



T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

**GEOGEBRA DESTEKLİ PROBLEM KURMA TEMELLİ ÖĞRENME
SÜRECİNİN ÖĞRETMEN ADAYLARININ YARATICI PROBLEM
KURMA BECERİLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERVE NUR BOZKURT

DIYARBAKIR, 2024



T.C.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

**GEOGEBRA DESTEKLİ PROBLEM KURMA TEMELLİ ÖĞRENME
SÜRECİNİN ÖĞRETMEN ADAYLARININ YARATICI PROBLEM
KURMA BECERİLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN

Merve Nur BOZKURT

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Kemal ÖZGEN

DİYARBAKIR - TEMMUZ, 2024

KABUL VE ONAY

T.C

DİCLE UNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DİYARBAKIR

Merve Nur BOZKURT tarafından yapılan “GeoGebra Destekli Problem Kurma Temelli Öğrenme Sürecinin Öğretmen Adaylarının Yaratıcı Problem Kurma Becerilerine Etkisinin İncelenmesi” konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan : Doç. Dr. Halil Coşkun ÇELİK

Üye : Prof. Dr. Kemal ÖZGEN

Üye : Prof. Dr. Yılmaz ZENGİN

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 01.07.2024

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../.../20...

Prof. Dr. Bahar BURTAN DOĞAN

ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

(MÜHÜR)

BİLDİRİM

Tezimin içerdığı yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı ve bu tezi Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsünden başka bir bilim kuruluşuna akademik gaye ve unvan almak amacıyla vermediğimi; tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada kullanılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ediyorum.

Merve Nur BOZKURT

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimine başladığım günden itibaren desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, her daim yol gösterici olan, geniş bilgi birikimiyle çalışmanın gerçekleşmesine büyük katkı sağlayan beraber çalışmaktan ve öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyduğum değerli danışman hocam Prof. Dr. Kemal ÖZGEN'e en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans sürecim boyuncaengin bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve her aşamada bana destek olan değerli hocam Prof. Dr. Yılmaz ZENGİN'e en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım. Değerli görüşleriyle tezime katkıda bulunan ve tez savunma jürimde yer alan Sayın Prof. Dr. Tuğrul KAR ile Doç Dr. Halil Coşkun ÇELİK'e teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca sevgi, destek ve fedakârlıklarıyla yanımda olan ve benim bugünlere gelmemi sağlayan sevgili annem Selma ÖZSOY, babam Tarık ÖZSOY ve kardeşlerim Esra ÖZSOY ile Beyazıt ÖZSOY' a sevgi ve hürmetle teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak yüksek lisans sürecinde her zaman fedakârlıklarıyla bana yardımcı olan, beni sabırla daima destekleyen ve varlığıyla güç veren sevgili eşim Batuhan BOZKURT'a en içten sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Merve Nur BOZKURT

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
KISALTMALAR LİSTESİ	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	5
1.3. Araştırmanın Önemi	5
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları	8
1.5. Araştırmanın Varsayımları	8
1.6. Kısaltmalar ve Tanımlar	9
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	10
2.1. Problem Çözme	10
2.2. Problem Kurma	11
2.3. Problem Kurma Türleri	12
2.3.1. İspat Yoluyla Problem Kurma	13
2.3.2. Araştırmalar İçin Problem Kurma	14
2.3.3. Araştırmalar Yoluyla Problem Kurma	17
2.4. Problem Çözme ve Problem Kurma Arasındaki İlişki	21
2.5. Problem Kurma Temelli Öğrenme	23
2.6. Problem Kurmada Yaratıcılık	29
2.7. Problem Kurmada Yaratıcılığın Değerlendirilmesi	31
2.7.1. Çoklu Çözüm Etkinliklerinde Yaratıcılığın Değerlendirilmesi	32

2.7.2. Problem Kurma Etkinliklerinde Yaratıcılığın Değerlendirilmesi.....	35
2.7.3. Araştırmalar Yoluyla Problem Kurma Etkinliklerinde Yaratıcılık ve İspat Becerilerinin Değerlendirilmesi	37
2.8. Teknoloji Destekli Problem Kurma	41
2.9. İlgili Araştırmalar	42
3. YÖNTEM	46
3.1. Çalışma Grubu	46
3.2. Veri Toplama Araçları	47
3.2.1. Matematiksel Etkinlikler	47
3.2.2. Video ve Ses Kayıtları	51
3.2.3. GeoGebra Dosyaları	51
3.3. Pilot Çalışma	51
3.4. Uygulama Süreci.....	52
3.5. Verilerin Analizi	55
3.5.1. Matematiksel Etkinliklerde Keşfedilen Özellikler İçin Örnek Analiz	57
3.6. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği.....	59
4. BULGULAR.....	61
4.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Bulgular	61
4.1.1. Birinci Gruptan Elde Edilen Veriler	61
4.1.1.1. Birinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	61
4.1.1.2. İkinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	64
4.1.1.3. Üçüncü Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	67
4.1.1.4. Dördüncü Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	70
4.1.1.5. Beşinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	76
4.1.1.6. Altıncı Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	80
4.1.1.7. Yedinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular.....	85
4.1.2. İkinci Gruptan Elde Edilen Veriler	93
4.1.2.1. Birinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	93
4.1.2.2. İkinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	96
4.1.2.3. Üçüncü Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	98
4.1.2.4. Dördüncü Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	103
4.1.2.5. Beşinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	107
4.1.2.6. Altıncı Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	108
4.1.2.7. Yedinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular.....	113

4.1.3. Üçüncü Gruptan Elde Edilen Veriler	119
4.1.3.1. Birinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	119
4.1.3.2. İkinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	123
4.1.3.3. Üçüncü Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	127
4.1.3.4. Dördüncü Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	127
4.1.3.5. Beşinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	131
4.1.3.6. Altıncı Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	133
4.1.3.7. Yedinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular	137
4.2. İkinci Alt Probleme Yönelik Bulgular	143
5. TARTIŞMA.....	148
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	155
7. KAYNAKLAR.....	158
8. EKLER	169
9. ÖZGEÇMİŞ	180

ÖZET

GeoGebra Destekli Problem Kurma Temelli Öğrenme Sürecinin Öğretmen Adaylarının Yaratıcı Problem Kurma Becerilerine Etkisinin İncelenmesi

Bu araştırmanın amacı, GeoGebra destekli problem kurma temelli öğrenme sürecinin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerine etkisini incelemektir. Araştırmanın katılımcıları, bir devlet üniversitesinin 2. sınıfında öğrenim gören 9 ilköğretim matematik öğretmen adayıdır. Veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen matematiksel etkinlikler, öğretmen adaylarının GeoGebra dosyaları, uygulama sürecinde alınan ekran ve ses kayıtları kullanılmıştır. Uygulama süreci, beş hafta GeoGebra yazılımının öğretimi ve yedi hafta boyunca öğrenme etkinliklerinin uygulanması olmak üzere toplam on iki hafta sürmüştür. Öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerine yönelik elde edilen veriler, Leikin ve Elgrably (2020) tarafından araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde yaratıcılığın değerlendirilmesi amacıyla geliştirilen ondalık tabanlı puanlama şemasına göre analiz edilmiştir. Verilerin analizi, öğretmen adaylarının yaratıcılığa yönelik problem kurma etkinliklerinde zorlandıklarını ve yaratıcılık puanlarının düşük olduğunu göstermiştir. Diğer yandan bu matematiksel etkinliklerin öğretmen adaylarını zorlasa da yaratıcı problem kurma becerilerini geliştirdiği çalışmada elde edilen verilerin analizi neticesinde görülmüştür. Bulgulardan hareketle matematiksel etkinliklerin ve genişletilmiş aktif öğrenme çerçevesinin aşamalarının GeoGebra yazılımı ile desteklenmesinin yaratıcı problem kurma becerilerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerileri yaratıcılık bileşenleri (akıcılık, esneklik ve orijinallik) açısından incelendiğinde bütün gruplar tarafından en yüksek puanın esneklik bileşeninden, en düşük puanın akıcılık bileşeninden alındığı görülmüştür. Bu sonuçlar doğrultusunda, öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerinin geliştirilmesinde GeoGebra destekli problem kurma sürecinin ve araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Araştırmalar yoluyla problem kurma, Genişletilmiş aktif öğrenme çerçevesi, GeoGebra, Yaratıcı problem kurma

ABSTRACT

Investigation of the Effect of GeoGebra Assisted Problem Posing Based Learning Process on Creative Problem Posing Skills of Prospective Teachers

The purpose of this research is to examine the effect of a GeoGebra-supported problem-posing-based learning process on the creative problem-posing skills of prospective elementary mathematics teachers. The participants of the study were nine second-year prospective elementary mathematics teachers studying at a state university. The data collection tools included mathematical activities developed by the researcher, GeoGebra files created by the prospective teachers, and screen and voice recordings taken during the implementation process. The implementation process lasted a total of twelve weeks, consisting of five weeks of GeoGebra software training and seven weeks of learning activities. The data obtained regarding the prospective teachers' creative problem-posing skills were analyzed using a decimal-based scoring scheme developed by Leikin and Elgrably (2020) to evaluate creativity in problem-posing activities. The analysis of the data showed that the prospective teachers struggled with creativity in problem-posing activities and had low creativity scores. On the other hand, despite the challenges posed by these mathematical activities, the analysis of the data obtained in the study showed that they improved the prospective teachers' creative problem-posing skills. Based on the findings, it was concluded that supporting the stages of mathematical activities and the extended active learning framework with GeoGebra software is effective in developing creative problem-posing skills. Additionally, when the creative problem-posing skills of the prospective teachers were examined in terms of the components of creativity (fluency, flexibility, and originality), it was found that the highest score was in the flexibility component, and the lowest score was in the fluency component across all groups. In light of these results, it is recommended to use GeoGebra-supported problem-posing processes and research-based problem-posing activities to develop the creativity skills of prospective teachers.

Keywords: Problem-posing through research, Extended active learning framework, GeoGebra, Creative problem-posing

TABLÖLAR LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Tablo Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1.	Dönüşüm Problemlerinin Dönüşüm Çerçevesine Göre Değerlendirilmesi (Leikin & Grossman, 2013, s.523)	16
Tablo 2.1. Devamı.	Dönüşüm Problemlerinin Dönüşüm Çerçevesine Göre Değerlendirilmesi (Leikin & Grossman, 2013, s.523)	17
Tablo 2.2.	Leikin (2009) Tarafından Çoklu Çözüm Etkinliklerinde Yaratıcılığın Değerlendirilmesi için Geliştirilen Ondalık Tabanlı Puanlama Şeması	33
Tablo 2.3.	Problem Kurma Etkinliklerinde Yaratıcılığın Değerlendirilmesi İçin Taşkın (2016) Tarafından Geliştirilen Teorik Yapı.....	36
Tablo 2.4.	Araştırmalar Yoluyla Problem Etkinliklerinde Yaratıcılığın Değerlendirilmesi için Geliştirilen Ondalık Tabanlı Puanlama Şeması (Leikin & Elgrably, 2020, s.7)	39
Tablo 2.5.	Araştırmalar Yoluyla Problem Etkinliklerinde Yaratıcılığın Değerlendirilmesi için Geliştirilen Ondalık Tabanlı Puanlama Şeması (Leikin & Elgrably, 2020, s.7)	42
Tablo 2.6.	Yaratıcı Problem Kurma ile ilgili Yapılan Bazı Çalışmalar.....	46
Tablo 2.6. Devamı.	Yaratıcı Problem Kurma ile ilgili Yapılan Bazı Çalışmalar.....	47
Tablo 3.1.	Çalışmada Yer Alan Öğretmen Adaylarının Gruplara Dağılımı	47
Tablo 3.2.	Matematiksel Etkinliklerin Uzman Görüşü Öncesi ve Sonrası	50
Tablo 3.3.	Araştırmanın Uygulama Süreci	54
Tablo 3.4.	Keşfedilen Özelliklerin Yaratıcılık Bileşenleri Açısından Değerlendirmesi (Leikin & Elgrably, 2020: 7)	56
Tablo 3.5.	Keşfedilen Özelliklerin Ondalık Tabanlı Puanlama Şemasına Göre Puanlaması	59
Tablo 3.6.	Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği için Alınan Önlemler	60
Tablo 4.1.	1. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	63
Tablo 4.2.	2. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	65
Tablo 4.3.	3. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	69
Tablo 4.4.	4. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	75
Tablo 4.5.	5. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	79
Tablo 4.6.	6. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	85
Tablo 4.7.	7. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	92
Tablo 4.8.	1. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	96
Tablo 4.9.	2. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	98

Tablo4.10.	3. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi ...	102
Tablo4.11.	4.Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	107
Tablo4.12.	6.Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	112
Tablo4.13.	7.Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	118
Tablo4.14.	1.Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	122
Tablo4.15.	2.Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	127
Tablo4.16.	4.Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	131
Tablo4.17.	5.Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	133
Tablo4.18.	6.Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	137
Tablo4.19.	7.Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi	142
Tablo 4.20.	1. Grubun Keşfettikleri Özelliklerin Yaratıcılık Bileşenleri Açısından Değerlendirilmesi	143
Tablo 4.21.	2. Grubun Keşfettikleri Özelliklerin Yaratıcılık Bileşenleri Açısından Değerlendirilmesi	144
Tablo 4.22.	3. Grubun Keşfettikleri Özelliklerin Yaratıcılık Bileşenleri Açısından Değerlendirilmesi	145
Tablo 5.1.	Gruplar Tarafından Matematiksel Etkinliklerde Keşfedilen Özellik Sayısı ve Bu Özelliklerin Yaratıcılık Puanları.....	148

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Şekil Adı</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1.	Polya'nın problem çözme adımları	11
Şekil 2.2	İspat yoluyla problem kurma örneği (Leikin, 2015, s.380).....	13
Şekil 2.3.	Araştırma için problem kurma örneği (Leikin & Grossman, 2013, s.519)	14
Şekil 2.4.	Araştırmalar yoluyla problem kurma örneği (Elgrably & Leikin, 2021, s.895) .	20
Şekil 2.5.	Problem kurma türlerinin birbiriyle olan ilişkileri (Leikin, 2015, s.387)	21
Şekil 2.6.	Problem kurmanın problem çözmeye sağladığı faydalar.....	22
Şekil 2.7.	Aktif öğrenme çerçevesi (Ellerton, 2013, s.99)	24
Şekil 2.8.	Genişletilmiş aktif öğrenme çerçevesi (Xie & Masingila, 2017, s.115)	25
Şekil 2.9.	Düzenlenmiş aktif öğrenme çerçevesi (Erkan, 2021, s.221).....	27
Şekil 2.10.	Matematikte üstün yetenek ve yaratıcılık (Sriraman, 2005, s.27).....	30
Şekil 2.11.	Kurulan problemlerin ispat becerileri açısından değerlendirilmesi	39
Şekil 3.1.	Veri toplama araçları.....	47
Şekil 3.2.	Matematiksel etkinlik ile ilgili uzman görüşü	49
Şekil 3.3.	1. Matematiksel etkinlik.....	50
Şekil 3.4.	Araştırmanın uygulama süreci	53
Şekil 3.5.	Uygulama sürecinde laboratuvar ortamı	53
Şekil 3.6.	Matematiksel etkinlik örneği.....	57
Şekil 3.7.	Matematiksel etkinlikte keşfedilen özellik örneği	58
Şekil 4.1.	Eşkenar üçgene ait bir GeoGebra görseli	62
Şekil 4.2.	Özel bir nokta olan H noktasına ait GeoGebra görseli	65
Şekil 4.3.	Üçgenlerin ağırlık merkezlerine ait bir GeoGebra görseli	Hata! Yer işareti tanımlanmamış. 68
Şekil 4.4.	Doğruların kesim noktasından oluşan eşkenar üçgene ait bir GeoGebra görseli	68
Şekil 4.5.	Orta noktaların birleştirilmesiyle oluşan üçgene ait bir GeoGebra görseli.....	71
Şekil 4.6.	Ortik üçgenin köşelerinden çizilen dokuz nokta çemberine ait bir GeoGebra görseli	72
Şekil 4.7.	Ortik üçgenin dış teğet çemberlerinin merkezlerine ait yapılan çizimin görseli	73
Şekil 4.8.	Ortik üçgenin dış teğet çemberlerinin merkezlerine ait bir GeoGebra görseli	74
Şekil 4.9.	Benzer üçgenlere ait bir GeoGebra görseli	77

Şekil 4.10. Üçgenlerin alanları arasındaki ilişkiye ait bir GeoGebra Görseli	78
Şekil 4.11. Alanları farklı iki üçgene ait bir GeoGebra görseli	80
Şekil 4.12. Ağırlık merkezleri aynı nokta olan iki üçgene ait bir GeoGebra görseli	81
Şekil 4.13. Ağırlık merkezleri aynı nokta olan iki üçgene ait bir GeoGebra görseli	83
Şekil 4.14. Alanları eşit olan üçgenlere ait bir GeoGebra görseli	84
Şekil 4.15. Dokuz nokta çemberine ait bir GeoGebra görseli	86
Şekil 4.16. Doğrusal noktalara ait bir GeoGebra görseli	87
Şekil 4.17. Euler doğrusundaki noktalar arası uzaklıklara ait bir GeoGebra görseli	88
Şekil 4.18. Euler doğrusundaki noktalar arası uzaklıklara ait bir GeoGebra görseli	90
Şekil 4.19. Özel üçgenlere ait bir GeoGebra görseli	93
Şekil 4.20. Üçgen içinde yer alan doğru parçalarının uzunluklarıyla ilgili bir GeoGebra görseli	94
Şekil 4.21. Özel üçgenlere ait bir GeoGebra görseli	97
Şekil 4.22. Dörtgenlere ait bir GeoGebra görseli	99
Şekil 4.23. Özel üçgenlere ait bir GeoGebra görseli	100
Şekil 4.24. Eşit uzunlukta doğru parçalarına ait bir GeoGebra görseli	101
Şekil 4.25. Açılış noktalarının kesim noktasına ait bir GeoGebra görseli	103
Şekil 4.26. Doğrusal noktalara ait bir GeoGebra görseli	105
Şekil 4.27. Doğrusal noktalar arasındaki mesafelere ait bir GeoGebra görseli	106
Şekil 4.28. Ağırlık merkezleri farklı olan iki geometrik şekle ait bir GeoGebra görseli ..	108
Şekil 4.29. Ağırlık merkezleri aynı olan iki üçgene ait bir GeoGebra görseli	109
Şekil 4.30. Alanları eşit olan üçgenlere ait bir GeoGebra görseli	110
Şekil 4.31. Doğru parçalarının uzunlukları arasındaki oranla ilgili bir GeoGebra görseli	111
Şekil 4.32. Doğrusal noktalara ait bir GeoGebra görseli	113
Şekil 4.33. Doğrusal noktalara ait bir GeoGebra görseli	115
Şekil 4.34. Doğru parçalarının uzunlukları arasındaki oranla ilgili bir GeoGebra görseli	117
Şekil 4.35. Özel üçgenlere ait bir GeoGebra görseli	120
Şekil 4.36. Doğru parçalarının uzunlukları ve üçgenin yüksekliği arasındaki ilişkiye ait bir GeoGebra görseli	121
Şekil 4.37. Eşkenar üçgenlerin ağırlık merkezlerine ait bir GeoGebra görseli	Hata! Yer işareti tanımlanmamış. 124
Şekil 4.38. Özel üçgenlere ait bir GeoGebra görseli	124
Şekil 4.39. Ağırlık merkezleri aynı nokta olan iki üçgene ait bir GeoGebra görseli	126

Şekil 4.40. Açıkortayların kesim noktasına ait bir GeoGebra görseli	129
Şekil 4.41. Ortik üçgenin köşelerinden çizilen dokuz nokta çemberine ait bir GeoGebra görseli	130
Şekil 4.42. Ağırlık merkezleri aynı nokta olan iki üçgene ait bir GeoGebra görseli	134
Şekil 4.43. Doğru parçalarının uzunlukları ile ilgili bir GeoGebra görseli	135
Şekil 4.44. Euler doğrusu ile ilgili bir GeoGebra görseli	138
Şekil 4.45. Dokuz nokta çemberine ait bir GeoGebra görseli	140
Şekil 4.46. Alanları eşit olan üçgenlere ait bir GeoGebra görseli	141



KISALTMALAR LİSTESİ

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

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

AÖÇ: Aktif Öğrenme Çerçevesi

GAÖÇ: Genişletilmiş Aktif Öğrenme Çerçevesi



1. GİRİŞ

Araştırmanın bu bölümünde; problem durumu, araştırmanın amacı, problem cümlesi, önemi, varsayımları, sınırlılıkları ve araştırma ile ilgili kısaltmalar ve tanımlara yer verilmiştir.

1.1. PROBLEM DURUMU

Matematiği öğrenmenin amaçlarından bir tanesi olan problem çözme, aynı zamanda matematik yapmanın önemli yollarındandır [National Council of Teachers of Mathematics (Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi) (NCTM), 2000]. Problem çözme böylece öğrencilerin matematiği yaparak öğrenmesini sağlamaktadır (Van de Walle, Karp & Bay-Williams, 2016). Ayrıca matematiksel problem çözme becerileri öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları alışılmadık durumlarla mücadele etmelerini de sağlar (NCTM, 2000). Yani problem çözme becerisi aslında kişileri hayata hazırlar (Bayraktar & Özçakır-Sümen, 2024).

Matematik eğitiminin temel amacı olan problem çözmenin merkezinde problem yer almaktadır (Leung, 2013). Problem, belirli açık sorular içeren ve kişinin bu soruları cevaplamak için algoritma ve yöntem bilgisinin yeterli olmadığı durumlardır (Blum & Niss, 1991). Ancak günlük hayatta problem kişiye hazır bir şekilde sunulmaz. Dolayısıyla kişi günlük hayatta problemi kendisi ifade etmek zorundadır. Bu sebeple problem kurma becerisinin gelişmesi de oldukça önemlidir (Altun, 2020).

Verilen problemin yeniden formüle edilmesi ya da yeni problemler üretilmesi olarak tanımlanan problem kurma; problem çözmeden önce, sonra ya da problem çözme sırasında gerçekleşebilir (Silver, 1994). Problem kurma matematiksel kavramların anlaşılmasını (Xie & Masingila, 2017), öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının ortaya çıkmasını (Çetinkaya & Soybaş, 2018; Kılıç, 2017) ve öğrencilerin kendi öğrenmelerini değerlendirmesini sağlar (Petkova & Velikova, 2015). Problem kurmanın kişilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmede etkili olduğu farklı araştırmacılar tarafından (Aydoğdu, 2024; Çetinkaya & Soybaş, 2018; Gonzales, 1994; Kar, 2023; Silver, 1994; Vieira, Possamai & Allevato, 2023; Xie & Masingila, 2017) gerçekleştirilen çalışmalarda ifade edilmiştir. Ayrıca problem kurma, öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada (Akay, 2006) ve

problem çözme becerilerini geliştirmede de etkilidir (Akay, 2006; Altun, 2018; 2020; Ergene, 2023; Gür & Aykurtlu, 2021; Silver, 1994; Silver & Cai, 1996). Problem kurmanın bu faydalarından yararlanmak için problem kurmayı öğrenme ortamına dahil etmek gerekir (Örnek, 2023). Ancak Ellerton (2013) tarafından öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmada hem matematik dersi öğretim programının hem de sınıf uygulamalarının merkezinde problem çözmenin yer aldığı problem kurmaya yeterince yer verilmediği ifade edilmiştir. Benzer şekilde Dede ve Yaman (2005) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da matematik öğretmeni adaylarının genellikle problemleri çözdükleri, problem çözümünden hareketle yeni problem kurmayı düşünmedikleri ifade edilmiştir. Bu sebeple öğrencilerin problem kurma becerilerini geliştirmek için problem kurmanın öğrenme ortamına dahil edilmesi oldukça önemlidir.

