yansımada ise içinde veya*

dışında olabilir. Burada da gerçek olmayan bir görüntü oluşur. Ortak özellikler, ikisinde de uzunluk ve şekil değişmeyecek.

Ö4*: Ortak özellik olarak ikisinde de cisim ve şeklin hem simetrisini hem yansımasını alabiliriz ama nokta ve doğrunun yansımasını alamayız ama simetriği alınabilir. Noktanın belli bir yönü olmadığı için yansıma yapılmaz. Doğru sonsuz olduğu için belli bir boyutu olmadığı için yansıma yapılmaz. Simetride yön ve doğru değişiyor ama. Bütün şekil ve cisimlerin hem simetriği hem yansıması alınabilir. Ortak özellikleri ikisinde de konum değişir, yeni bir şekil ve cisim oluşur.*

Ö2*: Bence de ikisinin de benzer özellikleri olarak şekillerinin değişmemesi, aynı şekil aynı cisim kalır. Bunun haricinde yansıma ters simetri düz şekil oluşturur. Yansımada cisim ters dönüyor diyebiliriz tersini almış gibi oluyoruz. Simetride istediğimiz tarafa doğru alabiliriz. Tüm bilgilerim karıştı ya aslında çok basit şeyler ama bilmiyorum. Matematik öğretmen adayları olarak en basit şeyleri bilmemek hiç hoş olmadı.*

4.2.2. Kavram İmajı Zayıf Olan Katılımcılardan Elde Edilen Bulgular

Grup B ile yapılan görüşmelerden elde edilen bulgular şu şekildedir: Katılımcılardan simetri kavramının tanımını yapmaları istenmiştir.

Ö6*: Bir şeklin bir geometrik cismin herhangi bir referans noktasına göre referans noktasına eş uzaklıkta eş halinin çizilmesidir. Biraz yamuk oldu ama bu şekilde. Şekil ve cisim ikisini de söyleyebilirim. Şekil daha doğru olur.*

Katılımcıya şekil ve cisim arasında neden şekli seçtiği sorulmuştur.

Ö6*: Şekil 2 boyutluyken cisim 3 boyutludur. Şu ana kadar simetri işlerken hep koordinat düzleminde 2 boyut üzerinden gittik. Ancak şimdi düşününce 3 boyutlu da olabilir o yüzden emin değilim. Ayna görüntüsünde hep 2 boyutlu görüyoruz. Sanırım 2 boyutlu daha doğru olacaktır.*

Katılımcıya referans noktası ile ilgili ne düşündüğü sorulmuştur.

Ö6*: Doğru da bir nokta da olabilir, düzlem olabilir, nokta olabilir. Düzlem konusunda belirsizliğe düştüm ama nokta ve doğrudan eminim.*

Katılımcıya eş şekil ile ilgili ne düşündüğü sorulmuştur.

Ö6*: Kopyalıyoruz aslında, birebir aynısı olmuyor tabi atıyorum şekillerin biri kuzeye bakıyorken diğeri güneye bakıyor olabilir. Ama genel olarak alan ve hacmi eşittir, uzayda kapladığı alan eşit diyebiliriz.*

Katılımcıya doğrultu ile ilgili ne düşündüğü sorulmuştur.

Ö6*: Şeklin doğrultusu değişebilir. Örneğin (0,0) noktasından (1,1) noktasına giden bir doğruyu düşünelim, bunun y eksenine göre bir simetriğini aldığımızda, bu sefer (-1,1) doğrusu oluşuyor. İlkinde +x,+y doğrultusuna giderken doğrumuz simetriğini aldığımızda -x,+y doğrultusunda ilerlemeye başlıyor. Doğrultunun değişmediği durum ise, doğru için konuşuyorsak doğrumuz simetri alınan referans noktasına paralel olabilir. Bu tarz paralellik durumlarında değişmeyebilir.*

İkinci katılımcıdan simetri kavramının tanımını yapması istenmiştir.

Ö7*: Ben bu kadar ayrıntılı tanımlayabilir miyim bilmiyorum ama, bir cismin önüne ayna koyduğumuzda orada oluşan görüntü birebir aynı görüntüdür ama yönü değişebilir bu görüntü onun simetriğidir bence. Bir referans noktası aynanın karşılığı olabilir. Bir de örneğin paralel olduğunda aynı doğrultuda olacak. Ayna örneğinde e doğrulusu değişmeden yeni cisim oluşmuş olur.*

Üçüncü katılımcıdan simetri kavramının tanımını yapması istenmiştir.

Ö8*: Bir şekil veya cisim bir doğru ile kesildiği zaman üst üste kapattığımız zaman herhangi bir boşluk kalmadan üst üste geliyorsa buna simetri derim.*

Dördüncü katılımcıdan simetri kavramının tanımını yapması istenmiştir.

Ö5*: Bir nesnenin (herhangi bir doğru veya nokta olabilir bu) bir referans noktasına göre, nesnenin noktalarının o referans noktasına olan uzaklıkları baz alınarak ötelenmesidir.*

Katılımcıya nokta ve doğru tanımından hareketle nokta ve doğrunun bir nesne olup olmadığı sorulmuştur.

Ö5*: Nokta nesnedir de orada demeye çalıştığım referans olarak alınan şey nokta veya doğru alınabilir. Ama tabi nokta ve doğru da nesnedir. Onların da herhangi bir şeye göre simetriğini bulabiliriz, alabiliriz.*

Katılımcılara yalnızca nokta ve doğruyu mu referans noktası olarak alabileceği sorulmuştur.

Ö5*: İşte burada biraz kafam karışıyor açıkçası 3 boyutlu ya da 2 boyutlu bir şekli de alabilir miyiz burada net bir şey diyemiyorum.*

Ö8*: Hocam ben iki boyutlu cisimlerin de alınabileceğini düşünüyorum. Bir doğrunun simetriğini anca koordinat düzlemince alabiliriz. Ancak üç boyutlu bir cismin simetriğini alabiliriz. İki boyutlu şeklin üstünde olmalı simetri. Üstünde olmazsa yansıma olur.*

Ö7*: Yani ben ayna (3 boyutlu bir cisim olarak) örneğini verirken aynada oluşan görüntüden bahsetmek istemiştim. O görüntü ilk şeklin simetriğidir diye düşünmüştüm ama şimdi M yansımadan bahsedince benim söylediğim yansıma mı diye düşündüm emin olamadım yani. Sadece noktaya veya doğruya göre olabilir üç boyutlu cisme göre olabilir mi emin olamadım yani.*

Ö6*: Hocam referans noktası olarak konuşursak bir noktayı referans noktası olarak alabiliyoruz, bir doğruyu da referans noktası olarak alabiliyoruz. O zaman aynı şekilde bence üçüncü boyuta geçip üç boyutlu bir cismi de referans noktası olarak alabilmeliyiz. Bir boyuttan iki boyuta geçerken herhangi sorun yaşamadık o zaman aynı şekilde ikinci boyuttan üçüncü boyuta da geçebilmeliyiz bence aynı şekilde. Simetrisi alınan cisim için de aynısını söyleyebiliriz bence.*

Katılımcıların hepsi simetri konusunda bir referans noktası, birebir eşlik ve yönün değişmesi ve öteleme yapıldığı konusunda hemfikir olmuştur. Katılımcılardan ötelemenin tanımını yapmaları istenmiştir.

Ö5*: Koordinat düzleminde tanımlayacak olursak bir nesneyi verilen yönergeler doğrultusunda x ekseni ve y ekseni üzerinde veya nesnenin bileşenlerini noktalarını hareket ettirmek diyeyim.*

Ö7*: Bir cismi ya da şekli ya da doğruyu doğrultu ya da bir düzlem üzerinde sağa sola yukarı ve aşağı yönde ilerletmektir.*

Katılımcıya şekil ve cisim arasındaki fark sorulmuştur.

Ö7*: Cisim deyince üç boyutlu falan ama şekil deyince iki boyutlu diye algılıyorum.*

Ö8*: Bence ötelemeyi biz her yerde yapabiliriz. Atıyorum öğrencilerimizle ders işlerken de yapabiliriz. Yalnızca eşit birimli bir yer olması gerekiyor, atıyorum fayanslar. Öğrenciye şey diyebiliriz üç fayans sağa git ondan sonra dört fayans ileri git bunu öteleme olarak anlatabiliriz. Bunu düzlemde de yapabiliriz. Ama bizim bir referans noktamız olması gerekiyor ve eşit birimlere ayrılmış bir düzlemimiz olması gerekiyor.*

Ö8*: Eşit birimlere ayrılmış bir düzlemde sağa sola aşağı yukarı istediğimiz yöne doğru ilerletmektir.*

Ö6*: Hocam öteleme cismin uzaydaki her türlü hareketidir.*

Katılımcılardan dönmenin tanımını yapmaları istenmiştir.

Ö6*: Dönme bir cismin kendi etrafında veyahut da başka bir nokta etrafında uzaklığını koruyarak hareket etmesidir. Yani ne yakınlaşacak ne uzaklaşacak her zaman aynı uzaklıkta kalacak. Konum değişecek ama referans noktasına her zaman aynı uzaklıkta kalarak hareket etmesidir.*

Ö7*: Bir nokta etrafında saat yönünde veya saatin tersi yönünde yapılan hareket dönmedir. Bir noktayı da bir şekli de bir cismi de belirlenmiş bir nokta etrafında döndürebiliriz.*

Ö8*: Nokta hariç her şeyi bir açı bir referans noktasına göre yönünü değiştirecek şekilde döndürmeye dönme denir. Noktanın yönü olmadığı için döndürdüğümüz zaman da aynı olur. Doğru noktalar kümesidir doğruyu döndürdüğümüz zaman yönü değişebilir ama noktanın değişmeyeceği için buna dönme diyemeyiz bence.*

Ö5*: Cisim ya kendi merkezini baz alarak saat yönünde veya tersinde dönme hareketi yapabilir ya da başka nesneyi referans alarak dönme hareketi yapabilir. Burada başka nesneyi referans aldığında şöyle düşünebiliriz; Kendisi ile o nesne arasında bir ip olur atıyorum o ipin taradığı alanda işimize yarayabilir dönmeyi düşünmek için.*

Katılımcıya referans aldığı nesnenin neler olabileceği sorulmuştur.

Ö5*: Bunda nokta kesin olur onun dışında 3 boyutlu düzlemde bir doğruyu düşünürsek de bence yine bir noktayı doğru etrafında çevirebiliriz. Ama yine iki boyutlu üç boyutlu şekillerde aklıma acaba ağırlık merkezi referans alınsa burada işimize yarayabilir mi onu tam bilemedim. Yine aynı şekilde simetride de ağırlık merkezi aklıma gelmişti. Eğer ki referans aldığımız şey 2 boyutlu ya da 3 boyutluysa ağırlık merkezi referans alınmalı.*

Ö6*: Ben biraz muallakta kaldım. Dedik ya bir referans noktasına göre dönüyoruz aslında uzaklığımızı sürekli korumaya çalışıyoruz. Ama iki boyutlu bir cisim için bunu düşündüğümüz zaman örneğin bir dikdörtgenin etrafında dönmeye başladığımız zaman uzaklığı neye göre koruyacağız hani dikdörtgenin kenarlarına göre mi yoksa ağırlık merkezine göre mi. Örneğin bir dairenin etrafında dönmek kolaydır. Çünkü bir dairenin tam merkezi hem kendi kenarlarına hem bize hep eşit uzaklıkta kalacak. Ancak bir dikdörtgen için bunu söylemek zor. O yüzden dönme yalnızca hep bir noktanın etrafında mı olacak. İki boyutlu ya da üç boyutlu cisimler referans alınarak dönülmez mi acaba. Ancak bir noktanın etrafında dönülebilir diye düşündüm ben.*

Ö5, Ö7 noktanın da döndürülebileceğini belirtmiştir.

Ö6*: Bir noktaya eşit uzaklıktaki bir noktanın döndürülmesi ile oluşan noktalar kümesine çember denir. Tam tanımı olarak değil ama çemberin nasıl meydana geldiğini böyle söylüyorum. Bir noktaya belli bir uzaklıktaki noktanın, noktaya uzaklığını değiştirmeden çevrilmesi.*

Ö8*: Noktanın yönü değişmeyeceği için ben bunun dönme değil öteleme olacağını düşünüyorum.*

Ö6*: Nokta kendi etrafında dönmesi bir anlam ifade etmeyecektir. Ancak diğer cisimlere göre olan hareketi anlamlı olabilir.*

Ö8*: Nokta dönmez ama düzlem, doğru, çember gibi noktalar kümesi dönebilir. Bir çemberi döndürebiliriz ama bir noktayı tek başına döndüremeyiz bence sadece kümeyi döndürebiliriz.*

Ö5*: Nokta kendini merkeze alarak dönemez ancak başka bir şey referans alınarak döndürülebilir. Yani bence doğru üzerinde bir nokta referans almış olacağız ama yine de nokta bir doğru referans alınarak döndürülebilir.*

Katılımcılara tanımlarında sık sık kullandıkları şekil, cisim ve nesne kavramları arasındaki fark sorulmuştur.

Ö6*: Nokta bir cisim değildir, üç boyutlu varlıklar cisim olur iki boyutlular şekil olur diğerlerini tartışmak gerekir. Noktaya ve doğruya şekil diyebilir miyiz arafta kaldım açıkçası. Doğru bildiğim kadarıyla bir boyutludur ama şekil midir çok arafta kaldım.*

Ö5*: Ben şöyle aslında kafamda sıraladım ama, en geneli nesne sonraki cisim sonraki şekil diye kodladım. Ama şu an doğru hangi kümeye girecek onu bilemedim şu an ama şekil derim sanırım net bir şey diyemiyorum şu anda.*

Ö8*: Bence doğru şekildir. Noktalar kümesi değil mi doğru, atıyorum iki tane nokta seçip AB vektörünü oluştursak bir şekil olur bence ama nokta tek başına şekil olmaz diye düşünüyorum.*

Katılımcılardan yansıma kavramını tanımlamaları istenmiştir.

Ö7*: Yansıma bir şeklin, sadece şekil de değil aslında ışık da yansıyabilir çarpıp geri dönmesi yansımadır şimdi o aklıma geldi, bir nesneye göre, bir dakika aklımdakini toplayamıyorum. Benim ilk başta aynada oluşan görüntü şeklinde tanımladığım şey yansımaya daha çok uyuyor bunu fark ettim ama. Nesne de yansıyabilir.*

Ö5*: Şimdi yansımanın tanımıyla alakalı, sanırım simetri hakkında söylediklerim yansımaydı. O yüzden şu an biraz karışık durumda net bir tanım yapmakta zorlanıyorum. Fizikteki tanımdan biraz gideceğim ama hani bir doğru üzerinde, noktaya göre olacağını ben şey yapamıyorum, doğru üzerinden diyeceğim, bir doğru referans alınarak bir cismin doğru üzerindeki nokta ,burada açının şekille olan derecesi de önemli, sonra o noktanın ve açının tam zıt yönünde aynı açıyla o noktaların taşınması, ötelenmesi diyebilirim. Ama tam*

matematiksel tanımına uygun oldu mu onu bilemiyorum. Cismin o doğruyla olan açısı önemlidir ve tam zıt yönde olmalı.

Ö8*: Bir referans noktasına göre noktaların atıyorum ABCD karesini yansıtırsak A'B'C'D' olur bunları bir referans noktasına eşit uzaklıkta olacak şekilde öteleyebiliriz aslında. Bence simetri bir şeklin üstünde aynı şeklin kesilmesi, yansıma da bir referans noktasına göre atıyorum karenin noktalarının yansıtılması ve ötelenerek yansıtılması, orda referans noktasına kapattığımız zaman da üst üste gelmesi o noktaların diye düşündüm. Referans noktası doğru da olabilir nokta da olabilir. Cisim veya şeklin bir nokta veya doğruya göre eşit uzaklıkta olacak şekilde ötelenmesidir.*

Ö6*: Hocam yansıma deyince benim aklıma ayna geliyor direk. Hani şey dedik ya simetri bir noktaya göre ya da üç boyutlu bir cisme göre de simetri alınabilir referans noktası üç boyutlu bir cisim veyahut da bir doğru ya da bir nokta olabilir. Ancak yansımada yalnızca bir doğru olması gerekiyor. O yüzden genel olarak şunu söyleyebilirim: Her yansıma bir simetridir ancak her simetri bir yansıma değildir. Simetri görece daha büyük çünkü referans noktası daha geniş olabilir.*

Katılımcılardan simetri ile yansıma kavramları arasındaki benzerlik ve farkları belirtmeleri istenmiştir.

Ö5*: Şimdi bunu koordinat sisteminde düşünürsek benim yaptığım tanıma göre bir yansıma tanımında koordinat sisteminde 3. Bölgedeki bir şeklin yansıması benim tanımıma göre 2. Bölgede olacak ama simetriği 4. Bölgede olacak.*

Katılımcıya bunu neden böyle düşündüğü daha detaylı olarak sorulmuştur.

Ö5*: Çünkü yansıma tanımında demiştim ya, bir doğru olacak örneğin orjini belirleyelim nokta olarak ve 3. Bölgede de bir şeklimiz olsun. O orijinle şeklin yaptığı açıya göre onun tam zıttı olarak 2. Bölgede bir yansıma elde edeceğiz. Aslında yine orijini kullanıp simetriğini almak istersek 4 olmuyor 1. Bölgede bir görüntü elde edeceğiz. Orada dördü yanlış söyledim. Yine orijini referans alarak simetriğini oluşturdum. İkisinde de noktayı kullandım. Elde ettiğim görüntülerin yerleri farklı oldu. İkinci olarak da yön ve doğrultular farklı. Şimdi bir vektör elde edelim yine orijinden başlasın vektörümüz, 3. Bölgede oluyor. Bunun orijine göre simetriğini aldığımızda doğrultu değişmeyecek ama yön değişecek, orijine göre yansımasını aldığımızda yani benim tanımıma göre hem doğrultu hem yön değişecek.*

Sanırım ikisinde de öteleme yöntemiyle bir görüntü elde edebildiğimiz için bu ortak diyebilirim.

Ö6*: Farklı yönleri için, ben hayal olarak Iğdır'dayım diyelim, benim Ankara'ya göre simetriğimi aldığımızda ben doğrudan İzmir'de oluyorum. Iğdır'daki Ö6 ile İzmir'deki Ö6'nın Ankara'ya uzaklığı eşit ama Iğdır'daki Ö6 dağların arasında iken İzmir'deki Ö6 deniz kenarında yani bulundukları ortam farklı. Ancak yansımaya baktığımız zaman Ankara'ya kocaman ayna koymuşuz gibi düşünelim. Iğdır'daki Ö6 doğrudan aynaya bakıyor, kendi yansımasını gördüğünde hala dağların arasında. Benzer özellikleri ise Iğdır'daki Ö6 İzmir'e baktığında atıyorum 1000 km mesafe görüyorsa yansımada da yine Iğdır'daki Ö6'nın yansımasına baktığı zaman 1000 km mesafe görüyor. Yani yansıma yalnızca bir görüntüdür ancak simetri varlık olarak bulunur.*

Ö7*: Ben M'nin ilk tanımını düşünerek yani simetriyi birbiri üzerine katlanan aynı-eş parçalar olarak düşünürsek, mesela V harfini düşünelim, V harfini ortadan ikiye ayırdığımızda birbirine simetrik iki eğri oluşuyor ama bunu V'nin ortasında bir ayna olduğunu ve yansıttığımızı düşünürsek sanki böyle A harfi gibi bir şey oluşuyor, yani yönler aynı ama uzaklığı değiştiği için… Şu an aklımda canlandırıyorum ama anlatamadım.*

Ö8*: Üst üste gelirse simetridir. Simetride bir şeklin kendi üstünde öyle bir nokta seçmeliyiz ki her yere eşit uzaklıkta olmalıdır ve üst üste kapattığımızda o şekli her yer oransal olarak birbirine eşit gelmelidir. Ama yansımada bir referans noktasına göre öteleyerek o referans noktasına göre kapattığımız zaman üst üste gelmelidir bence. Simetride öteleme yoktur yansımada vardır.*

4.2.3. Dijital Öyküleme Sürecinde Elde Edilen Bulgular

Kavram imajları zayıf ve güçlü olanlar şeklinde iki gruba ayrılan katılımcılarla altmışar dakika süren odak grup görüşmeleri yapılıp kavram imajları derinlemesine araştırıldıktan sonra dijital öyküleme çalışmasına başlanmıştır. İlk çalışmada on dakika dijital öyküleme izlendikten sonra 30 dakika boyunca görüşmeler yapılmıştır.

Ö6: Eserlere baktığımızda temelde bir şekil var bunları birleştirerek bütün oluşturuyor.

Ö4: Mesleğinden yola çıkarsak mimarlık ve grafik sanatı ile ilgili terimler olabilir diye düşündüm.

Ö7: Çizimlerine tekrar eden figürler kullandığını gördüm.

Dijital öyküleme içinde geçen eserlerden birisi olan M.C. Escher'in 1922 yılında yapmış olduğu bir çalışma olan "Eight Heads" yakından inceleme için tekrar açılmıştır.

Ö2: Burada bir kadın ve erkek figürü görüyoruz ve bu figürlere mesela bir düz koyup hem büyütme küçültme yaptığını hem de bir ritim oluşturmaya çalıştığını görüyoruz. Kadının yüzünü bir düz bir ters koymuş şeklinde görüyorum. Belirli bir ritim bularak devam ettirmiş aslında bir örüntü gibi de geliyor bir süre sonra.

Katılımcılara bu eseri matematik ile ilişkilendirecek olsa ne söyleyebileceği sorulmuştur.

Ö2: Yansıma var diyebilirim. Bir dakika bir düşüneyim bunu. Yansıma tam değil ama örüntü diyebilirim çünkü tam yansıma olmuyor gibi düşünüyorum.

Ö5: Şimdi burada bir örüntü olduğu açık, matematiksel olarak da sanki ortadaki sekiz kafayı sağa sola çapraza öteleyerek tüm ekranı doldurmuş gibi düşündüm ben.

Ö4: Hocam şu an sadece gözüme çarpan öteleme var gibi, yansıma ve simetri göremiyorum. Öteleme hepsinde var en baştakine bakacak olursak belli bir birim sayıya göre ötelenmiş. Sonsuza kadar devam ediyor bu şekilde ötelenerek. Ama bir simetri yansıma göremiyorum.



Şekil 4.21. *Ö4'ün Eight Heads Eserinde Bulduğu Yansıma Dönüşümü Örnekleri*

Ö6 hariç katılımcıların tamamı bu çalışmada simetri, yansıma ve dönme dönüşümü olmadığını belirtmiştir.

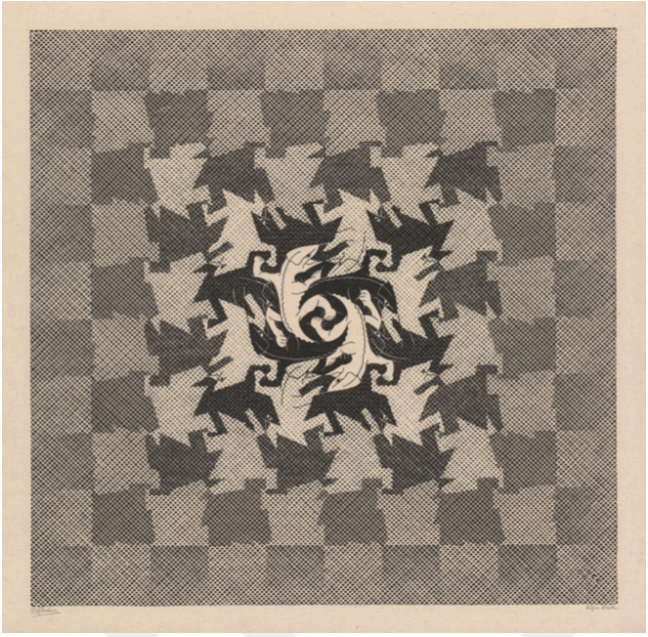
Ö6: Hocam simetriyi şu şekilde sağlayabiliriz bence: Örneğin ilk önce şu şekilde bir referans noktası alıp bu kafanın simetrisini alsak bu tarafa doğru bakıyorken göreceğiz değil mi. Başka bir referans noktası alıp yine simetriğini aldığımızda bu yana doğru bakıyor olacak ve bu kafayı elde etmiş olacağız. Yani iki kez simetrisini aldığımızda arkadaşın dediği ötelemeyi sağlamış oluyoruz.



Şekil 4.22. *Ö6'nın Eight Heads Eserine Dair Simetri Açıklaması*

Ö1: Ben sadece öteleme olduğunu düşünüyorum. Simetri olduğuna katılmıyorum.

Dijital öyküleme içinde geçen eserlerden birisi olan M.C. Escher'in 1937 yılında yapmış olduğu bir çalışma olan "Development I" yakından inceleme için tekrar açılmıştır.



Şekil 4.23. *Development 1*

Ö2: Bu çalışmada en orta kısmında dönmeyi görüyorum. Mesela siyah ve beyaz kertenkeleler birbiri etrafında dönüyor gibi şekil oluşturmuş gibi sanki. Onun haricinde renk unsurlarını kullanmış sonra renkler gitgide soluklaşıp soyutlanmış en sonunda da bir kareye döndürmeye çalışmış.

Ö3: Ben de dönme olduğunu düşünüyorum ayrıca bu beyaz kertenkelelerde öteleme olduğunu düşünüyorum. Kafası yukarı bakan sağa ve sola ötelenmiş alt tarafta olan da diğer taraflara ötelenmiş.

Tüm katılımcılar bu eserde dönme olduğunu düşünmektedir.

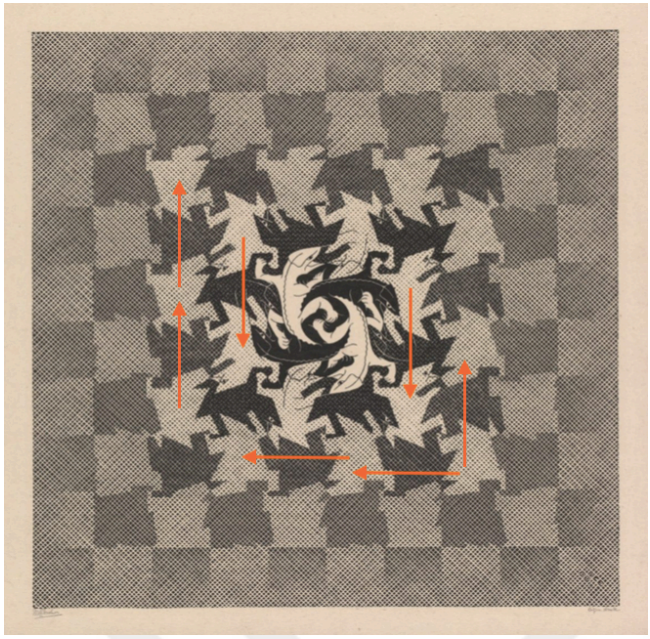
Yalnızca Ö1 ve Ö2 bu çalışmada öteleme olduğuna katılmamıştır.

Ö1'e bu çalışmada neden öteleme olmadığını düşündüğünü açıklaması istenmiştir.

Ö1: Bence öteleme olabilmesi için şekli parçaladığımız zaman özdeş şekiller olması gerekiyor. Mesela şekli ikiye veya dörde böldüğümüz zaman özdeş şekiller oluşturamayacağız o yüzden öteleme yoktur bence.