Problem kurmanın öğrenme ortamına dahil edilmesi için bazı araştırmacılar tarafından (Ellerton, 2013; Erkan, 2021; Xie & Masingila, 2017) problem kurma, problem çözme ve aktif öğrenmeyi birleştiren öğrenme çerçeveleri geliştirilmiştir. Bu çerçevelerin tamamı öğretmen adaylarıyla yürütülen çalışmalar neticesinde geliştirilmiş ve çerçeveler boyunca katılımcılar pasif katılımdan aktif katılıma doğru ilerlemektedir. İlk olarak Ellerton (2013) tarafından altı aşamadan oluşan Aktif Öğrenme Çerçevesi (AÖÇ) geliştirilmiştir. AÖÇ var olan problemle ilişkili yeni problemlerin kurulması ile sınırlıdır ve bu çerçevede problem kurma etkinlikleri, problem çözme etkinliklerinden sonra gelir (Ellerton, 2013). Xie ve Masingila (2017) tarafından AÖÇ revize edilerek Genişletilmiş Aktif Öğrenme Çerçevesi (GAÖÇ) geliştirilmiştir. GAÖÇ’de problem kurma etkinliklerine problem çözme etkinliklerinden sonra yer verildiği gibi problem çözme etkinliklerinin öncesinde de yer verilebilir (Xie & Masingila, 2017). Bu sebeple GAÖÇ’de problem kurma ve çözme arasındaki ilişkiye yapılan vurgu AÖÇ’den daha güçlüdür (Örnek, 2023). Ayrıca GAÖÇ, var olan problemle ilişkili yeni problemler kurulması ile sınırlı değildir. Bu durum da GAÖÇ’nin kavram öğretimi konusunda da AÖÇ’den daha güçlü olduğunu göstermektedir (Örnek, 2023). Son olarak Erkan (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada problem kurmanın öğrenciler tarafından nasıl algılandığı dikkate alınarak AÖÇ ve GAÖÇ üzerinde düzenlemeler yapılarak altı aşamadan oluşan düzenlenmiş aktif öğrenme çerçevesi geliştirilmiştir. Problem çözme etkinlikleriyle başlayan düzenlenmiş aktif öğrenme çerçevesinde diğer çerçevelerden farklı olarak öğrencilerin düşünceleri ve tartışmaları son aşamada değil de dört aşamada da gerçekleşir (Erkan, 2021). Mevcut çalışmada kavram öğretimine ve problem kurma ve çözme arasındaki ilişkiye daha güçlü vurgu yapması

sebebiyle problem kurma temelli öğrenme sürecinde GAÖÇ'nin problem kurma-çözme sıralı aşamaları takip edilmiştir. Problem kurma-çözme sıralı aşamalarının takip edilme sebebi çalışmada geliştirilen matematiksel etkinliklerin araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine [Problem posing through investigations tasks (PPI Tasks)] uygun hazırlanmasıdır. Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri iki aşamadan oluşur. Bu aşamaların ilkinde verilen şekille ilgili en az iki tane önemli özellik keşfetmeleri istenir. Burada söz edilen özellik keşfetme terimi problem kurma terimi ile aynı anlamı taşımaktadır. Yani ilk aşamada en az iki tane problem kurlmaları istenir. Ardından yapılan araştırmalara dayalı olarak başka bir problem kurlmaları ve bu problemi çözmeleri istenir (Leikin & Elgrably, 2022). Yani araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde önce problem kurma daha sonra problem çözme yer alır. Bu sebeple yapılan bu araştırmada da GAÖÇ'nin problem kurma-çözme sıralı aşamaları takip edilmiştir.

Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri problem çözme ve kurmayı birleştiren karmaşık matematiksel etkinliklerdir. Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde öğrencilerden dinamik geometri yazılımında kendilerine verilen geometrik şekille ilgili ya da bu şekle bağlı olacak şekilde doğru, doğru parçası ve çember gibi yardımcı yapılardan yararlanarak kendi oluşturdukları yeni şekillerle ilgili en az iki tane önemli özellik bulmaları (problem kurlmaları) istenir. Ardından öğrencilerden yapılan araştırmalara dayalı olarak başka problemler kurlmaları ve bu problemleri çözmeleri istenir. Bu etkinliklerde en az üç aşamada ispatlanan etkinlikler önemli özellik olarak tanımlanmaktadır (Elgrably & Leikin, 2020). Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri, katılımcılar tarafından kurulan tüm problemler çözülmeden tamamlanmaz (Olsher ve diğerleri, 2023). Bu etkinlikler; öğrencilerin dinamik geometri yazılımında yer alan nokta, doğru, çokgen gibi yardımcı yapılar oluşturmaları için ve açı ölçme, uzunluk ölçme gibi ölçüm araçlarıyla ölçümler yapmaları için fırsat sağlar. Bunların yanında araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri öğrencilere geometrik özellikleri araştırma, çözmeleri gereken yeni problemleri inceleme ve çözmeleri gereken yeni problemleri kurma imkanı da sunar. Ayrıca bu etkinlikler öğrencilerin yaratıcılık becerilerini geliştirmede de etkilidir (Elgrably & Leikin, 2021).

Yaratıcılık, temel bir ürünün değiştirilerek farklı ortamlarda kullanılması ya da kendi düşüncelerinden yola çıkarak yeni ve farklı bir ürün üretilmesi olarak tanımlanmaktadır [Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2009]. Matematiksel yaratıcılık ise problem çözmek için

herkesten farklı özgün çözümler bulmak ya da kendi matematiksel problemlerini kurmaktır (Haylock, 1997). Öğretmenin rolü, ders içinde kullandığı yöntemler ve kullandığı teknolojik araçlar gibi öğrencilerin yaratıcılığını etkileyen pek çok unsur vardır (Öçal, 2023). Problem kurma etkinlikleri de öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirmede etkili olan unsurlardan bir tanesidir (Akay, 2006; Çetinkaya & Soybaş, 2018; Gonzales, 1994; Kar, 2023; Leikin & Elgrably, 2020; Silver, 1994; Xie & Masingila, 2017). Problem kurma etkinliklerinin bilişsel olarak zorlayıcı etkinlikler olması (Vieira ve diğerleri, 2023), matematiksel kavramların kurulan problemlere eklenmesini sağlaması (Öçal, 2023) ve orijinal problemler kurma fırsatı sağlaması (Kar, 2023) kişilerin yaratıcılıklarını geliştirmede etkili olmasını sağlar. Teknolojiden yararlanılan, materyal ve çizimlere yer verilen problem kurma etkinlikleri ise öğrencilere derste daha fazla rol almaları için gerekli esnekliği sağladığından öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirmede etkilidir (Öçal, 2023). Bu sebeple problem kurma etkinliklerinden bir tanesi olan ve teknolojiden yararlanılan araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri de kişilerin yaratıcılık becerilerini geliştirmede etkili etkinliklerden bir tanesidir (Elgrably & Leikin, 2021). Bu yüzden mevcut çalışmada da öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla geliştirilen matematiksel etkinlikler, araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde geliştirilmiştir.

Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri, dinamik geometri yazılımlarında araştırma yapmak için çoklu fırsatlar sağladığı için çalışmada geliştirilen matematiksel etkinlikler dinamik geometri yazılımlarından bir tanesi ile desteklenmiştir. Dinamik geometri yazılımlarından biri olan GeoGebra, öğrencilerin problem çözme, problem kurma ve yaratıcılık becerilerini geliştirmede oldukça etkilidir. Bunlara ek olarak GeoGebra, öğrencilerin pasif katılımdan aktif katılıma doğru ilerlemesini de sağlar (Petkova & Velikova, 2015). Öğrencilerin pasif katılımdan aktif katılıma doğru ilerlemesi, öğrencilerin problem çözme ve kurma becerilerini geliştirmesi; GeoGebra'nın GAÖÇ'nin basamaklarına uygun olduğunu göstermektedir. Bu sebeple GAÖÇ'e uygun tasarlanmış bir öğrenme ortamında, öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olarak geliştirilen matematiksel etkinlikler, GeoGebra ile desteklenmiştir.

Bugün eğitim fakültelerinde öğretmen eğitimi alan matematik öğretmen adayları, gelecekte matematik eğitiminin kalitesini belirleyecek olan matematik öğretmenleridir. Bu

sebeple öğretmen adaylarının bilgi ve becerileri gelecek nesilde derin ve güçlü matematik bilgisi oluşturabilmek için oldukça önemlidir. Bu doğrultuda eğitim fakültelerindeki öğretmen eğitimi programlarının da zengin teknolojik araçlar içermesi ve öğretmen adaylarının eğitimdeki yeni yaklaşımları etkili, öz güvenli ve yaratıcı bir şekilde kullanmalarına uygun olarak hazırlanması gerekmektedir (Leikin & Elgrably, 2020). Bu sebeple bu çalışma öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Öçal ve Demirci (2023) tarafından kişilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmede problem kurma etkinlikleri kadar öğrencilerin fikirlerini açıkça ifade edip tartışabildikleri işbirlikçi çalışmayı destekleyen bir sınıf ortamının da oldukça önemli olduğu ifade edilmiştir. Öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada da etkinlikler işbirlikçi çalışmayı desteklemek amaçlı grup çalışması şeklinde gerçekleştirilmiştir.

1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmada, GeoGebra destekli problem kurma temelli öğrenme sürecinin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaçla aşağıdaki araştırma sorularına cevaplar aranmıştır.

- 1) İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının yaratıcı problem kurma becerileri nasıldır?
- 2) İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının yaratıcı problem kurma becerileri, yaratıcılık bileşenleri (akıcılık, esneklik ve orijinallik) açısından nasıldır?

1.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Problem çözme becerisine NCTM süreç standartlarında, ilkökul ve ortaokul matematik dersi öğretim programında güçlü bir şekilde vurgu yapılmaktadır (MEB, 2009, 2013, 2018; NCTM, 2000). Problem kurma becerisi ise matematik eğitimi araştırmalarında problem çözmeye kıyasla daha yeni olan bir beceridir (Kar, 2023). Problem kurma becerisi, problem çözmeye kıyasla daha yeni olmasına rağmen ülkemizdeki matematik dersi öğretim programında yer almaktadır (MEB, 2009, 2013, 2018). Öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirecek olan problem kurma öğretimi ancak problem kurma konusuyla ilgili temel bilgi ve becerilere sahip olan öğretmenlerce gerçekleştirilir. Dolayısıyla geleceğin öğretmeni olan öğretmen adaylarına problem kurma konusunda gerekli olan eğitim

verilmelidir (Korkmaz & Gür, 2006). Yani öğrencilere problem kurma becerilerini kazandırmak için öncelikle matematik öğretmeni ve öğretmen adaylarının bu becerilere sahip olması gerekir (Erkan & Kar, 2022). Ancak yeterince problem kurma fırsatı verilmediği Ellerton (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada saptanmıştır. Buna bağlı olarak Örnek ve Soylu (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da problem kurma ile ilgili deneyim sahibi olmayan öğretmen adaylarının problem kurma konusundaki becerilerinin yetersiz olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca bunlara ek olarak Kılıç (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada öğretmen adaylarının problem kurma sırasında eksik veriler kullandıkları ve problem durumu olmayan problemler kurdukları belirlenmiştir. Bu çalışmaların sonuçlarına bağlı olarak öğretmen adaylarına yeterli problem kurma fırsatı verilmezse öğretmen adaylarının problem kurma becerilerinin sınırlı olacağı söylenebilir. Bu sebeple öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmanın öğretmen adaylarına problem kurma fırsatı sağlaması açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Problem kurmanın temelinde yeni problemler oluşturulması yer aldığından problem kurma, yaratıcılığı belirlemek ve geliştirmek için kullanılabilir (Leung, 1997). Nitekim Leikin ve Elgrably (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada problem kurma etkinliklerinin yaratıcılık becerisini geliştirmeye yönelik etkinlikler olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca problem kurma etkinliklerinin yaratıcılık becerilerini geliştirmede etkili olduğu farklı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda da saptanmıştır (Akay, 2006; Çetinkaya & Soybaş, 2018; Gonzales, 1994; Kar, 2023; Silver, 1994; Vieira ve diğerleri, 2023; Xie & Masingila, 2017). Problem kurma etkinliklerinden bir tanesi olan araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri; öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerini geliştirmede (Leikin & Elgrably, 2020), yaratıcı ürünü (kurulan problem) ve yaratıcı süreci (problem kurma sürecinde kullanılan stratejiler) değerlendirmede etkilidir (Leikin & Elgrably, 2022). Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin yaratıcılık becerilerini geliştirmede etkili olması sebebiyle, öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemeye yönelik gerçekleştirilen bu çalışmada veri toplama aracı olarak kullanılan matematiksel etkinlikler araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde geliştirilmiştir.

Yaratıcılık yeni bir şeyler (Leung, 1997) ya da yeni bir problem (Esi, 2018) üretmek olarak tanımlanmaktadır. Yaratıcılık; aniden ortaya çıkmaz, bir süreç sonucunda oluşur

(Akay, 2006) ve matematik dersi öğretim dokümanlarında geliştirilmesi hedeflenen temel beceriler arasında yer almaktadır (MEB, 2009, 2013, 2018; NCTM, 2000). Ancak öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının iyi seviyede olmadığı farklı araştırmacılar tarafından (Açıkgül ve diğerleri, 2023; Çetinkaya & Soybaş, 2018) gerçekleştirilen çalışmalarda görülmüştür. Öğrencilerin yaratıcılık becerilerini geliştirmede öğretmenlerin oldukça önemli rolü vardır. Bu yüzden geleceğin öğretmeni olan öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerinin incelenmesi de oldukça önemlidir (Arabacı, Saka & Alkan, 2022). Ancak Xie ve Masingila (2017) tarafından sınıf öğretmeni adayları ile gerçekleştirilen çalışmada öğretmen adaylarının yaratıcılık düzeylerinin düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca farklı araştırmacılar tarafından (Elgrably & Leikin, 2021; Leikin & Elgrably, 2020) öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmalarda da üniversitedeki matematik eğitiminin öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerini geliştirmede yetersiz olduğu saptanmıştır. Bu sebeple öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerini belirlemeye yönelik gerçekleştirilen bu çalışmanın hem ülkemizdeki öğretmen eğitimi açısından hem de ilgili literatür açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Problem kurma; öğrencilere verileri eleştirel olarak analiz etme, bilgi, deneyim ve ilgi alanlarını ilişkilendirme fırsatları sağladığı için yaratıcılık becerilerini geliştirmede oldukça etkilidir (Vieira ve diğerleri, 2023). Elgrably ve Leikin (2021) tarafından öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmada, problem kurma etkinliklerinden bir tanesi olan araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini geliştirmede etkili olduğu saptanmıştır. Ancak ülkemiz literatüründe araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri kullanılarak yaratıcı problem kurma becerilerinin incelendiği çalışmaya rastlanmamıştır. Bu sebeple öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada veri toplama aracı olarak geliştirilen matematiksel etkinlikler, araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olarak geliştirilmiştir. Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde geliştirilen matematiksel etkinliklerin öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemede kullanılmasının ilgili literatür açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

İlköğretim matematik öğretmeni adayları ile gerçekleştirilen bu çalışmada, öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirleme sürecinde bir öğretim akışına ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle bu çalışmada Xie ve Masingila (2017) tarafından sınıf öğretmeni adayları ile gerçekleştirilen bir çalışmada geliştirilen GAÖÇ kullanılmıştır. Problem kurma sürecinde GAÖÇ'nin benimsendiği çalışmalar sınırlıdır (Erkan, 2021; Erkan

& Kar; 2022; Xie & Masingila, 2017). Bu sebeple gerçekleştirilen bu çalışmada öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla GAÖÇ'nin kullanılması ve çerçevenin aşamalarının GeoGebra yazılımıyla bütünleştirilmesinin ilgili literatür açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

GeoGebra ücretsiz ve açık kaynak kodlu bir yazılım olmasının yanında sağlamış olduğu kullanım kolaylığı sayesinde hem öğrenmeye hem de öğretmeye yöneliktir (Hohenwarter, Hohenwarter, Kreis & Lavicza, 2008). GeoGebra; kişilerin problem çözme, problem kurma ve yaratıcılık becerilerini geliştirmede etkili bir araçtır (Petkova & Velikova, 2015). Bunun yanında Leikin (2015) tarafından dinamik geometri yazılımlarının problem kurmada özel bir rolü olduğu için araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin dinamik geometri yazılımlarıyla ilişkilendirildiği ifade edilmiştir. Benzer şekilde araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri; yardımcı yapılar kullanılması, ölçümler yapılması, geometrik özelliklerin düşünülmesi ve yeni problemler kurulup çözülmesi gibi dinamik geometri ortamlarında araştırmalar yapmak için çoklu fırsatlar sağlar (Elgrably & Leikin, 2021). Ayrıca Leikin ve Elgrably (2022) tarafından herhangi bir dinamik geometri yazılımı deneyimi olmayan öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen çalışmada dinamik geometri yazılımının gücü fark edilmiştir. Bu sebeple öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin veri toplama aracı olarak kullanıldığı bu çalışmada uygulama sürecinin GeoGebra ile desteklenmesinin oldukça önemli olacağı düşünülmektedir.

1.4. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI

- Araştırma öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemeye yönelik etkinlikler, araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde hazırlanan matematiksel etkinlikler ile sınırlıdır.
- Uygulama süreci on iki haftalık zaman dilimi ile sınırlıdır.
- Araştırmada GeoGebra kullanımı konusunda öğretmen adaylarına verilen eğitim 20 ders saati ile sınırlıdır.

1.5. VARSAYIMLAR

- Araştırma kapsamında ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel etkinlikleri birbirlerinden etkilenmeden doğru ve içtenlikle yanıtladıkları varsayılmıştır.

1.6. KISALTMALAR VE TANIMLAR

Problem Çözme: Kişilerin hedeflerine hemen ulaşamadığı durumlarda tasarladığı kontrollü etkinliklerle araştırma yaptıkları süreçtir (Altun, 2018, s.80).

Problem Kurma: Yeni problemler üretmek ya da verilen problemlerin yeniden şekillendirilmesidir (Silver, 1994, s.19).

Araştırmalar Yoluyla Problem Kurma: Problem çözme ve kurmayı birleştiren bir matematiksel aktivitedir (Elgrably & Leikin, 2021, s.2).

Yaratıcılık: Bir fikir ya da davranış sonucu ortaya çıkan ve benzerlerinden net bir şekilde ayrılan yeni bir üründür (Akay, 2006, s.56).

Matematiksel Yaratıcılık: Çözülmemiş bir problemi çözmek, çözülmüş bir probleme farklı bir çözüm yolu bulmak ya da yeni bir problem oluşturmaktır (Esi, 2018, s.311).

GeoGebra: Matematik öğretmek ve öğrenmek için dinamik geometri yazılımlarını ve bilgisayar cebir sistemlerini tek bir ara yüzde birleştiren bir dinamik geometri yazılımıdır (Hohenwarter & Lavicza, 2009, s.3).

Genişletilmiş Aktif Öğrenme Çerçevesi (GAÖÇ): Öğrencilerin adım adım pasif katılımdan aktif katılıma doğru ilerlediği ve problem kurma ve çözme arasındaki ilişkiye güçlü bir şekilde vurgu yapan çerçevedir (Xie & Masingila, 2017, s.114).

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Araştırmanın bu bölümünde problem çözme ve kurma arasındaki ilişki, problem kurma türleri, problem kurma temelli öğrenme, problem kurmada yaratıcılık ve bilgisayar destekli problem kurma ile ilgili kavramsal ve kuramsal bilgilere yer verilmiştir.

2.1. PROBLEM ÇÖZME

Problem, kişinin daha önce karşılaşmadığı ve çözümüne dair herhangi bir hazırlığının olmadığı durumlardır (Altun, 2018). Bu sebeple problemle karşılaşmak kişiye zorluk çıkarmalı (Gürefe, 2021; Özgen, 2023) ve kişi de bu zorluktan kurtulmanın yolunu hemen anlamamalıdır (Posameintier & Krulik, 2019). Herkes için aynı durumlar zorluk çıkarmayacağından problem de öznel bir durumdur. Yani birisi için problem olarak nitelendirilen bir durum, başka birisi için problem olarak nitelendirilmeyebilir (Altun, 2018). Örneğin, ortaokul öğrencileri için matematik ders kitaplarında karşılaştıkları basit hesaplama gerektiren bir durum onlar için problem niteliği taşıyabilecekken, üniversitede öğrenim gören bir matematik öğretmeni adayının öncesinde matematik ders kitaplarında bu basit hesaplama gerektiren durumla karşılaşmış olması muhtemel olduğundan bu durum onun için problem niteliği taşımayacaktır. Bunun yanında problem niteliği taşıyan bir durumla karşılaşılıp problemi çözdükten sonra tekrar aynı durumla karşılaşıldığında bu durum artık o kişi için problem niteliği taşımaz (Altun, 2022). Kişinin karşılaştığı bu zorluktan kurtulmanın yolunu bulması ise problem çözmedir (Altun, 2018,).

Problem çözme “Ne yapılacağının bilinmediği durumlarda yapılması gerekeni bilmektir.” olarak tanımlanmaktadır (Altun, 2018, s.80). Problem çözme kişilerin düşünme yöntemlerini, merak duygularını, kararlılıklarını (NCTM, 2020) ve yaratıcılık becerilerini geliştirmede etkilidir (Akay, 2006). Bu sebeple problem çözme matematiğin ayrılmaz parçalarından bir tanesidir (NCTM, 2020; Posameintier & Krulik, 2019). Matematiğin ayrılmaz parçalarından bir tanesi olan problem çözme, aynı zamanda matematik öğretim programında geliştirilmesi hedeflenen temel beceriler arasında yer almaktadır (MEB, 2013; 2018). Problem çözme matematik eğitiminde bir konu olmanın ötesinde aslında bir süreçtir

(Özgen, 2023). Polya (1973) tarafından Şekil 2.1’de gösterildiği gibi dört adımdan oluşan bir problem çözme süreci geliştirilmiştir.