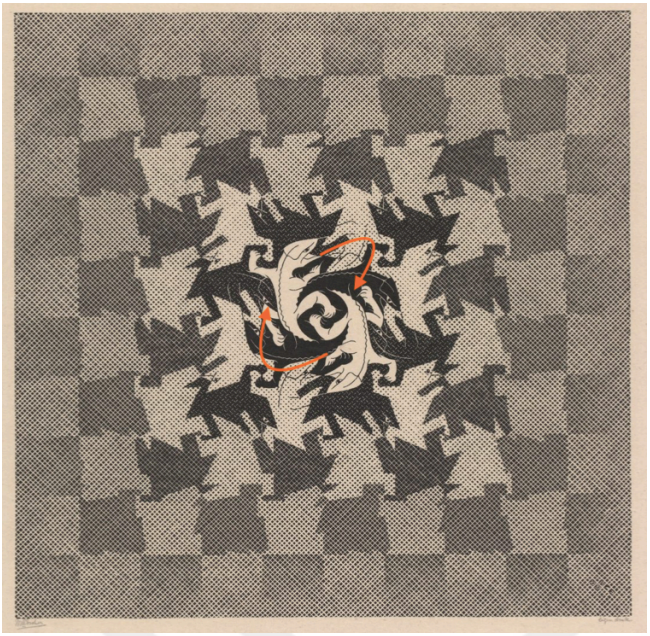
Ö2 Ö1'in öteleme olmadığı konusundaki açıklamasına katıldığını belirtmiştir.

Ö3 bu çalışmadaki ötelemeyi göstermek istemiştir.



Şekil 4.24. *Ö3'ün Bu Çalışmada Öteleme Olduğuna Dair Gösterimi*

Ö3: Bu şekiller özdeş bu buraya ötelenmiş. Bir de benim dikkatimi şu çekti, sanki Escher bunu bir piramit gibi düşünmüş ve yukarıdan üç boyutlu bir gösterim elde etmek için bir çizim yapmış.



Şekil 4.25. *Ö8'in Bu Çalışmada Hem Yansıma Hem Öteleme Olduğuna Dair Gösterimi*

Ö1 ve Ö2 de, Ö8'in bu açıklamaları sonrası fikirlerini değiştirip eserde öteleme dönüşümün de olduğuna dair fikir belirmişlerdir. Böylece tüm katılımcılar bu eserde hem dönme hem öteleme dönüşümü olduğuna dair fikir birliğine varmıştır.

Bu çizimler üzerinden öteleme dönüşümünün özellikleri üzerinde katılımcıların fikirleri alınmıştır.

Ö8: Burada bazı şekiller yalnızca tek eksen üzerinde ötelenmiştir, bazı şekiller ise hem x hem y ekseni üzerinde ötelenmiştir. Ötelemenin eksen özelliği vardır. Ötelemenin özelliklerinde boyut değişmez burada da boyut değişmemiştir. Hem x hem y ekseninde ötelenen şekil 180 derece dönmüştür.

Bu yorum üzerine dönme dönüşümünün parametreleri katılımcılara sorulmuştur.

Ö8: Parametre? Anlayamadım hocam.

Ö4: Koordinatları parça parça gibi, hani burada bir kez 180 derece döndürmemiz bir parametre olabilir veya bir kere 90 derece döndürmemiz bir parametre olabilir. Hani ilk başta bir sağa ötelemiş sonra döndürmüş gibi, sonra döndürdüğü yerden aşağı ötelemiş. Parametre bir çok fonksiyonun parçalar halinde oluşan halidir.

Ö3: Parametre bir şey hakkında… Nicelikler diyebiliriz, bize yardımcı olan. Tam olarak ifade edemedim şu an.

Ö7: Özellikler ya da kurallar diyebilir miyiz? Tam bilemiyorum ama.

Ö8: Türevde parametreyi kullanıyoruz. X'i $t^2 + 2$ veriyor y yi de mesela $2t + 1$ veriyor $\frac{dy}{dx}'$ i soruyor yani parametreye göre türevini soruyordu sonuç farklı farklı oluyordu. *Dönmeye de öyle bir şey diyebilir miyiz acaba? Mesela X ekseninde 90 derece döndürme x'in parametresidir. Y ekseninde y'nin parametesidir diyebilir miyiz? Dönmenin parametresi farklı eksenlere göre farklı değerlerle döndürme derdim.*

Ö2: Bence bir bilinmeyen var bu bilinmeyene farklı değerler verdiğimizde farklı sonuçlara ulaştıran bilinmeyen şeye parametre deriz. Bunu dönme sonuçlarına da uygulayabiliriz. Bilinmeyene hangi değeri verirsek farklı sonuca götürüyor. Parametre, bizim verdiğimiz değerlere göre değişen bir değişkendir.

Ö4: Burada sadece x ekseni olsaydı sadece sağa veya sola gidebilirdik, burada sadece y ekseni olsaydı sadece yukarı ve aşağı gidebilirdik. Mesela y'nin parametresi burada ya aşağı ya da yukarıdır. X'in parametresi sağa ve soladır. Parametre farklı boyutlardaki işlemleri aynı boyuta taşıyabilmek için kullandığımız yöntemdir.

Katılımcılara yansımanın parametreleri sorulmuştur.

Ö2: Yansımanın parametreleri bence eksenler. Bir şeklin yansımasını alabilmek için bir eksen olmalı demiştik. Mesela eksenleri değiştirdiğimizde yansıma da farklı bir sonuca gelecek. Belirlediğimiz şeklin eksene olan uzaklığına göre de aldığımız için uzaklığı ne kadar değiştirirsek yine aynı şekilde farklı sonuçlar alacağız.

Ö5: Ben uzaklığa ve eksenlere katılıyorum bir de açı demek istiyorum. O eksende bir noktanın ya da cismi oluşturan noktaların eksenle yaptığı açılar demek istiyorum.

Ö3: Benim de aklıma gelen eksen ve uzaklık ikisinin olduğunu düşünüyorum. Açıdan emin değilim, olmadığını düşünüyorum. Çünkü açıyla uğraşmıyoruz yansımada.

Ö4: Ben de açı eksen uzaklık diyorum.

Ö8: Ben de açı eksen ve uzaklık olduğunu düşünüyorum.

Ö7: Benim de aklıma, eksen ve uzaklığa ek olarak yön geldi aslında ama açı ile yön benzer mi şimdi anlayamadım. Yön de olabilir diye düşünmüştüm ben arkadaş açı deyince açı da etkiler galiba.

Ö8 ve Ö5 yön olabilir diyerek S'nin görüşüne katılmıştır.

Ö4: Yön yansımadan sonra gerçekleştiği için tam olarak parametreye bağlayamadım onu.

Katılımcılara dönmenin parametreleri sorulmuştur.

Ö7: Dönmenin parametreleri, bir referans noktası diyebilirim. Sanki yön yansımaya daha uygun ama açı bunda daha geçerli gibi geldi.

Ö8: Açı, yön ve referans noktasıdır.

Ö1: Ben de açı ve referans noktası olduğunu düşünüyorum.

Ö5: Bende de ekstra bir şey yok bence de açı, yön ve referans noktasıdır.

Ö3: Yön, açı ve eksen olduğunu düşünüyorum. Şeklin önünde ya da altında x ve y ekseni olarak düşündüm.

Ö6:Bence yön ve referans noktasıdır.

Ö4: Referans noktası, yön bir de açı diye düşünüyorum.

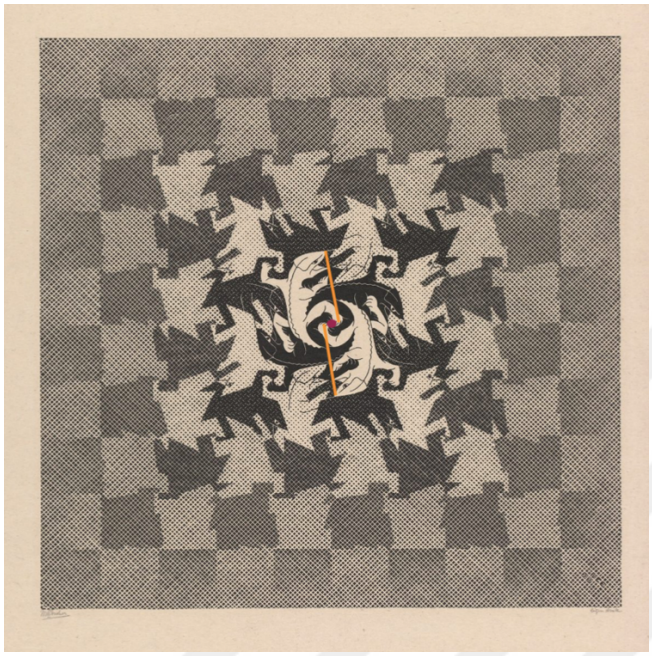
Ö2: Ben de referans noktası yine bence uzaklık olması lazım bence de bir eksen olmalı diye düşünüyorum ama ben yine açı olmadığını düşünüyorum. Açıyı yine bağdaştıramadım.

Ö2 katılımcısından eserdeki dönme dönüşümünü göstermesi istenmiştir.

Ö2: Bu şekilde kendi etraflarında dönüyor diyebilirim. Siyahlar da aynı şekilde mesela.

Ö2 katılımcısına bu şekil üzerinden dönme dönüşümünün parametrelerini göstererek açıklanması beklenmiştir.

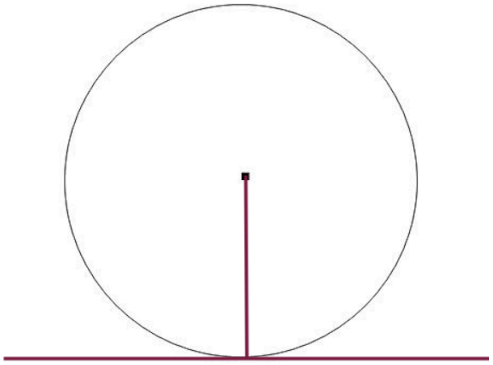
Ö2: Mesela bir referans noktasını şu orta merkez gibi düşünsek, uzaklığı sabit olacak şekilde desek, yani mesela bir yer almam lazım mesela kafasında şu çıkış noktasını aldım. Bunun şuraya uzaklığı ile bunun şuraya uzaklığı aynı olmalı diye düşünüyorum. Hepsinin uç noktaları mesela. Diğer noktalar için de aynısını düşünebiliriz. Şeklin kendisi, uzunluğu zaten korunuyor, şekille döndüğüm eksen arasındaki mesafenin de korunması lazım.



Şekil 4.26. *Ö2'nin Eserdeki Uzaklığın Korunuma Dair Gösterimi*

Ö2 bu şekil üstünde göstermenin zor olduğunu belirtmiş ve yeni bir şekil üzerinde göstermek istemiştir.

Ö2: Buradaki doğru eksendir. X ekseni olarak kullandım y ekseni olarak da kullanabilirdim. Çemberin merkezi referans noktasıdır. Çizdiği çemberin yarıçapı uzaklıktır, uzaklık hiçbir zaman değişmiyor çünkü o sabit kalacak şekilde döndürüyorum. Parametrelerden referans noktası, eksen, uzaklık vardır.



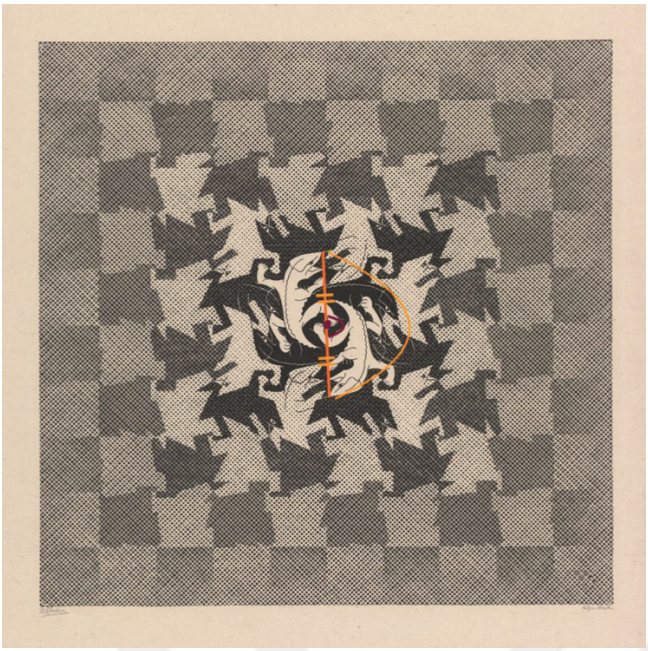
Şekil 4.27. *Ö2'nin Ötelemenin Parametrelerine Dair Gösterimi*

Ö8 katılımcısına bu şekil üzerinden dönme dönüşümünün parametrelerini göstererek açıklaması beklenmiştir.

Ö8: Şu şekilleri döndürdüğünü hepimiz biliyoruz. Öncelikle şekillerin üzerinde nokta alalım. O noktalara göre döndürelim. Şeklin her tarafını noktayla taradım. Biz bunu 90 derece referans noktasına göre döndürdük. Açısı da 180 derece oluyor o da bir parametresi olduğu için. Referans noktası, açı ve yön dönmenin parametreleridir. Yönü de değişiyor burnu sağa bakarken sola bakmaya başlıyor. Ayaklarının birleştiği yer referans noktasıdır.

Ö4 katılımcısına bu şekil üzerinden dönme dönüşümünün parametrelerini göstererek açıklaması beklenmiştir.

Ö4: Bence arkadaşımın dediği gibi ayaklarının birleştiği yer referans noktasıdır. Şekil üzerinden herhangi bir nokta alalım, daha sonra bunu saat yönünde döndürelim, yön parametresi bu. Şu mesafe uzaklığı alıyor, şöyle dönüyor şuraya, şu iki çizdiğim mesafe de birbirine eşit oluyor. Burada dönme açısını da 180 derece olarak görüyoruz.



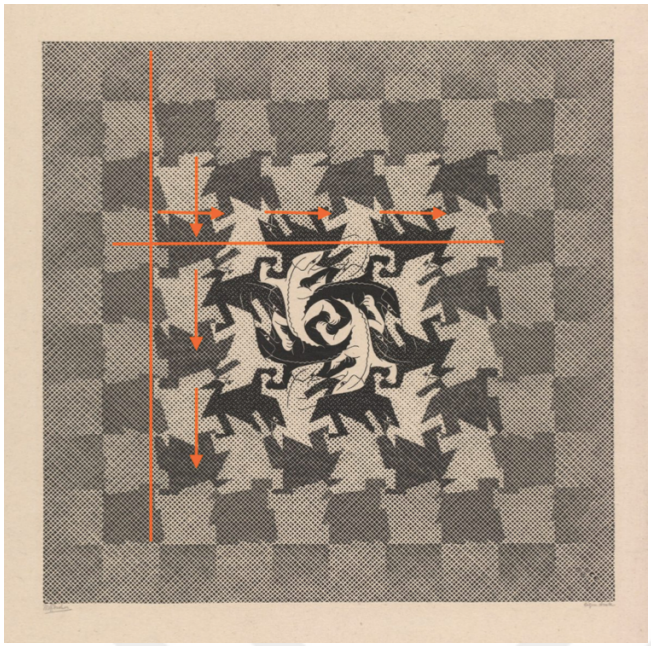
Şekil 4.28. *Ö4'ün Ötelemenin Parametrelerine Dair Gösterimi*

Ö7 katılımcısına bu şekil üzerinden dönme dönüşümünün parametrelerini göstererek açıklaması beklenmiştir.

Ö7: Ben A arkadaşımın dediklerine tamamen katılıyorum. Ben de aynısını gösteririm.

Ö7 katılımcısına bu şekil üzerinden öteleme dönüşümünün parametrelerini göstererek açıklaması beklenmiştir.

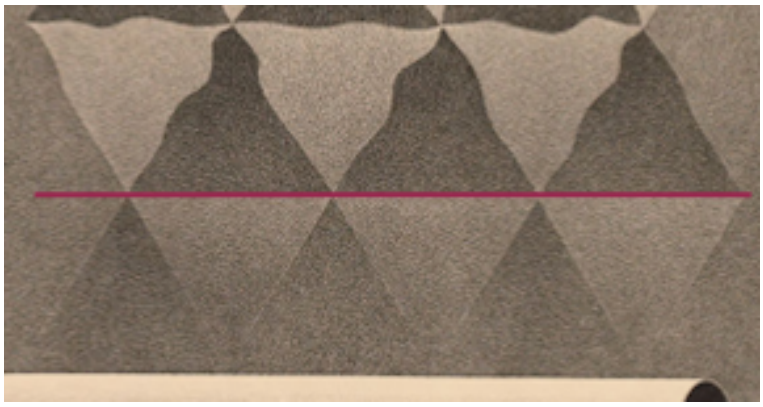
Ö7: Mesela, buradaki şekil belli bir uzaklıkta buraya ötelenmiş, aynı şekil ama aralarında uzaklıkla ötelenmiş. Eksen vardır bunda çünkü belirli bir eksen üzerinde ötelenmiş, hepsi de x ekseni üzerinde ötelenmiş, aşağı doğru olduğunda y ekseni üzerinde ötelenmiş. Bu şekillerin yönü değişmemiş bu da parametresi sayılır mı bilmiyorum. Bence şekil ötelendiğinde yönü değişmemeli. Değişirse dönme olur.



Şekil 4.29. *Ö7'nin Ötelemenin Parametrelerine Dair Gösterimi*

Katılımcılarla dijital öykülemenin izlenmesine devam edilmiştir. Liberation isimli çalışma üzerine tartışılmıştır.

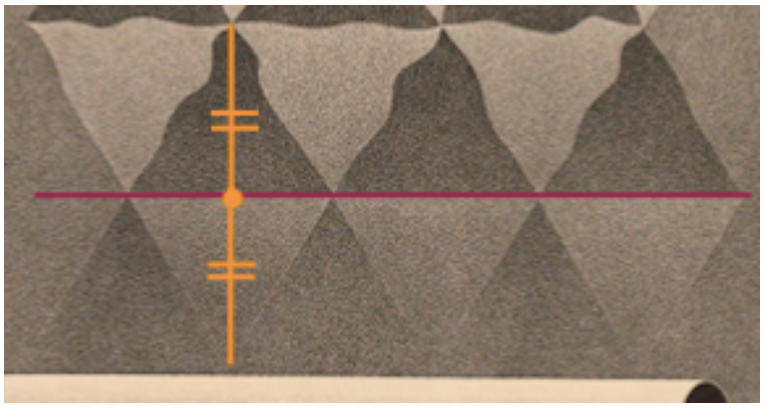
Ö2: Gitgide detaylarda azalma ve soyutlaşma görüyoruz. Sanki üçgene benzetmiş detaylar kıvrımlar azalmış sonra tamamen üçgenleşmiş. Renkler gri tonluyken sonra siyah beyaza ve sonra puslu, gölgeli ve soluk renklere geçilmiş. Öncelikle hepsi ayrı ayrı gözükürken sonra bir birleşme de var. Burada geometriyi birincisi şekilleri üçgene döndürerek kullanmış. Burada bir yansıma da görebiliriz. Şu çizgi boyunca bu iki tarafta da bir yansıma görüyoruz. Üst kısımdaki üçgenler net üçgenler değil ama yansıma görebiliriz.



Şekil 4.30. *Ö2'nin Eser Üzerinden Yansıma Gösterimi*

Bunun üzerine katılımcıya burada yansıma dönüşümünün parametrelerinden hangilerini görebildiği sorulmuştur.

Ö2: Mesela şu an çizdiğim eksen olabilir. Mesela şimdi şu iki üçgen arasında tam yansıma var ve referans noktaları var belirli bir uzaklığı var. Açı bence yine yok. Açı bence yansımanın parametrelerinden birisi değildir, burada açıya dair bir şey göremiyorum. Yansımada biraz taşıma yöntemiyle de gidebiliriz, bu iki uzaklık birbirine eşittir. Noktanın eksene göre uzaklığına göre yansıma vardır.



Şekil 4.31. *Ö2'nin Eser Üzerinden Yansımı Dönüşümünün Parametrelerini Gösterimi*

Ö5: Yani şimdi ben bu şekilde aslında şu çizginin üstünde kalan kısımda hiçbir matematiksel bir şey olduğunu düşünmüyorum. Çünkü her şekil birbirinden farklı bir formda yani örneğin şu siyah kuşu referans alsam bunun hiçbir şekilde yansıma öteleme olduğunu düşünmüyorum çünkü hepsinin formları değişik yani şeklin özü korunmamış oluyor. Şu alt sıradaki

üçgenlerde yansıma vardır. Ama tabi burada açı yok ama açının olmaması yansımanın olmamasına engel değil.

Katılımcıdan en alt sıradaki üçgenlerde yansıma dönüşümünün parametrelerinden hangilerini gördüğünü belirtmesi istenmiştir.

Ö5: Uzaklık olduğunu düşünemiyorum. Pek bir şey diyemeyeceğim sanırım. Ben biraz daha düşüneyim tam emin olamadım çünkü.

Ö8: Hocam burada kuşları üç boyutlu düşünürsek, gerçek hayatta gibi olduğunu düşünürsek yansıma vardır. İki boyutlu düşünürsek yansıma yok bence.

Ö4: Yansıma yok sadece üst kısımda perspektif var hepsinin farklı açıları uzaklıkları var. Ama mesela biraz önce arkadaşlarımız çizmişti şuraya, bu simetri ekseni var ama tam olarak şekil korunumu yok doğrusal olmuyor bu yüzden yansıma yok diyebilirim. Yansımanın eksik olan parametresi korunum diyebilirim.

Bunun üzerine diğer katılımcılara şekillerin korunumu parametresinin eksik olduğunu belirten katılımcının fikri hakkında ne düşündükleri sorulmuştur.

Ö2: Ben de zaten eksen çizdiğimde bu üçgenlerin aynı olduğunu var sayarsak yansıma olduğunu düşündüm. Arkadaşım haklı. Ama ekseni böyle çizersem bu iki üçgenle bu iki üçgenin yansımasını aldığını söyleyebilirim.



Şekil 4.32. *Ö2'nin Yansıma Gösterimi*

Ö4: Ben burada yansımayı tam olarak net değil göremiyorum yani. Bence orada yok. Ama şekil bence yine net değil, gölgeleme olmuş orada. Her noktasında farklı duruyor bence o yüzden tam değil. Şekil korunmuyor yine.

Ö7: Ö2'nin çizdiği yerde öteleme oldu sanki. Yansıma olması için bu üçgenin aynısı burada olmalıydı, bu üçgenin aynısı burada olmalıydı. (Aynı renkle gösterilmiş noktalar).



Şekil 4.33. *Ö1'in Eserdeki Yansıma Gösterimi*

Ö2: Ben iki üçgene bütüncül olarak baktığım için görebiliyorum belki de arkadaşlar o üçgenlere ayrı ayrı baktıkları için görebiliyorlar. Evet tek tek düşündüğünde öyle gibi.

Ö1: Yansıma bence bu şeklin farklı bir yerinde var. Şöyle bir dik eksen olduğunu düşünürsek burada yansıma olduğunu düşündüm hem oradaki üçgenler net bulanıklaşmamış ya da şekilleri farklılaşmamış.



Şekil 4.34. *Ö1'in Eserdeki Yansıma Gösterimi*

Bunun üzerine Ö1'den yansımanın parametrelerini açıklaması istenmiştir.

Ö1: Burada yansımanın parametrelerinden eksen var, belirli bir yönü var, yarım üçgenin sola doğru yönü varken diğer yarım üçgenin sağa doğru yönü var. Uzaklık da vardır çünkü üçgenin bitim noktasının uzaklığı eşittir.

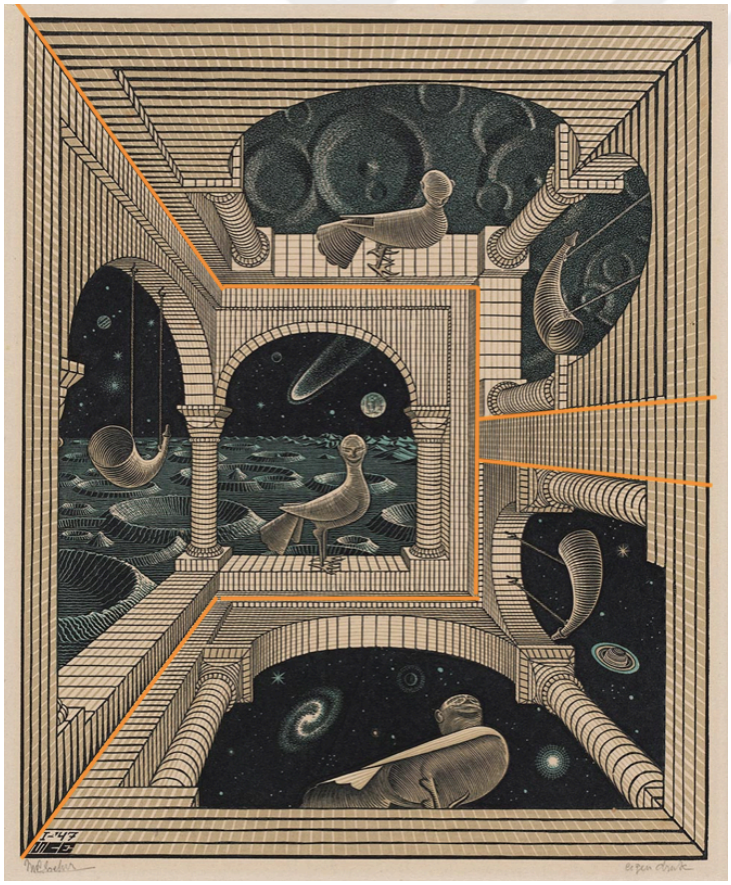
Katılımcılarla dijital öyküleme izlenmeye devam edilmiş ardından sanatçının 1947 yılında yapmış olduğu bir diğer eser olan Other World üzerine konuşulmaya başlanmıştır.

Ö4: Burada birden fazla boyutu birleştirmiş gibi görünüyor. Bir bölgede yukarı bakıyor gibi bir bölgede karşıdan bakıyor gibi bir bölgede aşağıdan bakıyor gibi. Birden fazla boyutu bir araya getirmiş. Perspektifleri birleştirmiş diyebiliriz. X ekseni, y ekseni, z eksenini bir araya getirmiş. Boyutlarda dönüşüm yapmış. Aslında üç boyutu aynı anda verdiği için böyle oluyor.

Ö7: Ben resme ilk baktığımda oradaki kuşa farklı yönlerden bakıyorum gibi geldi. Ben de üç boyutlu bir çizim olduğunu düşünüyorum. Sanki bir kutunun içinden bakıyormuş gibi.

Ö8: Ben de farklı perspektifleri birleştirdiğini düşünüyorum aynı şekilde. Bir odaya hem normal bir bakış açısı hem tavandan hem yerden bakış açısını birleştirmiş. Söyleyeceğim bu kadar biraz karmaşık geldi bu resim.

Ö5: Ben de aslında bu şekil üç tane şeklin farklı görünümü gibi geldi bana. Bir üstünden bakmış bir yandan bakmış bir altından bakmış gibi düşündüm ben. Bence böldükten sonra döndürmüş gibi geldi.



Şekil 4.35. *Ö5'in Gösterimi*

Katılımcılara Other World'de dönmenin hangi parametrelerinin olduğu sorulmuştur.

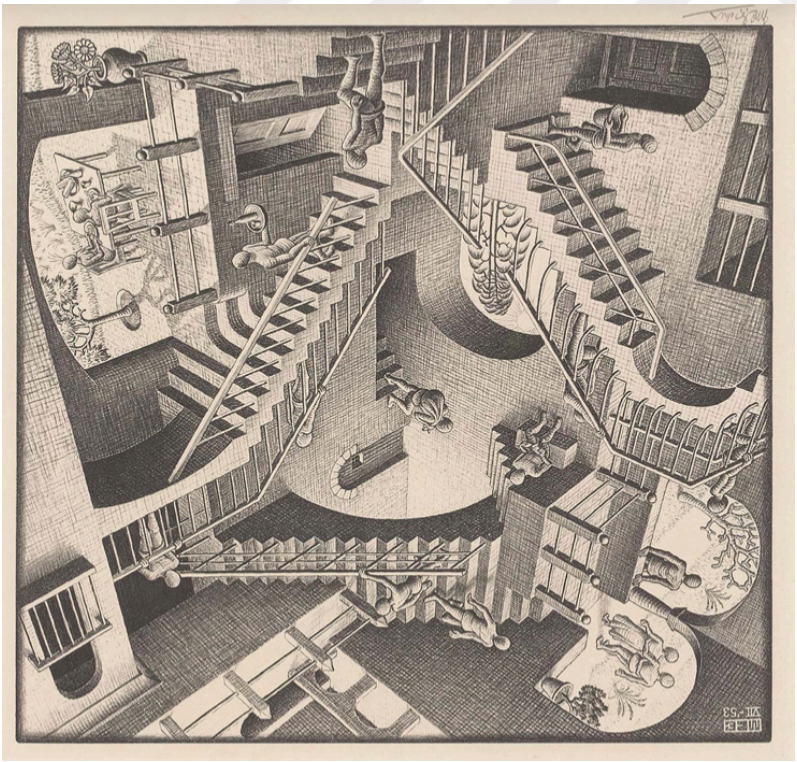
Ö5: Dönmenin yön parametresi var. Yön korunmuyor. Dönmede kaç derece döndürdüğümüze bağlı yön korunmayabilir. Dönmenin parametrelerinden bir diğeri açı var. Başka aklıma gelmedi. Kaç derece döndürdüğünü bilmiyorum da.