Şekil 2.1. Polya’nın problem çözme adımları

Şekil 2.1’de görüldüğü gibi problem çözmenin ilk adımı problemin anlaşılmasıdır. Bu aşamada problemi anlaması için, öğrenciye “Problemde bilinmeyen, veriler ve koşul nedir?, Koşulu sağlamak mümkün müdür?” gibi sorular sorulabilir. Problem çözmenin ikinci adımı ise çözüm için bir plan oluşturmaktır. Bu adımda çözüm için bir plan oluşturmasında yardımcı olmak için, öğrenciye “Problemin aynısını ya da benzerini daha önceden gördün mü?, Problem için yararlı olabilecek bir teorem biliyor musun?” gibi sorular sorulabilir. Problemin çözümü için bir plan yaptıktan sonra üçüncü adımda her bir adım kontrol edilerek bu plan uygulanır. Son olarak dördüncü adımda ise yapılan çözüm incelenir ve çözümün doğruluğu kontrol edilir (Polya, 1973). Problemi Polya’nın problem çözme aşamalarına uygun olacak şekilde çözmek öğrencilerin başarısını arttırmaktadır (Van de Walle ve diğerleri, 2016). Polya’nın dört adımdan oluşan problem çözme sürecine Gonzales (1994) tarafından beşinci adım olarak problem kurma adımı eklenmiştir. Problem kurma, matematik eğitimcileri arasında problem çözmeye göre daha güncel bir beceridir. Son 30 yıl içerisinde problem kurmaya daha güçlü vurgu yapılmaktadır. Son 30 yıl içerisinde problem kurmaya daha güçlü vurgu yapılmasının sebebi ise problem kurma becerisinin kavramsal anlama, eleştirel düşünme ve yaratıcılık gibi becerilerin geliştirilmesinde oldukça önemli olmasıdır (Ergene, 2023).

2.2. PROBLEM KURMA

Problem çözmenin beşinci adım olarak problem kurma Gonzales’e (1994) göre, ilk adımda çözülmesi için verilen problemin verilerinde ya da içeriğinde bazı değişiklikler yapılarak veya ilk adımda çözülmesi için verilen probleme bazı eklemeler yapılarak gerçekleştirilir. Silver (1994) ise problem kurmanın sadece problem çözmeden sonra gerçekleşmesi gerekmediğini, problem çözmeden önce ya da problem çözme sırasında da gerçekleşebileceğini ifade etmiştir. Yine Silver (1994) tarafından problem kurmanın sadece

verilen problemi düzenleyerek gerçekleştirmeyeceği, ortada bir problem yokken yeni bir problemin üretilmesi şeklinde de gerçekleşebileceği ifade edilmiştir. Yani sonuç olarak problem kurma problemin yeniden biçimlendirilmesi ya da yeni problemler oluşturulması olarak iki farklı şekilde gerçekleşebilir (Abu-Elwan, 1999; Kar, 2023). Problem kurma sürecinde kişiler bir problemi çözmenin ötesinde o problemi değiştirip, geliştirerek yeni problemler oluşturduğu için problem kurma, kişilerin matematiksel kavramları daha iyi anlamalarını sağlar ve matematiksel düşünme becerilerini geliştirir (Gonzales, 1994).

Problem kurma; öğrencilerin matematiğe karşı korkularının azalmasını, ilgilerinin artmasını (Altun, 2018; Çetinkaya & Soybaş, 2018; Turhan & Güven, 2014) matematiksel kavramların anlaşılmasını (Xie & Masingila, 2017) ve öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının ortaya çıkmasını sağlar (Çetinkaya & Soybaş, 2018; Kılıç, 2017). Problem kurma öğrencilere öğrenmelerini değerlendirmeleri ve öğrenciler arasındaki iletişimin kuvvetlenmesi için fırsat verir (Petkova & Velikova, 2015). Problem kurma etkinliklerinin kişilere orijinal problemler kurma fırsatı vermesi (Kar, 2023), bilişsel olarak zorlayıcı etkinlikler olması (Vieira ve diğerleri, 2023) ve kişileri özgür bırakarak kendilerinin bir şeyler üretmesine izin vermesi (Çetinkaya & Soybaş, 2018) kişilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir. Yaratıcı kişilerin belirlenmesi için kullanılan testlerde problem kurma etkinliklerine yer verilmesi de yaratıcılık ve problem kurma arasındaki ilişkiyi göstermektedir (Silver, 1994). Problem kurma, kişilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmede etkili olmasının yanında kişilerin olaylara farklı açılardan bakmasını ve farklı çözüm yolları bulmasını da sağlar (Aydoğdu, 2024). Bunu destekler nitelikte Kartal ve Öçal (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada yaratıcı problem kurabilen öğrencilerin problem çözme becerilerinin de iyi seviyede olduğu ifade edilmiştir. Yani problem kurma kişilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesini de etkiler (Altun, 2018; Ergene, 2023; Gür & Aykurtlu, 2021; Silver, 1994; Silver & Cai, 1996). Problem kurmanın faydaları göz önüne alındığında, problem kurma etkinliklerinin matematik eğitiminin ayrılmaz bir parçası olması kaçınılmazdır. Dolayısıyla problem kurma etkinliklerinin nasıl olması gerektiği de matematik eğitimi araştırmalarında araştırılmış ve birçok problem kurma türü oluşturulmuştur (Kılıç, 2023).

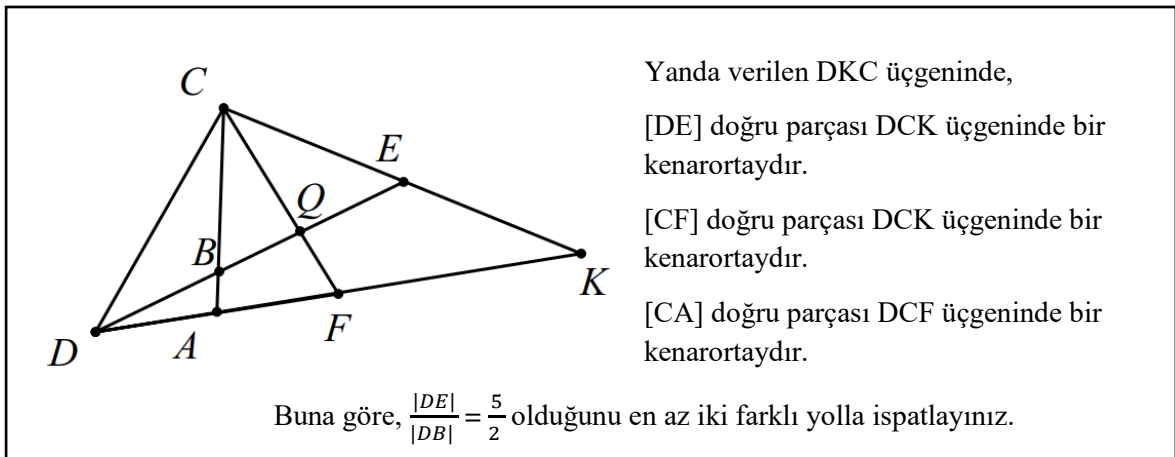
2.3. PROBLEM KURMA TÜRLERİ

Matematik eğitimi literatüründe yer alan problem kurma türleri incelendiğinde araştırmacılar tarafından pek çok sınıflandırmanın yapıldığı görülmüştür (Baumanns & Rott,

2018; Cai & Jiang, 2017; Leikin, 2015; Silver, 1994; Stoyanova & Ellerton, 1996). Stoyanova ve Ellerton (1996) tarafından yapılan sınıflandırmada serbest, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere üç farklı problem kurma türü tanımlanmıştır. Matematiksel deneyimlerden yararlanarak kendilerine sunulan doğal ve yapay durumlardan problem kurulması, serbest problem kurmadır. Serbest problem kurmada herhangi bir kısıtlama yoktur. Yine matematiksel deneyimlerden yararlanarak denklem, resim, tablo gibi açık bir duruma uygun problem kurulması; yarı-yapılandırılmış problem kurmadır. Yarı-yapılandırılmış problem kurmada açık uçlu bir durumun tamamlanması istenir. Yapılandırılmış problem kurmada ise verilen problemle benzer yapıda problemler kurulması istenir (Stoyanova & Ellerton, 1996). Bu çalışma geometri araştırmaları kapsamında yer aldığı ve bu çalışmada öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini incelemek amaçlandığı için bu bölümde Leikin (2015) tarafından geometri araştırmaları için tanımlanan problem kurma türleri detaylı olarak sunulmuştur. Leikin (2015) tarafından geometri araştırmaları için; ispat yoluyla problem kurma, araştırma için problem kurma ve araştırmalar yoluyla problem kurma olmak üzere üç farklı problem kurma türü tanımlanmıştır. Bu problem kurma türleri şu şekildedir:

2.3.1. İspat Yoluyla Problem Kurma

Geometride yer alan araştırma etkinliklerinin ayrılmaz parçalarından birisi olan ispatla verilen nesnenin yeni ve tahmin edilemeyen bir özelliğini de ispatlamak mümkün olmaktadır. Bu şekilde gerçekleştirilen her bir özelliğin ispatı yeni bir geometri probleminin oluşmasını sağlamaktadır (Leikin, 2015). İspat yoluyla problem kurma için kullanılan örneklerden bir tanesi Şekil 2.2’de gösterildiği gibidir.

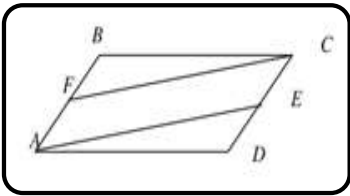
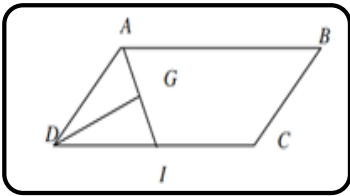
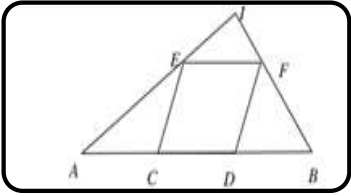


Şekil 2.2 İspat yoluyla problem kurma örneği (Leikin, 2015, s.380)

İspat yoluyla problem kurma etkinliğinde kişilere geometrik bir şekil ve bu geometrik şekille ilgili bazı özellikler verilir. Ardından bu geometrik şekille ilgili önemli olan bir özelliğin en az iki farklı yolla ispatlanması istenir (Leikin, 2015). Şekil 2.2’de görüldüğü gibi ispat yoluyla problem kurma etkinliği örneğinde ilk olarak geometrik bir şekil olan DKC üçgeni verilmiştir. Ardından bu üçgenle ilgili kenarortay doğruları ve [DE] doğru parçasının uzunluğunun [DB] doğru parçasının uzunluğuna oranı gibi şekille ilgili bazı özellikler verilmiştir. Son olarak da verilmiş olan özelliklerden [DE] doğru parçasının uzunluğunun [DB] doğru parçasının uzunluğuna oranının en az iki farklı yolla ispatlanması istenmiştir. İspat yoluyla problem kurma etkinliklerindeki amaç, geometrik şekille ilgili önemli olan bir özellik ispatlanırken yeni problemler kurulmasıdır (Leikin, 2015).

2.3.2. Araştırma İçin Problem Kurma

Verilen ispat problemlerinin araştırma problemlerine dönüştürülmesi, araştırma için problem kurma olarak tanımlanmaktadır (Leikin, 2015). Leikin ve Grossman (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada öğretmenlerin geometrideki ispat problemlerini araştırma problemlerine dönüştürmek için yaptıkları dönüşümler araştırıldı. Bu dönüşümler çalışmada yer alan öğretmenlerin derslerinde öğrettikleri bir konu olan dörtgenler konusunda gerçekleştirilmiştir. Dörtgenler konusu ile ilgili çalışmada kullanılan üç ispat problemi de geometri ders kitabında yer alan ispat problemleri arasından seçilmiştir. Çalışmada öğretmenlerden dörtgenler konusu ile ilgili olan bu üç ispat problemini araştırma problemlerine dönüştürmeleri istenmiştir (Leikin & Grossman, 2013). Çalışmada kullanılan ispat problemleri Şekil 2.3’te gösterildiği gibidir.

		
ABCD bir paralelkenardır. [AE]//[CF] Buna göre, $\widehat{AED} = \widehat{BFC}$ olduğunu ispatlayınız	ABCD bir paralelkenardır. [AI] ve [DG] doğru parçaları birer açıortaydır. Buna göre, $\widehat{AGD}$ açısının dik açı olduğunu ve $AG = GI$ olduğunu ispatlayınız.	AIB bir üçgen ve CEFD bir eşkenar dörtgendir. $AC = CD = DB$ olduğuna göre, AIB üçgeninin bir dik üçgen olduğunu ispatlayınız.

Şekil 2.3. Araştırma için problem kurma örneği (Leikin & Grossman, 2013, s.519)

Leikin ve Grossman (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada öğretmenlerin yaptıkları dönüşümlerden elde edilen bulgular neticesinden problem dönüşümleri için bir çerçeve geliştirilmiştir. Bu çerçeve verilerin değiştirilmesi ve amacın açıklığı olmak üzere iki perspektife dayalı olarak geliştirilmiştir.

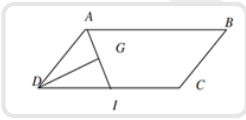
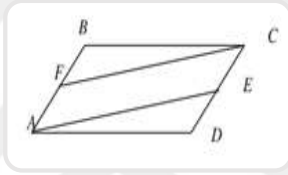
Verilerin değiştirilmesi, problem dönüştürme etkinliklerinde yer alan problemlerdeki nesnelerin veya özelliklerin değiştirilmesi olarak tanımlanır. Bu değişimler orijinal problemin verilerinde yapılan statik değişiklikler (Dinamik geometri yazılımında sürükleyerek elde edilemeyen değişiklikler) veya dinamik değişikliklerdir (Dinamik geometri yazılımında sürükleyerek elde edilebilen değişiklikler). Dinamik değişiklikler, dinamik geometri yazılımında verilen şekli kritik özelliklerini değiştirmeden değiştirebilir yani sürgü ile dikdörtgen olan bir şekil kareye dönüştürülürken dikdörtgen olmayan bir şekil olan eşkenar dörtgene dönüştürülemez. Fakat statik değişikliklerde verilen şekil değiştirilmez ancak bu şekle noktaları, doğruları, eksenleri veya daireleri çizme veya silme gibi işlemlerle nesne ekleme veya çıkarma yapılabilir (Leikin & Grossman, 2013). Eğer problem dönüştürme etkinliklerinde yer alan problemlerin verilerinde herhangi bir değişiklik yapılmazsa sonuçta ortaya çıkan araştırma problemi orijinal problemdeki verilerle aynı verilere sahip olur (Leikin & Grossman, 2013). Problem dönüştürme etkinliklerinde oluşturulan yeni araştırma problemleri amacına göre üçe ayrılır ve bunlar Leikin ve Grossman (2013) tarafından şu şekilde tanımlanır:

1. Başlangıçtaki amaca odaklanmak: Burada dönüştürme sonucunda oluşan araştırma probleminde, başlangıçta verilen ispat probleminde ispatlanması gereken özellikleri keşfetmeleri ve araştırmaları istenir.
2. İlk hedefin ilk verilenle değiştirilmesi: Burada ilk ispat probleminin verileri, dönüştürülen araştırma probleminde amaç olarak kullanılır.
3. Yeni bir amaca odaklanmak: Burada dönüştürülen araştırma problemi, verilen ilk ispat probleminde yer almayan yeni kavramlar ve yeni geometrik nesneler içerir.

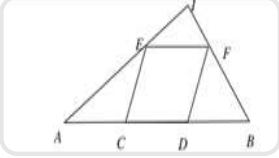
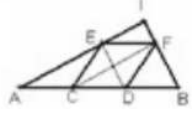
Problem dönüştürme etkinliklerinde oluşturulan yeni araştırma problemlerinin amacı genelse ve öğrencileri araştırılması gereken herhangi bir nesneye veya özelliğe yönlendirmiyorsa, bu tarz problemler belirsiz amaç olarak isimlendirildi (Leikin & Grossman, 2013).

Leikin ve Grossman (2013) tarafından geliştirilen problem dönüşüm çerçevesi ve çalışmada farklı öğretmen adayları tarafından gerçekleştirilen dönüşüm problemlerinden bu çerçeveye uygun olanlardan bazıları Tablo 2.1 ve devamı olan tabloda gösterildiği gibidir.

Tablo 2.1. Dönüşüm Problemlerinin Dönüşüm Çerçevesine Göre Değerlendirilmesi
(Leikin & Grossman, 2013, s.523)

Verilenlerde statik değişiklikler var			
Verilenlerde değişiklik yok	Başlangıçtaki amaca göre başlangıçta verilen verilerin değiştirilmesi	Bir nesnenin eklenmesi veya kaldırılması Verilen özelliklerin azaltılması	Verilenlerde dinamik değişiklikler var
A. Başlangıçtaki amaca odaklanmak			
 “Şekilde verilen ABCD paralelkenarında [AI ve [DG açıortaylarını çizin ve sonra $\widehat{AGE}$ açısını bulun. Burada elde edilen üçgen hakkında neler söyleyebilirsiniz?”	Başlangıç amacı değiştirildiği için UYGULANAMAZ.	 Aynı özelliklerin yamuk gibi herhangi bir dörtgende de geçerli olup olmadığını görmek için şekilde oynama yaparak birkaç deneme yapılabilir. “Aynı özellik yamuk için de doğru mudur?”	Özellik eklediğinde veriler değişeceği için bu özellik UYGULANAMAZ.
B. İlk hedefin ilk verilenle değiştirilmesi			
Başlangıç verileri değiştirilemediği için UYGULANAMAZ.	Geriye doğru giderek problem yeniden düzenlenebilir. “AE ve CF birbirine paralel iki doğrudur. E ve F açıları eşit açılardır. Buna göre ABCD ne tür bir dörtgen olabilir?”	“Ters açıların açıortayları tarafından ne tür bir dörtgen oluşturulur? Bir yamuk veya dikdörtgen oluşması için ne tür bir dörtgen seçmeliyiz?”	“Açıortay hangi şekillerde köşegendir?”

Tablo 2.1. Devamı. Dönüşüm Problemlerinin Dönüşüm Çerçevesine Göre Değerlendirilmesi (Leikin & Grossman, 2013, s.523)

Verilenlerde statik değişiklikler var			
Verilenlerde değişiklik yok	Başlangıçtaki amaca göre başlangıçta verilen verilerin değiştirilmesi	Bir nesnenin eklenmesi veya kaldırılması Verilen özelliklerin azaltılması	Verilenlerde dinamik değişiklikler var
C. Yeni bir amaca odaklanmak			
	GÖZLEMLENMEDİ	“AEFC ve BFED paralelkenarlarının alanları ve eşkenar dörtgenin alanı hakkında ne söyleyebilirsiniz?”	ABCD paralelkenarıyla oynayarak ADI üçgeninde ne olduğunu kontrol edilebilir. ABCD paralelkenarı; dikdörtgen, eşkenar dörtgen veya kare olarak değiştirilebilir.
“FDB ve ECA üçgenlerinin eş üçgenler olması mümkün mü?”	D. Belirsiz amaç		
“ABCD paralelkenarında iki tane komşu açıortay çizin ve ardından elde ettiklerinle ilgili neler söyleyebilirsiniz?”	GÖZLEMLENMEDİ	“Eşkenar dörtgenin köşegenlerini çizin ve oluşan ek özelliklerin neler olduğunu söyleyin.”	
			“ $\widehat{ADC} = 60^\circ$ ise ne olur?”

2.3.3. Araştırmalar Yoluyla Problem Kurma [Problem posing through investigation (PPI)]

Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri, problem kurma ve çözmeyle birleştiren karmaşık matematiksel aktivitedir (Elgrably & Leikin, 2021). Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde ispat problemlerindeki geometrik şekiller araştırılır ve bu geometrik şekillerle veya bu şekillere yardımcı yapılar eklenmesiyle oluşturulmuş yeni şekillerle ilgili en az iki tane önemli özellik bulunması amaçlanmaktadır. Burada bahsedilen önemli özellik, ispatı en az üç aşamadan oluşan özelliktir (Leikin & Elgrably, 2020). Bazı özellikler herhangi bir araştırma yapmadan da zaten bilinmesi gereken özelliklerdir ve bu özellikler önemsiz özellikler olarak adlandırılır (Leikin, 2015). Aynı zamanda araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde verilen geometrik şekil üzerinde yapılan

araştırmalara dayalı olarak en az iki tane ispat problemini kurulması ve bu problemlerin çözülmesi de amaçlanmaktadır (Leikin & Elgrably, 2020).

Leikin ve Elgrably (2022) tarafından araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde, problem kurma ve özellik keşfetme terimlerinin birbirlerinin yerine kullanıldığı belirtilmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde bazı çalışmalarda problem kurma ifadesi yer alırken bazılarında ise özellik keşfetme ifadesinin yer aldığı görülmüştür (Elgrably & Leikin, 2021; Leikin, 2015; Leikin & Elgrably, 2020; 2022). Dolayısıyla araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde yer alan “problem kurma” ve “özellik keşfetme” terimleri eş anlamlı terimlerdir. Yapılan bu çalışmada her iki terim de kullanılmıştır.

Dinamik geometri yazılımlarının problem kurmada önemli bir yeri vardır (Leikin, 2015). Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde yer alan geometrik şeklin araştırılmasını da dinamik geometri yazılımları sağlar (Leikin & Elgrably, 2020). Dinamik geometri yazılımında yer alan yardımcı yapılar ve sürükleme (geometrik şekil üzerindeki değişmeyen özelliklerin bulunmasını) bu geometrik şeklin araştırılmasını sağlamaktadır (Leikin, 2015). Aynı zamanda dinamik geometri yazılımlarındaki deneme, tahmin etme ve test etme özellikleri (Leikin & Elgrably, 2020), yardımcı yapıların gerçekleştirilmesi, ölçülmesi, varsayımların kanıtlanması veya reddedilmesi de (Leikin & Elgrably, 2022) bu geometrik şekillerin araştırılmasını sağlar. Ayrıca Leikin (2015) tarafından yapılan çalışmada araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde verilen geometrik şekille ilgili özelliklerin keşfedilmesinde işbirlikli çalışmanın oldukça önemli olduğu belirtilmiştir. Yine bu çalışmada araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde, dinamik geometri yazılımında şeklin dışında yardımcı yapılar kullanılarak keşfedilen özelliklerin şeklin içinde yardımcı yapılar kullanılarak keşfedilen özelliklere göre daha ileri düzeyde düşünme gerektirdiği de belirtilmiştir.

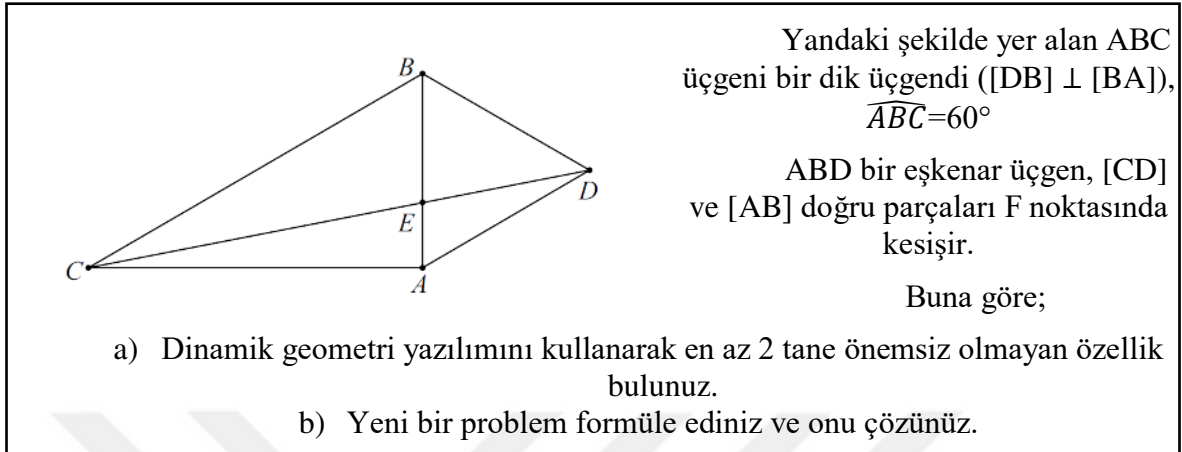
Kısaca ifade edilecek olunursa, araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde ilk olarak katılımcılara geometrik bir şekil verilir ve katılımcılardan bu şekli GeoGebra üzerinde yardımcı yapılar kullanarak incelemeleri istenir. İncelemeleri sonucunda ise katılımcılardan bu şekille ilgili çeşitli özellikler keşfetmeleri/problemler kurmaları istenir. Ardından kurulan bu problemlerin çözülmesi de yine katılımcılardan istenir (Leikin & Elgrably, 2022). Dolayısıyla araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri tamamladığında katılımcılar tarafından en az iki tane özellik keşfedilir/problem kurulur ve

keşfedilen bu özellikler/kurulan problemler için en az iki tane ispat gerçekleştirilir. Dolayısıyla araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri yaratıcılık becerilerinin yanında ispat becerilerinin, içerik bilgi ve becerilerinin geliştirilmesinde de etkilidir (Leikin & Elgrably, 2020). Araştırma etkinliklerinin ayrılmaz bir parçası olan araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri aynı zamanda öğrenenlerin herhangi bir konu ile ilgili bilgi ve becerilerini geliştirmede de önemli rol oynamaktadır (Leikin & Elgrably, 2020).