Ö4: Ben boyutu da eklemek istiyorum bunun üzerine. Biz döndürürken mesela sadece saat yönü diyoruz. Ama sadece x-y ekseni gibi görüyoruz. Ama burada z ekseni de olduğu için öyle bir görünüm vermiş bize. Baktığımız 2 boyutlu ama 3 boyutu 2 boyuta düşürmüş gibi geldi bana. Yön var, referans noktası var ama tam olarak göremiyorum. Bu kadar.

Ö2: Burada da referans noktası seçmiş olması lazım ama göster deseniz gösteremeyeceğim. Ben de üç kısma böldüm. Sanki hepsine ikişer üçer defa dönme uygulamış gibi. Ama iki defa veya üç defa dönmeler yaparak bu şekle ulaşması gerek gibi düşünüyorum.

Ö3: Ben de sadece yön parametresinin olduğunu düşünüyorum.

Katılımcılarla dijital öyküleme izlenmeye devam edilmiş ardından sanatçının 1953 yılında yapmış olduğu bir diğer eser olan Relativity üzerine konuşulmaya başlanmıştır.



Şekil 4.36. *Relativity*

Ö3: Merdiven kısımlarında yönleri değiştirmiş gibi geldi. Merdiven kısımları benzer ama diğer taraflar farklı gibi. Nesneler varlıklar eklemiş.

Ö5: Perspektif ve boyutlarla oynamayı seven birisi gibi. Bir insanı düz olarak kabul ettiğinde diğer insan ters bir şekilde yürüyor gibi.

Ö2: Burada merdivenin iki kısmını birden kullanmış. Normalde merdivenin tek kısmını kullanırız ama burada bir kısmı çıkış için kullanırken sanki diğer tarafı da kullanılmış. Merdiven hep iki yönlü, bir tarafı çıkıyor bir tarafı iniyor. Ama farklı yerlere çıkıp iniyor. Burada matematiksel hiçbir şey göremedim. Belirli bir referans noktası eksen açı uzaklık bulamıyorum.

Ö4: Çok karmaşık bir resim var ama yine simetri yansıma dönme var bence. Boyutların yansımasını almış galiba.

Ö7: Bence de burada kuralsızlık var gibi, sanki tüm resimlerinde yansıma simetriyi kullanmış buraya bir şey kalmamış gibi. Birebir aynı şekil görmüyorum o yüzden yansıma ya da simetri var diyemiyorum. Sadece birbirine benzeyen merdivenler var ama onda da üzerinde yürüyen insanlar değiştiriyor resmi.

Ö8: Simetri mi dönme mi tam emin olamadım. Ama resmi döndürdüğümüzde birileri yine yukarı çıkıp birileri aşağı inecek gibi. 90 derece saat yönünde döndürdüğümüzde yemek yiyenler düzeldi.

Bütün katılımcılar bu eserde yalnızca dönme dönüşümünün olduğunu belirtmiştir. Katılımcılarla dijital öyküleme izlenmeye devam edilmiş ardından sanatçının yapmış olduğu bir diğer eser olan Print Gallery üzerine konuşulmaya başlanmıştır.



Şekil 4.37. *Print Gallery*

Ö6: Bizim baktığımız bir de resmin içindeki resmin kendi perspektifi var.

A: Her cismin bir x ve y ekseninde veya koordinat sisteminde olduğunu düşünürsek, bu pencerenin direkleri doğrusallığını kaybetmiş, onlar belki bu orta kısımdaki boşlukta mı birleşiyorlar acaba.

M: Ortadaki boşluk güneş gibi olmuş.

E: Bence bilinçli olarak o boşluğu bırakmıştır.

Katılımcıların hiçbiri bu eserde dönüşüm geometrisi terimlerinden birisini görememiştir.

4.3. Katılımcıların Dijital Öykülemenin Matematik Öğretiminde Kullanımına Dair Görüşleri

Tablo 4.53. *Katılımcıların Dijital Öykülemenin Ortaokul Seviyesinde Matematik Dersinde Hangi Başlıklarda Kullanılması Gerektiğine Dair Düşünceleri*

Kodlar	**Katılımcı**
Dört işlem	Ö1
Küme	Ö4
Matematik tarihi	Ö2, Ö4, Ö5, Ö8
Açı	Ö7
Kesirler	Ö4
Uzunluk ölçme	Ö4
Katı cisimler	Ö1, Ö6
Rutin olmayan problemler	Ö2
Modelleme	Ö2

Tablo 4.54. *Katılımcıların Dijital Öykülemenin Matematik Öğretiminde Kullanılmasının Faydalarına Dair Düşünceleri*

Kodlar	**Katılımcı**
Kalıcı öğrenme	Ö1, Ö4, Ö7
Eğlenerek öğrenme	Ö7, Ö8
Uzamsal beceriyi artırma	Ö6
Daha iyi yorumlama	Ö2
Dikkat çekme	Ö3, Ö4
Farklı bakış açısı kazandırma	Ö3
Kendindeki eksiği fark etme	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5
Merak artırma	Ö4, Ö5, Ö8
Korkuyu azaltma	Ö4
Birçok duyu organına hitap etme	Ö4

Tablo 4.55. *Katılımcıların Dijital Öykülemenin Matematik Eğitimi Lisans Seviyesinde Kullanılmasına Dair Düşünceleri*

Kodlar	**Katılımcı**
Öğrenciler ödev hazırlarken	Ö1, Ö4
Eğitimciler tarafından ders anlatımında	Ö1,Ö4, Ö6, Ö5
Ayrı bir ders	Ö2, Ö8
Başka derslerin çatısı altında	Ö4, Ö5, Ö6
Dijital öyküleme eğitimi olarak	Ö8

Ö1: Ortaokulda dijital öyküleme doğal sayılarda işlemler konusunda örneğin toplama çıkarma çarpma bölme konusunda kullanılabilir. Öğrenci bunları metin görsel ses efekti olarak görmesi onun daha iyi anlamasına yardımcı olabilir. 3 boyutlu cisimleri katı cisimleri gösterirken kullanılabilir. Çünkü kağıda veya tahtaya döktüğümüz zaman 2 boyutta olacağız 3 boyutlu olarak görsel olarak sunarsak daha iyi bir anlatım koymuş olabilir öğretmenler. Öğrenciler ödev hazırlarken metin ses bunları daha iyi yoğurarak dijital öykülemeyi kullanabilir daha iyi bir ödev olarak kullanabilir. Öğretmenler tarafından en iyi şekilde ders anlatımında kullanılabileceğini düşünüyorum. En azından daha aktif bir anlatım olabileceğini düşünüyorum. Öğrencilerin daha rahat anlayabileceği kafalarında daha rahat canlandırabilecekleri bir anlatım sunmuş olabilirler. Üniversitede matematik öğretiminde ödev veya sunum yaparken biz bunu kullanabiliriz ya da hocalar ders anlatırken kullanabilir. Bence faydası çok olur çünkü ortaokul matematik öğrencileri zaten somut işlem döneminde oldukları için daha iyi bir anlatım ortaya koymuş olabiliriz. Daha rahat anlayabilirler bence bizi, daha iyi daha etkili bir öğrenim olur. Bu bilgiyi 1 günde unutmak yerine 10 günde unutur.

Ö2: Mesela bize aslında her derste o dersin önemli kişileri veriliyor. O ders hakkında ürün vermiş kişiler veriliyor. Ama bunlar çok sözel verildiği için hiç kimsenin dikkatini çekmiyor. Ama mesela şu an biz Escher'in hem öyküsünü dinleyip eserlerini tartıştığımızda daha kalıcı oldu çünkü daha farklı boyuttan bakmaya ve daha çok anlamaya çalıştık mesela bu matematik alanında da uyarladığımızda, normalde bu eserlere baktığımızda ben kendim çok fazla matematik arayacağımı düşünmüyordum. Normalde baksam bakıp geçerdim muhtemelen. Ya da hangi matematik, geometri unsurlarını kullanmıştır diye yorumlamazdım. Ama şu an daha farklı bir bakış açısı elde etmiş olduk ve bu bakış açısı bir süre sonra aslında her şeye uyarlanabilir. Çünkü buna baktığımız için artık ben herhangi bir resme baktığımda acaba bunda da böyle bir şey var mıdır deyip sadece Escher'in değil diğer eserlerde de bunu kullanmaya başlayacağım. Çünkü artık bu kafama bir yerlerden yerleşti, hani demek ki geometri unsurlarını da kullanıyorlar diye. Kendim de merak konusu olmuş olacak. Eğer bunu derste de uygularsak, çünkü matematikte her şey çok fazla formüle geçiyor ve çoğunlukla rutin olmayan problemler çok fazla var. Bu problemleri gerçek hayatla nasıl uyarlayabileceğimizi bilmiyoruz mesela. Bu yüzden de çözümleyemiyoruz bu yüzden de modelleyemiyoruz. Kendi kafamızda modelleyemediğimiz için de soruları çözemiyoruz. Problemleri modellediğimizde aslında çözebiliyoruz. Aslında çözümü kolay ama o modelleme kısmı olmuyor aslında bizde. Bence bunun için de dijital öykü çok geliştirici olabileceğini

düşünüyorum. Her konuda yani. Böyle farklı görseller, eserler bulup bu eserlerdeki geometri unsurları tartışıldığında çocukları farklı bir boyuta taşıyacağını düşünüyorum. Daha farklı bir yorum katacağını düşünüyorum. Bence çok geliştirici ve güzel bir eğitim yöntemi ben çok beğendim yani gerçekten. Öncelikle bizim buna hazırlanmamız lazım. Bir anda yap deyince yapmamız çok zor siz de epey hazırlanmışsınız. Bizim de buna hazırlık yapabilmemiz, çocukları buna hazırlayabilmemiz için bir temelimizin olması lazım. Bir de mesela hangi kişileri kullanacağız hangi eserleri kullanacağız, bunlar da çok önemli. İlk hangi düzeyden başlamak gerekiyor, hangi konuda hangisi daha iyi olur, bunlar için bence bir temeli ve dersi olması gerekiyor. Dramanın olduğu gibi bunun da bir dersinin olması gerektiğini düşünüyorum. Bu çalışmadan sonra ben en çok da ifade edemediğimizi fark ettim. Aslında biliyoruz ama kendi ifade etme yöntemimiz yok yani. Matematiksel ifade etme yöntemimiz oluşmamış. Kendi adıma söyleyeyim en azından. Yani mesela simetri dediğimizde aslında çok basit geliyor ama bunu bile tam olarak ifadesini edemedik. Bu da aslında konuşmamak üzerinden oluyor. Böyle derslerin daha fazla yorum değil de anlatılıp geçildiğinden dolayı oluyor. Burada çok fazla kendi yorumumuzu yaptığımız için şu an şu derse geldiğimizde daha güzel yorumlar yaptığımızı fark ettim. Dönüşüm geometrisi, dönme, simetri, artık bu konuları hem daha iyi yorumlayabildiğimi hem de kendi kafamda da daha iyi oturttuğumu fark ettim. Ayrıntılarını farklarını fark etmiş olduk.

Ö3: Bence zaten matematikte yapılan çalışmaları kimin yaptığı hakkında bilgi vermemiz gerekiyor. Öğrencilerin ilgisini çekmemiz gerekiyor. Bu dijital öyküyle yaparsak daha çok ilgi çekeceğini düşünüyorum. Bir de bu izlediğimiz çalışmalarda yansıma, simetri, dönme bunları gördük ama basit yapılar üzerinde gördük. Uzaklık, açı, simetri eksenleri bunları hepsini görebileceğimiz yapılar üzerinde gördük. Bu çalışmalarda hem o yapılar yoktu hem kendimiz keşfediyorduk hem de farklı bakış açıları kazandık diye düşünüyorum. Bence eğitim fakültelerinde kullanılması gerekiyor çünkü biz bunu kendimiz bunları yapıp farklı bakış açıları kazanmadan öğrencilere bunu nasıl aktarabiliriz diye düşünüyorum o yüzden gerekli olduğunu düşünüyorum. Bu çalışmadan önce dönmede ben eksenlerin olması gerektiğini düşünüyordum. Aslında o eksenler orijin dediğimiz kısmı elde etmek için yaptığımızı fark ettim. Bunda bir eksiğim varmış.

Ö4: Birçok derste birçok konuda kullanılabilir. Mesela matematikte küme, kesirler daha çok soyut konular, mesela ortaokulda uzunluk ölçme konusunda konuya giriş dikkat çekme açısından, metrik birimlerin nereden geldiği neden kullanıldığı, önceden neden

kullanılmadığı, önceden karmaşanın olduğu, karmaşadan düzene doğru geçen bir resim dijital öykü olabilir. Sonra metrik birimlerin herkes tarafından kabulünü gösteren bir resim olabilir. Ama genel olarak bütün konularda kullanabiliriz. Öğrenciler tarafından nasıl kullanılabilir dersek, bence bir konunun anlaşılması, kalıcı olabilmesi için o konuya merak uyandırması lazım öğrencinin. Bunu da biz dikkat çekici bir dijital öykü sayesinde yapabiliriz. Öğrencilerin dikkatini çekecektir. Mesela burada öğrencilere bir grup etkinliği ya da bir ödev etkinliği tarzında olabilir. Öğrencilere şey diyebiliriz, herkes kendi karış uzunluğunun yarısı kadar eşkenar üçgen, kare, eşkenar dörtgen oluştursun deriz. Sonra herkes oluşturur gelir bakarız, neden herkesinkinin farklı olduğuna bakarız. Daha sonra belli bir uzunluk belirleriz 20 cm. 20 cm'den eşkenar dörtgen kare oluşturma yaparız bakarız bunların hepsi aynı. Bunları karşılaştırabiliriz. Dijital öyküleme olduğu için bence içerikler eğlenceli olması lazım. Günlük hayattan örnekler olması lazım. Bulunduğumuz yöreye göre, örneğin Antalya'da portakal bahçesi ile alakalı olabilir. Üniversitede nasıl kullanılabilir dersek, üniversitede matematik tarihi dersi, matematiğin temelleri, etkinlik geliştirme, problem çözme derslerinde olabilir. Mesela irrasyonel sayının çıkması neden çıktı ona dair görseller olabilir. Etkinlik geliştirme dersinde birçok etkinlik yapıyoruz ama hiç dijital öyküleme yapmadık. Etkinlik geliştirme dersinde de dijital öyküleme etkinliklerine yönelinmesi iyi olur. Faydalı olur mu dersek de ben faydalı olacağını düşünüyorum. En çok dikkat çeken yanı birçok duyu organına hitap etmesi, görsel, işitsel, duyuşsal öğrencinin merakını artırmada veya öğrencilerin matematik korkusunu atmada matematiği sevmede faydalı olabilir. Daha kalıcı öğrenme olabilir. Bunların hepsinin derse katılımı artıracağını düşünüyorum. Cisim nedir? Şekil nedir? Bunların ne olduğunu dönüşüm geometrisinin parametrelerini, dönüşüm geometrisinin sadece koordinat düzleminden ibaret olmadığını, dönüşüm geometrisinin her yerde kullanılabileceğini ve her yerde olduğunu fark ettim. Örnek olarak bir şeklin döndürülmesini genel olarak soru üzerinde düşünüyorduk. Ama Esher'in çalışmalarını görünce bunu birçok alanda görebiliyoruz. Bizzat şekli döndürmüş, yansıtmış ortaya matematik ve sanatı harmanlayarak ilginç ve matematiğe merak uyandıran eserler ortaya koymuş bende bakınca baya bir dikkatimi çekti bende bir merak uyandırdı. Bu çalışma bende dönüşüm geometrisine olan ilgimi arttırdı. Simetri, yansıma gibi kavramlara bakınca bunlar çok basit bir kavram gibi görüyordum ama bunlar birleşince ve tekrar ettikçe her bir kavramın çok değerli olduğunu anladım. Bence güzel bir çalışma oldu.

Ö5: Matematik öğretiminde zaten matematik tarihine yer verilmesi zaten önemli. Bu konuda bunu sözel olarak anlatıp geçmek yerine dijital öyküleme kullanılabilir. Öğrencinin

motivasyonunu, merakını artıracak bir şey olabilir diye düşünüyorum. Her gün her konuda daha farklı bir dijital öyküleme olacağı için öğrenci yeni konuda nasıl bir dijital öyküleme karşımıza çıkacak diye merak edip güdülenebilir diye düşünüyorum. Eğitim fakültelerinde iyi olur mutlaka bu çalışmada bile ben gayet zevk aldım. Diğer derslere nazaran toplantının gelmesini biraz daha heyecanla bekledim diyebilirim. Çünkü güzeldi hani tartışıyorduk, her eser üzerinde tartışıyorduk, kendi bilgilerimizi test ediyorduk. Ben çoğu konuda eksiklerim de varmış bunları da görmüş oldum. Arkadaşlarım da sağolsunlar tamamladılar. Ben açıkçası faydalı olacağını düşünüyorum. Yaptığımız bu çalışmada az önce de bahsettiğim gibi çoğu kavram bende biraz iç içe girmiş gibiydi ama şu anda biraz daha olsa da yerine oturdu diyebilirim.

Ö6: Ben bu dijital öyküleme dediğimiz şeyi teorik bilgi verdikten sonra uygulamak daha sağlıklı gibi geldi bana çünkü döndürme, simetriyi falan biliyorduk ancak bu videolar izliyoruz resimleri görüyoruz falan bu daha kolay bir şekilde kafamızda tasavvur edebilmemizi, daha kolay bir şekilde hayal edebilmemizi sağlıyor. Mesela arkadaşlar hatırlıyordur. YKS sınavında bir cisim veriliyor, bunun döndürülmüş hali hangisidir diye aşağıda şıklar oluyordu. Gözümüzü kapatıp hayal etmeye çalıştığımızda gözlerimizin arkası bile ağrıyordu. Çok zorluyordu açıkçası. Bu paslanmış bir çark sistemini bir anda döndürmeye çalışmak gibi. Demirler birbirine sürtüyor gürültülü bir ses çıkıyor belki bir iki parça kırılıyor. Ancak bu izlettiğiniz videolar ile yeni bir çark eklemek yerine var olan bir çark sistemine bir cila çekiyor, pası siliyor, yavaş yavaş döndürüyor giderek hızlanıyor ama aslında daha sağlam bir şekilde dönüyor. Bu şekilde tam hıza yavaş yavaş ulaşıyor. Ama tam hıza ulaştığı zaman da gürültü çıkmıyor ve sağlam bir şekilde çalışıyor çark sistemi. Doğrudan bilgi vermek için değil, verilmiş olan bilginin daha sağlam bir şekilde işleyebilmesi için iyi aslında. İnanmadığımız bir şeye inandıramayız bu yüzden bizim eğitim fakültelerinde öncesinde bizim bir eğitimini alıp bir bakış açısı kazanmamız gerekiyor. Bu şekilde ayrı bir ders olmasa bile başka derslerin çatısı altında dijital öyküleme farklı farklı şekilde anlatılabilir. Bu çalışmadan sonra benim gözümde canlanması açısından daha sağlam bir temel oluşturdu bu çalışma aslında, iki boyutlu bir döndürmenin yanında üç boyutlu döndürmelerin de olabileceği ya da hani iki boyutlu bir döndürme yaptıktan sonra üç boyutlu bir şekle nasıl dönüştürülebileceği biraz daha kafamda oturdu.

Ö7: Öncelikle dijital öyküleme öğrendiğim kadarıyla dijital araçlarla resim, ses, video gibi ögelerin kullanımını içeriyormuş. Bence ortaokulda öğrencilere konuları anlatırken çok

faydalı olabilecek bir şey bu. Çünkü ortaokuldaki öğrenciler somut düşüncelerden soyut düşünceye yeni yeni geçiyorlar ve konuları anlatırken bu sayede daha iyi algılayabilirler daha iyi anlayabilirler hem daha da kalıcı olur bu sayede konular. Bunun dışında mesela bir öğretmen öğrenciye konuyu anlatırken örneğin açı konusunu verelim, açının üstünde bulunduğu resimleri içeren bir dijital öyküleme hazırlayabilir ve bu şekilde gösterebilir. Görsel hafızası yüksek olan öğrenciler daha iyi algılayabilir bu sayede. Üniversitede kullanım alanının ortaokula göre daha az olduğunu düşünüyorum gördüğüm kadarıyla bizim üniversitede örneğin. Bazen öğretmenlerimiz sunum yapmamızı ya da bazı derslerde bu konuyu sizin anlatmanızı istiyorum gibi şeyler söylüyor. Biz de bu sunumları hazırlarken dijital öykülemeden faydalanıyoruz çünkü resimleri videoları bir araya getirerek sunum hazırlıyoruz. İçerik olarak bilgilendirici ama bu bilgiyi verirken daha eğlendirici şeyler olması gerektiğini düşünüyorum çünkü öğrencilerin ortaokul çağındaki öğrencilerin aklında en çok kalan şey eğlenerek öğrendikleri şey oluyor.

Ö8: Bence bizim gireceğimiz sınıf düzeylerinde her zaman kullanılması gereken şeyler çünkü öğrenciler biraz eğlence istiyor derste drama da aynı şekilde böyle. Kullanılmalı. Eğer dijital öykülemeyi kullanırsak öğrenciyi konu için güdülemiş oluruz. Hedeften haberdar etmek daha rahat olur. Onu yapan kişiyi bildikçe öğrenci daha çok araştırmak ister, atıyorum ders yarım kalsa, zil çaldığı zaman teneffüse çıktıktan sonra dersi daha iştahla bekler. Dijital öyküleme aslında bizim girdiğimiz sınıf düzeylerine kullanılması gereken bir şey. Ama lisede daha profesyonel yapılması gereken bir şey çünkü onların dikkatini çekmek daha zor. Ama ortaokul seviyesinde dijital öyküleme kullanılmalı. Atıyorum Pisagor, hayatı anlatılıp geçilebilir ya da yaptığı çalışmalar bunların hepsi yapılmalı bence. Bizim fakültelerde kullanılmalı, daha çok bize ders anlatmak amacıyla değil de eğitimini vermek amacıyla kullanılmalı. Ayrı bir ders olabilir. Dijital Öyküleme adında. Bence faydalı olur. Bu çalışma bana daha çok parametreleri öğrenme konusunda yardımcı oldu. Dönmeyi daha rahat ifade edebiliyorum artık parametreleri öğrendikten sonra.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Araştırmanın bu bölümünde elde edilen bulgulara dayanarak ulaşılan sonuçlara yer verilmiştir. Ayrıca araştırma bulguları ve bulgularla birlikte yapılan yorumların ışığında dönüşüm geometrisi, dijital öyküleme ve kavram imajı konularında çalışma yapmak isteyen araştırmacılara ve eğitimcilere yönelik önerilere de yer verilmiştir.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu bölümde araştırmadan elde edilen sonuçlar açıklanmıştır. Öncelikle katılımcıların dönüşüm geometrisi kavramları ile ilgili uygulama öncesindeki kavram imajlarına ilişkin sonuçlar ele alınmıştır. Ardından dijital öyküleme seansları sırasında katılımcıların kavram imajlarındaki değişimlere ilişkin sonuçlar sunulmuştur.

Bu araştırmada amaç ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının dönüşüm geometrisi kavramlarına ilişkin kavram imajlarını belirleyip ortaya koymak ve kavram imajlarını dijital öyküleme sürecinde incelemektir. Yapılan nitel analiz sonucunda öğretmen adaylarının sahip olduğu simetri, öteleme, dönme, yansıma imajları, Tall ve Vinner'in (1981) kavram imajı – kavram tanımı teorisi göz önünde tutularak belirlenmiştir. Ayrıca simetri, öteleme, dönme, yansıma kavramlarını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacakları ve öteleme, dönme ve yansıma kavramlarının parametreleri ölçülmeye çalışılmıştır. Öğretmen adaylarının verdiği yanıtlardan yola çıkılarak dönüşüm geometrisi kavramlarıyla ilgili kavram imajlarının düşük olduğu söylenebilir. Bunun yanında öğretmen adaylarının matematiksel dil kullanımında ve ifade ediş tarzlarında eksiklikler olduğu görülmüştür.

5.1.1. Uygulama Öncesi Ön Görüşme Formu Verilerine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Araştırmamızın ilk problemi olan; İlköğretim matematik öğretmen adaylarının simetri, yansıma, dönme ve öteleme kavramlarına ve parametrelerine ait kavram imajları nelerdir? Sorusuna yanıt bulabilmek adına uygulama öncesi 154 ilköğretim matematik adayına ön görüşme formu dağıtılmış ve dönüşüm geometrisi kavramlarına ait kavram imajları tespit edilmiştir. Ön görüşme formunda katılımcılardan simetri, öteleme, yansıma ve dönme

kavramlarını detaylı şekilde tanımlamaları, simetri, öteleme, yansıma ve dönme kavramlarını ortaokul öğrencisine nasıl anlatacakları, öteleme, yansıma ve dönme kavramlarının parametrelerini belirtmeleri ve son olarak simetri ve yansımanın benzerlik ve farklılıklarını detaylı şekilde yazmaları beklenmiştir. Katılımcılar soruları boş bırakmak yerine farklı açıklamalar yapmaya kendilerini zorlamışlardır.

Simetrinin tanımı ile ilgili birinci soruya verilen yanıtlar incelendiğinde, katılımcıların tanımlarında genellikle bir doğru ya da ekseni referans alarak ve eşliğe vurgu yaptıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarının %53,8'i "doğru" imajına %38,3 'ü "eşlik" imajına sahiptir. Ötelemenin tanımı ile ilgili üçüncü soruya verilen yanıtlar incelendiğinde, katılımcıların tanımlarında genellikle yön belirttikleri ve konum değişikliğine vurgu yaptıkları görülmüştür. Öteleme konusunda öğretmen adaylarının %53,8'i "yön" imajına %45,4 'ü "konum" imajına sahiptir. Yansımanın tanımı ile ilgili altıncı soruya verilen yanıtlar incelendiğinde, katılımcıların tanımlarında ayna görüntüsü, ayna yansıması ve yönün değişmesi gerektiği durumuna vurgu yaptıkları görülmüştür. Yansıma konusunda öğretmen adaylarının %33'ü "ayna" imajına %28,5'i "zıt yön" imajına sahiptir. Dönmenin tanımı ile ilgili dokuzuncu soruya verilen yanıtlar incelendiğinde, katılımcıların tanımlarında bir nokta etrafında dönme ve bir açıyla dönme şeklinde cevaplar verdiği görülmüştür. Dönme konusunda öğretmen adaylarının %38,3'ü "açı" imajına %35'i "nokta" imajına sahiptir. Katılımcıların dönme kavramı, parametreleri ve ortaokul öğrencilerine nasıl anlatacağı konusundaki cevaplarına bakıldığında, yönlü açı kavramı hakkında imajlarının hatalı ya da eksik olduğu görülmüştür. 3. Sınıflardan yalnızca 1 katılımcı pozitif, negatif yön ifadesini tanımında kullanmış, 10 katılımcı da saat yönü ve tersi ifadesini kullanmıştır. Bunun dışında 29 katılımcı tanımlarında yön ifadelerine matematiksel alan dilinde karşılığı olmayan sağ/sol, yön değişmesi, belirli bir yönde gibi ifadeler kullanmıştır. Bu katılımcı öğretmen adaylarının %74'ünün dönme dönüşümünde yön konusunda bir kavram imajlarının olmadığını, %18,8'inin yön kavram imajlarının hatalı olduğunu göstermektedir.

Karadeniz, Baran, Bozkuş ve Gündüz'ün (2015) ilköğretim matematik öğretmen adaylarının simetri kavramına ilişkin kavram yanılgılarının araştırdıkları çalışmalarında, katılımcıların büyük çoğunluğunun yansıma ve simetri ekseni kavramını tanımlayamadığı, doğru cevapların da matematiksel dilden uzak olduğu, genellikle yansıma sonucu elde edilen görüntünün ters olma durumunu gözden kaçırdıkları, simetri eksenine yönelik cevapların doğru tanımdan uzak olduğunu sonuçlarına ulaşmış ve kavramsal öğrenmeye önem verilmesi

gerektiğini belirtmiştir. Araştırmada öğretmen adayları yansıma ve simetri ekseni kavramını tanımlarken genelde nasıl uygulanacağını bilmesine rağmen formal tanım konusunda zorlanması bulgusu bu sonuçla örtüşmektedir.

Araştırmamızın ikinci problemi olan; İlköğretim matematik öğretmen adaylarının simetri, yansıma, dönme ve öteleme kavramlarını ortaokul öğrencisine anlatma hakkındaki görüşleri nelerdir? Sorusuna yanıt bulabilmek adına dağıtılan ön görüşme formundaki cevaplar analiz edildiğinde öğretmen adaylarından 1. Sınıf katılımcılarının simetri kavramını ortaokul öğrencilerine nasıl anlatacaklarına dair veriler incelendiğinde, toplam 39 katılımcıdan %61,5'i düz anlatım kullanacağını belirtmiştir. 2. Sınıf katılımcılarının simetri kavramını ortaokul öğrencilerine nasıl anlatacaklarına dair veriler incelendiğinde, katılımcıların %48,8'i şekli ve simetriğini çizerek tanımlayarak düz anlatım yapacağını belirtmiştir. 3. Sınıf katılımcılarının simetri kavramını ortaokul öğrencilerine nasıl anlatacaklarına dair veriler incelendiğinde, katılımcıların %45,5'i benzetim yöntemini kullanacağını, %27,3'ü problem çözme ekinlikleri yapacağını ve %22,7'si düz anlatım kullanacağını belirtmiştir. 4. Sınıf katılımcılarının simetri kavramını ortaokul öğrencilerine nasıl anlatacaklarına dair veriler incelendiğinde, %51,9'u öğretim etkinliklerinde ayna kullanacağını belirtmiş ancak bunu detaylandırmamıştır. Katılımcıların büyük çoğunluğu katlama ve ayna etkinlikleri üzerinden öğretim etkinlikleri yapacağını belirterek düz anlatım kullanacağını belirtmiştir. 1. Sınıf katılımcılar toplamda 5 farklı, 2. Sınıf katılımcılar 9 farklı, 3. Sınıf katılımcılar 10 farklı, 4. Sınıf katılımcılar 9 farklı öğretim yöntem ve tekniği kullanacağını belirtmiştir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun öğrenci merkezli yöntem ve tekniklerdense öğretmen merkezli uygulamalara yöneldiği sonucuna ulaşılmıştır.

Güven ve Karataş (2004) ilköğretim matematik öğretmen adaylarının zihinlerindeki sınıf ortamı tasarım modellerini belirlemeyi amaçladığı araştırmada öğretmen adaylarının derslerinde elektronik ve görsel materyaller kullanarak, sınıf düzenini değiştirerek, öğrenci sayısını azaltarak geleneksel sınıf ortamından farklı ortamlar oluşturmaya çalıştığını fakat bu değişimleri öğrenci merkezli uygulamalar için değil öğretmen merkezli uygulamalar için tasarladığı sonucuna ulaşmıştır. Araştırmanın bulguları bu sonuçla örtüşmektedir. Son yıllarda matematiksel kavram öğretiminde farklı öğretim yöntemlerinin ve teknoloji kullanımının sıkça araştırıldığı göz önüne alındığında, öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun simetri, yansıma, dönme ve öteleme kavram öğretimi konusunda farklılaşan yöntemlerdense düz anlatıma yöneldiği sonucuna ulaşılmıştır. Koyunkaya ve Taşdan (2019), matematik öğretmen

adaylarının teknoloji temelli bir ders sonunda hazırladıkları ders planlarını değerlendirdiği araştırmada, öğretmen adaylarının teknolojiyi etkili bir şekilde derslerine entegre edip öğretim program hedefleri ve öğretim stratejileri/yöntemleri ile uyumlu ders planları geliştirirken, alan, pedagoji ve teknoloji bilgilerini sentezleme konusunda zorluk çektikleri sonucuna ulaşmıştır. Araştırmanın bulguları bu sonuca paralel olarak matematik öğretmen adaylarının bu konudaki eksikliklerinin tamamlanmasına yönelik uygulamalar yapılabileceği yönündedir.

5.1.2. Dijital Öyküleme Çalışması Öncesi Görüşmelere İlişkin Tartışma ve Sonuç

Ön görüşme formu uygulandıktan sonra yapılan çevrimiçi görüşmelerde öğretmen adaylarının kavram imajlarını açığa çıkaracak ve verdikleri cevapları daha derin bir şekilde anlamak üzere sorular sorulmuştur. Öncelikle kavram imajı güçlü olan katılımcılar (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4) ile odak grup görüşmesi yapılmıştır. Simetrinin tanımında "Bir cismin bütün noktalarının kenarlarının bir eksene göre eşit uzaklıkta oluşturduğumuz şekil." yanıtını veren Ö3 kodlu öğretmen adayına, tanımında kenardan bahsetmiştin. Ancak çemberi düşünelim çemberin simetriği yok mudur? Şeklinde soru yöneltildiğinde, tanımını düzenlemek istemiş ve "Bir cismin bir eksene göre eşit uzaklıkta oluşturduğumuz şekiller" şeklinde düzenlemiştir. Katılımcının tanımın üzerinde düşünmesi sağlandığında tanımını savunmadığı ve doğrudan değiştirdiği görülmüştür. Burada tanımlar üzerinde düşünmenin ve sorgulatmanın önemi vurgulanabilir. Araştırmacı katılımcıların kavram imajlarını derinlemesine analiz etmek üzere simetri ekseni nedir şeklinde soru yöneltmiştir. Katılımcılardan Ö1 ve Ö3 simetri ekseninin gerçek bir görüntü olduğunu, Ö4 simetri ekseninin hayali bir görüntü olduğunu, Ö2 ise hayali ya da gerçek olabileceğini belirtmiştir.

Katılımcının düzelmiş tanımında cisim kelimesi ile başlayıp şekil kelimesi ile devam ettiği görülmüştür. Bunun üzerine katılımcının bu kavramları ne kadar anlamını bilerek kullandığı merak edilmiştir. Katılımcıların dil kullanımlarına dair dikkat çekici detaylar ön görüşme formlarında da karşımıza çıkmıştır. Katılımcılardan birisi "Simetri 2 boyutlu cisimlerde yansıma 2 ve 3 boyutlu cisimlerde bakılır." diyerek cisimlerin hem 2 boyutlu hem 3 boyutlu olabileceğini belirtmiştir. Örneğin bir katılımcı "doğru ile yaptığı konum" ifadesini kullanmıştır. "Doğruya göre konumu" ifadesi yerine bu ifadeyi kullanmayı tercih ettiği düşünülmüştür. Bir katılımcı yansıma kavramını "Olguların taklididir." Şeklinde tanımlamıştır. Dahası katılımcılar bazı tanımlarda bunların yanında "şekiller bütünü, simgeler bütünü, harf, sembol, varlık, düzen, madde, durum, sabit noktalar kümesi, ifade" gibi özneler kullanmıştır. Katılımcılardan birisi simetri kavramını "kağıdın uçlarını birleştirdiğinde denk

gelirse" şeklinde öğrencilere anlatabileceğini belirtmiştir. Bir katılımcının dönme kavramını tanımlarken "derecesel olarak" ifadesini kullandığı görülmüştür. Bir diğer katılımcı ise dönme kavramını "Belirli derecelerde kullanılarak konum değiştirmektir." Şeklinde tanımlamıştır. Bir katılımcı tanımında "doğru" terimini kullanmış ancak çiziminde eğri gösterimi yapmıştır. Katılımcılardan birisi yansımayı "Belirli bir yüzeye göre yapılan eylem." Şeklinde tanımlamıştır. Bir katılımcı dönmeyi "şeklin attığı tur sayısı" olarak tanımlamıştır. Bir katılımcı dönme tanımında "bükülme" ifadesini kullanmıştır. Bir katılımcı "Simetri bir noktaya göre uzanım, yansıma bir noktaya göre değişimdir." cevabını vermiştir.

Verimli bir matematik eğitimi için, öğretmenler matematiğin üzerinde düşünülmesi gereken bir düşünce bilimi olduğunun farkına varmalı ve öğrencilerini bu şekilde yönlendirmeleri gerekmektedir (Zembat, 2007). Yeşildere (2007), ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel alan dilini kullanma yeterliklerini belirlemek ve matematiksel alan dilinin doğru kullanımının önemini vurgulamayı amaçladığı çalışmasında kullanılan matematiksel ifadelerin doğruluğuna bakmaksızın, alan dilini uygun şekilde kullananların %36 olduğunu, kullanılan matematiksel ifadelerin doğruluğuna bakılmaksızın, alan dilini tamamen yanlış kullananların yüzdesinin ise %45 olduğunu ve matematiksel dilin kullanımında öğretmen adaylarının yetersiz olduğunu belirtmektedir. Öğretmen adaylarının matematiksel alan dili kullanımındaki hataların nedenlerini daha derinlemesine incelemek için katılımcılara "Cisim nedir?" sorusu yöneltilmiştir. Ö3 "herhangi bir nesnedir. Genellikle alıştığımız için hep geometrik şekiller, kare üçgen ya da dikdörtgen gibi şekiller ilk aklıma geliyor. Kare, dikdörtgen bir cisimdir." cevabını vermiştir. Ö4 "boşlukta yer kaplayan her şey cisimdir, nokta da doğru da bir cisimdir. " demiştir. Ö1 ve Ö2 de bu fikre katıldıklarını ve geometrik cisimlerin birer cisim olduğunu belirtmiştir. Katılımcılara bu kez o halde şekil nedir, şekil ve cisim arasındaki fark nedir? Şeklinde sorulmuştur. Yeşildere'nin (2007) bulgularıyla uyumlu olarak katılımcıların geometrinin temel kavramları olan cisim, şekil ve nesne kavramları konusunda hatalı bilgilere sahip oldukları görülmüştür. Yaptıkları tanımlarda bu kavramları kullanmaları onların hatalı bilgileri üzerinden fikir yürütmelerini zorlaştırabilmektedir.

Ardından katılımcıların öteleme kavramı konusundaki kavram imajlarını daha yakından incelemek amacıyla bu kavramı tanımlamaları beklenmiştir. Ö1'in, "Yön ve uzunluk kavramı kullanılarak yapılan hareketler. 3 birim sağa 5 birim aşağı gibi. Bu hareketler noktaya yani boyutlu her cisme yapılabilir." Şeklinde yapmış olduğu tanımda yine

matematiksel alan dilini kullanmada hatalar görülmüştür. Bununla birlikte dört katılımcının da "yön" imajına sahip olduğu yapmış oldukları tanımlara dayanarak söylenebilir. Katılımcılardan yansıma kavramını tanımlamaları istenmiştir. Yansıma kavramı tanımlarına bakıldığında üç katılımcı yönün değiştiğini vurgulamıştır. Tüm katılımcılar yansımada hayali bir görüntü oluştuğunu belirmiştir. Katılımcılardan dönme kavramını tanımlamaları istenmiştir. Katılımcıların hepsi dönme ve yansımada da noktaya göre eşit uzaklık olması gerektiğini belirmiştir. Dönme için katılımcılardan Ö1, Ö3 ve Ö4 "yalnızca konumu ve yönü değişir şekli sabit kalır" yorumunu yapmış ancak Ö4 yeni bir şekil oluştuğunu belirtmiştir. Ö2 bence yönü değişmez şeklinde belirtmiştir. Katılımcılara yansıma ve simetri arasındaki farklar ve benzerlikler sorulmuştur. Ö3 ikisinde de eksen ve eşit uzaklık olmalı, Ö1 ve Ö2 ikisinde de aynı şekil ya da cisim kalmalı, Ö4 ikisinde de yeni bir şekil ve cisim oluşmalı cevaplarını vermiştir. Koçak (2020) ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının temel geometrik kavramlara yönelik kavram imajlarını incelediği çalışmasında, öğretmen adaylarının simetri kavramı ile yansıma dönüşümüne yönelik imajlarının tutarsız olduğu, açıklamada zorluk çektikleri ve zihinsel çatışma yaşadıklarını belirtmektedir. Araştırmamızda da hem odak grup görüşmelerinden hem de ön görüşme formlarından alınan veriler incelendiğinde sonuçlarımız bu araştırmanın bulgularıyla örtüşmektedir. Bu durum aynı zamanda Tall ve Vinner (1981)'ın, kavram imajının her zaman birbiriyle tutarlı olmayabileceği görüşüyle örtüşmektedir.

Kavram imajı güçlü olan katılımcılarla yapılan odak grup görüşmesi tamamlandıktan sonra kavram imajı zayıf olan katılımcılarla (Ö5, Ö6, Ö7, Ö8) odak grup görüşmesi yapılmıştır. Katılımcıların hepsi simetri konusunda bir "referans noktası", "birebir eşlik" ve "yönün değişmesi" ve "öteleme" imajlarına sahiptir. Katılımcılardan ötelemenin tanımını yapmaları istenmiştir. Tüm katılımcılar öteleme kavramı konusunda "yön" imajına sahiptir ancak bunu açıklayış biçimleri birbirinden farklıdır. Örneğin Ö8 gerçek hayat örnekleriyle tanımlayarak fayanslarda ilerlemeyi, Ö5 ise x ekseni ve y ekseni üzerinde hareket ettirmeyi belirtmiştir. Bu grupta da katılımcılar tanımlarında cisim ve şekil kelimelerini seçmiştir. Bunun üzerine bu kelimelerin anlamları sorulduğunda tüm katılımcılar "Cisim deyince üç boyutlu ama şekil deyince iki boyutlu diye algılıyorum." şeklinde belirtmiştir. Katılımcılardan dönmenin tanımını yapmaları istenmiştir. Katılımcıların dönme kavramını tanımlarken referans alınan nokta hakkında kafa karışıklığı yaşadıkları ve net bir şekilde tanım yapamadıkları görülmüştür. Katılımcılardan yansıma kavramını tanımlamaları istenmiştir. Katılımcılar bu kavram hakkında da net tanım yapamadıklarını, kafalarının karıştığı ve simetri için yaptıkları tanımın aslında yansımaya uyduğunu belirtmiştir. Ö6 katılımcısının "ayna"

imajı vardır. Bunun nedenlerini anlayabilmek adına bunu örneklendirmesi rica edilmiştir. Simetri için "Iğdır'daki Ö6 ile İzmir'deki Ö6'nın Ankara'ya uzaklığı eşit ama Iğdır'daki Ö6 dağların arasında iken İzmir'deki Ö6 deniz kenarında yani bulundukları ortam farklı.", yansıma için ise "Ankara'ya kocaman ayna koymuşuz gibi düşünelim. Iğdır'daki Ö6 doğrudan aynaya bakıyor, kendi yansımasını gördüğünde hala dağların arasında." şeklinde örneklendirmiştir ve yansımanın yalnızca bir görüntü olduğunu ancak simetrinin varlık olarak bulunduğunu belirtmiştir. Analojiler aracılığıyla öğrencilerin geçmişte edindikleri bilgileri hatırlamaları kolaylaşmakta ve onların kavramlar, olaylar ve nesneler arasında muhakeme yapmaları sağlanmaktadır (Küçükturan, 2003). Önceden edinilmiş kavram yanılgılarını belirlemekte analojiler kullanılmaktadır (Duit, 1991). Ö6'nın bu analojisi neden "ayna" kavram imajına sahip olduğunu etkili bir şekilde açıklamaktadır.

5.1.3. Dijital Öyküleme Çalışmasına İlişkin Tartışma ve Sonuç

Araştırma bulgularından dönüşüm geometrisi kavramlarının M.C. Escher'in hayatı ve eserlerini içeren dijital öyküleme sürecinde öğretmen adaylarının kavram imajlarını geliştirdiği, kendilerini daha iyi ifade eder hale geldiği, eksiklerini fark ettikleri anlaşılmaktadır. Ayrıca geometrinin sanat eserlerinde olduğu konusunda farkındalık yarattığı, derse katılımı artırdığı, konuları gerçek hayatla ilişkilendirmeye yardımcı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durumun nedeni olarak; dijital öykülerin birden fazla duyu organına hitap eden ve geleneksel yöntemden farklı bir yöntem olmasının yanında sanat eserleri ve sanatçının hayatının ilgi çekici olması, kullanılan görsellerin ve sesin çalışma grubuna uygun seçilmesi sayılabilir.

Araştırmanın üçüncü problemi olan; İlköğretim matematik öğretmen adaylarının simetri, yansıma, dönme ve öteleme kavramlarına ve parametrelerine ait kavram imajları dijital öyküleme sürecinde nasıl değişmektedir? Sorusuna yanıt bulabilmek adına öğretmen adaylarına ait ön görüşme formundan elde edilen veriler analiz edildiğinde öğretmen adaylarının hiçbirinin öteleme dönüşümünü birebir ve örten fonksiyon olarak anlamlandıramadıkları ve bu şartı matematiksel olarak gösteremediği belirlenmiştir. Bunun yanında öğretmen adaylarının çoğu ötelemede yön, hareket ve konum değişikliği olduğunu vurgulamıştır. Dijital öykülemede bu konu derinlemesine anlaşılmak istenmiştir. Katılımcılardan birisi M.C. Escher'in Development 1 eserinde öteleme olmadığını öteleme olabilmesi için şekli parçaladığımız zaman özdeş şekiller olması gerektiğini belirterek ne hareket ne yön ne konum değişikliği imajına sahip olduğunu göstermiştir. Ancak yapılan odak

grup görüşmesi sonrası diğer katılımcıların ötelemeyi çizerek göstermesi sonucu katılımcı ikna olmuştur. Katılımcılar eserde bazı şekillerin yalnızca tek eksen üzerinde ötelendiğini, bazı şekillerin ise hem x hem y ekseni üzerinde ötelendiğini belirtmiştir. Öğretmen adayları ötelemenin eksenlerde olması imajına sahiptir. Öncesinde sahip olmayan katılımcılar dijital öyküleme sürecinde ötelemede şeklin korunduğu imajına sahip olmuştur. Ön görüşme formundan elde edilen veriler analiz edildiğinde katılımcıların dönme dönüşümü konusundaki yönlü açı imajlarının neredeyse tamamının eksik ya da hatalı olduğu görülmüştür. Dijital öykülemede bu konu derinlemesine anlaşılmak istenmiştir. Tüm katılımcılar M.C. Escher'in Development 1 eserinde dönme dönüşümü olduğunu belirtmiştir. Bunun üzerine katılımcılara bu eserdeki dönme parametreleri göstermeleri istenmiştir. Katılımcıların beşi "yön" kavramını parametrelerden saymış ancak yine formal dil kullanmada sıkıntı yaşamışlardır. Bunun yanında katılımcılardan birisi yönün yansımaya daha uygun olduğunu bu yüzden dönmede açı olması gerektiğini belirtmiştir. Bu bulgu Polat'ın (2019) araştırmasının sonuçlarıyla örtüşmektedir. Dijital öyküleme sürecinde öğretmen adayları yansıma, öteleme ve dönme kavramlarının parametrelerini belirleme konusunda daha net düşüncelere sahip olmuştur. Öğretmen adaylarının yansıma, dönme ve öteleme dönüşümleri ile ilgili sembollerin anlamlarını, nerede kullanıldıklarını ve birbirleri arasında olan ilişkiyi belirtmede eksiklikler yaşadığı belirlenmiştir. Örneğin, iki kez simetri aldığımızda ötelemeyi sağlıyoruz ya da belli bir birim sayıya göre ötelenmiş gibi ifadeler kullanmışlardır.

Araştırmanın dördüncü problemi olan; İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dijital öykülemenin matematik öğretiminde kullanıma dair görüşleri nelerdir? Sorusuna yanıt bulabilmek adına elde edilen verilen analiz edildiğinde, katılımcılar dijital öykülemenin ortaokul seviyesinde dört işlem, kümeler, açılar, kesirler, uzunluk ölçme, katı cisimler, rutin olmayan problemler ve modelleme gibi başlıklarda kullanılmasının gerekli olduğunu ve matematik tarihini bu şekilde aktarmanın etkili olacağını belirtmiştir. Küçükoğlu ve İncikabı (2019) dijital öykülemeyi matematik tarihinde kullanarak "matematiksel bilginin doğuşu", "matematiğin doğası" temaları ışığında hazırlanan görüşme formları ile öğrencilerin matematik tarihini öyküleştirme sürecinde fikirlerinin değişimlerini gözlemlemiştir. Katılımcılara dijital öykülemenin matematik öğretiminde kullanılmasının faydalarına dair düşünceleri sorulmuştur. Öğretmen adayları bu süreçte kendilerindeki eksikleri fark ettiklerini belirtmiştir. Bunun yanında uzamsal beceriyi ve merakı artıracağını, kalıcı ve eğlenerek öğrenme ortamı sağlayacağını belirtmişlerdir. Katılımcıların dijital öyküleme konusunda kalıcı öğrenme noktasına değinmesi, Vinner'ın (1983) sürekli olarak pekiştirilmeyen

unsurların unutulma şansının yüksek olduğu ve öğrencilere sadece bölümün başında değil, tüm öğrenme süreci boyunca istenilen kavram imajını oluşturacak örnekler verilmesi gerektiği fikriyle temellendirilebilir. Öğretmen adayları dijital öykülemenin dikkat çekme, daha iyi yorumlama ve korkuyu azaltma konusunda faydalı olabileceğini belirtmişlerdir. Literatür tarandığında bazı araştırmacıların (Banaszewski, 2005; Woodhouse, 2008; Torun, 2016; Ulum, 2017; Yalçın & Büyükcengiz, 2017; Akgül, 2018; Karataş, 2019; Demir, 2019; Nabilah, 2021) araştırma sonuçlarına göre ortaokul öğrencileri, araştırmamızın katılımcılarının fikirleri paralelinde sonuçlar elde etmiştir. Katılımcıların dijital öykülemenin matematik eğitimi lisans seviyesinde kullanılmasına dair düşünceleri sorulmuştur. Alınan cevaplara göre öğretmen adaylarına göre dijital öyküleme lisans seviyesinde eğitimciler tarafından ders anlatımında, başka derslerin çatısı altında, öğrenciler ödev hazırlarken, ayrı bir ders olarak, dijital öyküleme hazırlama eğitimi verilecek şekilde kullanılabilir. Özpınar (2017) araştırmamızın katılımcıların görüşlerine paralel olarak, matematik öğretmeni adaylarının dijital öyküleme süreci ve dijital öykülerin öğretim ortamlarında kullanımına yönelik görüşlerini aldığı çalışmasında, öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun dijital öykülemenin öğretim etkinliklerinde kullanılması ile ilgili olumlu görüş bildirerek pek çok eğitsel avantajı olduğunu belirttiğini vurgulamaktadır.

5.2. Öneriler

Bu çalışmada ilköğretim matematik öğretmen adaylarının dönüşüm geometrisi konusundaki kavram imajları M.C. Escher'in hayatı ve çalışmalarını içeren dijital öyküleme yolu ile incelenmiştir. Bu ve benzeri birçok çalışmada dönüşüm geometrisine yönelik yapılan uygulamalarda öğrenci, öğretmen adayları ve öğretmenlerin sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Benzer çalışma ilköğretim matematik öğretmenleri ve öğrenciler ile gerçekleştirilebilir. Araştırmacılar, yaşanan bu sıkıntıların altında yatan temel nedenleri belirlemek üzere ortaokul ve lise seviyesinde farklı konuları içeren araştırmalar yapabilir. Bunun yanında bu çalışmada dönüşüm geometrisi alanında simetri kavramı, yansıma, öteleme ve dönme dönüşümlerine yönelik, öğretmen adaylarının kavram imajlarının yanında, matematiksel açıklamalar yapmaları, matematiksel temsilleri anlamlandırarak ilişki kurmaları gibi bu süreçte yaşadıkları deneyimleri incelenmiştir. Bu araştırmada, bazı öğretmen adaylarının matematiksel temsilleri anlamlandırmada sıkıntı yaşamalarının gözlenmesine bağlı olarak, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının bu konularda iyileşmelerine yönelik çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Dijital öykülemenin, kavram imajları üzerine etkisini görmek ve genelleme yapabilmek için araştırmacıların geniş örneklemler üzerinde çalışmaları ve nicel yöntemler de kullanarak karma çalışmalara yer vermeleri önerilmektedir. Öğretmen adaylarının simetri kavramı ve yansıma, öteleme ve dönme dönüşümlerine yönelik tanımlamalar yaparken temel matematiksel kavramları tanım içinde bilinçsizce kullandıkları gözlemlenmiştir. Gözlenen bu davranışın nedenleri ve çözümleri de araştırılmaya değerdir. Bu konuda öğretmenlere ve öğretmen adaylarına bir eğitim verilebilir ve eğitimin öncesi ve sonrasında kavram imajlarındaki gelişim incelenebilir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun simetri, yansıma, dönme ve öteleme kavram öğretimi konusunda farklılaşan yöntemlerdense düz anlatıma yöneldiği sonucuna ulaşılmıştır.

Grup tartışmalarının desteklenmesi, öğretmen gözlem ve dönütü ve akran değerlendirme etkili dijital öyküleme sürecinde önemlidir (Kearney, 2011). Bu araştırmada araştırmacı öğretmen adaylarının grup tartışmalarını desteklemiş ve katılımcıların akran fikirleri hakkındaki düşüncelerini belirtmelerini istemiştir. Bu araştırmada öğretmen adayları sık sık eksiklerinin farkına varmış, aslında çok basit ve temel gördükleri matematiksel tanımları yapmakta zorlandıklarını belirtmiştir. Bu zorlanma birbiriyle yakından ilişkili kavramlarda daha sık görülmüştür. Bu durum ile ilgili, dönüşüm geometrisi konusunda öğretim üyelerinin derslerinde ilişkili kavramların ayırt edilmesinde teknoloji temelli yeni yöntemler kullanması önerilmektedir. Bunun yanında öğretmen adaylarının kendi dijital öykülerini oluşturması önerilebilir. Böylece öğretmen adaylarının dijital öyküleri üzerinden kavram imajları incelenebilir. Bu araştırmada öğretmen adaylarının dijital öykülemenin derslerde kullanımına ilişkin olumlu görüşleri dikkate alındığında öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının dijital öyküleme hazırlama becerilerinin gelişimine yönelik çalışmalar yapılması önerilmektedir. Araştırmada yer alan dijital öyküleme Hollandalı sanatçı M.C. Escher'in hayatı ve eserleri üzerinden ve belirlenen yansıma, öteleme, dönme ve yansıma dönüşüm geometrisi kavramları ile sınırlandırılmıştır. İlerleyen çalışmalarda farklı dijital öyküler tasarlanarak öğretmen adaylarının farklı kavramlara ait kavram imajları bu dijital öyküler aracılığıyla incelenebilir. Öğretmen adaylarının/öğretmenlerin/öğrencilerin dijital öyküler ile, kavram imajlarına etkisi olabilecek yöntemler için yeni deneysel çalışmalar yapılabilir. Bu yapılan çalışmalarda onların bireysel özelliklerinin kavram imajlarına etkisinin test edilmesi önerilebilir.