Açık uçlu problemler; kağıt, kalem, dinamik geometri yazılımı gibi farklı kaynaklar kullanarak geometrik şekiller oluşturulmasına olanak sağlar (Leikin & Elgrably, 2022). Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri de açık uçlu etkinlikler arasında yer almaktadır (Leikin & Elgrably, 2020; 2022). Çünkü araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde problem çözümlerinin çok yönlü araştırmalar yapmaları gerekir (Leikin & Elgrably, 2020) ve problem çözümler neyi nasıl inceleyecekleri konusunda desteklendiğinden elde edilen sonuçlar da çözümler tarafından keşfedilen özelliklere dayalı olarak bireysel bir çözüm alanı oluşturmaktadır (Elgrably & Leikin, 2021). Ayrıca araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde problem çözümlerinin kullanabilecekleri çok fazla sayıda stratejinin olması da bu durumun sebepleri arasındadır (Leikin & Elgrably, 2022). Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri açık uçlu etkinlikler olduğu için yaratıcı ürünün, yaratıcı sürecin ve aynı zamanda bu ikisi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi için uygun etkinliklerdir. Yaratıcı ürün, problem kurma sürecinde kurulan problemlerken; yaratıcı süreç de problem kurma sürecinde kullanılan stratejilerdir (Leikin & Elgrably, 2022). Yaratıcı ürün ve süreç, yaratıcılık odaklı problem çözme ile ilgili aktivitelerdeki bilişsel işlemin farklı iki özelliğidir (Olsher ve diğerleri, 2023).

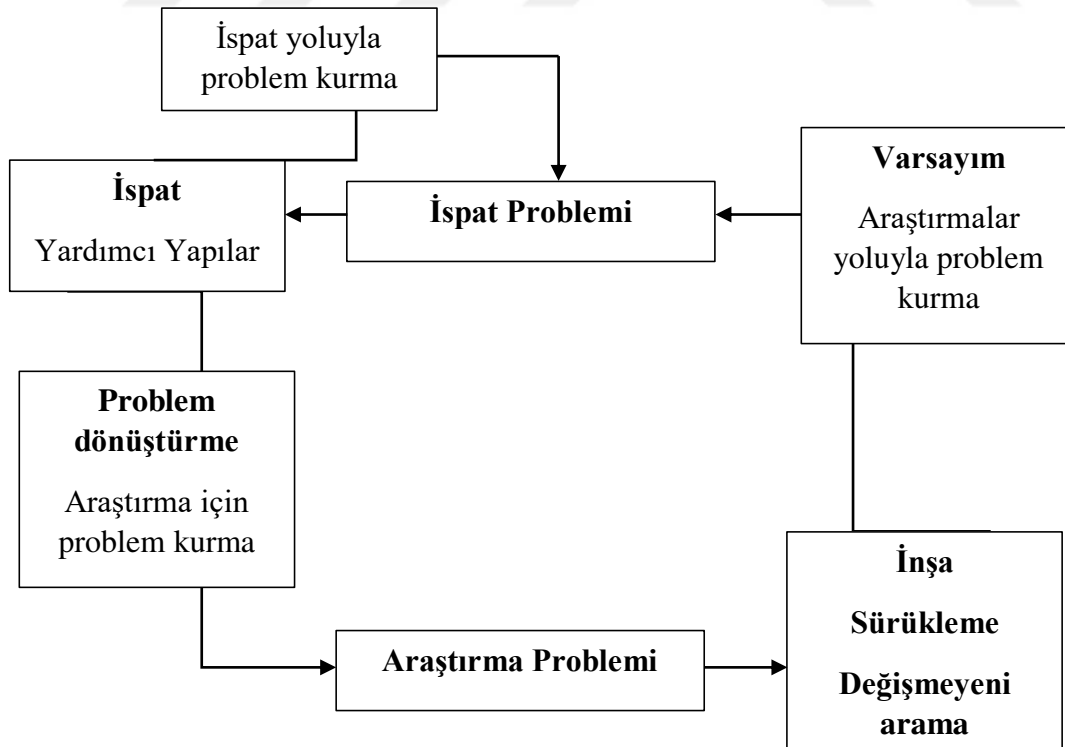
Açık uçlu problemlerde problemin başlangıcı ve amacı açıktır. Dolayısıyla problem kurma, gerçek yaşam durumları, araştırmalar ve çözümsüz problemlerin her birisi açık uçlu problemdir (Pehkonen, 1997). Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde katılımcılara dinamik geometri yazılımlarında araştırmalarının sonucu olarak birden fazla sayıda çeşitli problemler kurmalarına olanak sağlandığı bu etkinlikler açık uçlu problemler arasında da yer almaktadır (Leikin & Elgrably, 2020; 2022). Aynı zamanda katılımcıların keşfettikleri özellikleri nasıl ispatlayacaklarını kendilerinin belirlemesi de araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin açık uçlu etkinlikler olduğunu göstermektedir. Bu etkinliklerin açık uçlu etkinlikler olması aynı zamanda araştırmanın tahmin edilemeyen bir yere gitmesine neden olduğu ya da katılımcıların kendi problem çözme uzmanlık seviyesini

aşan problemler kurmalarına olanak sağladığı için karmaşık etkinliklerdir (Olsher ve diğerleri, 2023). Elgrably ve Leikin (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada araştırmalar yoluyla problem kurma için kullanılan örnek Şekil 2.4'te gösterildiği gibidir.



Şekil 2.4. Araştırmalar yoluyla problem kurma örneği (Elgrably & Leikin, 2021, s.895)

Bölüm 2.3'te tanımlanan üç problem kurma türü (İspat yoluyla problem kurma, araştırma için problem kurma ve araştırmalar yoluyla problem kurma) birbiri ile ilişkilidir (Leikin, 2015). Bu ilişkiler ise Leikin (2015) tarafından yapılan çalışmada Şekil 2.5'te gösterildiği gibi ifade edilmiştir.



Şekil 2.5. Problem kurma türlerinin birbiriyle olan ilişkileri (Leikin, 2015, s.387)

Şekil 2.5'te görüldüğü gibi etkinlikte, verilen geometrik şekille ilgili bir özelliğin yardımcı yapılar kullanılarak ispatlanması sürecinde ispat problemleri kuruluyorsa bu etkinlik ispat yoluyla problem kurma etkinliğidir. Eğer etkinlikte, ispat probleminin araştırma problemine dönüştürülmesi isteniyorsa bu etkinlik araştırma için problem kurma etkinliğidir. Son olarak da etkinlikte araştırma probleminin dinamik geometri yazılımında yer alan inşa ve sürükleme özelliklerini kullanarak varsayımlarla ispat problemine dönüştürülmesi isteniyorsa bu etkinlik araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliğidir (Leikin, 2015). Hem GeoGebra (Petkova & Velikova, 2015) hem de araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri kişilerin yaratıcı problem kurma becerilerini geliştirmede etkilidir. Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri aynı zamanda kişilere GeoGebra'da araştırma yapma fırsatı sağlar (Elgrably & Leikin, 2021). Bu sebeple ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada veri toplama aracı olarak kullanılan matematiksel etkinlikler araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde geliştirilmiştir.

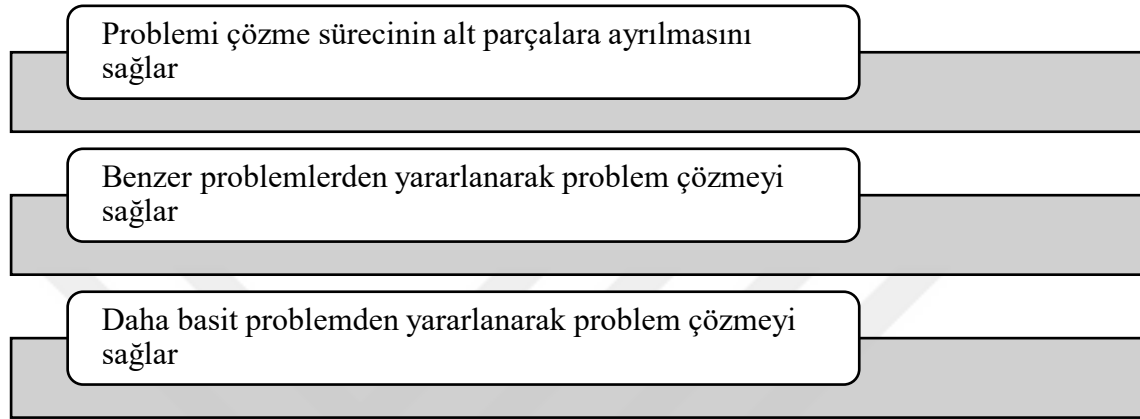
Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri problem çözme ve kurmayı birleştiren bir etkinlik türü olduğu için bir sonraki bölümde problem çözme ve kurma arasındaki ilişkiye yer verilmiştir.

2.4. PROBLEM ÇÖZME VE PROBLEM KURMA ARASINDAKİ İLİŞKİ

Bir problemin çözümü başka bir problem için çıkış noktası oluşturur (Özgen & Bayram, 2020). Problem kurma ise problem çözme sürecinde problemin tekrar formüle edilmesidir (Çetinkaya & Soybaş, 2018). Dolayısıyla problem kurma süreci, problem çözme sürecinden bağımsız değildir (Ergene, 2023). Bunları destekler nitelikte Kar, Özdemir, İpek ve Albayrak (2010) tarafından öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen çalışmada problem kurma ve çözme becerileri arasında anlamlı ilişki olduğu saptanmıştır. Ayrıca bu çalışmada öğretmen adaylarının problem çözme başarıları ile kurdukları problem sayıları arasında da ilişki olduğu ifade edilmiştir. Benzer şekilde Akay (2006) tarafından problem çözmede zorluk yaşayan öğrencilerin problem kurmada da zorluk yaşadıkları belirtilmiştir. Zhang ve diğerleri (2022) tarafından ise problemleri doğru çözebilen öğrencilerin, problemleri doğru çözemeyen öğrencilere kıyasla daha fazla çözülebilir matematiksel problem kurdukları belirtilmiştir. Sonuç olarak kişilerin problem çözme ve kurma performanslarının birbiriyle ilişkilidir (Akay, 2006; Altun, 2018; Cai, Hwang, Jiang, & Silber, 2015; Ergene, 2023;

Petkova & Velikova, 2015). Yani iyi bir problem çözücü aynı zamanda iyi problem kurarken iyi bir problem kurucu da iyi problem çözer (Xie & Masingila, 2017).

Problem kurma ve çözmenin birbiriyle ilişkili olmasının yanında, problem kurma ve problem çözmenin karşılıklı olarak birbirlerine faydaları da vardır ve problem kurmanın problem çözmeye sağladığı faydalar Şekil 2.6’da gösterildiği gibidir (Ergene, 2023).



Şekil 2.6. Problem kurmanın problem çözmeye sağladığı faydalar

Şekil 2.6’da görüldüğü gibi problem kurma, problem çözmeye üç farklı şekilde fayda sağlar. Bunlardan ilki problemin alt problemlere ayrılarak çözülmesini sağlamasıdır. Yani problem çözerken kişi Polya’nın problem çözme adımlarından, çözüm için bir plan oluşturma adımıyla verilen problemleri alt problemlere ayırarak plan yapar. Burada oluşturulan her bir alt problem, problem kurma olarak görülmektedir. Problem kurmanın problem çözmeye sağladığı faydalardan bir diğeri ise verilen problemten daha basit bir problem kurarak problemin yapısının daha kolay anlaşılması sağlanır. Problem kurmanın problem çözmeye sağladığı son fayda ise verilen problemle benzer yapıda anlaşılması daha kolay problemler kurulmasıdır. Bu üç yöntem de verilen problemin çözümünü kolaylaştırmada etkilidir (Ergene, 2023).

Karşılıklı olarak birbirlerine fayda sağlayan problem çözme ve kurma faaliyetleri, öğretim sürecinde döngüleri değiştirilerek çeşitli şekillerde uygulanabilir (Ergene, 2023). Yani problem çözme öğretim sürecinde; problem kurmadan önce, problem kurma sırasında ya da problem kurmadan sonra gerçekleşebilir (Xie & Masingila, 2017). Eğer öğretim sürecinde problem çözme, problem kurmadan önce gerçekleşirse problem kurmaya nasıl başlanması gerektiği konusunda fikir verir. Problem çözme, problem kurma esnasında gerçekleşirse problem kurarken doğru yolda olup olmadığı konusunda fikir verir ve son olarak problem çözme, problem kurmadan sonra gerçekleşirse de kurulacak olan

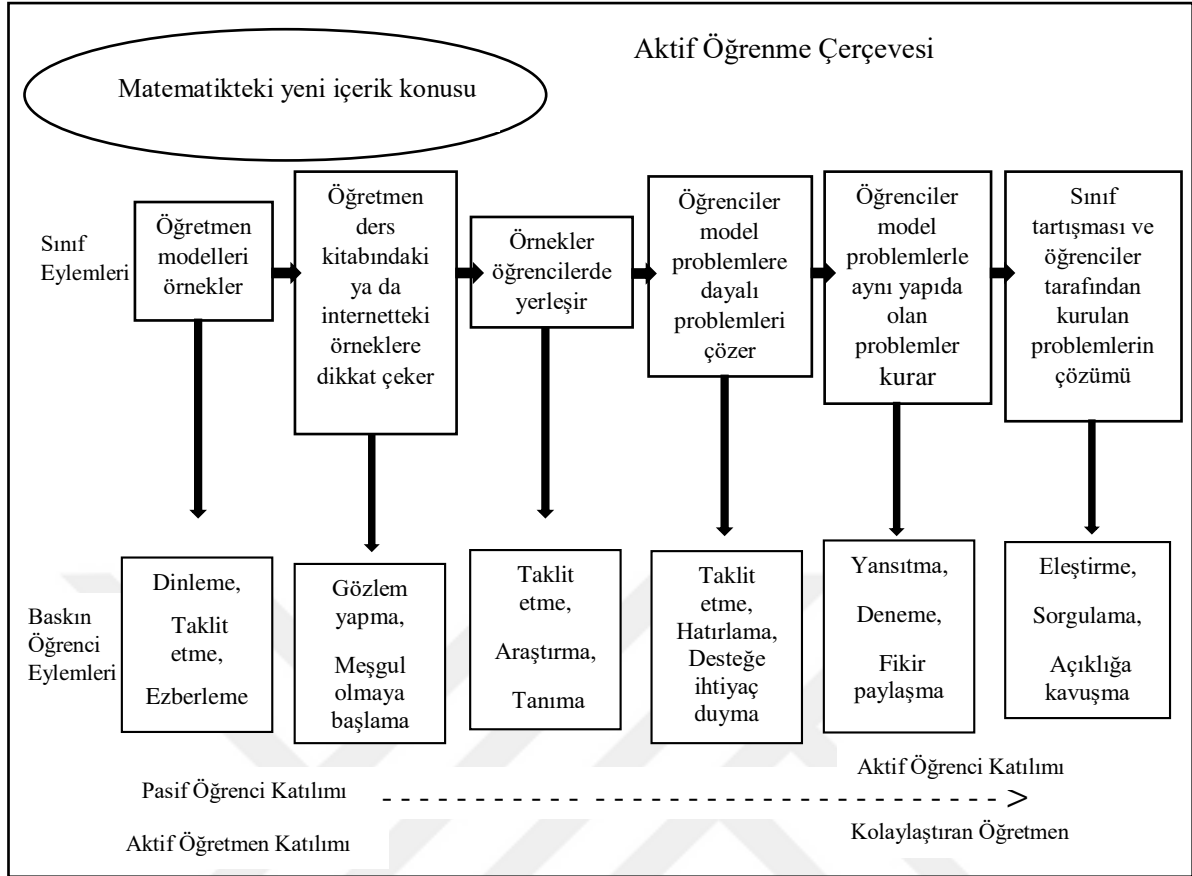
problemlerin zenginleştirilmesini sağlar (Ergene, 2023). Bu nedenle öğrencilerin problem kurma becerilerinin geliştirilmesi en az problem çözme becerilerinin geliştirilmesi kadar önemlidir (Abu-Elwan, 1999). Fakat problem kurmanın öğretim programında, ders içi uygulamalarda (Ellerton, 2013) ve de uluslararası çalışmalarda (Cai ve diğerleri, 2015) problem çözme kadar yer almadığı görülmektedir. Bu doğrultuda matematiksel öğrenme sürecinde problem çözme temelli öğrenme sürecinin yanı sıra problem kurma temelli öğrenme sürecine de gereken önemin verilmesi gerektiği söylenebilir.

2.5. PROBLEM KURMA TEMELLİ ÖĞRENME

Problem kurma temelli öğrenme süreci, öğrencilerin kavramsal anlayışlarında, problem kurma becerilerinde ve tutumlarında pozitif yönde bir değişiklik oluşturmak için gerçekleştirilen öğrenme ortamıdır. Bu öğrenme ortamı tasarlanırken problem kurma etkinlikleri; problem çözme etkinlikleri, sınıf tartışmaları, grup çalışmaları ya da günlük hayat durumları ile desteklenir (Aparı, 2019). Fakat problem kurma ile ilgili yapılan çalışmalarda kişilerin aktif bir şekilde problem kurma sürecine dahil edilmesi yerine daha çok kişiler tarafından kurulan problemlerin üzerinde durulduğu görülmüştür (Ellerton, 2013). Bunun için de matematiksel kavramların öğretiminde kullanılabilecek, problem kurma etkinliklerinin de dahil olduğu öğrenme süreçlerinin nasıl gerçekleştirileceği hakkında bilgi veren aktif öğrenme çerçeveleri geliştirilmiştir (Örnek, 2023).

Ellerton (2013) tarafından, sadece öğrenciler tarafından kurulan problemlerin türüne odaklanmak yerine öğrencilerin problem kurma sürecine de odaklanan bir AÖÇ geliştirilmiştir. Matematik öğretmeni adayları ile gerçekleştirilen çalışmanın sonuçlarına göre geliştirilen AÖÇ'nin amacı matematik derslerine problem kurma etkinliklerini dahil etmektir (Ellerton, 2013). AÖÇ eğitim-öğretim sürecine problem kurmanın nasıl dahil edileceği ile ilgili bilgi vermesinin yanı sıra matematiksel kavramların öğretiminde problem kurmanın yeri ile ilgili de bilgi vermektedir (Terzi, 2021).

Altı aşamadan oluşan AÖÇ'e göre problem kurma sürecinde öğrenciler ilk olarak pasif katılım sağlarken adım adım ilerleyerek aktif katılım sağlamaktadır. Öğretmenler de aksine ilk olarak aktif katılım sağlarken adım adım ilerleyerek yol gösteren öğretmen rolüne gelirler (Ellerton, 2013). Çerçevenin her bir aşamada sınıf ve baskın öğrenci eylemleri Şekil 2.7'de gösterildiği gibidir.

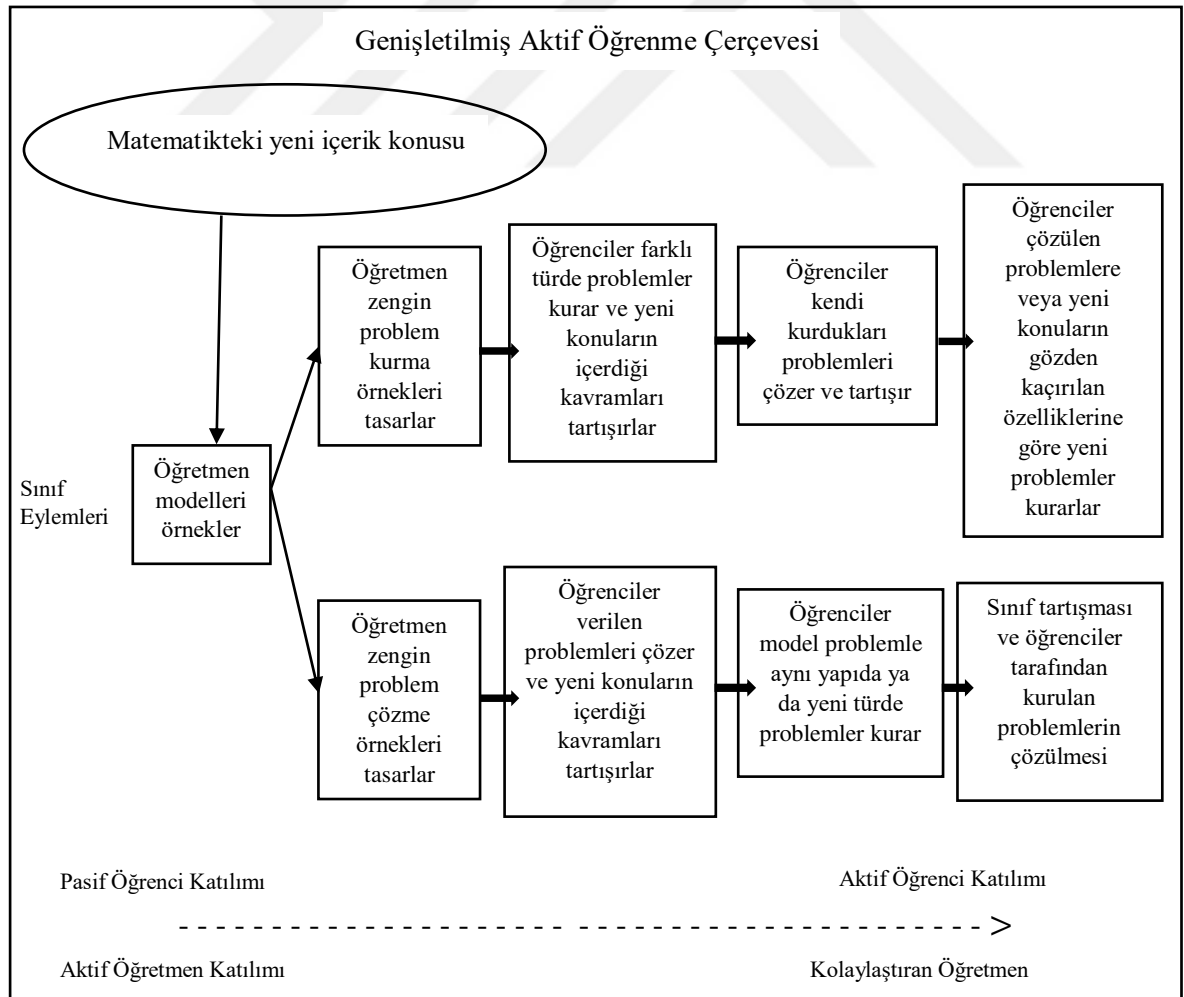


Şekil 2.7. Aktif öğrenme çerçevesi (Ellerton, 2013, s.99)

Şekil 2.7’de görüldüğü gibi AÖÇ’nin ilk aşamasında öğretmen derste öğretimi gerçekleştirecek olan yeni matematiksel içerikle ilgili model problemleri sunarken öğrenciler bu örnek problemleri dinler, taklit eder ve ezberler. Öğretmen ikinci aşamada ders kitabından ya da internetten hazır olarak aldığı örnek problemleri öğrencilere sunarken öğrenciler bu problemleri gözlemler ve artık problemlerle meşgul olmaya başlar. Üçüncü aşamada taklit ederek ve araştırarak istenilen matematiksel içeriği tanır. Dördüncü aşamada öğrenciler taklit ederek, hatırlayarak ve yer yer öğretmeninden destek alarak problemleri çözer. Beşinci aşama da öğrenciler birbirleriyle fikirlerini paylaşarak deneme yanılma yoluyla problem kurar. Son aşama da ise sınıf tartışmaları gerçekleşir ve kurulan problemler eleştirildikten ve sorgulandıktan sonra çözümleri yapılır (Ellerton, 2013).