KAYNAKÇA

Açıkgül, K. (2012). *Öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı kullanarak geometrik yer problemlerini çözüm süreçlerinin ve bu süreçlere ilişkin görüşlerinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Akgül, G. (2018). *Fen ve teknoloji dersinde dijital öyküleme sürecinde yaratıcı drama kullanımının başarı, tutum ve bilimsel yaratıcılığa etkisi* [Yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Akman, B. (2002). Okul öncesi dönemde matematik. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 244-248. https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/2072/

Alacacı, C., Erbaş, A. K., & Çetinkaya, B. (2013). Koni kesitleri ve koni kesitlerinin tarihsel gelişimi. İ.Ö. Zembat, F. Özmantar, E. Bingölbali, H. Şandır, ve A. Delice (Edt.), *Tanımları ve Tarihsel Gelişimleriyle Matematiksel Kavramlar* içinde (s.291-308). Pegem Akademi Yayıncılık.

Albano, G., & Pierri, A. (2014). Digital storytelling for improving mathematical literacy. *Technology, creativity and affect in mathematical problem solving.* 23-34. https://core.ac.uk/download/pdf/216322301.pdf#page=35

Albano, G., & Pierri, A. (2017). Digital storytelling in mathematics: a competence-based methodology. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 8(2), 301-312

Alici, N. (2019). *İç mekanda renk ve renklerin insan psikolojisine etkileri* [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Altunbay, M., & Soylu, Ş. (2020). Çocuk edebiyatının disiplinler arası öğrenmeye etkisi: Hikaye ile matematik öğrenimi ve bir kitap incelemesi. *Uluslararası Türkoloji Araştırmaları ve İncelemeleri Dergisi*, 5(1), 17-24. https://uluturkad.org/index.jsp?mod=tammetin&makaleadi=&makaleurl=43c0023b-2796-405e-9bbe-9a656531eb24.pdf&key=44027

Arı, S. (2016). *Görme engelliler için yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılarak giyilebilir mesafe ölçer tasarımı* [Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Arı, K., Çavuş, H., & Sağlık, N. (2010). İlköğretim 6. sınıflarda geometrik kavramların öğretiminde etkinlik temelli öğrenimin öğrenci başarısına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27*(27), 99-112. https://dergipark.org.tr/tr/pub/pauefd/issue/11116/132933

Arslan, N., & Demirtaş, Z. (2015). Oyun destekli öğretimin 5. sınıf temel geometrik kavramlar ve çizimler kazanımlarının öğretiminde öğrenci başarısına etkisi. VII. Ulusal Lisansüstü Eğitim Sempozyumu, 82-88. https://egitim.sakarya.edu.tr/sites/egitim.sakarya.edu.tr/file/ules7_bild_kitap_SON_HAL1.pdf#page=82

Aslan, O. (2019). Z kuşağı çocuklarının matematik öğreniminde 'Çocuk Edebiyatı'. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 32-48. https://dergipark.org.tr/tr/pub/tubad/issue/52863/698416

Atasay, M., & Erdoğan, A. (2017). Matematik ile sanatın ilişkilendirilmesi: Mandala desenlerinin simetri öğretiminde kullanımı. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education,* 6(2), 58-77. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/347163

Avcu, S. (2017). *Prospective middle school mathematics teachers' developing understanding of geometric transformations* [Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Ayvaz-Tunç, Ö. (2016). *Dijital teknolojiler bağlamında dijital öyküleme yaklaşımının güzel sanatlar eğitimine entegrasyonu* [Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Baki, Y. (2015). *Dijital öykülerin altıncı sınıf öğrencilerinin yazma sürecine etkisi* [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Banaszewski, T. M. (2005). *Digital storytelling: Supporting digital literacy in grades 4-12* [Doktora tezi, Georgia Institute of Technology]. GT Library. http://hdl.handle.net/1853/6966

Başdaş, F., & Vural, R. A. (2017). Drama temelli dijital hikaye anlatıcılığı programının 6 yaş çocuklarının bazı sosyal becerilerinin gelişimine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *5*(1), 1-30. https://doi.org/10.30803/adusobed.335056

Bazan, T. (2017). *Ortaokul öğrencilerinin dönüşüm geometrisinde yaşadıkları öğrenme güçlükleri* [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Borel, A. (1983). Mathematics: Art and science. *The Mathematical Intelligencer*, 5(4), 9–17. https://link.springer.com/article/10.1007/BF03026504

Bulut, S., Boz-Yaman, B., & Yavuz, F. D. (2016). 7. Sınıf matematik ders kitaplarında dönüşüm geometrisi işlenişinin öğretim programları açısından değerlendirilmesi. *İlköğretim Online Dergisi*, 15(4), 1164-1190. https://doi.org/10.17051/io.2016.86316

Bulut, F., & Serin, M. K. (2018). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin hikâye yazma becerileri ile problem kurma becerileri arasındaki ilişki. *Eğitim ve Teknoloji*, 2(1), 16-28. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1163481

Casey, B., Kersh, J. E., & Young, J. M. (2004). Storytelling sagas: An effective medium for teaching early childhood mathematics. *Early Childhood Research Quarterly,* 19(1), 167-172. https://www.academia.edu/24538050/Storytelling_sagas_an_effective_medium_for_teaching_early_childhood_mathematics

Ciğerci, F. M. (2015). *İlkokul dördüncü sınıf Türkçe dersinde dinleme becerilerinin geliştirilmesinde dijital hikâyelerin kullanılması* [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Clayton, L. H. (2006). Concept mapping: an effective, active teaching-learning method. *Nursing education perspectives*, 27(4), 197-203. https://cmapsconverted.ihmc.us/rid=1MCY096PD-DGQ0G5-15QX/conceptmap.pdf

Confrey, J. (1981). Conceptual change analysis: Implications for mathematics and curriculum. *Curriculum Inquiry*, 11(3), 243-257. https://doi.org/10.1080/03626784.1981.11075258

Cottrill, J. (2003). An overview of theories of learning in mathematics education research. In Preparing mathematicians to educate teachers: Elementary level workshop. 1-8.

Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches* (2. Baskı). SAGE Publications.

Çağlar, Ş., & Kocadere, S. A. (2015). Çevrimiçi öğrenme ortamlarında oyunlaştırma. *Journal of Educational Sciences & Practices*, 14(27), 83-102. https://www.researchgate.net/publication/304142291_Cevrimici_ogrenme_ortamlarinda_oyunlastirma

Çakıcı, L. (2018). *Dijital öykü temelli matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarı motivasyon ve matematik etkinliklerine yönelik tutumları üzerine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Gaziantep Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Çelik, T. (2019). Teknoloji ve medya okuryazarı vatandaş yetiştirme sürecinde öğrencilerin sosyal medya algılarının metaforlar aracılığıyla incelenmesi. *Uluslararası Eğitim Araştırmacıları Dergisi*, 2(1), 40-57. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/751187

Çetin, İ., Erdoğan, A., & Yazlık, D. Ö. (2015). Geogebra ile öğretimin sekizinci sınıf öğrencilerinin dönüşüm geometrisi konusundaki başarılarına etkisi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, (4), 84-92. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/407494

Çiftçi, M. (2019). *Dijital hikâyelerin ilkokul ikinci sınıf öğrencilerinin okuma becerileri üzerindeki etkisi* [Yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Çinçin, K. (2016). Matematiksel Soyut Kavramlar ile Somut Kavramların Bilgisi. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum Eğitim Bilimleri ve Sosyal Araştırmalar Dergisi,* 5(13), 239-246. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/367657

Davies, A. (2006). *Storytelling in the classroom: Enhancing traditional oral skills for teachers and pupils.* (2. Baskı). SAGE Publications.

Dayan, G. (2017). *İlkokul öğrencilerinin Türkçe dersinde dijital öyküleme çalışmaları* [Yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Dede, Y. & Argün, Z. (2004). Matematiksel düşüncenin başlangıç noktası: Matematiksel kavramlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 39(39), 338-355. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/108394

Demir, Ö. (2018). *5E öğrenme modeli ile 7. sınıf öğrencilerinin dönüşüm geometrisi başarı ve Van Hiele dönüşüm geometrisi düşünme düzeylerinin gelişimi* [Yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Demir, T. (2019). *Dijital öykülerin ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin motivasyon, tutum ve başarılarına etkisi* [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Demirbaş, İ. (2019). *Dijital öykülerin ilkokul öğrencilerinin dinlediğini anlama ve yaratıcı yazma becerilerine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Dietiker, L. (2015). What mathematics education can learn from art: The assumptions, values, and vision of mathematics education. *Journal of Education*, 195(1), 1-10.

Dinçer, B. (2019). *Dijital hikaye temelli matematik öğretiminin ortaokul öğrencilerinin kavram öğrenmeleri üzerine etkileri* [Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Dinçer, Ç., Ergül, A., Şen, M., & Çabuk, B. (2011). Bir topluma hizmet uygulaması örneği: "Haydi kavram oyuncaklarıyla oynayalım". *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(1), 19-38. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/817542

Dönmez, G. (2019). *Lise öğrencilerinin bilgi güvenliği farkındalığı ile dijital okuryazarlığı arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science education,* 75(6), 649-672. https://www.researchgate.net/profile/Reinders-Duit/publication/227566389_The_role_of_analogies_and_metaphors_in_learning_science/links/5658713c08ae1ef9297dbdc2/The-role-of-analogies-and-metaphors-in-learning-science.pdf

Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational studies in mathematics,* 61(1-2), 103-131. https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-006-0400-z

Eisner, E. W. (2002). What can education learn from the arts about the practice of education?. *Journal of curriculum and supervision*, 18(1), 4-16. https://pages.uoregon.edu/koopman/events_readings/coast_group/PNWPrag_2010_secondary.pdf

Eryılmaz, S., & Tatlı, A., (2020). 21. YY 'da Eğitim Ortamlarında Dijital Hikâyelemenin Önemi ve Dijital Hikâye Oluşturma Programlarına Örnekler. Eğitim Bilimlerinde Teori ve Araştırmalar (269-288), Ankara: Gece Publishing.

Foley, L. M. (2013). Digital storytelling in primary-grade classrooms. Arizona State University.

Gider, B. (2019). *Bireysel ve işbirlikli dijital öyküleme uygulamalarının üstün zekalı öğrencilerin yazma performansına ve dil gelişimine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Kırklareli Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Gould, D., & Schmidt, D. A. (2010). Trigonometry comes alive through digital storytelling. The Mathematics Teacher, 104(4), 296-301.

Gowin, D. B., & Novak, J. D. (1984). Learning how to learn. USA: Cambridge University.

Gökçearslan, Ş., & Seferoğlu, S. S. (2016). Ortaokul öğrencilerinin internet kullanım biçimleri: Riskli davranışlar ve fırsatlar. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, *24*(1), 383-404. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/210034

Güler, H. K., & Arslan, Ç. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının düzlemde dönme dönüşümü formüllerini oluşturma sürecinin incelenmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(2), 613-633. https://doi.org/10.17152/gefad.406282

Güven, B., & Karataş, İ. (2004). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının sınıf ortamı tasarımları. *İlköğretim Online*, *3*(1), 25-34. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/91097

Gürbüz, K., & Durmuş, S. (2009). İlköğretim matematik öğretmenlerinin dönüşüm geometrisi, geometrik cisimler, örüntü ve süslemeler alt öğrenme alanlarındaki yeterlikleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 1-22. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/16660

Gürsan, S. (2021). *Teknoloji desteği ile dönüşüm geometrisi öğretiminin matematik öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimine katkısı* [Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Halifeoğlu, Ö. H. (2018). *A new way to tell stories: Digital storytelling for corporate startups* [Yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Harper, S. R. (2002). *Enhancing elementary pre -service teachers' knowledge of geometric transformations*. Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (251111546). Retrieved from https://www.proquest.com/dissertations-theses/enhancing-elementary-pre-service-teachers/docview/251111546/se-2

Harel, G., & Kaput, J. (1991). The role of conceptual entities and their symbols in building advanced mathematical concepts. *Advanced mathematical thinking*, 82-94. https://mathweb.ucsd.edu/~harel/pdf/Conceptual%20Entities.pdf

Hathorn, P. P. (2005). Using digital storytelling as a literacy tool for the inner city middle school youth. *The Charter Schools Resource Journal,* 1(1), 32-38. https://stu.westga.edu/~jsherwo1/mysite11/Resource/7585_DigitalStory_jsh.pdf

Heo, M. (2009). Digital storytelling: An empirical study of the impact of digital storytelling on pre-service teachers' self-efficacy and dispositions towards educational technology. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 18(4), 405-428. https://www.researchgate.net/publication/234574538_Digital_Storytelling_An_Empirical_Study_of_the_Impact_of_Digital_Storytelling_on_Pre-Service_Teachers%27_Self-Efficacy_and_Dispositions_towards_Educational_Technology

Hilton, P., & Pedersen, J. (1986). Symmetry in mathematics. *Computers & Mathematics with Applications,* 12(1-2), 315-328. https://core.ac.uk/download/pdf/82672433.pdf

Istenic Starčič, A., Cotic, M., Solomonides, I., & Volk, M. (2016). Engaging preservice primary and preprimary school teachers in digital storytelling for the teaching and learning of mathematics. *British Journal of Educational Technology*, 47(1), 29-50. https://doi.org/10.1111/bjet.12253

İlaslan, S. (2013). *Middle school mathematics teachers' problems in teaching transformational geometry and their suggestions for the solution of these problems* [Yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

İnan, C. (2015). A digital storytelling study project on mathematics course with preschool pre-service teachers. *Educational Research and Reviews*, 10(10), 1476-1479. https://doi.org/10.5897/ERR2015.2247

İslim, Ö. F., Özüdoğru G. & Sevim-Çırak, N. (2018). The use of digital storytelling in elementary Math teachers' education. *Educational Media International*, 55(2), 107-122. https://doi.org/ 10.1080/09523987.2018.1484045

Jones, K. (1995). Researching the learning of geometrical concepts in the secondary classroom: problems and possibilities. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 15(2), 31-34. http://eprints.soton.ac.uk/id/eprint/41317

Kahraman, Ö. (2013). *Dijital hikayecilik metoduyla hazırlanan öğretim materyallerinin öğrenme döngüsü giriş aşamasında kullanılmasının fizik dersi başarısı ve motivasyonu düzeyine etkisi* [Doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Karademir, E. (2020). *21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesinde dijital öyküleme uygulamaları: Özel yetenekli ilkokul öğrencileri örnekleminde öğrenme ve yenilenme becerileri* [Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Karadeniz, M. H., Baran, T., Bozkuş, F., & Gündüz, N. (2015). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının yansıma simetrisi ile ilgili yaşadıkları zorluklar. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT),* 6(1), 117-138. https://doi.org/10.16949/turcomat.71538

Karakoyun, F. (2014). *Çevrimiçi ortamda oluşturulan dijital öyküleme etkinliklerine ilişkin öğretmen adayları ve ilköğretim öğrencilerinin görüşlerinin incelenmesi* [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Karataş, B. (2019). *Dijital öykü kullanımının sosyal bilgiler dersinde öğrencilerin akademik başarı ve tutumlarına etkisi* [Yüksek lisans tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Katipoğlu, S. N. (2019). *Hikaye yoluyla matematik öğretiminin öğrencilerin matematik başarısına etkisi* [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Kaya-Yıldırım. E. N. (2019). *Dijital hikaye anlatıcılığı ve yerinden edilmiş kimlikler: Instagram'da mülteci ve sığınmacı kimliklerinin inşası* [Yüksek lisans tezi, Yalova Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Kaya, O. & Tekiner-Tolu, A. (2017). Yabancı dil öğretiminde (Almanca) dijital hikaye anlatım yönteminin araştırılması. *Dil Dergisi*, 168(1), 5-20. https://doi.org/10.1501/Dilder_0000000235

Kayalı, D. (2019). *Dijital öyküleme yöntemi aracılığıyla 6. sınıf öğrencilerinin tasarım odaklı düşünme becerilerinin geliştirilmesine yönelik bir eylem araştırması* [Yüksek lisans tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Kearney, M. (2011). A learning design for student-generated digital storytelling. *Learning, Media and Technology*, 36(2), 169-188. https:doi.org/10.1080/17439884.2011.553623

Keogh, B., & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: an evaluation. *International Journal Of Science Education*, 21(4), 431-446. https://doi.org/10.1080/095006999290642

Kim, D., & Li, M. (2021). Digital storytelling: Facilitating learning and identity development. *Journal of Computers in Education*, 8, 33-61. https://doi.org/10.1007/s40692-020-00170-9

Korkmaz, E., & Tutak, T. (2017). Dönüşüm geometrisi konularının gerçekçi matematik eğitimi etkinlikleriyle işlenmesinin öğrenci başarısına ve matematik tutumuna etkisi. *Disiplinlerarası Eğitim* Araştırmaları *Dergisi,* 1(2), 30-42. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/387326

Koyunkaya, M. Y., & Taşdan, B. T. (2019). Matematik öğretmen adaylarının ders planlarının teknoloji entegrasyonu açısından değerlendirilmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 1137-1166. https://doi.org/10.17494/ogusbd.555139

Krueger, R.A. (1994). *Focus Groups: A Practical Guide For Applied Research*. (2. Baskı). SAGE Publications.

Kuan, T. H., Shiratuddin, N., & Harun, H. (2012). Core elements of digital storytelling from experts' perspective. Knowledge Management International Conference, Johor Bahru, Malaysia, 397-402. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4832.3043

Kutlucan, E., Çakır, R., & Ünal, Y. (2018). Action research on values education given with digital storytelling. *Kastamonu Journal of Education*, 27(5), 2187-2202. https://doi.org/ 10.24106/kefdergi.3388

Küchemann, D. (1981). Reflection and rotation. In J. Murray (Ed.), Children's Understanding of mathematics: 11-16, 137-157. Great Britain: Athenoeum Press Ltd.

Küçükoğlu, U., & İncikabı, L. (2020). Ortaokul öğrencilerinin matematik tarihi hakkında dijital öykü tasarım süreçleri ve bu deneyimlerine yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Türk Akademik Yayınlar Dergisi (TAY Journal),* 4(2), 179-198. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1453970

Küçükturan, G (2003). Okul öncesi fen öğretiminde bir teknik: Analoji. *Milli Eğitim Dergisi*, 157, 16-21. http://dhgm.meb.gov.tr/yayimlar/dergiler/milli_egitim_dergisi/157/kucukturan.htm

Lambert, J. (2010). *The digital storytelling cookbook*. Digital Diner Press.

Lansdell, J. M. (1999). Introducing Young Children to Mathematical Concepts: Problems with 'new' terminology. *Educational Studies*, 25(3), 327-333. https://doi.org/10.1080/03055699997837

Lee, W. O., & Tan, J. P-L. (2018). The new roles for twenty-first-century teachers: Facilitator, knowledge broker and pedagogical weaver. In H. Niemi, A. Toom, A. Kallioniemi & J. Lavonen (Eds.). *The Teacher's Role in Changing Global World: Resources and Challenges*

Related to the Professional Work of Teaching. (11- 31). Rotterdam, the Netherlands: Brill, Sense Publishers.

Leikin, R., Berman, A. & Zaslavsky, O. (1997). Defining and understanding symmetry, proceeding of PME 21. 3, 192-199. https://nyuscholars.nyu.edu/en/publications/defining-and-understanding-symmetry

Lockwood, E.H., & Macmillan, R.H. (1978). *Geometric symmetry*. Cambridge University Press.

Martin, G. E. (2012). *Transformation geometry: An introduction to symmetry*. Springer Science & Business Media.

MEB. (2018a). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)* Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

MEB (2018b). *Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)* Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

MEB (2018c). *Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 9, 10, 11 ve 12. Sınıflar)* Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

MEB (2020, Mayıs). Ailelere yönelik "siber zorbalık" ve "güvenli internet kullanımı" kılavuzları yayınlandı. Erişim adresi https://orgm.meb.gov.tr/www/ailelere-yonelik-siber-zorbalik-ve-guvenli-internet-kullanimi-kilavuzlari-yayinlandi/icerik/1251

Mutlu, İ. (2010). *Bazı geometrik kavramların öğrenilmesine 4 MAT öğretim yöntemi ve öğrenme stilinin etkisi* [Yüksek lisans tezi, Erzincan Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Mutlu, Y., & Söylemez, İ. (2018). Matematiksel kavram yanılgıları konusunda yapılmış yüksek lisans ve doktora tezlerinin incelenmesi. *Başkent University Journal of Education*, 5(2), 187-197. https://buje.baskent.edu.tr/index.php/buje/article/view/166

Nabilah, E. (2021). Hubungan Kecemasan Matematika dan Digital Storytelling Terhadap Math Literacy Pada Siswa Sekolah Menengah Pertama dalam Pembelajaran Matematika Pada

Kelas Virtual. Jurnal Cendekia: *Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(3), 2152-2163. https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.769

Nakahara, M. (2003). *Geometry, topology and physics*. CRC press.

Naylor, S., & Keogh, B. (2013). Concept cartoons: what have we learnt? *Journal of Turkish Science Education,* 10(1), 3-11. https://www.tused.org/index.php/tused/article/view/273/223

National Council of Teachers of Mathematics, (NCTM). (2020). Standards for the Preparation of Middle Level Mathematics Teachers https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/NCTM_Middle_School_2020_Final.pdf adresinden 21.03.2023 tarihinde alınmıştır.

Niemi, H., Niu, S., Vivitsou, M., & Li B., (2018). Digital storytelling for twenty-first-century competencies with math literacy and student engagement in China and Finland. *Contemporary Educational Technology*, 9(4), 331-353. https://doi.org/10.30935/cet.470999

Niemi, H., Niu, S. J., Li, B., & Vivitsou, M. (2019). Supporting Student Learning Toward Twenty-First-Century Skills Through Digital Storytelling. In Shaping Future Schools with Digital Technology, 95-112. Springer, Singapore.

Niemi, H., & Niu, S. J. (2021). Digital storytelling enhancing Chinese primary school students' self-efficacy in mathematics learning. *Journal of Pacific Rim Psychology*, 15, 1-17. https://doi.org/10.1177/1834490921991432

Noto, M. S., Priatna, N., & Dahlan, J. A. (2019). Analysis of learning obstacles on transformation geometry. *In Journal of Physics: Conference Series,* 1157(4), 1-5. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042100

Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science education*, 86(4), 548-571. https://doi.org/10.1002/sce.10032

Nuray, M. O. (2017). *The factors affecting integration of communication on multi-screen digital story telling design for autotmotive consumers* [Yüksek lisans tezi, Bilgi Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Ojose, B. (2015). Students' misconceptions in mathematics: Analysis of remedies and what research says. *Ohio Journal of School Mathematics*, (72), 30-34. https://kb.osu.edu/bitstream/handle/1811/78927/1/OJSM_72_Fall2015_30.pdf

Özkuzukıran, P. U., Kayabaşı, Y. (2020). Matematik dersinde öyküleme yoluyla öğretimin akademik başarı, kalıcılık ve motivasyona etkisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi,* 9(2), 35-46. http://www.jret.org/FileUpload/ks281142/File/4a..pinar_ulupinar_ozkuzukiran_.pdf

Özpinar, İ. (2017). Preservice mathematics teachers' opinions on the use of digital stories and ınstructional environments. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(3), 1189-1210. https://doi.org/10.14686/buefad.340057

Özpınar, İ., Gökçe, S., & Yenmez, A. A. (2017). Effects of Digital Storytelling in Mathematics Instruction on Academic Achievement and Examination of Teacher-Student Opinions on the Process. *Journal of Education and Training Studies*, 5(10), 137-149. https://doi.org/10.11114/jets.v5i10.2595

Öztoprakçı, S. ve Çakıroğlu, E. (2013). Dörtgenler. İ.Ö. Zembat, F. Özmantar, E. Bingölbali, H. Şandır, ve A. Delice (Edt.), *Tanımları ve Tarihsel Gelişimleriyle Matematiksel Kavramlar* içinde (s.249-272). Pegem Akademi Yayıncılık.

Polater, C. (2019). *İlkokul dördüncü sınıfta dijital öykü yöntemiyle değerler eğitimi* [Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Porter, B. (2004). *Digitales: The art of telling digital stories*. USA: Bernajean Porter Consulting.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Toward a theory of conceptual change. *Science education,* 66(2), 211-227. https://staff.fnwi.uva.nl/e.joling/vakdidactiek/documenten/posner.pdf

Pressley, A. N. (2010). *Elementary differential geometry*. Springer Science & Business Media.

Psomos, P., & Kordaki, M. (2015). A novel educational digital storytelling tool focusing on students misconceptions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, 82-86. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.476

Raymond, S. (2008). *Digital Storytelling in the Classroom: New Media Pathways to Literacy, Learning, and Creativity.* Corwin Press.

Robin, B. R. (2008). Digital storytelling: A powerful technology tool for the 21st century classroom. *Theory into practice*, 47(3), 220-228. http://doi.org/ 10.1080/00405840802153916

Robinson, S. (2002). MC Escher: More mathematics than meets the eye. *SIAM News,* 35(8). http://shann.idv.tw/Teach/liberal/CMW/Escher/Escher-SIAM.pdf

Schattschneider, D. (2010). The mathematical side of MC Escher. *Notices of the AMS, 57(6), 706-718.*
https://community.ams.org/journals/notices/201006/rtx100600706p.pdf?adat=June/July%202010&trk=201006rtx100600706p&cat=feature&galt=feature

Simon, M. A. (2017). Explicating mathematical concept and mathematical conception as theoretical constructs for mathematics education research. *Educational Studies in Mathematics,* 94(2), 117-137. https://doi.org/10.1007/s10649-016-9728-1

Simon, M. A., & Blanton, M. (2018). Learning through activity: studying and promoting reflective abstraction of mathematical concepts (Special section). Journal of *Mathematical Behavior*, 52, 92–229. https://www.sciencedirect.com/journal/the-journal-of-mathematical-behavior/special-issue/10DW1H41PWM

Soylu, Ş. (2020). *Yansıtıcı yazma uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin üst biliş ve duyuşsal özelliklerine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Spalding, E., & Wilson, A. (2002). Demystifying reflection: A study of pedagogical strategies that encourage reflective journal writing. *Teachers college record*, 104(7), 1393-1421. https://doi.org/110.1111/1467-9620.00208

Strang, G. (2006). *Linear algebra and its applications.* Thomson, Brooks/Cole.

Şataf, H. A. (2010). *Bilgisayar destekli matematik öğretiminin ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin "dönüşüm geometrisi" ve "üçgenler" alt öğrenme alanındaki başarısı ve tutuma etkisi (Isparta örneği)* [Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Şentürk Leylek, B. (2018). *İlkokul üçüncü sınıf öğrencilerinin okuma becerilerinin gelişiminde ve okumaya yönelik tutumlarında dijital hikayelerin etkisi* [Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Tall, D. (1980). Mathematical intuition, with special reference to limiting processes. *In Proceedings of the Fourth International Conference for the Psychology of Mathematics Education,* 12, 151-169. https://homepages.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot1980d-int-lims-pme.pdf

Tall, D. (1993). Students' difficulties in calculus. Proceedings of Working Group 3 on Students' Difficulties in Calculus. *ICME*-7, Quebec, Canada, 13-28. https://homepages.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot1993k-calculus-wg3-icme.pdf

Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational studies in mathematics,* 12(2), 151-169. https://link.springer.com/article/10.1007/BF00305619

Tetik, T. (2020). *Özel yetenekli ilkokul öğrencilerinin yazma becerilerinin desteklenmesinde dijital öyküleme etkinlikleri: Eylem araştırması* [Doktora tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Thaqi, X., Gimenez, J., & Rosich, N. (2011). Geometrical transformation as viewed by prospective teachers. In M. Pytlak, T. Rowland, & E. Swoboda (Eds.), *Proceedings of the seventh congress of the European Society for Research in mathematics education* (pp. 578–587). Poland: University of Rszeszow.