AÖÇ’e göre tasarlanmış öğrenme ortamının öğrencilere sağladığı avantajlar ve sınırlılıklar vardır. AÖÇ’e göre tasarlanmış bir öğrenme ortamında hem problem çözme hem de problem kurma etkinlikleri birlikte yer almaktadır. AÖÇ’nin ilk basamaklarında öğrenciler her ne kadar dinleme, taklit etme, gözlemlenme ve ezberleme gibi pasif bir katılım gösterebilirler de ilerleyen adımlarda fikir paylaşma, sorgulama ve eleştirme gibi eylemlerle aktif bir katılım gerçekleştirirler (bkz. Şekil 2.7). AÖÇ’e uygun gerçekleşen bir derste

öğrenciler arkadaşları ile iş birliği yapmanın yanı sıra kendi öğrenmelerinin de sorumluluğunu almış olurlar (Örnek, 2023). Ancak bunların yanında AÖÇ, problem kurmayı var olan tek bir probleme dayalı yeni problemler kurulması olarak sınırlamaktadır, bu da çeşitli problem kurma etkinliklerinden öğrenilebilecek bilgilere engel olmaktadır. Öğrencilerden son adımda kurdukları problemleri çözdükten sonra yeni bir problem kurmalarının istenmemesi de bu çerçevenin sınırlılıklarından bir tanesidir. Bu noktada öğrencilerin matematiksel anlayışlarının gelişimi için problem kurma çözme döngüsünün devamı oldukça önemli olacaktır (Örnek, 2023). Xie ve Masingila (2017) tarafından 10 tane sınıf öğretmen adayı ile gerçekleştirdikleri çalışmada, AÖÇ'nin bu sınırlılıklarını ele alarak GAÖÇ'yi geliştirmiştir (bkz. Şekil 2.8). AÖÇ'nin sınırlılıkları geliştirilerek oluşturulan GAÖÇ'de, öğrencilerin pasif alıcıdan aktif öğrenene doğru ilerlemesi düşüncesi aynen devam etmektedir. Bununla birlikte öğretmenlerin çerçevenin başlarında aktif katılım gerçekleştirirken ilerleyen aşamalara doğru yol gösteren öğretmen rolüne sahip olma düşüncesi de GAÖÇ'de aynen devam etmektedir (bkz. Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Genişletilmiş aktif öğrenme çerçevesi (Xie & Masingila, 2017, s.115)

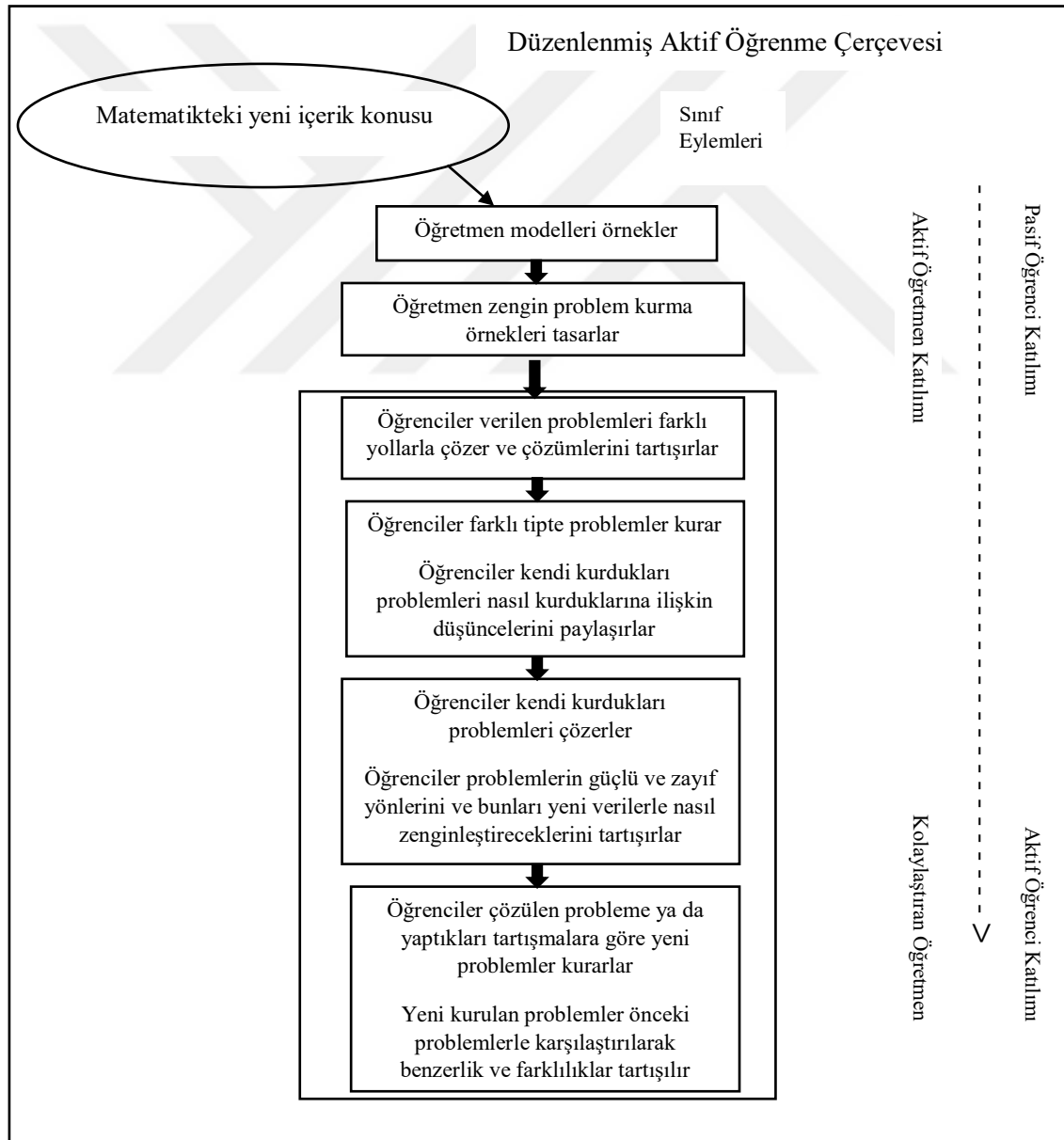
GAÖÇ’de, AÖÇ’de olduğu gibi hem problem kurma hem de problem çözme etkinlikleri birlikte yer almaktadır. Fakat AÖÇ’e göre hazırlanmış bir öğrenme ortamında dersler problem çözme etkinlikleriyle başlarken, GAÖÇ’e göre hazırlanmış bir öğrenme ortamında dersler problem çözmeyle başlayabildiği gibi problem kurmayla da başlayabilir (bkz. Şekil 2.8). Çünkü problem kurma, sadece problem çözmeden sonra gerçekleşmez; problem çözmeden önce veya problem çözme sırasında da gerçekleşebilir (Silver, 1994). Dolayısıyla bu çerçevede problem kurma ile çözme arasında tek yönlü değil çok yönlü bir etkileşim vardır (Xie & Masingila, 2017). Bu sebeple GAÖÇ, problem kurma ve çözme arasındaki ilişkiye AÖÇ’den daha güçlü bir şekilde vurgu yapmaktadır (Örnek, 2023).

GAÖÇ, öğretmen adaylarının öğrenme ortamında problem çözme ve kurma etkinliklerine nasıl katılacaklarıyla ilgili detaylar eklenerek geliştirilmiştir. Öğretmen adayları, öğretmeni gözlemler ve öğretmen tarafından sunulan problem çözme ve kurma etkinliklerini dinler, taklit eder ve ezberler. Problem kurma etkinliklerinde denemeler yapıp, fikirlerini birbiriyle paylaşırlar; problem çözme etkinliklerinde eleştiriler, araştırmalar ve açıklamalar yapar. Fakat çerçevenin her bir aşamasında baskın öğrenci eylemlerinin ve kolaylaştıran öğretmen eylemlerinin neler olduğunun keşfedilmesi gerekmektedir. Ayrıca bunun yanında GAÖÇ’e göre hazırlanmış bir öğrenme ortamındaki problem kurma ve çözme aktivitelerinin nasıl olması gerektiği de keşfedilmesi gerekenler arasında yer almaktadır (Xie & Masingila, 2017).

AÖÇ’de öğrenciler sadece kendilerine sunulan model problemlerle aynı yapıda problemler kurarken GAÖÇ’de bu model problemlerden farklı yapıda problemler kurmaları için de öğrencilere fırsatlar verilir (Örnek, 2023). Yani AÖÇ aynı yapıda problem kurma etkinlikleriyle sınırlandırılmışken, GAÖÇ’de sembolik işlemler, açık-uçlu hikayeler gibi zengin problem kurma etkinliklerine yer verilir (Terzi, 2021). Bu durum da GAÖÇ’e kavram öğretiminde önemli avantajlar sağlamanın yanında (Örnek, 2023) öğretmen adaylarının matematiksel bilgi ve deneyimlerini kullanmaları (Erkan, 2021) ve daha zengin öğrenme ortamlarının oluşturulması için fırsat sağlar (Terzi, 2021).

Erkan’a (2021) göre AÖÇ ve GAÖÇ’de problem kurma sürecini etkileyen faktörler hakkında sağlanan bilgiler sınırlıdır. Erkan (2021) tarafından problem kurma sürecini etkileyen faktörler bilişsel, üstbilişsel ve öğretici faktörler olarak üç sınıfa ayrılmış ve öğretmen adaylarının problem kurma sürecini etkileyen bu faktörlere göre AÖÇ ve GAÖÇ’yi revize ederek düzenlenmiş aktif öğrenme çerçevesi geliştirilmiştir. Düzenlenmiş

aktif öğrenme çerçevesinde öğretmen adaylarından kurdukları problemlerin güçlü ve zayıf yönlerini tartışmaları istenir (bkz. Şekil 2.9). Kendi kurdukları problemlerin güçlü ve zayıf yönlerini tartışmak, çok sayıda bilişsel faktörü öğrenme sürecine dahil ederek öğretmen adaylarının kavramsal anlayışının gelişmesini sağlar. Ayrıca bunun yanında öğretmen adaylarının kendi öğrenme süreçleriyle ilgili düşüncelerini sağladığı için üstbilişsel becerileri kullanma fırsatı da sağlar (Erkan, 2021). Erkan (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada derslere problem çözme etkinlikleriyle başlanmasının öğretmen adaylarına daha çok öğretimsel fırsatlar sağladığı görülmüştür. Bu sebeple düzenlenmiş aktif öğrenme çerçevesine göre hazırlanmış bir öğrenme ortamında dersler problem çözme etkinlikleriyle başlar (bkz. Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Düzenlenmiş aktif öğrenme çerçevesi (Erkan, 2021, s.221)

Düzenlenmiş aktif öğrenme çerçevesinde diğer iki çerçevede var olan öğrencilerin pasif katılımdan aktif katılıma doğru ilerleme düşüncesi korunmuştur (bkz. Şekil 2.9). Altı aşamadan oluşan düzenlenmiş aktif öğrenme çerçevesi öğretmenin sırası ile problem çözme ve kurma etkinliklerini öğrenenlere sunması ile başlar. Diğer çerçevelerden farklı olarak bu çerçevede öğrencilerin düşüncelerini paylaşma ve tartışmaları çerçevenin son bir aşamasında değil de geriye kalan dört aşamasının dördünde gerçekleşmektedir (Erkan, 2021).

AÖÇ ve düzenlenmiş aktif öğrenme çerçevesine uygun hazırlanmış öğrenme ortamının her ikisinde de dersler problem çözme etkinlikleriyle başlarken GAÖÇ'e göre hazırlanmış öğrenme ortamlarında dersler hem problem kurma hem de problem çözmeyle başlar. Öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada veri toplama aracı olarak geliştirilen matematiksel etkinlikler araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde hazırlanmıştır. Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri de problem kurma etkinlikleriyle başlar. Dolayısıyla bu çalışmada geliştirilen öğrenme ortamında araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde, ilk olarak problem kurma etkinliklerine yer verilmesi için GAÖÇ'nin problem kurma-çözme sıralı aşamaları takip edilmiştir. Bunun yanında AÖÇ ve düzenlenmiş aktif öğrenme çerçevesinde sadece sunulan model problemle benzer yapıda problem kurma durumlarına yer verilirken GAÖÇ'de bu model problemden farklı yapıda problem kurma durumlarına ve zengin problem kurma durumlarına yer verilir. Problem kurmada yaratıcılık becerileri için bu durumun önemli olabileceği düşünülmüştür, dolayısıyla bu çalışmada geliştirilen öğrenme ortamı GAÖÇ'e uygun olacak şekilde geliştirilmiştir.

Düzenlenmiş aktif öğrenme çerçevesinin GAÖÇ'den farkı sınıf tartışmalarının detaylandırılması ve öğretmen adaylarının düşünme süreçlerine daha çok odaklanmasıdır. Fakat yapılan bu araştırmanın amacı öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemektir. Sınıf tartışmalarını daha güçlü tutmak; öğretmen adaylarının diğer gruplarda yer alan arkadaşlarının düşüncelerini dinlemesi, kendi düşünceleri üzerinde farklı gruplarda yer alan kişilerle tartışmak onların yaratıcılığını belirlemede olumsuz yönde etkileri olabileceği düşünülmüştür. Dolayısıyla bu çalışmada ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının problem kurma temelli öğrenme ortamında yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemede GAÖÇ temel alınmıştır.

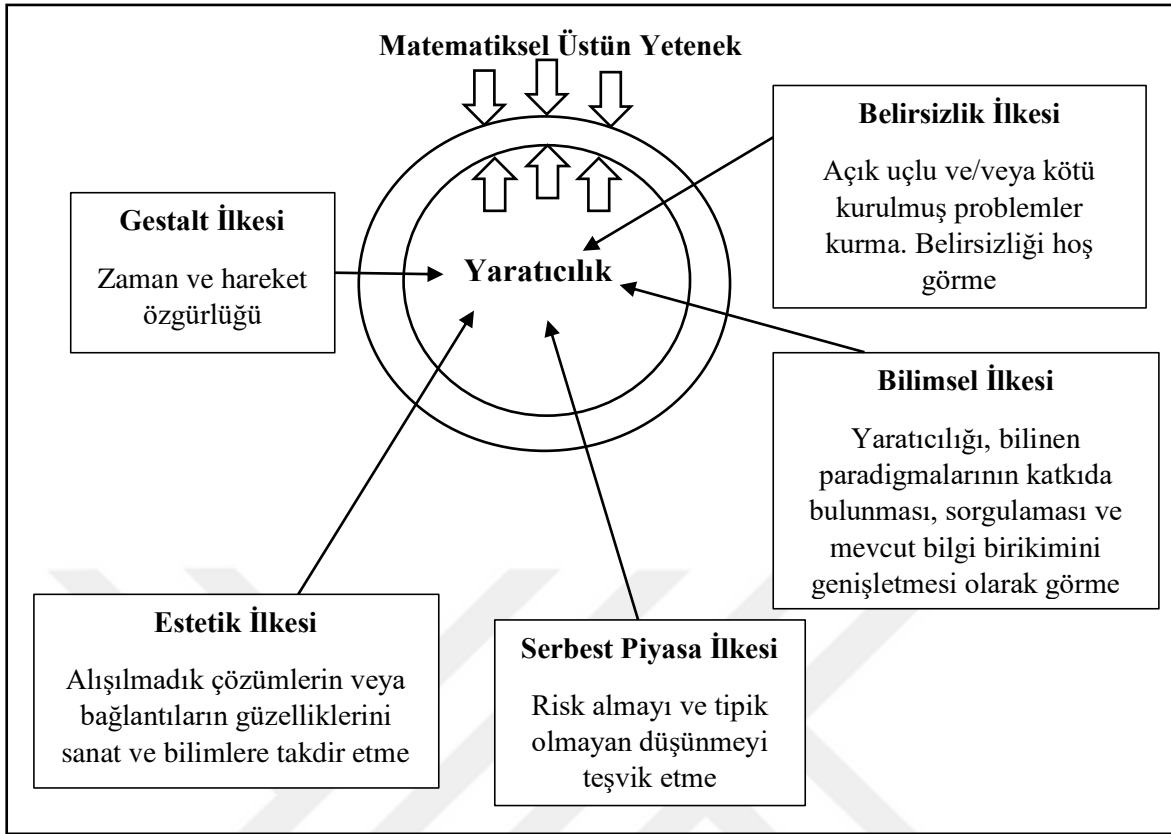
Sonuç olarak çalışmada geliştirilen öğrenme ortamının GAÖÇ'e uygun hazırlanan ders ortamında problem kurma etkinlikleriyle de derse başlanmasının, farklı problem kurma durumlarına yer verilmesinin ve sınıf tartışmalarının detaylandırılmamasının çalışmada öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemede olumlu yönde etkileri olabileceği düşünülmüştür. Bu sebeple öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada geliştirilen öğrenme ortamı GAÖÇ'e uygun olacak şekilde hazırlanmıştır.

2.6. PROBLEM KURMADA YARATICILIK

Yaratıcılık, kişinin düşünmesinin ardından yeni ve değerli fikirler üretmesidir (Taylor, 1960). Esi (2018) tarafından yaratıcılık, yeni ve hayali olan bir şeyin yani düşüncenin gerçekleşmesi olarak tanımlanmıştır. Akay (2006) tarafından yaratıcılık, orijinal ürün ortaya koymak ya da problemi farklı şekillerde çözmek olarak tanımlanmıştır. Tanımlardan da anlaşılacağı üzere yaratıcılık kısaca yeni bir şeyler üretmektir (Kar, 2023). Leikin (2009) tarafından yaratıcılık, genel ve özel yaratıcılık olmak üzere iki kola ayrılarak tanımlanmıştır. Genel yaratıcılık, bir alandaki problem çözme yöntemlerini kullanarak farklı bir alandaki problemi çözmek olarak tanımlanırken; özel yaratıcılık ise alanın mantıksal tündengimsel doğasını göz önünde bulundurarak belirli bir alandaki (örneğin, matematik) yaratıcılık olarak tanımlanmıştır. Genel yaratıcılığın özel türlerinden bir tanesi de matematiksel yaratıcılıktır (Leikin, 2013).

Matematiksel yaratıcılık farklı araştırmacılar tarafından, farklı şekillerde tanımlanmıştır (Taşkın, 2016). Haylock (1997) tarafından matematiksel yaratıcılık; problem çözmek için standart olmayan orijinal yöntemler bulmak veya matematiksel problemler kurmak olarak tanımlanmıştır. Sriraman'a (2005) göre matematiksel yaratıcılık, eski bir problemi yeni bakış açısıyla değerlendirerek yeni problemler oluşturulmasıdır. Budak (2007) tarafından ise matematiksel yaratıcılık, bir problemin anlaşılmasının ardından ani aydınlanma haliyle çözülmesi olarak tanımlanmıştır. Taşkın'a (2016) göre matematiksel yaratıcılık; bireyin problem çözümünde akranlarına göre özgün, sıra dışı ve farklı fikirler üretmesi ya da matematiksel olarak uygun problemler kurabilme yeteneğidir.

Sriraman (2005) tarafından Şekil 2.10'da görüldüğü gibi matematiksel yaratıcılığı arttırmak için Gestalt, belirsizlik, esneklik, serbest piyasa ve bilimsel olmak üzere 5 temel ilke tanımlanmıştır.



Şekil 2.10. Matematikte üstün yetenek ve yaratıcılık (Sriraman, 2005, s.27)

Şekil 2.10'da görüldüğü gibi Sriraman (2005) tarafından tanımlanan ilkelerden ilki Gestalt İlkesi; öğrencilerin zorlayıcı problemlerle uzunca bir süre meşgul olması gerektiğini söyler. Bu uzun sürede kişilere iç görülerinin keşfi için fırsatlar sağlar ve sonunda problemi çözerek "Aha!" anının coşkusunu yaşamaları sağlanır. İkinci ilke olan estetik ilkesi ise derslerde kullanılan problemler estetik olarak dikkat çekici olursa öğrencilerin çözmek için daha çok çaba sarf edileceğini söyler. Serbest piyasa ilkesinde öğrenciler tarafından yapılan çözüm yöntemlerinin sınıf tartışmalarıyla tartışılması ve öğrencilerin fikirlerini savunması gerektiğini ifade eder. Bilimsel ilke ise öğrencilere problemler kurmaları için fırsatlar verilmesi gerektiği söylenir. Böylece öğrencilerin matematiksel problemleri matematiksel olmayan problemlerden, iyi problemleri iyi olmayanlardan ve çözülebilir problemleri çözilemeyenlerden ayırt etmelerine yardımcı olunur. Son olarak belirsizlik ilkesinde profesyonel düzeyde matematiğin belirsizliklerle dolu olduğu ve bunun için de problemleri öğrenmek yerine onları kişilerin kendilerinin oluşturması gerektiği söylenir (Sriraman, 2005). Sriraman (2005) tarafından kişilerin matematiksel yaratıcılıklarını geliştirmek için tanımlanan beş ilke incelendiğinde, her bir ilke ya problem çözme ya da problem kurmaya yer verildiği görülmektedir. Bu ilkeleri destekler nitelikte, matematiksel yaratıcılığın

problem çözme ve kurma ile ilişkili olduğu farklı araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Elgrably & Leikin, 2021; Öçal & Demirci, 2023). Problem kurma ve çözme etkinliklerini içeren matematik dersleri sorgulama odaklı olduğu için öğrencilerin yaratıcılık becerilerini geliştirmede etkilidir (Silver, 1997). Problem kurma etkinliklerinin öğrencilere matematiksel durumları inceleme, keşfetme ve ilişkilendirme fırsatı sağlaması (Gür & Aykurtlu, 2021), matematiksel kavramların kurulan problemlere eklenmesi için fırsatlar sağlaması (Öçal, 2023), orijinal problemler kurulmasına imkan sağlaması (Kar, 2023) ve bilişsel olarak zorlayıcı etkinlikler olması (Vieira ve diğerleri, 2023) bu etkinliklerin kişilerin yaratıcılık becerilerinin gelişmesinde etkili olduğunu göstermektedir. Problem kurma etkinliklerinin kişilerin yaratıcılık becerilerinin yanında yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmede de etkili olduğu araştırmacılar tarafından (Çetinkaya & Soybaş, 2018; Korkmaz & Gür, 2006; Taşkın, 2016; Vieira ve diğerleri, 2023) ifade edilmiştir. Problem kurma etkinlikleri ayrıca yaratıcı kişileri belirleme testlerinde de kullanılmaktadır (Silver, 1994).

Kişilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmede problem kurma etkinliklerinin yanı sıra sınıf ortamının; farklı fikirlerin sunulup tartışılmana izin veren bir ortam olması da oldukça önemlidir. Bu sebeple yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmeyi hedefleyen bir derste sınıf ortamının hata yapmaya izin veren, işbirlikçi çalışmayı önemseyen ve fikirlerin açıkça dile getirildiği bir ortam olması önemlidir (Öçal & Demirci, 2023). Bu çalışmada da kişilerin yaratıcı problem kurma becerilerini geliştirmek hedeflendiği için tasarlanan öğrenme ortamında öğretmen adaylarının iş birlikli çalışmalarını desteklemek amaçlı etkinlikler grup çalışması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca grup çalışmasının yanında kişilerin hatalarını görmeleri ve fikirlerini açıkça dile getirebilmeleri için de her bir etkinliğin sonunda sınıf tartışmalarına yer verilmiştir.

2.7. PROBLEM KURMADA YARATICILIĞIN DEĞERENDİRİLMESİ

İlgili literatür incelendiğinde yaratıcılığın değerlendirilmesi için çeşitli modellerin geliştirilip kullanıldığı görülmektedir. Bu modellerden bazıları şu şekildedir:

1. Çoklu çözüm etkinliklerinde [Multiple Solution Tasks (MSTs)] yaratıcılığın değerlendirilmesi için Leikin (2009) tarafından geliştirilen model
2. Amaral ve Carreira (2013) tarafından geliştirilen teorik yapıya dayalı olarak, problem kurma etkinliklerinde yaratıcılığın değerlendirilmesi için Taşkın (2016) tarafından geliştirilen teorik yapı

3. Leikin (2009) tarafından geliştirilen modele dayalı olarak, araştırmalar yoluyla problem kurma yaratıcılığın ve ispat becerilerinin değerlendirilmesi için Leikin ve Elgrably (2020) tarafından genişletilen model

2.7.1. Çoklu Çözüm Etkinliklerinde Yaratıcılığın Değerlendirilmesi

Leikin (2009) tarafından çoklu çözüm etkinliklerinde yaratıcılığın değerlendirilmesi amacıyla geliştirilen model ondalık tabanlı bir puanlama şemasıdır ve yaratıcılığı akıcılık, esneklik ve orijinallik olmak üzere toplam üç boyuta dayalı olarak değerlendirmektedir (Leikin & Elgrably, 2020). Değerlendirme modeli açıklanmadan önce bu bileşenler açıklanacaktır.

Akıcılık, çok sayıda zengin fikir üretebilme yeteneğidir (Özcan, 2009). Akıcılık, keşfedilen özelliklerin sayısı (Leikin & Elgrably, 2020) ya da kurulan problemlerin sayısıdır (Elgrably & Leikin, 2021). Dolayısıyla Leikin (2009) tarafından geliştirilen modelde akıcılık puanı; öğrencilerin yazılı kağıtta ve sözel mülakatta problemlere ürettikleri toplam çözüm sayısıdır. Fakat burada çözümlerin probleme uygun çözümler olması gerekmektedir (Leikin, 2009). Leikin ve Elgrably (2020) tarafından geliştirilen modeldeki akıcılık puanı ise öğrenciler tarafından kurulan problemlerin yani keşfedilen özelliklerin sayısıdır.

Esneklik, sabit bir düzenden yeni bakış açılı üretkenliğe geçebilme yeteneğidir (Budak, 2007). Özcan'a (2009) göre ise esneklik, olaylara farklı taraflardan bakabilme ve farklı düşünceler üretebilme yeteneğidir. Esneklik, problem çözme sürecinde öğrenciler tarafından üretilen farklı fikir ve yaklaşımların sayısına göre puanlanmaktadır (Taşkın, 2016). Yani esneklik farklı türde kurulan problemlerin ya da keşfedilen özelliklerin sayısıdır (Elgrably & Leikin, 2021; Leikin & Elgrably, 2020). Dolayısıyla Leikin (2009) tarafından geliştirilen modelde çözümlerin esneklik açısından değerlendirilebilmesi için öncelikle çözüm grupları oluşturulmuştur. Eğer iki çözümde farklı temsillere, özelliklere (teorem, tanım ya da yardımcı yapılar) ya da matematiğin dallarına dayalı çözüm stratejileri kullanılıyorsa bu iki çözüm farklı gruplara aittir. Leikin ve Elgrably (2020) tarafından geliştirilen modelde de öğrenciler tarafından keşfedilen özellikler sınıflandırılmış ve keşfedilen özelliklerin esneklikleri bu sınıflamalara göre puanlanmıştır.

Orijinallik, keşfedilen özelliklerin yeniliği ve nadirliğidir (Leikin & Elgrably, 2020). Orijinallik, beklenmedik sıra dışı çözümler üretebilme yeteneğidir. Üretilen fikirler, katılımcıların yüzde kaçı tarafından üretildiğine bağlı olarak orijinallik açısından

değerlendirildiği için çalışmanın katılımcı sayısı orijinallik değerlendirilirken oldukça önemlidir (Taşkın, 2016). Dolayısıyla Leikin (2009) tarafından geliştirilen modelde çözümlerin orijinallikleri araştırmanın katılımcıları benzer öğrenme geçmişine sahip olduğu için çözüm, diğer katılımcıların çözümleri ile kıyaslanarak ve çözümün sıradanlığı da dikkate alınarak puanlanmıştır. Leikin ve Elgrably (2020) tarafından geliştirilen modelde orijinallik; katılımcıların öğrenme geçmişi ve katılımcı grubunda özelliğin keşfedilme sıklığına göre puanlanmıştır.

Son olarak Leikin (2009) tarafından çoklu çözüm etkinliklerinde yaratıcılığın değerlendirilmesi için geliştirilen ondalık tabanlı puanlama şeması (Decimal-based scoring scheme) Tablo 2.2’de gösterildiği gibidir.

Tablo 2.2. Leikin (2009) Tarafından Çoklu Çözüm Etkinliklerinde Yaratıcılığın Değerlendirilmesi için Geliştirilen Ondalık Tabanlı Puanlama Şeması

Yaratıcılık			
Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık
	10 Puan	10 Puan	
	İlk çözüm	Kavrama tabanlı	
	Farklı strateji grubunda olan çözümler	Alışılmamış çözümler	
Her bir çözüm için puan	1 Puan	1 Puan	Esneklik ve orijinallik puanlarının çarpımı
1	Benzer strateji grubunda fakat farklı temsiller içeren çözümler	Model tabanlı	
		Kısmen alışılmamış çözümler	
	0.1 Puan	0.1 Puan	
	Aynı temsilleri içeren aynı strateji grubundaki çözümler	Algoritma tabanlı	
		Geleneksel çözümler	

Leikin (2009) tarafından çoklu çözüm etkinliklerinde yaratıcılığın değerlendirilmesi için geliştirilen modelde her bir yaratıcılık bileşeni açısından problemlerin çözümlerinin nasıl değerlendirildiğine yönelik detaylar aşağıdaki gibidir.

Akıcılık, öğrencilerin çoklu çözüm etkinliğindeki uygun olan çözümlerinin sayısıdır. Örneğin, bir öğrencinin akıcılık puanı 14 ise bu öğrencinin çoklu çözüm etkinliklerinde 14 tane matematiksel olarak geçerli çözüm gerçekleştirdiği bilinmektedir.

Esneklik, öğrencilerin çoklu çözüm etkinliğindeki uygun olan çözümleri gruplandırılır. Bu gruplandırmalara göre öğrenciler tarafından yapılan ilk uygun çözüm ve daha önce gerçekleştirilen çözümlerden farklı bir çözüm grubuna ait olan çözümler 10 puan olarak değerlendirilir. Daha önce kullanılan çözüm gruplarından birine ait olan fakat o çözüm grubundan net ve küçük bir farkı olan çözümler 1 puan olarak değerlendirilir. Daha önce yapılmış bir çözümle hemen hemen aynı olan çözümler 0.1 puan olarak değerlendirilir. Bir öğrencinin toplam esneklik puanı, her bir çözümünün esneklik puanlarının toplanmasıyla hesaplanır.

Bir çoklu çözüm etkinliğindeki toplam esneklik puanı ise katılımcıların her birinin toplam esneklik puanlarının toplanmasıyla hesaplanır. Örneğin; bir öğrencinin toplam esneklik puanı 24.5 ise burada öğrenci tarafından yapılan 11 tane çözümün 2 tanesinin farklı çözüm grupları arasından olduğu, 4 tane çözümün önceden yapılan bir çözüme benzer bir çözüm stratejisi ile yapıldığı fakat bazı temel özelliklerde farklılık gösteren bir çözüm olduğu ve son olarak da 5 tane çözümün önceki çözümleri tekrar ettiği bilinmektedir.

Orijinallik; çalışma eğer ortak eğitim geçmişine sahip küçük bir grupta yani 10 kişiden az bir katılımcıyla gerçekleştiriliyorsa çözümlerin orijinallikleri puanlanırken, kavrama tabanlı çözümler ya da alışılmamış yani hemen hemen kimse tarafından gerçekleştirilmemiş çözümler 10 puan olarak değerlendirilir. Model tabanlı ya da kısmen alışılmamış çözüm yani çok az kişi tarafından gerçekleştirilen ya da grupta gerçekleştirilmese bile katılımcılar tarafından bilinmesi gereken çözümler 1 puan olarak değerlendirilir. Algoritma tabanlı yani işlem odaklı ya da geleneksel (herkes tarafından bilinen ve yapılan) çözümler 0.1 puan olarak değerlendirilir.

Çalışma eğer ortak eğitim geçmişine sahip büyük bir grupta yani 10 kişi veya daha çok katılımcıyla gerçekleştiriliyorsa çözümlerin orijinallikleri puanlanırken, Katılımcıların %15'inden azı tarafından gerçekleştirilen çözümler 10 puan olarak değerlendirilir. Katılımcıların %15'i ile %40'ı tarafından gerçekleştirilen çözümler 1 puan olarak değerlendirilir. Katılımcıların %40'ından fazlası tarafından gerçekleştirilen çözümler 0.1 puan olarak değerlendirilir. Orijinalliğin farklı seviyeleri arasındaki %15 ve %40'lık sınır çizgilerinin kararı Leikin (2009) tarafından deneyimlerle verildi olarak açıklanmıştır. Bir öğrencinin toplam orijinallik puanı, her bir çözümünün orijinallik puanlarının toplanmasıyla hesaplanır.

Bir çoklu çözüm etkinliğindeki toplam orijinallik puanı ise katılımcıların her birinin toplam orijinallik puanlarının toplanmasıyla hesaplanır. Örneğin; bir öğrencinin toplam orijinallik puanı 13.2 ise burada öğrenci tarafından yapılan 6 tane çözümün 1 tanesinin orijinal çözüm yani kavrama tabanlı veya alışılmamış çözüm olduğu, 3 tane çözümün kısmen alışılmamış çözüm veya model tabanlı bir çözüm olduğu ve son olarak 2 tane çözümün ise algoritma tabanlı geleneksel çözüm olduğu bilinmektedir.

Yaratıcılık, öğrenciler tarafından gerçekleştirilen bir çözümün yaratıcılık puanı, bu çözümün orijinallik ve esneklik puanlarının çarpımıdır. Eğer bir öğrenci bir çözümü için hem esneklik hem de orijinallikten 10'ar puan aldıysa bu çözümün yaratıcılık puanı 100 (10×10) olur. Farklı bir çözüm için öğrenci esneklikten 10 puan orijinallikten ise 0.1 puan aldıysa bu çözümün yaratıcılık puanı 1 (10×0.1) olur.

Bir çoklu çözüm etkinliğindeki toplam yaratıcılık puanı, bir problemin her bir çözümünün yaratıcılık puanlarının toplamıdır. Örneğin; herhangi bir öğrenci iki farklı gruba ait iki tane çözüm üretirse, bu öğrencinin sırasıyla esneklik puanları 1 ve 10, orijinallik puanları da 1 ve 10 ise bu öğrencinin toplam yaratıcılık puanı 101 ($1.1 + 10.10$) olur. Başka bir öğrenci aynı iki çözümü farklı bir sırayla gerçekleştirirse, bu öğrencinin sırasıyla esneklik puanları 1 ve 10, orijinallik puanları ise 10 ve 1 olursa bu öğrencinin toplam yaratıcılık puanı 20 ($1.10 + 10.1$) olur. Bu durumda farklı bir öğrenci bir problem için esneklik ve orijinallik puanı 10 olan tek bir çözüm yaparsa onun yaratıcılık puanı 100 olabilir.

2.7.2. Problem Kurma Etkinliklerinde Yaratıcılığın Değerlendirilmesi

Amaral ve Carreira (2013) tarafından geliştirilen teorik yapıya dayalı olarak, Taşkın (2016) tarafından öğrencilerin problem kurma etkinliklerindeki yaratıcılıklarını değerlendirmek için geliştirilen teorik yapıda bilgi boyutu problem kurma olarak adlandırılmıştır. Göstergeler, yaratıcılığın bileşenleri olduğu için aynı kalmıştır. Teorik yapıdaki açıklayıcılar ise çalışmada öğrencilerle gerçekleştirilen klinik mülakatlardan, öğrencilerin etkinlikte kurdukları problemlerden ve öğrencilerin problem kurma etkinliği boyunca gösterdikleri ortak davranışlardan faydalananarak tanımlanmıştır. Bunların yanında geliştirilen teorik yapı, araştırmacı tarafından kurulan problemlerin analizi süresince sürekli olarak revize edilmiş ve analizler sonunda son halini almıştır (Taşkın, 2016). Teorik yapının son hali Tablo 2.3'te görüldüğü gibidir.

Tablo 2.3. Problem Kurma Etkinliklerinde Yaratıcılığın Değerlendirilmesi İçin Taşkın (2016) Tarafından Geliştirilen Teorik Yapı

Bilgi	Kod	Açıklayıcılar
Problem kurma	Orijinallik	1) Özgün diyagramlar, tablolar, şekiller, vb. oluşturur ve bunların yorumlanmasına yönelik problem kurar. 2) Özgün ve sıra dışı stratejilerin kullanılmasını gerektirecek problemler kurar. 3) Mevcut verilere farklı bakış açısı getirerek özgün ve sıra dışı problemler kurar.
	Esneklik	1) Farklı değişken(leri) kullanarak uygun matematiksel bir problem kurar. 2) Birden fazla çözümü veya çözüm yolu olan problemler kurar. 3) Senaryoda yer alan değişkenlerin birbiri ile ve amaç doğrultusunda ilişkilendirilmesini gerektiren problem kurar. 4) Senaryoda yer alan değişkenlere yönelik farklı durumların incelenmesini içeren problem kurar. 5) Önceden kurduğu bir problemi yeniden düzenlemek yoluyla farklı bir problem kurar.
	Akıcılık	1) Matematiksel kavram ve prosedürlerin kullanımını gerektiren uygun bir problem cümlesi içerir. 2) Matematiksel kavram ve prosedürlerin geliştirilmesini ve keşfedilmesini gerektiren uygun bir problem kurar. 3) Problem cümlesinde kullanılan değişkenleri ve kavramları açık ve tutarlı bir şekilde sunar. 4) Problem cümlesini değişkenleri/verileri düzenlemek yoluyla iletişim kurar (ifade eder).

Öğrenciler tarafından kurulan problemlerin her birisi yaratıcılık göstergeleri açısından Tablo 2.3'te yer alan açıklayıcılar kapsamında incelenmiştir. Fakat incelemede kolaylık sağlaması açısından öncelikle kurulan problemler kodlanmış ve benzer yapıdaki kodlar bir araya getirilerek temalar oluşturulmuştur. Ardından oluşturulan kodların her birine ait kaç öğrenci tarafından o koda ait problem kurulduğu belirlenmiştir böylelikle her öğrencinin farklı kategoride kurduğu problemler belirlenmiştir ayrıca özgün ya da sıradışı olan problemler yorumlanabilmiştir (Taşkın, 2016).

Burada kurulan problemlerin her birisi akıcılık göstergesi açısından değerlendirilirken kurulan her problem sadece niceliği değil niteliği de göz önünde bulundurulmuştur. Çünkü öğrencilerin çok fazla sayıda aynı yapıda problem kurması puanlarını etkileyecektir. Bu durumun önüne geçmek amacıyla teorik yapıda akıcılık göstergesinin değerlendirilmesinde, önceden kurulan problemlerden aynı/farklı yapıda

değişkenler kullanılarak kurulmuş ve çözümünde de diğer problemlerin çözümünden farklı kavram ya da prosedürlerin kullanılması gereken problem ve problemde yer alan her bir açıklayıcı 10 puan olarak değerlendirilmiştir. Önceden kurulmuş problemlerden farklı/aynı yapıda değişkenler kullanılarak kurulmuş ve çözümünde de diğer problemlerin çözümünden benzer kavram ya da prosedürlerin kullanılması gereken fakat önceden kurulmuş problemlerden küçük bir farkı (ek bir işlem veya kavram kullanımı gibi) olan problem ve problemde yer alan her bir açıklayıcı 1 puan olarak değerlendirilmiştir. Son olarak önceden kurulan herhangi bir problemle aynı yapıda değişkenler kullanılarak kurulmuş ve çözümünde de aynı kavram ya da prosedürlerin kullanılması gereken (sadece problem cümlesinde yer alan isimler/sayılar üzerinde bir değişiklik yapılmış) problem ve problemde yer alan her bir açıklayıcı. Çözümü için herhangi bir işlem yapılmadan çözümü direkt olarak senaryodan görülen problem ve problemde yer alan her bir açıklayıcılar ise 0.1 puan olarak değerlendirilmiştir.

Bütün bu açıklamalar doğrultusunda her bir öğrencinin akıcılık puanı (Aİ) “Öğrencinin kurduğu bütün problemlerde akıcılık göstergesine ait açıklayıcılardan elde edilen toplam puan / 4” olarak hesaplanmaktadır.

Öğrenciler tarafından kurulan bütün problemlerde esneklik göstergesine ait yer alan açıklayıcıların her birisine 10’ar puan verilmiştir. Her bir öğrencinin esneklik puanı (E) “Öğrencinin kurduğu bütün problemlerde esneklik göstergesine ait açıklayıcılardan elde edilen toplam puan / 5” olarak hesaplanmaktadır.

Öğrenciler tarafından kurulan bütün problemlerde orijinallik göstergesine ait yer alan açıklayıcıların her birisine 10’ar puan verilmiştir. Her bir öğrencinin orijinallik puanı (O) “Öğrencinin kurduğu bütün problemlerde orijinallik göstergesine ait açıklayıcılardan elde edilen toplam puan / 3” olarak hesaplanmaktadır.

Her bir öğrencinin toplam yaratıcılık puanı ise her bir göstergeye ait puanlarının toplanmasıyla bulunmaktadır. (Yaratıcılık Puanı= A+E+O)

2.7.3. Araştırmalar Yoluyla Problem Kurma Etkinliklerinde Yaratıcılık ve İspat Becerilerinin Değerlendirilmesi

Leikin ve Elgrably (2020) tarafından araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde yaratıcılığın değerlendirilmesi amacıyla geliştirilen model ondalık tabanlı bir puanlama şemasıdır (The scoring scheme for the evaluation of an individual space of the

problems posed through investigations). Bu modelde kurulan problemlerin her birinin yaratıcılığı; yaratıcılık bileşenleri (Akıcılık, esneklik ve orijinallik) ve ispatla ilgili beceriler (Yardımcı yapılar, kurulan problemin karmaşıklığı ve ispatın doğruluğu) olmak üzere iki farklı açıdan değerlendirilmektedir (Leikin & Elgrably, 2020). Bu değerlendirme modelinde kullanılan ondalık taban, keşfedilen özelliklerin kalitesini olduğu gibi özelliklerin keşif süreçlerinin de değerlendirilmesini sağlar. Yani hem ürünün hem de sürecin birlikte değerlendirmesine olanak sağlar. Ayrıca ondalık tabanlı puanlama, problem çözme ve problem kurmadaki ürün ve süreçlerin ayrı ayrı değerlendirilmesinin yerine hepsinin aynı anda değerlendirilmesini sağlar (Leikin & Elgrably, 2020).

Bu değerlendirme modeli açıklanmadan önce, ilgili literatürde yapılan araştırmalar incelendiğinde bazı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda açıklamalarda problem kurma ifade edesine yer verilirken bazılarında ise keşfedilen özellikler ifadesine yer verildiği görülmüştür. Bu durum da Leikin ve Elgrably (2021) tarafından araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde problem kurma ve keşfedilen özellikler kavramlarının birbirlerinin yerine kullanılabileceği şeklinde açıklanmıştır.

Yaratıcılık bileşenleri ve bu bileşenlere göre değerlendirmelerin nasıl yapıldığı Leikin (2009) tarafından geliştirilen değerlendirme modelinin açıklandığı kısımda detaylı olarak açıklanmıştır. Bu yüzden bu kısımda Leikin ve Elgrably (2020) tarafından geliştirilen değerlendirme modelinde kurulan problemlerin ispat becerileri açısından nasıl değerlendirildiği (bkz. Şekil 2.11) ve geliştirilen ondalık tabanlı puanlama şeması (bkz. Tablo 2.4) verilecektir.

Yardımcı yapılar	• Bir özellik yardımcı yapılar kullanılarak keşfedilir (Elgrably & Leikin, 2021) • Yardımcı yapılar, özellik keşfedilirken kullanılan yardımcı yapıların sayısı ve konumuna göre değerlendirilir (Leikin & Elgrably, 2020).
Kurulan problemin karmaşıklığı	• Kurulan problemin karmaşıklığı, keşfedilen özelliğin kavramsal olarak yoğunluğuna ve ispatının uzunluğuna göre değerlendirilir (Leikin & Elgrably, 2020).
İspatın doğruluğu	• İspatın doğruluğu, keşfedilen özellikler için yapılan ispatların doğruluğu ile değerlendirilir (Elgrably & Leikin, 2021)

Şekil 2.11. Kurulan problemlerin ispat becerileri açısından değerlendirilmesi

Leikin ve Elgrably (2020) tarafından araştırmalar yoluyla problem etkinliklerinde yaratıcılığın değerlendirilmesi için geliştirilen ondalık tabanlı puanlama şemasına göre kurulan problemlerin ispat becerileri açısından değerlendirilmesi Tablo 2.4'te gösterildiği gibi yapılmaktadır.