Tok, Ş. (2010). Yansıtıcı düşünmeyi geliştirici etkinliklerin öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğine yönelik tutumlarına, performanslarına ve yansıtmalarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 33(149), 104-117. http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/644/116

Torun, B. (2016). *Ortaokul 6. sınıf hücre konusunda dijital öykü kullanımının öğrenci başarısı, tutumu ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

TÜİK (2020, Ağustos). Hanehalkı Bilişim Teknolojileri (BT) Kullanım Araştırması [Basın bülteni]. Erişim adresi https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-(BT)-Kullanim-Arastirmasi-2020-33679

Türe Köse, H. B. (2019). *Okul öncesi dönem çocuklarında dijital hikâye anlatımının dinleme becerisine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Dumlupınar Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Ulum, E. (2017). *Yedinci sınıf öğrencilerinin fen bilimleri konularında dijital öykü hazırlama deneyimleri* [Yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Ulusoy, F. (2020). Prospective early childhood and elementary school mathematics teachers' concept images and concept definitions of triangles. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(5), 1057-1078. https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-020-10105-6

Undheim, M., & Jernes, M. (2020). Teachers' pedagogical strategies when creating digital stories with young children. *European Early Childhood Education Research Journal*, 28(2), 256-271. https://doi.org/10.1080/1350293X.2020.1735743

Uslu, A. (2019). *İşbirlikli dijital hikaye anlatımının ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin yaratıcı yazma ve sosyal duygusal öğrenme becerilerine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Ülgen, G. (2004). *Kavram geliştirme*. Nobel Yayın Dağıtım.

Ünüvar, E. (2019). *Matematik öğretiminde karikatürlerle zenginleştirilmiş eğitsel matematik hikayelerinin kullanılmasının öğrencilerin matematik başarısına etkisi* [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Vinner, S. (1983). Concept definition, concept image and the notion of function. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 14(3), 293-305. https://doi.org/10.1080/0020739830140305

Vinner, S. ve Hershkowitz, R. (1983). On concept formation in geometry. *Zentralblatt fur didactic der mathematic*, 15, 20-25. https://www.researchgate.net/publication/284382026_On_concept_formation_in_geometry

Woodhouse, J. (2008). Story-telling: A telling approach in healthcare education. Paper presented at the Narrative Practitioner Conference, Wrexham, UK.

Yalçın, A., & Büyükcengiz, M. (2017). *Dijital öyküleme metodunun ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve derse yönelik tutumlarına etkisi* [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Yanık, H. B. (2013). Öteleme dönüşümünün dinamik geometri ortamında öğrenimi. *Eğitim ve Bilim*, 38 (168). http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/1585/595

Yalın, P., Teo, P., Kabakçı Yurdakul, D., McIlroy, D., & Ursavaş, Y. (2016). Editörden. *Eğitim ve Bilim*, 41(188). http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/7070/2542

Yamaç, A. (2015*). İlkokul üçüncü sınıf öğrencilerinin yazma becerilerinin gelişiminde dijital hikayelerin etkisi* [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Yeşildere, S., Türnüklü, E.B., (2004). Matematik öğretiminde oluşturmacı değerlendirme. *Eurasian Journal of Educational Research (EJER),* (16), 39-49. https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/38638/matematik-ogretiminde-olusturmaci-degerlendirme

Yeşildere, S. (2007). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel alan dilini kullanma yeterlikleri. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 24(2), 61-70. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/43755

Yıldırım, A & Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Seçkin Yayınevi.

Yılmaz, M., & Akkoyunlu, B. (2006). Farklı Öğrenme Ortamlarının Kalıcılığa Etkisi. *Eurasian Journal of Educational Research (EJER),* (23), 209-218.

Yin, R. K. (2003). *Case Study Research Design and Methods* (3. Baskı). SAGE Publications.

Yüksel, P. (2011). *Using digital storytelling in early childhood education: A phenomenological study of teachers' experiences* [Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/

Yüksel-Arslan, P., Yıldırım, S., & Robin, B. R. (2016). A phenomenological study: teachers' experiences of using digital storytelling in early childhood education. *Educational Studies,* 42(5), 427-445. https://doi.org/10.1080/03055698.2016.1195717

Yürük, S. E. & Atıcı, B., (2017). Dijital öykü temelli değerler eğitimi materyallerinin öğrencilerin değer kazanımına etkisi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1). 56-74. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/270321

Zazkis, R., & Leikin, R. (2008). Exemplifying definitions: a case of a square. *Educational Studies in Mathematics,* 69(2), 131-148. https://doi.org/10.1007/s10649-008-9131-7

Zembat, İ. Ö. (2007). Yansıma dönüşümü, doğrudan öğretim ve yapılandırmacılığın temel bileşenleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 27(1), 195-213. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/77182

Zembat, İ.Ö. (2013a). Geometrik Dönüşümlerden Öteleme ve Farklı Anlamları. İ.Ö. Zembat, F. Özmantar, E. Bingölbali, H. Şandır, ve A. Delice (Edt.), *Tanımları ve Tarihsel Gelişimleriyle Matematiksel Kavramlar* içinde, (s. 629-644). Pegem Akademi Yayıncılık.

Zembat, İ.Ö. (2013b). Geometrik Dönüşümlerden Dönme ve Farklı Anlamları. İ.Ö. Zembat, F. Özmantar, E. Bingölbali, H. Şandır, ve A. Delice (Edt.), *Tanımları ve Tarihsel Gelişimleriyle Matematiksel Kavramlar* içinde, (s. 645-652). Pegem Akademi Yayıncılık.

EK-1 Ön Görüşme Formu

Adı-Soyadı

Sınıfı

Sorular

1. Simetri kavramını detaylı şekilde tanımlayınız.
2. Simetriyi ortaokul öğrencisine nasıl anlatırsınız? Detaylı olarak açıklayınız.
3. Öteleme kavramını detaylı şekilde tanımlayınız.
4. Ötelemenin parametreleri nelerdir? Bir örnek vererek açıklayınız.
5. Ötelemeyi ortaokul öğrencisine nasıl anlatırsınız? Detaylı olarak açıklayınız.
6. Yansıma kavramını detaylı şekilde tanımlayınız.
7. Yansımanın parametreleri nelerdir? Bir örnek vererek açıklayınız.
8. Yansımayı ortaokul öğrencisine nasıl anlatırsınız? Detaylı olarak açıklayınız.
9. Dönme kavramını detaylı şekilde tanımlayınız.
10. Dönmenin parametreleri nelerdir? Bir örnek vererek açıklayınız.
11. Dönme hareketini ortaokul öğrencisine nasıl anlatırsınız? Detaylı olarak açıklayınız.
12. Simetri ve yansımanın benzerlik ve farklılıklarını detaylı şekilde yazınız.

EK-2 Kavram İmajı Belirleme Rubriği

Kavram	**Kriterler**	**Öğretmen Adayı Cevaplarında Odaklanılanlar**
Yansıma	1 Puan: Kavram yanlış tanımlanmıştır. 2 Puan: Kavram kısmen yanlış tanımlanmıştır. 3 Puan: Kavram doğru ancak eksik tanımlanmıştır. 4 Puan: Kavram doğru tanımlanmıştır ancak özellikler eksiktir ve/veya örnekler matematiksel bağlam dışıdır. 5 Puan: Kavram ayrıntılı ve net bir şekilde tanımlanmıştır, özellikleri eksiksiz açıklanmıştır, bağlı olduğu parametre belirtilmiştir, bağlam içinde örneklendirilmiştir.	Yansıma (Simetri) Ekseni
		Yön değişikliği
		Uzaklık, açı, boyut korunumu
		İzdüşüm
		Matematiksel bağlam
Öteleme	1 Puan: Kavram yanlış tanımlanmıştır. 2 Puan: Kavram kısmen yanlış tanımlanmıştır. 3 Puan: Kavram doğru ancak eksik tanımlanmıştır. 4 Puan: Kavram doğru tanımlanmıştır ancak özellikler eksiktir ve/veya örnekler matematiksel bağlam dışıdır. 5 Puan: Kavram ayrıntılı ve net bir şekilde tanımlanmıştır, özellikleri eksiksiz açıklanmıştır, bağlı olduğu parametre belirtilmiştir, bağlam içinde örneklendirilmiştir.	Yön
		Mesafe
		İzdüşüm
		Matematiksel bağlam
Dönme	1 Puan: Kavram yanlış tanımlanmıştır. 2 Puan: Kavram kısmen yanlış tanımlanmıştır. 3 Puan: Kavram doğru ancak eksik tanımlanmıştır. 4 Puan: Kavram doğru tanımlanmıştır ancak özellikler eksiktir ve/veya örnekler matematiksel bağlam dışıdır. 5 Puan: Kavram ayrıntılı ve net bir şekilde tanımlanmıştır, özellikleri eksiksiz açıklanmıştır, bağlı olduğu parametre belirtilmiştir, bağlam içinde örneklendirilmiştir.	Dönme merkezi
		Dönme Açısı
		Yön değişikliği
		İzdüşüm
		Matematiksel bağlam
Simetri	1 Puan: Kavram yanlış tanımlanmıştır. 2 Puan: Kavram kısmen yanlış	Simetri Ekseni
		Yön Değişikliği

Kavram	Kriterler	Öğretmen Adayı Cevaplarında Odaklanılanlar
	tanımlanmıştır. 3 Puan: Kavram doğru ancak eksik tanımlanmıştır. 4 Puan: Kavram doğru tanımlanmıştır ancak özellikler eksiktir ve/veya örnekler matematiksel bağlam dışıdır. 5 Puan: Kavram ayrıntılı ve net bir şekilde tanımlanmıştır, özellikleri eksiksiz açıklanmıştır, bağlı olduğu parametre belirtilmiştir, bağlam içinde örneklendirilmiştir.	Uzaklık, açı, boyut korunumu
		Matematiksel bağlam

EK-3 Dijital Öyküleme Senaryosu

Hollanda Leeuwarden'de 17 Haziran 1898'de doğan Maurits Cornelis Escher George Arnold Escher'in ikinci evliliğinden Sara Gleichman'ın üçüncü oğludur. Baba Escher, Arnhem'deki Rijkswaterstaat'ın baş mühendisi ve yöneticisi olarak atanır ve aile bu şehre taşınır. 7 yaşında, iyileşmesi için Zandvoort'taki bir gençlik rehabilitasyon merkezine kabul edilen Maurits, çeşitli hastalıklardan muzdarip olmasına rağmen keyifli bir çocukluk geçirmiştir. Bu fotoğrafta altta sağdan ikinci şapkalı çocuktur. Escher, Arnhem'de ortaokula giden çok zeki bir çocuk olmasına rağmen oraya yabancıdır. Mutlu bir öğrenci değildir ve sınavlarında başarısız olur. Escher, ortaokulda sınıf arkadaşlarıyla birlikte olan bu fotoğrafta sağda kamerasını kucağında tutarak oturuyor. Escher, hayatı boyunca çalışmalarına ilham kaynağı olacak önemli olayları tekrar tekrar yakalayacağı ilk kamerasını alarak fotoğrafçılığı önemli bir hobi olarak belirlemiştir. Escher'ın ilk grafik çalışması babasının portesi olan linolyum kesimidir. Aile Oosterbeek'e taşındıktan sonra Escher Ocak ayında ilk gravürü olan Oosterbeek'te Ren Nehri üzerindeki demiryolu köprüsünü yapar. Escher, Delft'teki Teknik Okulda mimarlık okurken buradan hoşlanmaz ve hastalığı nedeniyle sınavlarını geçemediği için Haarlem'deki Mimarlık ve Dekoratif Sanatlar Okulu'na devam eder. Mimarlık okuyarak başladığı okula öğretmeni S. Jessurun de Mesquita'nın teşvikiyle grafik sanatına geçer. İlk gravürlerini ortaya çıkarmaya başlayan Escher büyük blokların maliyetinden dolayı daha küçük işlerle başlar.

Escher'ın, ilkbaharda Fransız Rivierası boyunca ve kuzey İtalya'da yaptığı gezi bu bölge için ömür boyu sürecek bir sevginin başlangıcı olur. Kasım ayında, Escher'in illüstrasyonlarını içeren ilk kitap olan Flor de Pascua yayınlanır. Görselde bu kitaptan bir ahşap baskı yer almaktadır. Ahşap baskılarda görünen doğa, perspektif, yansımalar ve mozaikler daha sonra Escher'in çalışmalarında çok önemli olacak temaları şimdiden ortaya koyar. Bu yıl aynı zamanda görseldeki ilk mozaik çalışması olan Eight Heads'i de yapan Escher Nisan'dan Haziran'a kadar, kuzey İtalya'da bir yolculuk yapar. Eylülde İspanya üzerinden bir seyahate çıkmadan önce, Tarragona'ya ve İtalya'ya seyahat eder ve Kasım ortasından itibaren Siena'da kalır. Orada ilk olarak Granada'daki Alhambra mozaikleriyle karşılaşan Escher, Ravello'da bir misafirhanede kalırken Jetta Umiker ve ailesiyle tanışır. Escher ve Jetta kısa süre sonra aşık olur. Görselde Escher'ın hazırlamış olduğu Jetta'ya ait profili görmekteyiz. 1923'ün Ağustos'unda Siena'da ilk kişisel sergisini açan Escher, Kasım'dan itibaren Roma'ya geçer. Şubat ayında Hollanda'da ilk sergisini açan Escher Jetta ile İtalya'da evlenmiştir. Ekim ayında çift, Roma'daki ilk evlerini satın alır, ancak evliliklerinin ilk birkaç ayı Frascati'de bir misafirhanede geçer. Roma'daki ev fazla nemli olduğu için Maurits ve Jetta bütün yaz evi kurumaya bırakır ve o ayları tanıştıkları yer olan Ravello'daki Albergo del Toro'da geçirirler. 1925 Ekim ayı başlarında nihayet Roma'ya taşınırlar. Ekim ayının ortalarında, Escher'in erkek kardeşi Arnold, Tirol'de bir dağ gezisi sırasında hayatını kaybeder. Aralık ayında Escher, Yaratılış hakkında daha sonraki yıllarda son derece popüler hale gelecek olan altı ahşap baskı serisine başlar. 1925/1926 kışında Escher, altı adet parçadan oluşan bir seri gravür üzerinde çalışmıştır. Seri hem Hollanda'da hem de Mayıs 1926'da sergilendiği İtalya'da büyük beğeni toplamıştır. Üçüncü günün yanı sıra, birinci, beşinci ve altıncı günler şu anda sergilenmektedir. Escher, isminin baş harflerinin ve tarihin yanı sıra, dizinin her baskısına bir Genesis referansı da eklemiştir. Siyahın ve beyazın, şekillerin ve yin ve yang'ın harika bir karışımında Escher, bu günün kendi versiyonunu yaratmıştır. Escher'in ünü 1926-1935 yılları arasında artar. Özellikle Hollanda'da sık sık sergi açması istenmekte ve uluslararası sanat dünyası onun çalışmalarına ilgi göstermektedir. 2-16 Mayıs tarihleri arasında Escher'in Roma'da popüler bir sergisi açılmıştır. Haziran ayında çift, Roma'da hemen yaşanamayacak durumda olan ikinci bir ev satın alır. 23 Temmuz'da ilk oğulları George Escher dünyaya gelmiştir. Bu yıl Escher ilk çalışmalarını satmaya başlamıştır. Neredeyse her yıl, genellikle ilkbaharda, Escher ıssız bölgelerde bir dağ gezisi yapar. Bu geziler sırasında daha sonra çalışmalarında kullanacağı eskizler yapar. Ayrıca bol bol fotoğraf çeker ve bir seyahat günlüğü tutar. İlkbaharda aile Roma'daki ikinci evine taşınır. Escher'in ilk kez kendi stüdyosu olmuştur. Şubat ayında Tower of Babel çalışmasını yapar. 8 Aralık'ta ikinci oğulları Arthur Eduard Escher doğar ve aynı ay Escher oğlunu tasvir eden bir gravür yapar. Escher yeni bir teknikle parşömen kağıdındaki mürekkebi keserek denemeler yapmaktadır. Bu denemeler sayesinde litografiye olan ilgisi

artar. Temmuz'da litografi olarak ilk İtalyan baskısı olan Goriano Sicoli, Abruzziyi yapar. Litograf bloğunu kendisi hazırlar, ancak baskıyı dışarıdan temin eder. 1931'de M.C. Escher – graphic artist isimli makalede ünlü sanat tarihçisi G.J. Hoogewerff, Escher'in çalışmalarını takdir ettiğini ifade eder. Escher sonbaharda ilk ahşap gravürünü tamamlar. Kendisine bir keski ile gravür yapma olanaklarını öğreten sanatçı Fokko Mees'tir. Escher, bu çok ayrıntılı çalışmayı yapmak için geleneksel olarak tekstil endüstrisinde kullanılan bir keten test cihazı olan büyüteçli bir kalem satın almıştır. İlk ahşap gravüründe konu olarak Ravello meydanındaki Aziz Marcos Aslanı'nı kullanmıştır ve daha sonra onu bir taş baskıda tekrar kullanacaktır. Gazete Het Vaderland bu çalışma ile ilgili şunları yazmıştır:

Ustaca oyulmuş, Arkaik bir cazibeye sahip küçük bir aslan, bizi bu sergiyi görmeye davet ediyor ve bu daveti kabul eden hiç kimse hayal kırıklığına uğramayacak.

Yaz aylarında Escher'in gravürlerini içeren bir kitap yayınlanır. Sanat tarihçisi G.J. Hoogewerff, Escher'i Eski Ustalar'ın yaptığı gibi "emblemata" üretmeye teşvik eder. On yedinci yüzyılda çok revaçta olan hatta yayınlanan emblemata kitapları bile vardır. Bir emblemata, bir slogan ve bir şiirin eşlik ettiği resimsel bir görüntüdür. Sonbaharda, Escher'in gravürlerini de içeren Flor de Pascua ve Emblemata'dan sonra Escher'in illüstrasyonlarının yer aldığı üçüncü ve sonuncu kitap olan Scholastica'nın Korkunç Maceraları kitabı yayınlanır. Bu andan itibaren, kendi düşüncelerini resmetmeye odaklanmıştır. İlkbaharda Escher, Nocturnal Rome adlı bir dizi gravür üzerinde çalışmıştır. Eskizlerinde, açık-koyu efektler elde etmek için çapraz tarama teknikleriyle denemeler yapıp ardından eskizlerini tahta baskılara dönüştürmektedir. Hein 's-Gravezande'e yazdığı 17 Mart 1940 tarihli bir mektupta, gece maceralarını şöyle anlatır:

Sabah 8'den gece 12'ye kadar Roma'da -mimarisini gündüzleri sevdiğimden çok daha fazla sevdiğim bu muhteşem Roma'da- eskizler yaptım. Eğer bir gün birlikte Roma'ya gelirsek sana sevdiğim Roma'yı gezdireceğim; sonra güzel bir rüyadaymış gibi, insanlardan arınmış, fantastik manzarada yürüyeceğiz. Katlanır sandalyemde bir resim çiziyordum. Uzun süre tek kelime etmeden yanımda duran yaşlı bir beyefendiyi hatırlıyorum. Sonunda kibarca bir şey söyleyerek beni rahatsız edip etmediğini sordu. Hiç de değil, dedim. Harika bulduğunu söyledi. Durdum ve sevgiyle gülümsedim. Harika bir icat, diye devam etti. İcat? Şaşırarak; Ben sadece gördüğümü çizerim! Evet, ama beyaz tebeşirle siyah kağıda çizim yaptığım için ceketimin düğmesinden sarkan elektrikli el feneri gerçekten harika bir icattı! Solaklığım ile de hayranlık uyandırdım. Bir sol elin çizebileceği gerçeği, onları sonucun iyi olup olmadığından daha fazla ilgilendiriyordu. Bu yüzden her akşam bu şekilde çizdim ve ertesi gün tahta üzerinde eskiz üzerinde çalıştım.

Bir sene önce Mayıs ayında arkadaşlarıyla Corsica'ya beş haftalık bir gezi düzenlediklerinde esinlenerek hazırladığı görseldeki litografisi Nonza, Corsica'nın Chicago'daki bir sergide üçüncülük ödülüne layık görüldüğüne dair Chicago Sanat Enstitüsü'nden bir mektup alır. Aynı sene Roma'daki Hollanda Tarih Enstitüsü'nde bir sergisi gerçekleşir. 1935 Ocak ayında Escher, otoportresini yansıtan ünlü Hand with Reflecting Sphere'i tamamlar. Escher ailesi, 4 Temmuz'da İtalya'dan İsviçre'ye taşınmaya karar verir. Bahar aylarında Escher, İtalya ve Fransa kıyıları boyunca İspanya'ya doğru bir okyanus yolculuğuna çıkmış ve burada Alhambra (Granada) ve Mezquita'daki (Córdoba) Moors mozaikleri hakkında derinlemesine bir çalışma yapmıştır. Bu onu mozaikleri daha fazla keşfetmeye teşvik eder. Escher İsviçre'de mutlu olamamış ve Ağustos ayında aile Brüksel yakınlarındaki Ukkel'e taşınmıştır. Bu yıl Metamorphosis I'i yapar. Escher ve kardeşleri aralarındaki yaş farkına rağmen, her zaman yakın kalmıştır. Kardeşi Berend, onun kristalografi alanındaki en son bilimsel literatür hakkında ufkunu açmıştır. Escher'in bazı baskıları bu anlayıştan ilham almıştır. Development I ve Development II, Escher'in 'sonsuzluk' kavramını ifade etmek için tatmin edici bir yol bulmaya çalıştığı baskılardır. Bu baskılar gelişim gösterir, ancak aynı zamanda bir gelişimin parçasıdırlar. Ekim 1937'de, mozaik koleksiyonunu Leiden Üniversitesi'nde jeoloji, mineraloji, paleontoloji ve kristalografi profesörü olan kardeşi Berend'a gösterir. Escher'in koleksiyonu, kısmen 1936 baharında Alhambra (Granada) ve La Mezquita'da (Cordoba) izini sürdüğü mozaiklerin kopyalarından ve kısmen de kendi çizdiği mozaiklerden oluşur. Mozaik yapmaya on yıl kadar önce başlamış, ilk denemelerinde doğrudan tahta bloğa bir hayvan şekli oymuş, ardından bunu kağıt veya kumaş üzerine kopyalamıştır. Bu mozaikleri yapmaktan çok zevk almasına rağmen, onları satarken çok az başarılı olmuştur. Mozaik

baskı için tahta blok kullanmanın çok sıkıcı olduğu ve herhangi bir ilerleme kaydetmesinin uzun zaman alacağı sonucuna varmıştır. Mozaikleme kavramını çok daha sistematik bir şekilde incelemesi gerekir bu yüzden onları kareli kağıtlarla defterlere çizmeye başlar. Sayfalardaki çizgiler, kalıpları görselleştirmesine yardımcı olur. Berend, kardeşinin kalıplarının bilimsel altyapıdan yoksun olduğunu, aslında bir tür "düz yüzey üzerinde kristalografi" yaptığını açıklayarak Maurits'e alan ile ilgili bir kitap okumasını tavsiye eder. Bu dönemi kendi cümleleriyle şöyle anlatmaktadır:

Bir kalıbın o kalıbın tekrar eden uyumlu tekrarlarıyla kontrast oluşturabilmesi için damga bloğumu kaplamak için en az üç renge ihtiyacım vardı. Bu damgalı eserleri sergiledim, ancak onlarla çok az başarı elde ettim. Elhambra'ya yaptığım ikinci ziyaretin ardından 1936 yılına kadar zamanımın büyük bir bölümünü hayvan şekilleri ile geçirmeye ayırmamın nedeni kısmen koşullardı. Beni en çok ilgilendiren, iki bitişik figür arasındaki bölme çizgisinin ikili işleviydi, çünkü bir desen için olduğu kadar diğeri için de vazgeçilmezdir. Belli bir sisteme göre ritmik olarak kendini tekrar eden ve bu nedenle değişmez yasalara bağlı olan böyle bir kalıbın 'keşfi' bana her zaman büyük keyif verdi ve vermeye devam ediyor. Hem olağan hem de sonsuz bir şeye yaklaşma hissi sunuyor.

Bu sene Escher'in üçüncü oğlu Jan Christoffel doğmuştur. Tıpkı daha sonra tasarlayacağı Sky and Water I ve II baskılarındaki gibi balık ve kuşlarla çevrili doğum günü duyuru kartı hazırlamıştır. Doris Schattschneider'in Escher'in teselasyon kullanımı üzerine çalışması olan Visions of Symmetry'de açıklandığı gibi bu çalışma, daha önce 1938'de tamamladığı önceki iki çalışmanın bir çeşididir. Şubat 1938'de Escher, açık mavi ve beyaz uçuşan ünlü teselasyonları çizer ve aynı ay Day and Night'ı ortaya çıkarır. Mart 1938'de Escher, bir sonraki çalışmayı, birbirine kusursuz bir şekilde oturan balıklardan oluşan Çalışma No:20 isimli üç renkli bir teselasyon tasarlar. 1964'te, neredeyse otuz yıl sonra, Escher'in Kanada ve Kuzey Amerika'da bir dizi konferans vermesi planlanır. Acil bir hastaneye yatış nedeniyle iptal edilmek zorunda kalınır. Neyse ki Escher konuşmalarını slaytlar ve diğer belgelerle birlikte yazmıştır. Resmi görülen Çalışma No 20 ve Lahey'de sergilenen buna karşılık gelen ahşap küre hakkında şunları söylemiştir:

Şimdi size sınırsızlık fikrini sembolize etmek için iki deneme göstereyim. Çalışma No 20 ile, benzer balık figürleriyle sonsuza kadar doldurulabilecek bir düzlem parçası gösteriliyor. Böyle bir görüntünün parçalı oluşunu ortadan kaldırmanın en basit yolu, düz bir kağıt parçası yerine bir küre alıp, eğri yüzeyini bu şekillerden sınırlı sayıda bölmektir. Elinizde bu topu çevirdiğinizde, ardı ardına sonsuz sayıda balık belirir. Sayıları sınırlı da olsa, düzlemde elde edilemeyecek bir şekilde sınırsızlığı simgelerler.

Escher bu ifadeyle sonsuz/sınırsız olasılıklar ile teselasyon kullanımı arasındaki benzerliği belirtir. Bu çalışmayı Haziran 1938'de balık-kuş kombinasyonu izlemiştir. Sky and Water I, Escher'in Haziran 1938'de oluşturduğu bu çalışmadan türetilmiştir. Baskı için motifi sıkılaştırıp ayna görüntüsünde siyah beyaz olarak yeniden tasarlar. Escher, Day and Night'ın 650'den fazla baskısını tamamlamış olsa da, Sky and Water I şüphesiz onun en ünlü ve en çok bilinen eseridir. Balığın kuşa dönüştüğü bu kare gravür posterlerde, kupalarda, yatak örtülerinde ve hatta bazen reklam kampanyalarında bile görülebilir. Bu çalışma, Escher'in ünlü bir deyişi olan "günlük hayatın kaosundan düzen yaratma" dediği şeyin güzel bir örneğidir. İlk izlenimimiz gerçekten de bir düzen: kuşlar ve balıklar sağa doğru düzenli, damalı bir rutinde hareket ediyor. Prensip olarak, kuşlar balığa ve balıklar da kuşa dönüşebilirmiş gibi görünüyor. Bu bir şaşkınlık duygusu yaratıyor. Baskının ortasında büyülü bir şey oluyor. Escher bu şekilde kafamızda düzen ve kaos yaratır. Yavaş ama emin adımlarla, bilinçli zihnimiz bize bunun mantıksız olduğunu söyleyene kadar, bizi ilk bakışta makul görünen bir manzaraya bakmaya davet eder. İşte bu noktada biz izleyiciler bir kez daha çift kontrol yapmak zorunda kalıyoruz. Yine de imkansıza baktığımızı fark ediyoruz, çünkü kuşlar balığa dönüşemez! Ve yine de gözlerimizin algıladığı budur. Hem Sky and Water I de hem II'de, konu ön yüz ve arka yüzü seçmekle ilgilidir. İnsan beyni ön planı ve arka planı aynı anda çözemez. Gökyüzündeki kuşlara baktığımızda aradaki boşluğun balıklardan oluştuğu dikkatimizden kaçar. Escher burada bir numara uygular. Görüldüğü gibi, kuşun alt kısmını en üstte tutar ve sonraki birkaç yatay satırı baskının neredeyse yarısına kadar izole edersek, gerçekte neler olduğuna dair daha net bir resim elde ederiz. Baskının üst kısmındaki kuşlar arasındaki beyaz boşluk, havada serbestçe uçtuklarını gösteriyor gibi

görünüyor. Ancak, baskıda ilerledikçe kuşlar arasındaki boşluk daralıyor. Bu parçanın alt 'sırasında', ön yüz ve arka yüz tek oluyor.