Tablo 2.4. Araştırmalar Yoluyla Problem Etkinliklerinde Yaratıcılığın Değerlendirilmesi için Geliştirilen Ondalık Tabanlı Puanlama Şeması (Leikin & Elgrably, 2020, s.7)

İspat Becerileri	10 Yüksek seviyede karmaşıklık	1 Orta seviyede karmaşıklık	0,1 Düşük seviyede karmaşıklık
Yardımcı Yapılar Özellik keşfedilirken kullanılan yardımcı yapıların sayısı ve yapının konumuna göre puanlanır	Şeklin içinde en az 3 tane yapı ya da şeklin dışında en az 2 tane yapı kullanılarak keşfedilen özellikler	Şeklin içinde 2'den fazla yapı kullanılmadan ya da şeklin dışında 1 tane yapı kullanılarak keşfedilen özellikler	Şeklin içinde en fazla 1 tane yapı kullanarak keşfedilen özellikler (0,1 puan yerine 0 puan ile değerlendirildi)
Kurulan Problemin Karmaşıklığı Keşfedilen özelliğin ispatının uzunluğu ve kavramsal yoğunluğuna göre puanlanır	İspat, en az 7 aşama ve en az 5 teorem/kavram içerir	İspat, 4-5 aşama ve 3-4 teorem/kavram içerir	İspat, 1-3 aşama ve 1-2 teorem/kavram içerir
İspatın Doğruluğu Keşfedilen özelliğin ispatının doğruluğuna göre puanlanır	Tamamen doğru ispatlar	Uygun ancak eksik ispatlar	İspat değil Yanlış ispat

Ondalık tabanlı puanlama şemasına göre keşfedilen özelliklerin her birinin ispat becerileri Tablo 2.4'te görüldüğü gibi yardımcı yapılar, kurulan problemin karmaşıklığı ve ispatın doğruluğu olmak üzere üç tane bileşene göre değerlendirilir. Yardımcı yapılar bileşenine göre yapılan değerlendirmeler, öğretmen adaylarının önemli özellikleri keşfederken GeoGebra'da yer alan yardımcı yapıları kullanmalarına göre gerçekleştirilir. Şeklin içinde en az 3 tane yardımcı yapı kullanılarak ya da şeklin dışında en az 2 tane yardımcı yapı kullanılarak keşfedilen özelliklerin yardımcı yapılar bileşeni 10 puan olarak değerlendirilir. Şeklin içerisinde en az 1 tane yardımcı yapı kullanılarak keşfedilen özelliklerin yardımcı yapılar bileşeni 1 puan olarak değerlendirilir. Bunlar dışında şeklin içerisinde 2 ya da şeklin dışında 1 tane yardımcı yapı kullanılarak keşfedilen özelliklerin yardımcı yapılar bileşeni 0 puan olarak değerlendirilir. Kurulan problemin karmaşıklığı bileşeninde değerlendirmeler keşfedilen özelliğin ispatına göre yapılır. Keşfedilen özellik 1-

3 aşamada ya da 1-2 teorem kullanılarak ispatlanıyorsa 0.1 puan, 4-5 aşamada ya da 3-4 teorem kullanılarak ispatlanıyorsa 1 puan ve son olarak 7'den fazla aşamada ya da 5'ten fazla teorem kullanılarak ispatlanıyorsa 10 puan olarak değerlendirilir. Son olarak ispatın doğruluğu bileninde değerlendirmeler keşfedilen özelliğin ispatının doğruluğuna göre yapılır. Eğer özelliğin ispatı tamamen doğru bir şekilde yapılmışsa 10 puan, doğru fakat eksik bir şekilde ispatlandıysa 1 puan ve son olarak yanlış ispatlandıysa 0.1 puan olarak değerlendirilir. Leikin ve Elgrably (2020) tarafından araştırmalar yoluyla problem etkinliklerinde yaratıcılığın değerlendirilmesi için geliştirilen ondalık tabanlı puanlama şemasına göre kurulan problemlerin yaratıcılık bileşenleri açısından değerlendirilmesi Tablo 2.5'te gösterildiği gibi yapılmaktadır. Ondalık tabanlı puanlama şemasına göre kurulan her bir problem yaratıcılık bileşenleri açısından akıcılık, esneklik ve orijinallik olmak üzere toplamda üç tane bileşene göre değerlendirilmektedir. Kurulan problemlerin yaratıcılıkları ise o problemin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmaktadır (bkz. Tablo 2.5).

Tablo 2.5. Araştırmalar Yoluyla Problem Etkinliklerinde Yaratıcılığın Değerlendirilmesi için Geliştirilen Ondalık Tabanlı Puanlama Şeması (Leikin & Elgrably, 2020, s.7)

Yaratıcılık bileşenleri	10 puan	1 puan	0,1 puan
Akıcılık (n) Akıcılık puanı keşfedilen özelliklerin sayısıdır			
Esneklik Etkinlik içerisinde önceden keşfedilen özelliklerin kategorilerine göre puanlanır	İlk defa keşfedilen her bir özellik	Keşfedilen özellikler aynı sınıfta fakat farklı işlemler yapılarak keşfedilmiş ya da farklı türde özellikler	Keşfedilen özelliğin işlemi ya da türü tekrar ediyorsa
Orijinallik Katılımcıların öğrenme geçmişlerine ve katılımcı grubunda özelliklerin keşfedilme sıklığına göre puanlanır	Keşfedilen özellikler, Katılımcılar için, yeni İçgörü tabanlı Nadir türde olmalı	Özellikler önceden öğrenilmemiş fakat verilerle doğrudan bulunabilecek şekilde Daha az nadir türde fakat ispat gerektirir	Önemsiz ya da önceden öğrenilmiş özellikler Katılımcı grubunda sık karşılaşılan türdeki özellikler Verilen verilerle doğrudan bulunabilecek özellikler
Yaratıcılık	Esneklik ve orijinallik puanlarının çarpımı		

Tablo 2.4 ve 2.5'te görüldüğü gibi ondalık tabanlı puanlama şemasında, yardımcı yapılar hariç tüm kategorilerde puanlamalar 10, 1, ve 0.1 şeklinde yapılırken yardımcı yapılar kategorisinde puanlamalar 10, 1 ve 0 şeklinde yapılmaktadır. Puanlama şemasında; değerlendirmeler negatif, nötr ve pozitif değerlendirme olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Negatif değerlendirme eksi birdir (-1) ve $10^{-1}=0.1$ olduğu için puanı 0.1 olarak belirlenmiştir. Nötr değerlendirme sıfırdır (0) ve $10^0=1$ olduğu için puanı 1 olarak belirlenmiştir. Pozitif değerlendirme birdir (1) ve $10^1=10$ olduğu için puanı 10 olarak belirlenmiştir.

2.8. TEKNOLOJİ DESTEKLİ PROBLEM KURMA

Teknoloji destekli öğretim, eğitim-öğretim sürecinde teknolojik araçlardan faydalanma yöntemidir. Teknoloji destekli öğretim; grafik, şekil, ses ve animasyonlarla derse karşı ilginin artmasını sağlar. Aynı zamanda verilen dönütler sayesinde öğrencilerin kendi öğrenmelerini kontrol altına alma fırsatları sunduğu için sadece öğretme aracı değil aynı zamanda bir öğrenme aracıdır (Baki, 2019). Bu sebeple matematik derslerinin teknoloji ile desteklenmesi gerektiği matematik dersi öğretim programlarında yer almaktadır (MEB 2013, 2018). Benzer şekilde NCTM (2020) tarafından matematik derslerinde teknoloji kullanımının, öğrenilen matematiği etkilediği ve matematikte daha derin bir anlayış geliştirdiği dolayısıyla teknolojinin matematik öğretiminde ve öğreniminde temel unsur olduğu ifade edilmiştir. Matematik öğretiminde yer alan önemli süreçlerden bir tanesi de problem kurma sürecidir (Aparı, Özgen & Zengin, 2023) ve problem kurma sürecinde teknolojinin önemli bir yeri vardır (Abramovich & Cho, 2015; Leikin, 2015). Problem kurma etkinlikleri, teknolojiden destek alınarak geliştirilirse daha kullanışlı ve zengin bir hale getirir (Lavy, 2015). Fakat Abramovich ve Cho (2015) tarafından teknolojinin, problem kurma sürecine sınırlı bir şekilde dahil edildiği ifade edilmiştir. Bunu destekler nitelikte Aparı ve diğerleri, (2023) tarafından da problem kurma ile ilgili çalışmalarda teknolojinin sağladığı faydalardan daha çok yararlanılması gerektiği ifade edilmiştir.

Matematik eğitiminde öğrencilerin iletişimini ve sosyal etkileşimini destekleyen çok sayıda bilgi ve iletişim teknolojisi mevcuttur (Zengin, 2020). Matematiksel problem kurma sürecini desteklemesi açısından bu bilgi ve iletişim teknolojilerinden en sık tercih edileni dinamik geometri yazılımlarıdır (Aparı ve diğerleri, 2023). Dinamik geometri yazılımları; kişilerin problem durumlarını araştırmalarını ve teoremleri test etmelerini (Özçakır, 2021),

yeni problemler oluşturmalarını sağlar (Özçakır, 2021; Petkova & Velikova, 2015). Lavy ve Shriki (2010) tarafından dinamik geometri yazılımlarının problem kurma sürecinde hesaplama ve çizimle vakit kaybetmeden doğrudan araştırma fırsatı sağladığı ifade edilmiştir. Ayrıca dinamik geometri yazılımlarının önemli bir özelliği olan sürüklenme aracı (Leikin, 2015), şeklin bileşenleri arasındaki ilişkilerin keşfetmesine yardımcı olurken ölçme aracı da kurulan problemlerdeki hataların fark edilmesini (Aparı ve diğerleri, 2023) ve matematiksel olarak geçerli problemler üretilip üretilmediğinin kontrol edilmesini sağlar (Lavy, 2015). Bu da dinamik geometri yazılımlarında yer alan araçların problem kurma sürecine yardımcı olduğunu göstermektedir. Dinamik geometri yazılımları arasında GeoGebra yazılımı, kişilerin matematiği daha iyi anlamalarına yardımcı olmak için geliştirilmiştir (Dikovic, 2009). GeoGebra'nın kullanımı kişilerin pasif alıcıdan aktif bilgi üreticilerine doğru ilerlemesini, problem çözme, problem kurma ve yaratıcılık becerilerinin gelişmesini sağlar (Petkova & Velikova, 2015). GeoGebra yazılımında gerçekleştirilen çalışmalar kişilere gruplar halinde birbirinden öğrenme, işbirlikli öğrenme, fırsatı sağlar (Dikovic, 2009). Çalışmanın amacı öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek olduğundan çalışmada veri toplama aracı olarak kullanılan matematiksel etkinlikler GeoGebra yazılımı ile desteklenmiş ve aynı zamanda çalışmalar grup çalışmaları şeklinde gerçekleştirilmiştir.

2.9. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde yaratıcı problem kurma ile ilgili ulusal ve uluslararası alanda yapılan bazı çalışmaların detaylarına yer verilmiştir. Bazı araştırmaların da amaç ve sonuçlarına tabloda yer verilmiştir.

Leikin ve Elgrably (2020) tarafından ikinci sınıfta öğrenim gören 68 matematik öğretmeni adayıyla gerçekleştirilen çalışma, problem kurma ve çözme etkinliklerinde öğretmen adaylarının ispat ve yaratıcılıklarını geliştirmek için araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin etkili olup olmadığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bunun için çalışmada öğretmen adaylarına Çoklu Çözüm Etkinliklerinin çözülmesi ve araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin entegre edildiği 52 saatlik bir geometri eğitimi verilmiştir. Çalışmada elde edilen veriler Leikin (2009) tarafından geliştirilen, çoklu çözüm etkinliklerinde yaratıcılığın değerlendirilmesinde kullanılan, modele dayalı olarak araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin değerlendirilmesi için araştırmacılar tarafından geliştirilen modelle analiz edilmiştir. Çalışmanın sonunda yapılan analizler

neticesinde geometri eğitiminin başında yapılan testte öğretmen adaylarının yarısından fazlasının testi tamamlayamadığı, eğitimden sonra yapılan testte ise öğretmen adaylarının %91'inin testi başarıyla tamamladığı görülmüştür. Yani çalışmanın sonunda, araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin öğretmen adaylarının hem ispat hem de yaratıcılık becerilerini geliştirmede etkili bir araç olduğu görülmüştür.

Elgrably ve Leikin (2021) tarafından 19 matematik öğretmeni adayıyla gerçekleştirilen çalışmada öğretmen adayları iki gruba ayrılmıştır. Grupların bir tanesinde İsrail Ulusal Olimpiyat takımına (Israel National Olympiad team) üye veya aday aynı zamanda problem çözme uzmanı olan 8 matematik öğretmeni adayını yer alırken diğer grupta üniversitede 1000 saatten fazla matematik eğitimi alan ve matematik dallarında üstün olan 11 matematik öğretmeni adayını yer almaktadır. Matematiksel uzmanlık ve yaratıcılık arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada; araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri veri toplama aracı olarak kullanılmıştır ve elde edilen veriler, Leikin (2009) tarafından geliştirilen ondalık tabanlı puanlama şemasına göre analiz edilmiştir. Çalışmanın sonunda yapılan analizler neticesinde iki uzman grup arasında önemli farklar olduğu görülmüştür. Problem çözmede uzman olan grubun, üniversitede 1000 saat matematik eğitimi alan gruptan araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde daha iyi performans gösterdikleri görülmüştür. Dolayısıyla problem çözme uzmanlarının kurdukları problemlerin ispat becerileri ve yaratıcılık bileşenlerinin diğer gruptan önemli ölçüde farklılaştığı görülmüştür.

Leikin ve Elgrably (2022) tarafından Uluslararası Matematik Olimpiyatlarında (International Mathematical Olympiads) problem çözme eğitimi alan ve Ulusal Olimpiyat takımına (Israel National Olympiad team) üye veya aday olan 8 matematik öğretmeni adayıyla gerçekleştirilen çalışmada, öğretmen adaylarının araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde yaratıcı süreç ve yaratıcı ürün arasındaki ilişkiyi incelemek amaçlanmıştır. Çalışmada yaratıcı süreç, araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde kullanılan stratejilerle eşleştirilirken; yaratıcı ürün de araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde kurulan problemlerle eşleştirilmiştir. Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri sırasında kullanılacak stratejilerin çok olması ve dolayısıyla bu etkinliklerin açık uçlu etkinlikler olması hem ürünün hem de sürecin değerlendirilmesine aynı zamanda bu ikisi arasındaki ilişkinin değerlendirilmesine uygundur. Bu sebeple çalışmada yaratıcı süreç ve yaratıcı ürün arasındaki ilişkiyi incelemek için araştırmalar yoluyla problem kurma

etkinlikleri tercih edilmiştir. Çalışmanın sonunda elde edilen verilerin analizi neticesinde ispat becerileri ve yaratıcı ürünler arasında önemli bir ilişki olduğu bulunmuştur, böylece problem kurma ve ispatın birbirinden ayrılamaz olduğu ve ispatın problem kurmanın bir aracı olduğu görülmüştür. Çalışma sonunda yaratıcı sürecin esnekliği ve özgünlüğünün yaratıcı ürünlerin akıcılığına yol açtığı ve ürünlerin esnekliğinin de yaratıcı sürecin orijinallikle bağlantılı olduğu görülmüştür.

Literatürdeki yaratıcı problem kurma ile ilgili yapılan çalışmalardan bazıları Tablo 2.6 ve devamında verilmiştir. Tablo 2.6 ve devamı incelendiğinde öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının çok iyi seviyede olmadığı görülmüştür (Açıkgül ve diğerleri, 2023; Çetinkaya & Soybaş, 2018). Problem kurma etkinliklerinin yaratıcılık becerilerini geliştirmede etkili olduğu görülmüştür (Vieira ve diğerleri, 2023).

Tablo 2.6. Yaratıcı Problem Kurma ile ilgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Yazar Katılımcı	Amaç	Sonuç
Çetinkaya ve Soybaş (2018) 8. sınıf öğrencileri	Bu araştırmanın amacı, 8. Sınıf öğrencilerinin problem kurma konusundaki beceri düzeylerini belirlemektir.	Öğrencilerin problemde gereksiz verilen bilgiyi veya eksik bilgiyi bulma, boşluk tamamlama gibi yapılandırılmış sorularda başarılı olduğu görülmüştür. Fakat bunun yanında yaratıcılık ve özgünlük isteyen işlemi veya denklemi verilen ya da serbest problem kurma gibi yapılandırılmamış sorularda diğerlerine göre başarılarının daha düşük olduğu görülmüştür.
Aydın-Güç ve Keskin (2021) 6. sınıf öğrencileri	Bu araştırmanın amacı, 6. sınıf öğrencilerinin problem kurma yaratıcılıklarının belirlenmesidir.	Çalışmanın sonunda yapılan analizler neticesinde öğrencilerin orijinallik, esneklik, akıcılık ve genel yaratıcılık puanlarının oldukça düşük olduğu görülmüştür.
Aydoğdu ve Türnüklü (2024) 7. sınıf öğrencileri	Bu araştırmanın amacı, geometride problem kurmaya dayalı çalışmaların yaratıcılıkla olan ilişkisini incelemektir.	Çalışmanın sonunda yapılan analizler neticesinde öğrencilerin geometri alanında kurdukları problemlerin yaratıcılık performansları yüksek olmadığı ancak problem kurma etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.
Vieira ve diğerleri (2023) 1. sınıf öğrencileri	Bu çalışmanın amacı, matematik derslerinde yaratıcı düşünme becerilerinin gelişmesinde problem kurmanın etkisini incelemektir.	Çalışmanın sonunda elde edilen verilerin analizi neticesinde, problem kurmanın yaratıcılık gelişiminde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Ayrıca problem kurma çocukların anlam belirlemelerine ve verileri eleştirel olarak analiz etmelerine; deneyimlerini, bilgilerini ve ilgi alanlarını ilişkilendirmelerine yardımcı olur.

Tablo 2.6. Devamı Yaratıcı Problem Kurma ile ilgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Yazar Katılımcı	Amaç	Sonuç
Arabacı ve diğerleri (2022) İlköğretim matematik öğretmen adayları	Bu araştırmanın amacı, öğretmen adaylarının problem kurma durumlarındaki yaratıcılıklarının kurdukları problemleri çözüp çözmemeye durumlarına göre incelenmesidir.	Çalışmanın sonunda yapılan analizler neticesinde öğretmen adaylarının çoğunlukla doğru ve çözülebilir problemler kurdukları görülmüştür. Özellikle kurdukları problemleri çözen adayların sadece problem kuran adaylara göre daha fazla sayıda doğru ve çözülebilir problem kurduğu görülmüştür. Ayrıca kurduğu problemi çözen adayların daha yaratıcı problemler kurduğu da çalışmanın sonunda elde edilen veriler arasındadır.
Açıkgül, Bakan ve Aslaner (2023) İlköğretim matematik öğretmen adayları	Bu çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının matematiksel yaratıcılık beceri düzeyleri ile matematiksel yaratıcılıklarına ilişkin öz-yeterlik algı düzeylerini belirlemek ve aralarındaki ilişkileri incelemektir.	Çalışmanın sonunda elde edilen verilerin analizi neticesinde, öğretmen adaylarının matematiksel yaratıcılık puanları ve genel matematiksel yaratıcılığa ilişkin öz-yeterlik algı puanları orta düzeyde, problem odaklı matematiksel yaratıcılığa ilişkin öz-yeterlik algı puanlarının iyi düzeyde olarak belirlenmiştir. Ayrıca yaratıcılık puanları ile öz-yeterlik algı puanları arasında anlamlı ilişkiler olduğu da çalışmanın sonucunda belirlenmiştir.

Yaratıcı problem kurma ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin yaratıcılık becerilerini geliştirmede etkili olduğu araştırmacılar tarafından (Elgrably ve Leikin, 2021; Leikin & Elgrably, 2020; 2022) ifade edilmiştir. Ancak bu etkinliklerin kullanıldığı araştırmaların sınırlı kaldığı görülmüştür (Elgrably ve Leikin, 2021; Leikin & Elgrably, 2020; 2022). Dolayısıyla bu boşluğun doldurulmasında yapılan bu araştırmanın etkili olacağı düşünülmektedir.

3. YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde; çalışma grubu, veri toplama araçları, pilot uygulama süreci, uygulama süreci, verilerin analizi ve araştırmanın geçerlik ve güvenirliği ile ilgili bilgiler sunulmuştur.

3.1. ÇALIŞMA GRUBU

Araştırmanın çalışma grubunu 2022-2023 eğitim öğretim yılının güz döneminde bir devlet üniversitesinin 2. sınıfında öğrenim gören ilköğretim matematik öğretmenleri adayları arasından çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden 9 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmada geliştirilen öğrenme ortamı, Xie ve Masingila (2017) tarafından geliştirilen GAÖÇ'e uygun olacak şekilde geliştirilmiştir. Ayrıca bunun yanında araştırmada katılımcıların yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek için geliştirilen matematiksel etkinliklerde çerçeve olarak Elgrably ve Leikin (2021) tarafından geliştirilen araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri kullanılmıştır. Araştırmanın 2. sınıfta öğrenim gören öğretmen adayları ile gerçekleştirilmesinin sebebi öğretmen adaylarının öncesinde araştırmanın sonuçlarını etkileyebilecek problem çözme, problem kurma, yaratıcılık, GeoGebra yazılımının kullanımı ve etkinlik geliştirme gibi herhangi bir alanda ders almamış olmalarıdır.

Araştırmanın çalışma grubu amaçlı örnekleme yöntemlerinden bir tanesi olan kolay ulaşılabilir durum örnekleme ile belirlenmiştir. Kolay ulaşılabilir durum örnekleme, yakın ve ulaşılması kolay olan kişilerle araştırmanın gerçekleşmesine fırsat sağlar (Yıldırım & Şimşek, 2018). Araştırma sürecinin uzun olması ve araştırmaya uygun içerikte dersin bulunması gibi nedenlerden ötürü çalışma araştırmacının yüksek lisans sürecini gerçekleştirdiği devlet üniversitesinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada GeoGebra destekli problem kurma temelli öğrenme sürecinin ilköğretim matematik öğretmenleri adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerine etkisi derinlemesine incelendiği ve araştırma süreci uzun olduğu için çalışmanın az sayıda öğretmen adayıyla gerçekleştirilmesine karar verildi. Bu dersi alan 56 öğretmen adayına çalışmanın kapsamı hakkında gerekli bilgiler sunulduktan sonra öğretmen adaylarına çalışmaya katılmak isteyip istemedikleri sorulmuş ve araştırmaya gönüllü olarak katılmak isteyen 9 öğretmen adayı ile araştırma gerçekleştirilmiştir.