Teselasyonlar; Sonsuz çeşitlilikte ve çok karmaşık hale gelebilen ve yine de herhangi bir 'boşluk' bırakmadan düzlemi uyumlu formlarla ritmik tekrarla doldurma gereksinimini karşılayan geometrik şekillerdir. Baskının merkezinde, alta bir 'sıra' ekleyerek bölümü genişlettiğimizde balık ve kuş arasındaki etkileşimi net bir şekilde algılıyoruz. Yukarıdan aşağıya baktığımızda, üç siyah kuşun alt kısmının ayrıntılı tasvirini görüyoruz: tüyleri ve ayakları açıkça görülüyor. Altlarındaki dört kuşun arasındaki beyaz boşluk, bu kuşların ön planda uçtuğu izlenimini veriyor. Havada uçuyorlar. Sky and Water ı'in bu bölümünde, kuş ve balık minimum ayrıntıyla tasvir edilmiş olsa da, yine de kuşlar olarak anında tanınabilecek kadar yeterince ayrıntılıdır. Altlarında, soldan sağa bakıldığında (yani yatay olarak) üç buçuk beyaz balık görülür. Göz olarak tek bir nokta ve vücutlarının ana hatları, onları balık olarak tanımlamamız için ihtiyacımız olan tek şeyi karşılar. Balıkların arasında üç siyah - ve daha az ayrıntılı - 'uçan' kuş görüyoruz. Başları daha sivri hale gelerek balığın kuyruğunun köşelerine ve karın yüzgecine denk gelir. Balıklar ise, kuşların çırpılmış açık kanatlarının içine sorunsuz bir şekilde oturacak şekilde hafifçe girintili kafalara sahiptir. Bunun altındaki satırda, ayrıntılı tasvirler tersine çevrilir: Kuşlar bir siluet haline gelirken, balığın hem şekli hem de detayları artık oldukça gerçekçidir. Son bölümde ise balıkların arasındaki siyah boşluk genişleyerek balık sürüsü gerçekçi görünür. Siyah bölge, suyun üzerinde uçan kuşlardan kopup balığın doğal yaşam alanı haline gelir, böylece baskının üst yarısındaki beyazlık hava gibi hissedilir.

Escher'in seyircisinin görüntüyü dikkatli bir şekilde analiz etmek için bol bol zamana ihtiyacı vardır. Bunu yapmazsa, kafası gerçekten de karışacaktır. Sonuçta, insan beyni ön yüzü arka yüzden ayırmaya programlanmıştır. Baskının dikey yapısı, yatay bir analizin daha kolay seçebileceği netliği engeller. Escher, sivri, kareli tasarımıyla bizi baskıyı soldan sağa 'anlamak' yerine yukarıdan aşağıya dikey olarak bakmaya zorluyor. Escher'in bu kare etrafında oluşturduğu çizgili bordür, bizi baskıya dikey olarak bakmaya teşvik ediyor; ancak daha sonra balıkların ve kuşların sınırdan nasıl harika bir şekilde çıktığını veya sınırda kaybolduğunu anlıyoruz. Sky and Water II altı ay sonra tamamlanır. Bu baskıda, düzlemin dikey bölünmesi, baskının genel formu ile vurgulanmıştır. Bu gravürün "okunması", Sky and Water I'den daha kolaydır. Net dikey çizgiler olmasına rağmen, baskı sol alttan (en detaylı balık) sağ üstteki en detaylı kuşa doğru çapraz olarak okunur. Sky and Water I ile en büyük fark, Sky and Water II'de kuşların ve balıkların yatay olarak sıra sıra bakıldığında birbirlerinin aynadaki görüntüsü olmalarıdır. Sky and Water ı'de, kuşlar ve balıklar soldan sağa hareket ediyor gibi görünürken, burada aynalanmış bir hareket görüyoruz. Merkezde yukarıdan aşağıya baktığımızda, merkezi teselasyondan sola doğru uçan ilk siyah kuşu görüyoruz; altındaki ikinci kuş sağa uçuyor, eşleştirilmiş balık da sağa hareket ediyor. Alt satırda en soldaki balık, yatay olarak çift oluşturan kuş gibi sola bakıyor. Böylece kuşlar ve balıklar dönüşümlü olarak sola veya sağa hareket etmektedir. Bu tesselasyonun orta kısmı Sky and Water I'dekiyle aynı sistematik yaklaşıma göre gelişir. Yatay kısımdan aşağı indikçe ve yukarı çıktıkça balıklara ve kuşlara daha fazla ayrıntı eklenir.

Ekim 1939'da Avrupa II. Dünya Savaşı'nın eşiğindeyken, Escher Metamorfoz II üzerinde çalışmaya başlar. Neredeyse altı ay boyunca sürekli olarak üzerinde çalışarak Metamorfoz II yoluyla bir hikaye oluşturmuştur. Bu aylarda arkadaşı Hein 's-Gravezande'ye bu gravür ilgisini, hedeflerini ve çalışma yöntemlerini ayrıntılı açıklamalar ile yazarak renklerin, balıkların, arıların, kuşların ve kulenin olası anlamlarını doğaçlama yapmıştır. Ancak Escher'in bu konuda kendi sözleriyle şu şekilde açıkladığı düşündürücü başka bir fikri daha vardır:

Bir animasyon filminde ifade etmeyi çok isterim. Pamuk Prenses ve Micky'den daha derin fikirlerin dile getirildiği animasyon filmlerin gelecekte bir sanatsal ifade aracı olarak çok değerli olacağına inanıyorum (Bu ürünleri küçümsemiyorum, aksine, Disney'in yeteneğine hayranım) yine de yapmak istediğim film hakkında sık sık rüya görüyorum.

Escher'in hareket kullanarak sonsuzluk gibi kendi temalarını irdelediği bir animasyon filmi çekmiş olabileceği düşüncesi heyecan verici. Bu grafik sanatçısının hayalinin neye benzeyeceğini asla bilemeyeceğiz. 2 Mart 1940'ta 's-Gravezande'ye Metamorphosis'in hazır olduğuna dair müjdeyi verir

ancak matbaanın ticari imkânları hakkındaki şüphelerini de dile getirir. Yayıncılar Van Dishoeck ve Boucher, ona Metamorphosis'in yayınlanması için hiçbir olasılık görmediklerini bildirirler. 17 Mart 1940'ta Escher çalışma yöntemini tekrar açıklar:

Malzemeden tasarruf etmek için (maliyetleri azaltmak için) neredeyse tüm blokları iki taraftan kestim; 5 mm armut ağacından yapılmış bir deneydi. Şimdiye kadar yaptığım en uzun ve en kapsamlı deney.

Escher, hayatı boyunca en az 650 kez yeniden basacak olduğu son derece popüler hale gelen bir gravür olan Day and Night'ı tamamlar. Basın onu yeni stilinden dolayı övmektedir. Escher 1939'da bu sürüngenleri içeren çizimini tasarlamıştır. Bu periyodik çizimde dikkate değer ve ilginç olan şey, üç başın ve üç dizin birleştiği üç farklı dönme noktasının varlığıdır. Şekli şeffaf kağıda kopyalayıp bu dönüş noktalarından birinde şeffaf kağıt 120 derece döndürüldüğünde şekiller aşağıdakileri tamamen kapatacaktır. İlkbahar ve yaz aylarında, Hollanda hükümeti için Delft şehrinde bir dizi gravür yapar. 14 Haziran 1939'da babası George Arnold Escher vefat eder. İkinci Dünya Savaşı sırasında Escher çok daha az yeni baskı üretmiştir. İlhamdan yoksundur ve aklında başka şeyler vardır. Ancak bu onun yaratıcı olmasını engellemez. Savaş yıllarında kendini, yüzeyi düzenli desenlerle doldurmak için sürekli yeni yollar tasarladığı düzenli çizimlerine adar. 1939'da İkinci Dünya Savaşı'nın patlak vermesi ile Mayıs 1945'te Hollanda'nın kurtuluşu arasında Escher, yaklaşık 35 yeni çizim yapmıştır. Escher'in annesi Sara Gleichman 27 Mayıs 1940'ta hayatını kaybetmiştir. 20 Şubat'ta aile Hollanda'ya taşınır. Baarn'da Nicolaas Beetslaan'da bir ev tutarlar. Eylül ayında Escher, Baarn'da yaptığı ilk çalışması olan gravür Fish üzerinde çalışmaya başlar. Sergilemek, yayınlamak veya müzik yapmak isteyen her sanatçının üye olması zorunlu olan 'Reich Kültür Odası' Almanya'da 1933'te ve Hollanda'da 1941'de kurulmuş ancak Escher kaydolmayı reddetmiştir. Fish, iç içe geçmiş iki sıradan oluşan bir baskıdır. Her biri, birbirinin ayna görüntüsü olan baştan sona yüzen bir dizi balık içerir. Bir sıra sağ alt köşede başlar, yatay olarak zikzaklar çizerek yukarı doğru salınır ve sol üst köşede biter. Diğeri sol alttan başlar ve sağ üst köşeye doğru zikzaklar çizer. Bu yıl Escher iki önemli litografi hazırlar: Bunlardan ilki Mart ayında hazırlamış olduğu Reptiles'tır. Savaşın acımasızlığına rağmen, 1943 Şubatının sonunda Escher'i bir tür iyimserlik sarar. İngiliz müzik grubu Mott the Hoople, Reptiles'ın renkli versiyonunu içeren bir albüm çıkarır. 1960'ta Cambridge'de verdiği konferansta bu çalışma hakkında şunları söylemiştir:

Açık bir eskiz defterinin sayfasında üç renkte çizilmiş bir sürüngen çalışması görülmektedir. Canlı olduklarını kanıtlamak için biri pençesini eskiz defterinin kenarına uzatır, kendini tamamen serbest bırakır ve yaşam yoluna başlar. Önce bir kitaba tırmanır, düz bir üçgen boyunca daha da yukarıya doğru yürür ve sonunda bir onikiyüzlünün yatay düzleminde zirveye ulaşır. Yorgun ama tatmin olmuş bir şekilde soluklanır ve tekrar aşağı iner.

Bu yıl Mayıs ayında Escher'ın hazırlamış olduğu ikinci litografi Encounter'dır. 31 Ocak 1944'te Escher'in eski öğretmeni Jessurun Mesquita'nın ölümü Escher'i derinden etkiler. Mesquita'nın grafik çalışmalarının ve çizimlerinin Amsterdam'daki Stedelijk Müzesi'ne götürülmesini sağlamıştır. 1944'te yaptığı eseri olan Encounter'da birbirinden tamamen farklı iki insan karşılaşmaktadır. İkisi de birbirlerini tutsak ettikleri arka planda bir mozaikten kurtulurlar. Dairesel bir delik içeren sahneye çıkarlar. Kötümser, parmağını uyarırcasına kaldırarak sağa doğru yürür. Neşeli iyimser, elini uzatmış, sola doğru yürür. Geri dönerler ve ortada buluşurlar, farklılıklarına rağmen tokalaşırlar.

Savaşın sonu, Escher için hem kişisel hem de sanatsal olarak özgürleştirici oldu. Bu yılın ikinci yarısında Eindhoven'daki Tijdelijke Academie için Balcony, Doric Columns, Three Spheres I ve bir gravür yapmıştır. Balcony, Malta ziyaretine dayanmaktadır. Mayıs 1935'te Escher Sicilya'dan Akdeniz'deki bu ülkeye gitmiştir. Valetta'nın başkenti, her biri bir kasabaya sahip üç yarımada ile çevrilidir. Senglea da onlardan biridir. Balcony için, yalnızca manzaranın kendisinden başlayarak, bir çizimin temeli olarak üst üste yığılmış evleri ve suya bakan balkonları kullanmıştır. Bu çalışmada, baskının merkezi kenarlara göre dört kat büyütülür. Büyütülecek alanı belirlemek için bir daire çizmiştir. Bu büyütmenin merkezi, altındaki dört balkondan biraz farklı olan alttan beşinci balkondur. Balkonların konumlandırıldığı duvar çapraz bir perspektife sahiptir. Taş baskının çıkış noktası olan

ikinci çizimde, beşinci balkon sadece gösterilmekle kalmaz, aynı zamanda bakan kişi doğrudan ona bakmaktadır. Escher, sanki bir balonun üzerine gerilmiş kağıt hamuruna çizilmiş gibi, düz bir yüzeyde bir şişkinlik yanılsaması için çabalamıştır. Sonuç olarak, ilk çizimdeki ayrıntılar tüm dikkati çekmek için aniden merkeze yerleştirilir. Küresel aynalara olan hayranlığı göz önüne alındığında, bu onun çok aşina olduğu bir ilkedir. Önceki yıllarda, Still Life with Spherical Mirror (1934) ve Hand with Reflecting Sphere (1935) gibi baskılar yapmıştır ve hayatının ilerleyen dönemlerinde buna birkaç kez geri dönecektir. Ancak Balkon'daki etki, küresel bir ayna etkisi değil, küresel bir büyüteç etkisidir. Bir ay sonra yaptığı Doric Columns da Escher'in ana temalarından birinin erken bir örneğidir. Yani izleyiciye düz bir yüzey üzerinde uzamsallık yanılsaması yaşatmaktadır. Beynimizin bir nesneyi- gölgeler, gölgelemeler, soluk çizgiler ve diğer perspektif hileleri ile sağlanan- üç boyutlu olarak yorumladığı refleksle oyun oynuyor. Bu çalışmada, bu nesneler iki Yunan sütunudur. Onları zemin, tavan, arka ve yan duvarları olan bir odaya yerleştirerek üç boyutluluğu daha da artırır. Orada da olmayan ama oradaymış gibi görselleştirdiğimiz bir alan. Daha sonra, sütunları sanki masif doğal taştan değil de kağıttan yapılmışlar gibi 'yuvarlayarak' üç boyutluluk yanılsamasını dikkatlice yıkar. İçinde bulundukları alan çok küçük, bu yüzden bunu yapmak zorundadır. Bu yuvarlama hareketi sol sütunda yukarıdan, sağ sütunda ise aşağıdan gerçekleşmektedir. Yuvarlanma anı, gözlerimizin doğru bir şekilde yorumlamakta yaşadığı zorluğu mükemmel bir şekilde gösteren bir kıvrım ile işaretlenir. Escher, kağıdın uçlarını sol sütunun altına ve sağ sütunun üstüne gizlemiştir. Böylece iki sütun birbirini sonsuz bir denge içinde tutar. Escher bu çalışmayı şöyle tanımlar:

Soldaki sütunun alt kısmı, ağır, üç boyutlu bir taş nesneyi andırıyor, ama yine de bu, bir kağıt parçası üzerindeki bir parça mürekkepten başka bir şey değil. Böylece, üç kez katlandıktan sonra tavan ile sağ sütunun başlığı arasına sıkışan düz bir kağıt şeridi olduğu ortaya çıkıyor. Ancak aynı şey sağdaki sütun için de geçerli, yukarıdan bakıldığında, sol sütunun üzerinde durduğu yerde düz duran bir kurdeleye benziyor.

Dorik Sütun tüm sadeliğiyle, Escher'in eserindeki benzersiz ustalığını illüzyonlara duyduğu hayranlıkla birleştirmeyi başardığı yolun en güzel örneklerinden biridir. O yılın Eylül ayından itibaren Three Spheres I'de, düz bir yüzey üzerinde üç boyutlu bir formun nasıl çağrıştırılacağını büyük bir hassasiyetle gösterir. Bu konuda kendisi şunları belirtmektedir:

Bu baskının üst kısmında, bir kürenin uzamsal doğası olabildiğince güçlü bir şekilde ortaya çıkarılıyor. Yine de bir küre değil, sadece bir disk olarak kesilebilecek bir kağıt parçası üzerindeki izdüşümüdür. Ortada, tam da böyle bir kağıt disk gösterilmektedir, ancak bir kısmı dikey ve diğer kısmı yatay olmak üzere ikiye katlanmış ve üst küre bu ikincisinin üzerinde durmaktadır. Altta bu tür başka bir disk gösteriliyor, ancak bu sefer katlanmış ve perspektifte dairesel bir masa üstü olarak görülüyor.

Escher, kendisi için yeni olan mezzotint tekniğini ilk kez keşfeder. Bununla birlikte, plakayı oluşturmak ve yazdırmak için kullanılan teknik çok zahmetlidir ve bakır plaka bozulmadan önce çok az sayıda baskı oluşturulabilir. Sonuncusu 1951'de olmak üzere bu mezzotintlerden birkaçını tamamlar, ancak sürecin sıkıcılığı nedeniyle devam etmez. Temmuz ayında gravür Horseman'i üretir. Mitolojide Ouroboros olarak adlandırılan kendi kuyruğunu ısıran yılan, Escher'in çalışmalarında sık kullandığı bir arketiptir. Grafik sanatçısının özelliği olan temalar sonsuzluğun ve nesnelerin döngüsel bir sembolü olduğu için bu anlamda oldukça anlaşılırdır. Döngüler 1946'da Magic Mirror, Predestination ve Möbius Strip I baskılarında görülebilir. Escher, yılanın kendi kuyruğunu ısırmasıyla benzerliği fark etse de izleyiciye daha fazla yorum bırakır. Ocak'ta Other World'ü, ardından Temmuz'da Up and Down'ı tamamlar. Bunların her ikisi de, birçok bakış açısını tek bir görüntüde birleştirdiği önemli eserlerdir. Göz kamaştırıcı baskı Other World, Escher'in başyapıtlarından biridir. Bu bir tuğla odanın pencerelerinden kraterle dolu bir Ay yüzeyine bakmak gibi olan gravür ve ahşap oyma kombinasyonunu Ocak 1947'de tamamlar. Bu baskıyı gerçekten etkileyici kılan şey gravür ve ahşap oyma kombinasyonu olmasının yanı sıra, Escher'in bu ay üzerindeki üç perspektifi (nadir, horizon and zenith) tek bir görüntüde birleştirmesidir. Bu görüşlerini asılı bir boynuz ve pencerelerdeki Simurg kuşu ile pekiştirir. Sürekli bir mücadele içinde, her perspektif beyninizin dikkatini çekmeye çalışır. Her biri öne çıkmak için yarışır, savaş asla bir galip getirmez. Escher'in

perspektifle ve izleyicinin beklentileriyle oynama gücünün güzel bir örneğidir. Aylık Phoenix dergisi ile 1947'de yaptığı bir röportajda Escher, Other World'de yer alan küçük oda da dahil olmak üzere bir dizi temadan bahsediyor. Bu baskının çevreyi bir kuş gibi görme olasılığını araştırdığını, çünkü her şeyi akla gelebilecek her açıdan görmeyi sağladığını açıklıyor. Escher'in sözleriyle; Baktığımızda kuş dümdüz ileriye, sola ve sağa, yukarı ve aşağı bakar. Ancak aynı görüntüde hem yukarıya hem de aşağıya bakıp aynı zamanda ufku görmesi, en hafif tabirle insanlar için o kadar sıra dışıdır ki, başka bir dünyada gerçekleşmiş olmalıdır. Ocak ayında Escher, Drawing Hands'i tamamlar. O yaz VAEVO onun Up and Down adlı çalışmasını makineyle, ancak Escher'in dikkatli gözetimi altında 400 kez yeniden basar. Baskılar Hollanda'daki okullara dağıtılır. VAEVO, gençlerin kültürel eğitimini teşvik etmek için 1908 yılında kurulmuştur. Daha sonraki yıllarda daha fazla yeniden baskı yapılır. Hollanda, insanları sanatla bir araya getirme konusunda uzun bir geleneğe sahiptir. Sanatı daha geniş çapta erişilebilir kılmayı ve mümkün olduğu kadar çok insanın ondan zevk almasını sağlamayı amaçlayan kuruluşlar vardır. İşçilerin de ister ev ortamlarında ister iş yerlerinde, güzel tasarımlarla çevrelenmeleri gerektiği inancı güçlü bir şekilde yayılmıştır. Escher, derneğe birçok kez baskı sağlayan sanatçılardan biridir. Bu, 1929 gibi erken bir tarihte, Escher'in Aralık 1925'te ürettiği The Second Day of the Creation gravürüyle başlar. 300 kopya basılır, bu da standart VAEVO baskılarından çok daha fazladır. 1948'de Up and Down 400 kopya; 1952'de Contrast (Order and Chaos) 400 kopya; ve 1956'da 700 kopyası dağıtılan Three Worlds. Bunlar basıldığında, Escher her zaman bir nüshasının Arnhem'deki kendi okuduğu liseye gitmesini sağlar. Bunu 1966'da Surinam ve Hollanda Antilleri'ndeki okul sınıflarında kullanılmak üzere Belvedere litografi takip eder. Derneğin tavsiye komitesinde en önemli müzelerin müdürleri ve sanat tarihi profesörleri yer alır. Escher'in çalışmalarında ortak bir özellik kuşlardır. Yüzlerce tanesini gravürlerinde, ahşap gravürlerinde ve bazen de litografide üretir. Bazen kendi başlarına, ama genellikle bir grup halindedir. Kuşlarla yapılan bu mozaikler, çoğunlukla düzenli bölme çizimleri olan eskiz defterlerinde görülür, ancak Escher bunları baskılarında da kullanır. Nisan 1949'daki bu ahşap gravürde olduğu gibi. Önce, üçü beyaz, üçü siyah, birbirine geçmiş altı kuştan oluşan tekrar eden bir desen tasarlar. Daha büyük bir mozaikte bu deseni altı kez tekrarlayarak 36 kuştan oluşan bir mozaik oluşturur. Eskiz defterlerinde sayfayı hiç bitmeyen bir desenle doldurur ancak bu ahşap işleme için altı kat tekrarı yeterli görür. Bu, izleyicileri kendi akıllarına sayısız kuş eklemeye davet eden bir şekildir. Mozaik işlemede en uygun sonucu elde etmek için kuşlar, balıklar, sürüngenler ve diğer şekiller genellikle aynıdır. Ancak bu baskıdaki 14 beyaz ve 14 mavi kuşun hepsi farklıdır. Ünlü gravür Day and Night'da olduğu gibi, Sun and Moon'da da iki dünya bütünleşir. Ancak Day and Night'da yan yana bulunurken Güneş ve Ay'da iki dünya üst üste bindirilir. Beyaz kuşlar, kırmızı ve sarı güneşin sınırında ve mavi olanları öne çıkarır. Mavi kuşlar, merkezde bir hilal, yıldızlar, gezegenler ve bir kuyruklu yıldız ile gece gökyüzüne gömülüdür. Sırayla, beyaz kuşlar vurgulanır. Escher ile ilgili makaleler şubat ayında The Studio'da (Birleşik Krallık), Nisan ayında Time'da ve Mayıs ayında Life'da (Amerika Birleşik Devletleri) yayınlanmış ve onun şöhretini büyük oranda artırmıştır. Escher'in dünyasında bir duvar, bir zemin olabilir. Bu Escher fenomeninin en iyi örneklerinden biri Relativity'de görülebilir. Burada her biri kendi çekim alanına sahip üç dünyayı bir araya getirir. Altta olan, başka bir açıdan üst olarak görülebilir ve yatay bir anda dikey hale gelebilir. Bu alan, çeşitli insan figürleriyle doludur. Aynı merdivenleri kullanırlar ama bazıları inerken bazıları çıkar. Uzaydaki konumları her zaman görecelidir. Kendi dünyalarına göre her şey doğrudur ama kendilerini başkalarının bakış açısına göre konumlandıramaz düşerler. Kelimenin tam anlamıyla ve mecazi olarak yan yana ayrı yaşarlar. Escher bu baskının hem litografisini hem de gravürünü yapmıştır. Çalışma, çeşitli bakış açılarını tek bir görüntüde birleştirdiği bir dizi baskıdan biridir.

Escher'in Eylül ayında, Uluslararası Matematik Kongresi vesilesiyle Amsterdam'daki Stedelijk Müzesi'nde büyük bir sergisi vardır. Escher, İkinci Dünya Savaşı'ndan bu yana ilk kez Akdeniz kıyılarında bir deniz yolculuğu daha yapar. Bunu takip eden birkaç yıl boyunca yaz aylarında tekrarlamaya devam edecektir. Ekim ve Kasım aylarında, Washington, D.C.'deki Whyte Gallery'de sergiler açar. Çalışmaları ABD'de çok satar ve Time dergisindeki bir başka makale de buna büyük ölçüde yardımcı olur. Bütün eserlerini kendisi bastığı için yeni eser üretmeye çok vakti kalmaz. Zaman yaratmak için fiyatlarını yükseltir. Yardımcı olmaz, çalışmaları satmaya devam etmektedir. 1955, Three World de dahil olmak üzere beş yeni baskı ürettiği özellikle verimli bir yıl olur. 30 Nisan'da Escher şövalye ilan edilir. Pek çok insan Escher'i illüzyonların ustası olarak görür. İmkansız yapıları ve harika başkalaşımlarıyla sizi kandıran, kağıt üzerinde bir sihirbaz. Kendi gözlerinle görsen bile

onlar var olamaz. Ancak bu her zaman böyle değildir. Escher gerçekten de düz yüzeyin uyandırabileceği illüzyonlardan büyülenmiştir ama bazen sadece güzelliği gerçekte göstermek ister. Three Worlds bunun en güzel örneklerinden biridir. Yürüyüşleri sırasında yanından geçtiği su birikintileri ve havuzların sessizliği ve güzelliği en iyi şekilde resmettiğine inanır. Su yüzeyi ancak gerçekten hareketsiz olduğunda doğayı mükemmel bir simetri içinde yansıtır. Su, aynı anda şeffaf ve yansıtıcı olmak gibi benzersiz bir özelliğe sahiptir. Three Worlds, dünyanın suya yansıdığı üç baskının sonuncusudur. Üç Dünya'daki yansıtıcı yüzey, görünüşte gerçeklikten başka bir şey göstermiyor. Oysa üç dünyadan oluşan bir gerçekliktir. Suyun üzerinde bir dünya (üç ağaç), suyun üzerinde bir dünya (yapraklar) ve suda bir dünya (balıklar). Yansıma, Escher'in çalışmalarında yinelenen bir kavramdır. Escher düz aynalar, tümsek aynalar, kendisinin görülebildiği aynalar, bir sokağı veya gökyüzünü gösteren aynalar, gerçeği yansıtan aynalar ve başka bir dünyaya geçiş gibi görünen aynaların yanında, başka yansıtıcı yüzeyler de kullanır. Şubat ayında, Baarn'daki evini çevreleyen ormanda yaptığı yürüyüşlerden esinlenerek renkli bir gravür olan Puddle'ı tamamlar. Bu yürüyüşlerde aldığı notlarda bu çalışmayı kendi sözleriyle şu şekilde tanımlamaktadır:

Perspektif olarak çapraz olarak görülen araba ve bisiklet lastiklerinin izleri; Suyla dolu eğimli girinti: su birikintisi. İçinde ay yansır.'

Bu baskıda Escher, yaklaşık 20 yıl önce ürettiği bir gravürdeki ağaçları, yani Pineta of Calvi, Corsica'yı (1933) kullanır. Escher, bu fikri gravür Puddle'da geliştirmeye devam edecektir. Daha sonra bu baskıyı şu şekilde tanımlamaktadır:

Bulutsuz akşam göğü, yakın zamanda yağan yağmurun ormanlık bir yolda bıraktığı bir su birikintisine yansır. Bataklık zeminde iki otomobilin, iki bisikletin ve iki yayanın izleri görülür.

Baskı hakkında arkadaşı Paul Kessler'a şunları yazar:

Benim gibi biri için çok izlenimci görünse de, simgesel doğası beni Antoine de Saint-Exupéry'nin tarzında büyüledi.

Escher, Fransız havacı/yazarın çalışmalarına aşinadır. Antoine de Saint-Exupéry'nin adı esasen küçük bir kitap olan Küçük Prens ile ilişkilendirilir ancak daha çok beğenilen kitaplar yazmıştır. Terre des Hommes'da insanlığı sorumluluklarını ciddiye almaya ve dayanışma göstermeye çağırır. Bu kitap Escher için bir ilham kaynağıdır. Ormanda bir su birikintisi görünüşte basit bir fikirdir, ancak Puddle'ı sessizlik, doğa, yansıma ve hatırlama hakkında böylesine belirgin bir şekilde felsefi bir iz yapan şey tam olarak budur. Escher, izlerle dolu çamurla düzensiz bir çerçeve olarak bize evrenin sonsuzluğunu gösterir. 28 Nisan 1955'te, bir belediye meclis üyesi ve Baarn şehrinin belediye sekreteri beklenmedik bir şekilde kapısına geldiğinde Escher stüdyosunda çalışıyordur. Tam o anda mevcut çalışmasının yeniden basımları ya da o yılın 5 Mayıs'ındaki 10. Kurtuluş Günü için üretmekle görevlendirildiği Litografi Liberation için çalışmaktadır. Belediye meclis üyesi ve sekreter ona, kraliçenin onu Orange-Nassau Hanedanı'na bir Şövalye olarak atamayı planladığını söyler. Bu olay karşısında hâlâ şaşkın olan Escher, 1 Mayıs'ta oğlu Arthur'a şunları yazar:

Üç gün önce, Belediye Sekreteri bana belediye meclis üyesinin (Bay Ros) ertesi sabah beni ziyaret edeceğini duyurdu. Sıcak hava ve ne kadar meşgul olduğum göz önüne alındığında, tam olarak günümde değildim ve Bay Ros sekreterle birlikte stüdyoma girdiğinde ziyaretlerinin amacının ne olduğu hakkında hiçbir fikrim yoktu. Belki belediye binasının bir duvarını süslemek için benden bir resim satın almak isterler ya da belki yerel yönetim için bir görev yapmam gerekir diye düşündüm. Eski ceketimi giydim ve el sıkıştıktan sonra "Lütfen oturun beyler" dedim. "Hayır" dedi Bay Ros, "Bir süre ayakta kalmayı tercih ederiz". Ve bana, başkan yardımcısı yerine burada olduğunu söylemeye başladı. Kendi kendime neden bunu ayakta söyleme gereği duyduğunu düşünüp ve tekrar “oturun beyler” dedim. "Hayır" dedi Ros tekrar, "bir süre hareketsiz durmamız gerekiyor". Hiç anlamadım. Sonra ziyaretlerinin nedeni ortaya çıktı: Saygıdeğer kraliçemiz adına bana şövalyelik teklif etme şerefine eriştiğini belirtirken içinden gümüş bir haçın çıktığı güzel bir turuncu kın çıkarırken hayretle izledim. Bu nesneyi göğsüme iğnelemek için bazı başarısız girişimlerde bulundu, ancak çok gergindi

ya da çengelli iğne yakamı delmiyordu. Her neyse, baban da bir şövalye oldu. Bana bu ödülü vermeye nasıl karar verdikleri bir sır olarak kalacak. Umarım bir hata değildir. Akşam gazetede, her yıl Kraliçe'nin doğum günü şerefine bir kurdele alan binlerce kişiden biri olarak adımdan bahsedildi.

Mayıs ayında Print Gallery'yi üretir. Bu yaz, yirmi yıl sonra ilişkileri hakkında bir kitap yayınlayacak olan matematik öğretmeni Bruno Ernst ile yazışmalara başlar. Print Gallery'de Escher'in yapıtlarından bazı eserler bir galeride sergilenmektedir. Solda, dikkatli bir ziyaretçi Senglea, Malta baskısına bakar. Ancak sadece bakmakla bitmez, ziyaretçi de baskıda tasvir edilir. İzliyor ama aynı zamanda izleniyor. Escher, binaların akmasını sağlamak için bir dönme hareketi kullanıyor, böylece şehrin çatıları da galeriyi kaplıyor. Bu şekilde, baskı galerisi ve Malta kasabasının baskısı tek bir dünyada birleştirilmiştir. Print Gallery, Escher'in matematik sezgisinin güzel bir örneğidir. Konuyla ilgili çok az teorik bilgiye sahip olmasına rağmen, yine de birçok matematiksel kavramı mükemmel bir şekilde tasvir eder. Örneğin, burada sonsuzluğu görselleştiren matematiksel bir figür olan Riemann yüzeyini gösterir. Ancak bunu bilinçsizce yapmış ve matematiksel yönü ona daha sonra iki profesör tarafından belirtilmiştir. Kendisi deneyerek bu forma ulaşmış, oldukça ilerlemiş ancak baskının orta alanını doldurmamıştır. Baskı ve özellikle merkez, matematikçiler tarafından uzun süredir incelenmektedir. 2000 yılında, Leiden ve California'dan bir grup bilim insanı merkezi tamamlamayı başarmıştır. Şubat ayında, Lionel ve Roger Penrose tarafından yazılan Impossible Objects: A Special Type of Visual Illusion adlı makale The British Journal of Psychology'de yayınlanır. Escher'den ilham alarak görsel illüzyonlar yaratarak analiz ederler. Escher'in Düzlemin Düzenli Bölümü kitabı yayınlanır. Aynı yıl ünlü litografi Belvedere'yi de tamamlar.

Düz bir yüzey üzerinde düzgün bir şekilde tasvir edilebilen, ancak mekansal bir figür olarak imkansız olan üç boyutlu bir bina. Önünde oturduğu binanın adı, aynı adı taşıyan mimari terime bir göndermedir. Etimolojik olarak 'belvedere', 'güzel manzara' olarak Latince'den gelmektedir. Daha iyi görüş sağlayan bir yapıya galeri veya kule şeklinde yapılan eklentidir. Kuleler ayrıca savunmada kullanıldıkları için stratejik bir role de sahiptir. Yukarıda belirtilen güzel manzarayı elde etmek için bir tepe veya dağ üzerine inşa edilmiş, genellikle bir saray veya kale olmak üzere eksiksiz bir bina da olabilir. Hollanda'da kule şekli yaygındır, Avrupa'nın geri kalanında birkaç saray örneği günümüze ulaşmıştır. Escher'in baskısı kule ve galeriyi birleştirir. Sağda ve solda çerçevenin kenarlarına taşan duvarlar da bu güzel manzaranın mevcut bir yapıya ilave olduğunu düşündürüyor. Karakterlerin kıyafetleri, geç Orta Çağ'a açık bir göndermedir. İnsanların baktığı manzara coğrafi olarak tanımlanamaz. Ancak Escher'in 1928-1935 döneminde ürettiği baskılarda sayısız kez ölümsüzleştirdiği İtalyan manzarasına olan sevgisi göz önüne alındığında, bunun bir İtalyan sarayı olduğunu neredeyse kesinlikle söyleyebiliriz. Abruzzo ya da Sicilya bir olasılıktır. Birçok insan için Escher'in imkansız binaları, eserlerinin en önemli noktalarıdır. 1963'te bir konferansta Escher şöyle demiştir:

İmkansız bir şeye dikkat çekmek istiyorsanız, eserinizi imkansız unsurun üstü örtülerek ve yüzeysel bir gözlemcinin fark etmeyeceği şekilde sunarak önce kendinizi sonra dinleyicilerinizi kandırmaya çalışmalısınız. Hemen göze çarpmayan belli bir gizem olmalı.

Bu nedenle Escher, imkansızlıklarını ilk bakışta gerçekten var olmaları mümkün görünecek şekilde gizleyerek izleyicilerini kandırmakta çok kararlıdır. Belvedere litografi bunun mükemmel bir örneğidir. Escher, bu eserde yedek kulübesindeki adamla bu karşıtlığı güzel bir şekilde gösterir. Yerde, Necker küpü olarak adlandırılan bir çizim bulunur. Bu, çizgileri kesişen bir küpün perspektif çizimidir. Bu, hangi tarafın önde olduğunu söylemeyi imkansızlaştırır. Dolayısıyla bu küp kağıt üzerinde var olabilir ama elinde tuttuğu şey yoktur. İmkansız bir nesnedir. 1958'de Escher, imkansız küpüyle bu insanı belirgin bir şekilde gösteren bir ahşap gravür yapmıştır. Kasım ayında M.C. Escher'in Grafik çalışması kitabı yayınlanır. Circle Limit serisinde ikinci ve üçüncüyü de tasarlamıştır. Bu yıllarda Escher'in popülaritesi katlanarak artmaktadır. 18 Mart 1960'ta Escher en ikonik eserlerinden birini bitirir: Ascending and Descending. Baskı, grafik sanatçısı ve İngiliz matematikçi Roger Penrose arasındaki dikkate değer bir fikir alışverişinin sonucudur. İkisi ilk olarak, 1954 yılında o yılın uluslararası Matematikçiler Kongresi sırasında Amsterdam'daki Stedelijk Müzesi'nde düzenlenen kişisel sergisinde temasa geçer. Escher'in çalışması Penrose'u çok etkiler ve kısa süre sonra, kendi imkansız tasarımlarını üretmeye başlar. Kendisi de bir genetik ve matematik uzmanı olan

babası Lionel ona yardım eder ve Roger'ın çizimlerine dayanarak bazı modeller tasarlar. Birlikte British Journal of Psychology'nin Şubat 1958 baskısında "Impossible Objects: A Special Type of Visual Illusion" başlıklı bir makale yayınlarlar. Sonsuza kadar yukarı (veya aşağı) çıkıyormuş gibi görünen sürekli bir merdivenin bir çizimini ve üç boyutlu bir modelini içerir. Escher'e makalenin bir kopyası gönderilir ve şimdi derinden etkilenme sırası ona gelir. Makale, 1959'un sonlarında üzerinde çalışmaya başladığı Ascending and Descending fikrini ateşler. Nisan 1960'ta Roger ve Lionel Penrose'a buluşları için onlara teşekkür ettiği bir mektup yazar. Mektubunun yanı sıra Ascending and Descending'in bir baskısını da ekler. The Art of the Impossible: MC Escher and Me belgeselinde Roger Penrose, Escher ile olan bağlantısından ve Ascending ve Descending'in nasıl oluştuğundan bahseder. Escher, Ocak 1960'ta oğlu Arthur'a yazdığı bir mektupta litografiden bahseder:

Bakış açınıza bağlı olarak, durmadan yükselen veya alçalan bir merdiveni gösteren yeni bir baskı tasarlamakla meşgulüm. Bu normalde, tepenin bulutların içinde ve alt kısmın cehennemde kaybolduğu spiral bir şey olmalıdır. Benim versiyonumda değil. Kendi kuyruğunu yiyen bir yılan gibi, mühürlü, halka şeklinde bir durum. Yine de her adımı bir sonrakinden daha yüksek veya daha alçak olacak şekilde doğru perspektifle çizmek mümkün.

2010'da Christopher Nolan tarafından yönetilen Inception'da tasvir edilen Penrose merdivenleri Ekim 1961 tarihli bu litografi muhtemelen ilk bakıştan sonra izleyicileri en çok etkileyen bu baskı olduğu için belki de Escher'ın çalışmalarının en ünlüsüdür. Gencinden yaşlısına, deneyimli sanatseverden az deneyimli izleyicisine kadar her türden insanı bir şekilde etkiler. Escher görüntü fikrini matematikçi Roger Penrose ve babası Lionel Penrose aracılığıyla bulur. The British Journal of Psychology'deki bir makalede (cilt 49, Şubat 1958), "imkansız bir üçlü çubuk" gösterdiler. Kağıt üzerinde var olabilen ama gerçek hayatta olmayan bir şekil. Üç dik açı normaldir, ancak bir tür üçgen oluşturmak için yanlış ve imkansız bir şekilde birbirine bağlıdırlar. Şekil daha önce İsveçli grafik sanatçısı Oscar Reutersvärd (1915-2002) tarafından tasarlanmıştır ancak Penrose'lar bunun farkında değildir. Escher, Şelale'deki su değirmeninin temeli olarak Penrose üçgenini kullanarak döngüyü tamamlar.

Escher, eski başkan Theodore Roosevelt'in torunu Amerikalı koleksiyoncu Cornelius van Schaak Roosevelt'e (1915-1991) yazdığı bir mektupta bu üçlü çubuğu çizer. 30 Kasım 1961 tarihli mektubunda şunları yazar:

Yepyeni olan Şelale, Penrose'ların fikrine dayanıyor. Bu, bir kopyası aşağıda yer alan heyecan verici "imkansız nesnelerinden" bir diğeridir. British Journal of Psychology'de Şubat 1958'de yayınlanan makalede de benim adımdan bahsediyorlar.

Su her zaman en alçak noktaya akar, bu herkesin aşina olduğu temel bir ilkedir. Ancak Escher, böyle bir yapının üzerinden su akıtarak en derin ve en uzak noktayı aynı anda en yüksek ve en yakın nokta yapmayı başardı. Su tekrar aşağı dökülür ve akış yeniden başlar. Devamlı hareket demektir. Binanın şeklini geliştirmeye devam eder. Binanın en yüksek noktaya sahip olması için katlara ihtiyacı olduğunu fark eder, ancak yine de bu katları dahil etmenin bir yolunu aramaktadır. 10 ve 11 numaralı eskizlerdeki çözümler sonuç vermez, ancak 12 numaralı eskiz ilerlemeyi gösterir. Merdiven yapısından dolayı Ascending and Descending'i anımsatan çizim 13'te, suyun akıp yeniden başlayabilmesi için 'döngü'nün neye benzediğini detaylandırır. 14. Eskiz, bir su çarkı ile onun ilk kez su havzasından daha iyi performans gösteren bir çözümün ana hatlarını çizdiğini gösterir. Bunu, bitmiş litografide yer alacağı için nihai yapıyı içeren bu çizimle 15. Çizimde devam ettirir. Bu nihai çizim, Escher'in çizimi taş üzerine koymak için kullandığı kopya kağıdıdır. Yine de bu aşamada bile son baskıdan bir fark vardır: su değirmenine bakan sadece bir insanın olduğu baskının aksine, içinde iki insan vardır. Escher, bunun değirmene bakan değirmenci olduğunu söylemiştir. Sadece ara sıra buharlaşma yoluyla su kaybını telafi etmek için birkaç kova su eklemesi için harekete geçmesi gerekiyor. Escher, özel bir önemi olmasa da kulelerin üzerine iki polihedron yerleştirir. Kendi sözleriyle: Onları oraya çok sevdiğim için koydum: solda kesişen üç küp, sağda üç oktahedron. Son olarak, Escher'in binaların yanına yerleştirdiği çarpıcı bitkilerin ayrı bir çizimi vardır. Bir bahçeden

çok bir mercan resifini andıran bir bitki grubu. Bunlar, Escher'in önemli ölçüde büyüttüğü yosunlardır. 1942'de yaptığı bir çizim ve 18 yıl sonra bu litografi için geri döndürülüyor. Kulelerdeki polihedronlarla birlikte yabancılaştırıcı etkiyi güçlendirirler. Ancak değirmeni çevreleyen gerçekçi binaların varlığı ve arka planda İtalyan teraslı manzara bu etkiyi azaltır. Escher, olasılık ile imkansızlığı, realizm ile hayali ve gerçeklik ile gerçek dışılığı birleştirerek asla unutamayacağımız bir baskı yaratıyor. Escher, 1962 yılında Haarlem'deki yeni "Provinciale Waterstaat" binasındaki bir sütun için bir mozaik tasarlamış ve bunu sunmuştur. Ancak sağlığı bozulur ve Nisan sonunda acil bir operasyon için hastaneye kaldırılır. Ardından uzun bir iyileşme süreci ile planladığı tüm dersler ve sergilerle birlikte ABD ve Kanada gezisini iptal etmek zorunda kalır. Baskı, 1962'nin başından beri zihnini meşgul etmektedir, ancak Möbius Strip II'deki ilerleme çok yavaştır ve Şubat ayına kadar bitmez. Çalışmalarının yeniden basımlarına olan büyük talep nedeniyle, zamanının çoğunu baskı yaparak geçirmektedir. 1 Ekim1964'de Escher Kanada'ya uçar ve burada tekrar hastalanır Toronto'da başka bir acil operasyon geçirmek zorunda kalır. Kanada'da yeniden planlanan dersleri ve sergileri iptal edilmelidir. Square Limit, bu yıl ürettiği tek yeni çalışmadır. 1964-1970 yılları arasında Escher'in çalışmaları halk arasında popülaritesini artırmıştır. Stanley Kubrick ona dört boyutlu bir film hakkında adım atar. Mick Jagger, eserlerinden birinin Rolling Stones tarafından bir albüm kapağı için kullanılıp kullanılamayacağını sorar. İkisi de reddedilir. Baskıları Amerikan pazarında blacklight versiyonlarda yayınlanmaktadır. 5 Mart'ta Escher, Hilversum Şehri'nin kültür ödülüne layık görülür. Ağustos ayında M.C. Escher'in Periyodik Çizimlerinin Simetri Açıları kitabı yayınlanır. Bu kitap Escher'in arkadaşı ve Amsterdam Üniversitesi'nde kimyasal kristalografi profesörü olan Profesör Caroline H. Macgillavry tarafından yazılmıştır. Aynı yıl Escher hakkında bir makale de Jardin des Arts'ın Ekim sayısında yer almaktadır. Mart 1965 Escher, Paris'teki prestijli École des Beaux-Arts'ta öğretim görevlisi olan Fransız sanatçı ve profesör Albert Flocon ile tanışır. Flocon esas olarak bakır gravürler üreten ve Escher gibi o da perspektifin gizeminden büyülenen özellikle eğrisel perspektif onun ilgisini çekmektedir. Bu Escher'in de Hand with reflecting sphere, Balcony, Three Spheres II, Drop ve Self Portrait in Spherical Mirror gibi çalışmalarında birkaç kez kullandığı bir formdur. Flocon ile tanışmak Escher için büyük önem taşır. Profesör, baskıların satışına ve Paris'te düzenlenecek bir Escher sergisine bizzat aracılık eder. Ekim 1965'te Flocon, önemli aylık Jardin des Arts'ta Escher hakkında " Grafik sanatı ve matematiğin sınırında: Maurits Cornelis Escher" başlıklı 10 sayfalık bir makale yayınlar. Makalede, Escher'in hayatı hakkındaki bilgileri baskılarının analizleriyle birleştirir ve sanatçı ile yaptığı bir sohbetten alıntılar da ekler. Makale, Escher'in sanat dünyasındaki yerinin iyi bir tanımını sunmaktadır. Escher'i sanat tarihi boyunca "düşünen sanatçılar" çizgisine yerleştirir. Bu, birçok hastane ziyareti ve çok sayıda ameliyattan sonra çalışmalara dönmesi için onu cesaretlendirir. Yeni bir gravür için doğrudan ilham kaynağı olacak olan Flocon'un bir çalışması olan Topographics baskısında Escher, ilgisini çeken bir dizi düğümün gravürünü bulur. Bir hediye olarak Escher, figürlerden birini bir baskıya dönüştürmek ister. Bu, zaman ve enerji açısından beklediğinden daha yorucu olur. Oğlu George'a bu konuda şunları yazar: 'Şaşırtıcı bir şekilde zaman alıyor; saatler uçup gidiyor, kafamdaki fikir bir dizi sayısız başarısızlıktan sonra tuzla buz oluyor. Paris'te Albert Flocon ile denk gelmemiz, haftalarca yanmaya devam eden bir kıvılcımın tutuşmasına neden oldu. Ama kötü bir günde, zihnimde daha çok net olmadığını fark ettim ve sonra düşündüm: ya şimdi yaparım ya da hiç yapamam. Tüm karalamaları bir köşeye fırlattım. Yapmak istediğim sadece bir DÜĞÜM, klasik, topolojik, üçlü bükümlü düğüm. Bu kadar basit görünen sıradan bir düğümün, çizmeye başladığınızda bu kadar zor çıkması şaşırtıcı değil mi? Kendi de söylediği gibi sadece bir düğüm ama Escher onun ilginç bir görsel temsilini bulmak için mücadele etmeye devam eder. Gravür Düğümler tam anlamıyla bu "öğrenme sürecinin" meyvelerini gösterir. Sağ üstten sol üst köşeye görseldeki nihai sonuca kadar. George'a açıkladığı gibi, tatmin olmadığı bir çabadır: Düğüm sonunda tamamen biter. Düğümler, sonsuzluk ve zamansızlık için güçlü bir semboldür. Bir konferansta "Hala buna bağlı hissediyorum" der. Nisan 1966'da George ve eşi Corrie'ye baskının onu hâlâ meşgul ettiğini yazar. Mahone Körfezi'nde bu yeni Möbius düğümünün güzel bir çizimini yapar ancak yapmak istediği litografi asla gün ışığına çıkamayacaktır. Escher'in çalışmalarının ilk büyük sergisi onun 70. doğum günü şerefine Lahey'deki Gemeentemuseum'da açılır. Hollanda'nın haftalık dergisi Vrij Nederland, 20 Nisan'da gazeteci Bibeb'in MC Escher ile yaptığı uzun bir röportajı yayınlar. 20 Şubat'ta (1969), Metamorfoz III (48 x 1,60 metre) adlı büyük duvar resmi Lahey'de sergilenir. Temmuz ayında son gravürü Snakes'i tamamlar. 1970'de ilkbaharda Escher başka bir büyük ameliyat için tekrar hastaneye kaldırılır. Osaka'daki dünya sergisinde Dışişleri Bakanlığı tarafından yaptırılan Escher'in çalışmalarını konu alan

bir film gösterilir. Kasım ayında Time Spirit'in, besteci Jurriaan Andriessen'in Escher'in çalışmalarından ilham alan bir senfonisi olan prömiyeri yapılır. Escher 1972 yılında 27 Mart'ta Hilversum'daki Diaconessenhuis hastanesinde 73 yaşında hayatını kaybeder. 1979'da Bruno Ernst'in yazdığı De Toverspiegel van M.C. Escher (M.C. Escher'in Sihirli Aynası), Escher ile matematikçi Ernst arasında Escher'in çalışmaları hakkında yapılan uzun bir dizi konuşmanın sonucu olarak yayınlanır. 1981'de JL Locher (ed.) tarafından yazılan Leven en werk van M.C. Escher, Escher'in hayat hikayesini anlatan ve eserlerinin ilk tam kataloğunu sunan kitap yayınlanır. 1998'de Escher'in ilk büyük biyografisi olan Een biografie, Wim Hazeu tarafından yayınlanır. 2002'de MC Escher'in hayatı ve eserlerini konu alan monografik müze Lahey'de açılmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı: Ece BALÇIK

Bildiği Yabancı Diller: Ingilizce

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Ilkogretim Matematik Egitimi	Dokuz Eylul Universitesi	2015
Y. Lisans	Egitim Yonetimi, Denetimi, Ekonomisi, Planlamasi	Pamukkale Universitesi	2018

ESERLER

Yazılan ulusal/uluslararası kitaplardaki bölümler:

Eğitimde İnovasyon için Tasarım Odaklı Düşünme, Milli Eğitim Bakanlığı Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, ISBN: 978-975-11-5357-9

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

Örgüt kültürü, psikolojik güçlendirme ve örgütsel bağlılık arasındaki ilişkiler, Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi

İNTİHAL RAPORU

ECE BALÇIK_TEZ
By: ECE BALÇIK
As of: Jul 3, 2023 2:08:35 PM
31,861 words - 208 matches - 100 sources

Similarity Index
8%

Mode: Similarity Report

paper text:

BÖLÜM I GİRİŞ Bu bölümde araştırmanın problem durumuna , araştırmanın **amacına** , önem **ve** gerekçesine **yer verilmiştir. 1.1. Problem Durumu** 59

Günümüzde dijital teknolojiler gelişmekte ve globalleşen dünyada bu gelişimler hızla yayılmakta iken matematik eğitimcileri etkili matematik öğretimi için bu gelişim sürecinde nasıl fırsatlar yakalayabileceğini düşünmektedir. Bu fırsatları yakalamak geleceğin yetişkinleri olacak öğrencileri geleceğin dünyasına hazırlamak noktasında önemli görünmektedir. Teknoloji kullanımının yaygınlaşmasından ve dijital öykülemenin literatürde belirtilen avantajlarından (aktif öğrenme, sorgulama becerisi, teknoloji becerisi, kalıcı öğrenme, motivasyon) dolayı ortaokul matematik dersi eğitsel hedeflerinin verimini arttırmak amacıyla matematik öğretimine entegre edilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Alan yazın incelendiğinde matematik öğretiminde dijital öyküleme yaklaşımının kullanımı ile ilgili az sayıda çalışmaya erişilmiştir. Üstelik bu çalışmalar arasında öğrenciyi aktif kılan ve kendi dijital öyküsünü yaratma fırsatını tanıyan çalışmalar daha da azdır. Bu çalışma ile öğretmen, öğretmen adayları ve geliştiricilere öğrenciyi merkeze alan dijital öykülemeyi kullanarak gerçekleştirilen matematik öğretiminin sonuçları hakkında faydalı bilgiler sunulması amaçlanmaktadır. Yapılan çalışma ile literatürde az çalışılmış olan dijital öykünün matematik öğretimi sürecinde nasıl uygulanacağına, ne gibi problemlerle karşılaşılacağına ve süreçten daha fazla verim elde etmek için neler yapılması gerektiğine dair önerilerin sunulmasıyla literatüre katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Yüksel (2011), Kaliforniya'da katılmış olduğu dijital öykü atölyesi ile dijital öykülemenin temelini atanlardan Joe Lambert'in dijital öykü konusunda "herkes anlatacak bir öyküye sahiptir" görüşünü benimsediğini ve kendisi de çalışmasının kendi anlatacağı öykülerden birisi olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada da öğrencilerin anlatacağı öyküler ile dijital öykülemeyi kullanarak matematik dersinde bilgiyi yapılandırma, iş birlikli öğrenmeye yönelik tutum, gerçek hayatla ilişkilendirme becerileri ve derse yönelik motivasyonlarını nasıl destekleyebileceğini bulmaktır. 1.2. Araştırmanın Amacı Bu araştırmanın amacı

1.,2.,3. Ve 4. Sınıf ilköğretim matematik öğretmen adaylarının 19

araştırmacı tarafından hazırlanan, M.C. Escher'in hayatı ile sanat eserlerini içeren dijital öyküleme çalışması aracılığıyla "dönüşüm geometrisi" öğrenme alanlarına yönelik kavram imajlarının incelenmesidir. Çalışmada

aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır: 1. Öğretmen adayları dijital öyküleme 82

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu
KARAR

Toplantı Tarihi: 31/10/2023
Karar Sayısı: 445

Üniversitemiz Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü **Dr. Öğr. Üyesi Gözdegül ARIK KARAMIK**'ın danışmanlığını, **Ece BALÇIK**'ın araştırmacılığını üstlendiği, *"İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Dönüşüm Geometrisi Konusundaki Kavram İmajlarının Dijital Öyküleme İle İncelenmesi"* konulu çalışmanın, fikri hukuki ve telif hakları bakımından metot ve ölçeğine ilişkin sorumluluğun başvurucuya ait olmak üzere, proje süresince uygulanmasının etik olarak **uygun olduğuna** oy birliği ile karar verilmiştir.

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin kağıt ve elektronik kopyalarının Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

- ☐ Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezim sadece Akdeniz Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- ☐ Tezimin … yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvurmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

09/11/2023