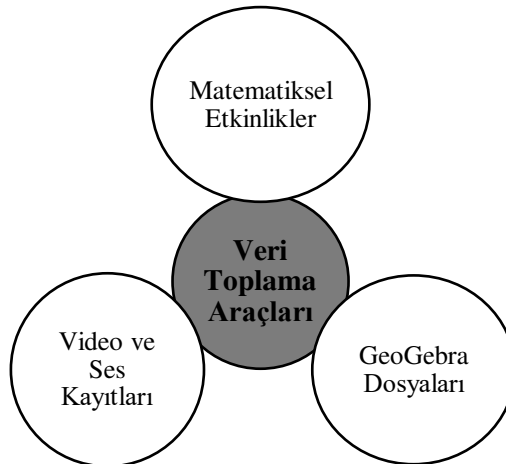
Uygulamalar “Teknoloji Destekli Matematik Öğretimi” adlı ders kapsamında ve araştırmaya katılmayan öğretmen adaylarından farklı bir bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik etkinliklerde işbirlikçi çalışma oldukça önemlidir (Öçal & Demirci, 2023). Bu nedenle araştırmada yer alan 9 öğretmen adayı, üçer kişilik gruplara ayrılarak üç grup oluşturulmuştur (Tablo 3.1). Ayrıca öğretmen adaylarının gerçek isimleri yerine kod isimleri kullanılmıştır. Bu kod isimlerindeki ilk sayı öğretmen adayının bulunduğu grubu verirken, 2. sayı da grup içerisindeki numarasını vermektedir. Örneğin, $\text{Ö}_{2,3}$ kodlu öğretmen adayı 2. grupta yer alan 3 numaralı öğretmen adaydır.

Tablo 3.1. Çalışmada Yer Alan Öğretmen Adaylarının Gruplara Dağılımı

Grup	Öğretmen Adaylarının Kod İsimleri
1. Grup	$\text{Ö}_{1,1}$, $\text{Ö}_{1,2}$, $\text{Ö}_{1,3}$
2. Grup	$\text{Ö}_{2,1}$, $\text{Ö}_{2,2}$, $\text{Ö}_{2,3}$
3. Grup	$\text{Ö}_{3,1}$, $\text{Ö}_{3,2}$, $\text{Ö}_{3,3}$

3.2. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Araştırmada veri toplama araçları Şekil 3.1’de gösterildiği gibi matematiksel etkinlikler, öğretmen adaylarının GeoGebra dosyaları, uygulama sürecinde alınan ekran ve ses kayıtlarıdır.



Şekil 3.1. Veri toplama araçları

3.2.1. Matematiksel Etkinlikler

Araştırmada öğretmen adaylarının GeoGebra destekli problem kurma temelli öğrenme sürecindeki yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla 7 adet matematiksel etkinlik araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Bu matematiksel etkinlikler Xie

ve Masingila (2017) tarafından geliştirilen GAÖÇ'e uygun bir öğrenme ortamına uygun olacak şekilde hazırlanmıştır. Problem çözme ve kurma arasındaki ilişkinin analiz edildiği GAÖÇ, iki tane koldan oluşmaktadır (Erkan & Kar, 2022). GAÖÇ'nin kollarından bir tanesine uygun olarak hazırlanmış öğrenme ortamında ilk olarak problem çözme etkinliklerine yer verilir. Problem çözme etkinliklerinin hemen ardından ise problem kurma etkinliklerine yer verilir. GAÖÇ'nin kollarından diğerine uygun olarak hazırlanmış öğrenme ortamında da ilk olarak problem kurma etkinliklerine yer verilir ve ardından problem çözme etkinliklerine yer verilir. Sonuç olarak GAÖÇ'nin kollarından bir tanesi problem çözme – kurma sıralaması iken diğeri problem kurma – çözme sıralaması şeklindedir (Aparı, 2019). Bu çalışmada geliştirilen etkinlikler, araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olması için problem kurma – çözme sırası benimsenerek hazırlanmıştır. Çerçevenin kollarından bir tanesi olan bu problem kurma – çözme sırasının ilk aşamasında öğretmen, yeni içerik konusu ile ilgili model örnekler sunar. İkinci aşamada öğretmen zengin problem kurma örnekleri tasarlar. Üçüncü aşamada öğrenciler bu problem kurma etkinliklerine uygun bir şekilde farklı türde problemler kurarak yeni konulardaki kavramları tartışırlar. Dördüncü aşamada da öğrenciler bir önceki aşamada kurdukları problemleri çözer ve tartışır. Son aşama ise öğrenciler çözülmüş problemlere göre ya da yeni konunun eksik özelliklerine göre yeni problemler kurar.

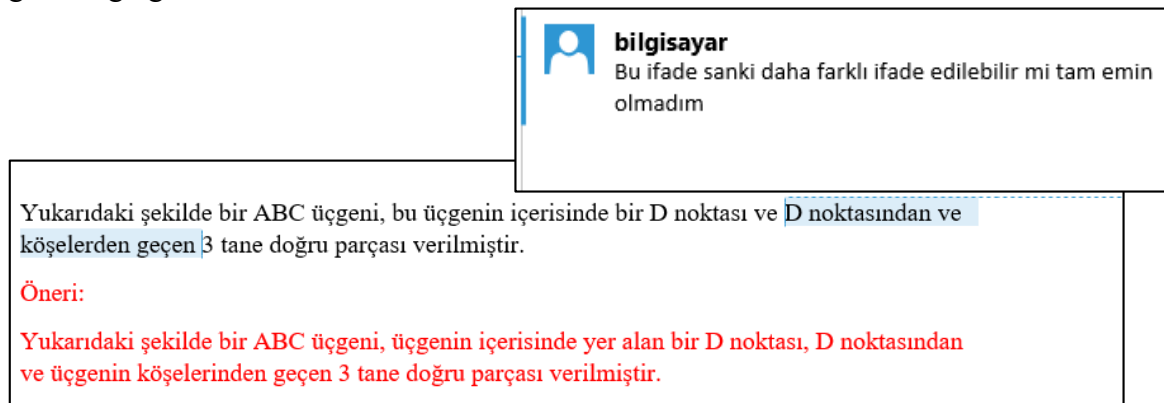
Matematiksel etkinlikler aynı zamanda Elgrably ve Leikin (2021) tarafından geliştirilen araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri çerçeve alınarak geliştirilmiştir. Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde öğretmen adaylarına geometrik bir şekil verilir ve katılımcılardan ilk olarak GeoGebra'da yer alan doğru, doğru parçası, düzgün çokgen, açığortay gibi yardımcı yapılardan yararlanarak bu geometrik şekille ilgili en az 2 tane önemli özellik bulmaları istenir. Burada önemli özellik olarak ifade edilen özellikler ispatı en az 3 aşamadan oluşan özelliklerdir. Ardından bu geometrik şekille ilgili problemler kurulması ve kurulan bu problemlerin çözülmesi istenir (Leikin & Elgrably, 2022).

Araştırmada öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek için geliştirilen matematiksel etkinlikler; Dokuz Nokta Teoremi, Viviani Teoremi, Napoleon Teoremi gibi teoremlerden ilham alınarak geliştirilmiştir. Bu teoremlerden ilham alınmasının sebebi; teoremlerin araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde geometrik özelliklerin araştırılması için fırsatlar sağlamasının yanında yardımcı yapılar oluşturulması, çeşitli ölçümler yapılması ve çözülmesi gereken yeni

problemler kurulması (Elgrably & Leikin, 2021) için fırsatlar sağlamasıdır. Ayrıca bunların yanında teoremlerin araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde olduğu gibi problem çözme ve problem kurmayı birleştirmeye (Elgrably & Leikin, 2021) uygun olması da önemli etkenlerdendir.

Etkinlikler geliştirildikten hemen sonra uygulama sürecine geçilmemiştir. Öncelikle etkinliğin çalışmanın amacına, araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine ve GAÖÇ’ye uygunluğunu belirlemek amacıyla problem kurma, teknoloji destekli matematik eğitimi ve nitel veri analizi konularında çalışmalar yapmış alanda uzman 5 araştırmacının görüşleri alınmıştır. Uzmanlardan alınan dönütler doğrultusunda matematiksel etkinliklerdeki dil, anlatım ve açıklık yönlerinde yapılan hatalar düzeltilerek etkinliğe son şekli verilmiştir. Uzman dönütleri sonucunda etkinliklerde yapılan bazı değişikliklerle ilgili örnekler Tablo 3.2’de sunulmuştur.

Yapılan düzeltmelere örnek olarak etkinliklerin ilk adımında “‘GeoGebra’da yer alan araçları kullanarak yukarıdaki şekilde en az 2 tane önemli özellik bulunuz.” adımı uzman görüşü doğrultusunda anlatım açısından açık ve anlaşılır olmadığı belirtildi. Bu adımın daha anlaşılır olması için Tablo 3.2’de görüldüğü gibi parantez içerisinde bu adımda yapılması gerekenlerle ilgili gerekli açıklamalar eklendi. Matematiksel etkinliklerden bir tanesinde GeoGebra’da verilen şekille ilgili yapılan açıklamaya ait uzman görüşü Şekil 3.2’de görüldüğü gibidir.



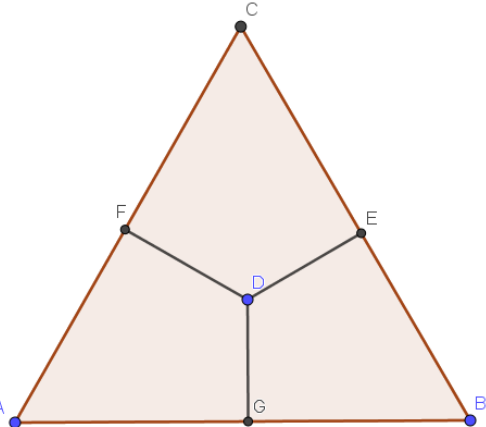
Şekil 3.2. Matematiksel etkinlikle ilgili uzman görüşü

Şekil 3.2’de görüldüğü gibi uzman matematiksel etkinlikte yapılan açıklamanın dil ve anlatım yönünden daha iyi bir şekilde ifade edilebileceğini belirtmiştir. Ayrıca uzman dil ve anlatım açısından daha uygun olacak ifade ile ilgili bir öneride de bulunmuştur. Uzmanın ifadesi doğrultusunda araştırmacı geometrik şekille ilgili yapılan açıklamayı düzenlemiştir (bkz. Tablo 3.2.)

Tablo 3.2. Matematiksel Etkinliklerin Uzman Görüşü Öncesi ve Sonrası

Düzeltilme Türü	İlk Versiyonu	Düzenlenmiş Versiyonu
Açık ve Anlaşılır Olması	GeoGebra’da yer alan araçları kullanarak yukarıdaki şekilde en az 2 tane önemli özellik bulunuz.	GeoGebra’da yer alan araçları kullanarak yukarıdaki şekilde en az 2 tane önemli özellik bulunuz. (Bu önemli özellikleri GeoGebra’da yer alan yardımcı yapıları kullanarak şekle çeşitli eklemeler - çıkarmalar yaparak ya da şekli hareket ettirerek meydana gelen yeni şekillerin özelliklerini inceleyerek bulabilirsiniz.)
Dil ve Anlatım	Yukarıdaki şekilde bir ABC üçgeni, bu üçgenin içerisinde bir D noktası ve D noktasından ve köşelerden geçen 3 tane doğru parçası verilmiştir.	Yukarıdaki şekilde bir ABC üçgeni, bu üçgenin içerisinde bir D noktası, D noktasından ve üçgenin köşelerinden geçen 3 tane doğru parçası verilmiştir.

Matematiksel etkinlikler geliştirilirken araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine ve GAÖÇ’ye dayalı öğrenme ortamına uygun olacak şekilde geliştirilmiştir. Geliştirilen etkinliklerden bir tanesi Şekil 3.3’te gösterildiği gibidir.



Yandaki şekilde bir ABC üçgeni, bu üçgenin içerisinde bulunan bir D noktası ve D noktasından kenarlara indirilen 3 tane dik doğru parçası verilmiştir.

Buna göre;

a)GeoGebra’da yer alan araçları kullanarak yukarıdaki şekilde en az 2 tane önemli özellik bulunuz. (Bu önemli özellikleri GeoGebra’da yer alan yardımcı yapıları kullanarak şekle çeşitli eklemeler - çıkarmalar yaparak ya da şekli hareket ettirerek meydana gelen yeni şekillerin özelliklerini inceleyerek bulabilirsiniz.)

b)Yukarıda verilen şekille ilgili yeni problemler kurunuz.

c)Kurmuş olduğunuz problemleri çözünüz. Ardından kurmuş olduğunuz problemler ve çözümlerinizi arkadaşlarınızla paylaşarak bunlar üzerine tartışınız.

d)Kendi kurup – çözmüş olduğunuz ya da arkadaşınız tarafından kurulup – çözülen problemlerden bir tanesini seçerek GeoGebra’da yardımcı yapılardan yararlanarak yeni problemler kurunuz ve kurduğunuz bu problemleri çözünüz.

Şekil 3.3. 1. Matematiksel etkinlik

Şekil 3.3’te görüldüğü gibi matematiksel etkinliği 1. adımında öğretmen adaylarından kendilerine verilen geometrik şekille ilgili en az 2 tane önemli özellik bulmaları istenirken 2. adımda bu şekille ilgili yeni problemler kurmaları isteniyor. 3. adımda ise kendi kurmuş oldukları problemleri çözüp, diğer grupta yer alan arkadaşları ile kurdukları

problemleri ve çözümlerini paylaşmaları isteniyor. Son adımda da yeni problemler kurup çözmeleri isteniyor.

3.2.2. Video ve Ses Kayıtları

Etkinlikler süresince öğretmen adaylarının konuşma esnasındaki vurgulamaları, aksanları ve ses tonlamaları matematiği anlamada oldukça önemlidir (Shvarts & Van Helden, 2021). Dolayısıyla bu çalışmanın verilerini zenginleştirmek için uygulama süresince grup çalışmaları ekran ve ses kaydedici program ile kayıt altına alınmıştır. Ekran ve ses kayıtları öğretmen adaylarından gerekli izinler alınarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. GeoGebra Dosyaları

Çalışmada kullanılan matematiksel etkinlikler GeoGebra yazılımının kullanımını gerektirmektedir. Öğretmen adaylarının uygulama süresi boyunca yapmış oldukları çalışmalar ekran kaydedici programlar aracılığıyla ve öğretmen adaylarının oluşturduğu GeoGebra dosyaları bilgisayarlara kaydedilmiştir. Uygulama sonrasında öğretmen adaylarının oluşturduğu GeoGebra dosyaları araştırmacı tarafından uygulama yapılan bilgisayarlardan alınmıştır.

3.3. PİLOT ÇALIŞMA

Asıl uygulama yapılmadan önce geliştirilen veri toplama aracının geçerliliğini araştırmak, bu veri toplama aracındaki hataları ve eksikleri belirlemek ve bunları gidermek amacıyla pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Ayrıca araştırma sürecinde ortaya çıkabilecek sorunları belirlemek ve araştırma sürecinde gerekli önlemleri almak da pilot uygulamanın amaçları arasında yer almaktadır.

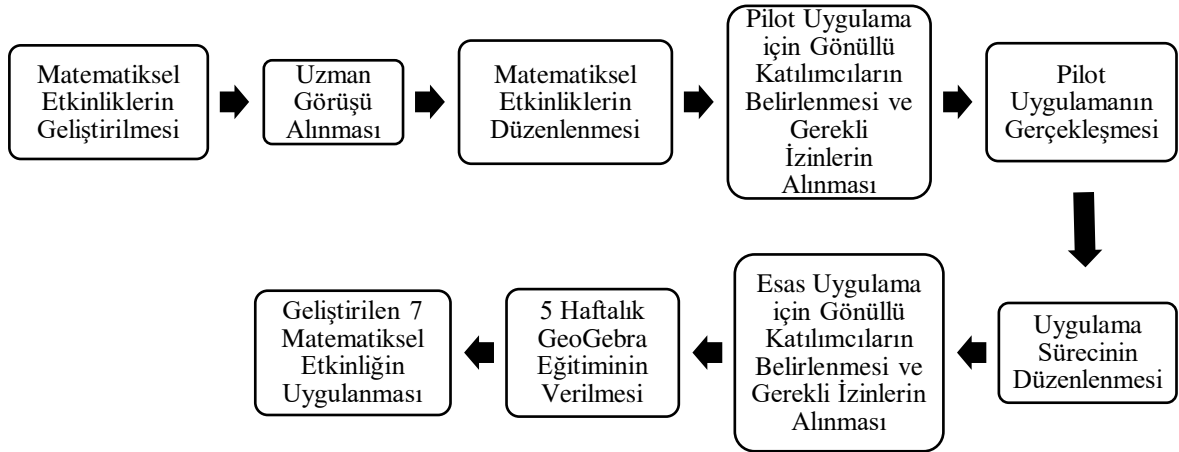
Geliştirilen matematiksel etkinliklerdeki şekil ve biçim açısından yapılan hatalar pilot çalışmada belirlenmiş ve bu hatalar düzeltilmiştir. Ayrıca pilot çalışma sürecinde uygulamada görülen hatalar ve eksiklerde araştırma sürecinde giderilmiştir. Örneğin; pilot uygulama sürecinde keşfedilen özelliğin önemli olmasının üzerinde çok duruldu ve öğretmen adayları gördükleri bazı özellikleri önemli olmadığını düşündükleri için yazmadılar. Fakat esas uygulamada önemli özelliği keşfetmeye çalışırken keşfedilen bütün özelliklerin de yazılması istendi.

Pilot uygulama 2021-2022 eğitim öğretim yılının bahar döneminde bir devlet üniversitesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunu 3. sınıfta öğrenim gören ilköğretim matematik öğretmeni adayları oluşturmuştur. Çalışma “Seçmeli matematik eğitiminde etkinlik geliştirme” adlı derste haftada 2 ders saati olmak üzere toplam 9 haftada gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ilk beş haftasında öğretmen adaylarına GeoGebra yazılımının menüsünde yer alan araçlar tanıtılmıştır ve araçların kullanımına yönelik çeşitli uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Geriye kalan dört haftada ise- her hafta bir tane olmak üzere- geliştirilen matematiksel etkinliklerden pilot uygulama olması sebebiyle etkinliklerin tamamına yer verilmeden dört tanesi uygulanmıştır ve pilot uygulama süreci sonlandırılmıştır.

Pilot uygulama sürecinin son dört haftasında gerçekleştirilen matematiksel etkinliklerde öğretmen adayları bireysel ya da grup çalışmaları ile çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Araştırmacı ise etkinlikte her aşamada yapılması gerekenlerle ilgili açıklamaları yaptıktan sonra öğretmen adaylarının sordukları sorulara verdikleri cevaplarla onlara yol göstermiştir. Araştırmacı burada öğretmen adaylarının yaratıcılığına engel olacak cevaplar vermekten kaçınmış bu sebeple doğrudan doğru cevapları söylemek yerine onlara yol gösterecek şekilde cevaplar vermiştir.

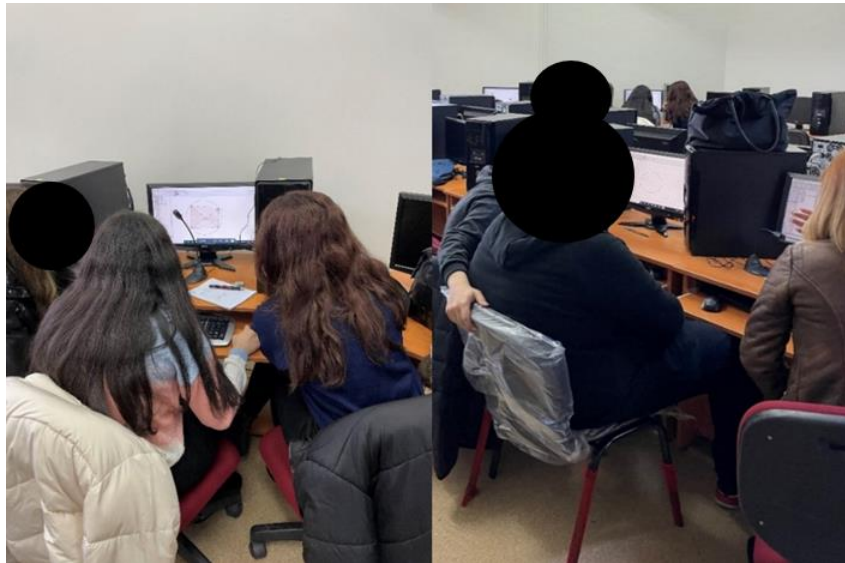
3.4. UYGULAMA SÜRECİ

Araştırmanın yapılabilmesi için uygulama sürecine başlamadan ilk olarak ilgili üniversitenin rektörlüğüne bağlı hukuk müşavirliğine etik kurul izninin verilmesi için gerekli olan başvuru yapılmıştır. Etik kurul araştırmanın bilimsel etik açısından uygun olduğuna karar vermiştir (bkz. Ek-3). Araştırmanın üniversitede gerçekleştirilebilmesi için ilgili üniversitenin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi bölümünden gerekli olan araştırma izni de alınmıştır (bkz. Ek-5). Son olarak araştırmanın yapılacağı ilköğretim matematik öğretmeni adaylarından da katılım izni alınmıştır ve araştırma katılmaya gönüllü olan öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilmiştir (bkz. Ek-2). Araştırmada matematiksel etkinliklerin geliştirilmesinden itibaren süreç içerisinde gerçekleştirilenler Şekil 3.4’te sunulmuştur.



Şekil 3.4. Araştırmanın uygulama süreci

Uygulama, 2022-2023 eğitim öğretim yılının güz döneminde bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 9 ilköğretim matematik öğretmeni adayı ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama, etkileşimli tahta bulunan üniversitenin bilgisayar laboratuvarında Şekil 3.5’te gösterildiği gibi 3 bilgisayar masasında üçerli gruplar şeklinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar “Teknoloji Destekli Matematik Öğretimi” adlı derste haftada 4 ders saati olmak üzere toplamda 12 hafta sürmüştür. Araştırmacı uygulama sürecine başlamadan önce öğretmen adaylarının kullanacağı bilgisayarlara GeoGebra yazılımının ve ekran video kayıtlarının alınmasını sağlayan yazılımın kurulumunu sağlamıştır. Bunun yanında her hafta çalışmaya başlamadan önce uygulanacak matematiksel etkinlikler öğretmen adaylarının kullanacakları bilgisayarlara aktarmıştır.



Şekil 3.5. Uygulama sürecinde laboratuvar ortamı

Uygulamanın ilk 5 haftasında haftada 4 ders saati olmak üzere öğretmen adaylarına GeoGebra yazılımını kullanmaları için eğitim verilmiştir. Bu eğitim “Teknoloji Destekli

Matematik Öğretimi” adlı derse giren akademisyen ve yüksek lisans ders sürecinde “Dinamik Matematik Yazılımları” adlı dersini alan araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen eğitim kapsamında öğretmen adaylarına GeoGebra yazılımının menüsünde yer alan orta nokta, doğru, çokgen gibi araçlar tanıtılmış ve etkinliği destekleyecek şekilde uygulamalar yapılmıştır. Uygulamalar kapsamında öğretmen adayları, çokgen araçlarını kullanarak çeşitli çokgenler çizmiş ve taşı aracı ile bu şekilleri taşımayı; bir noktayı sürgüye bağlamayı; doğru, doğru parçası, paralel doğru, dik doğru ve verilen uzunlukta doğru parçası çizmeyi öğrenmişlerdir. Ayrıca çizilen şekillerin iç açıları, kenar uzunlukları, açıortayları, kenarortayları ve yükseklikleri gibi çeşitli şeyleri bulabilmeyi öğrenmişlerdir. Ayrıca yapılan uygulamalar içerisinde GeoGebra yazılımında çeşitli çemberler çizmeye de yer verilmiştir. Bu 5 haftalık süreçte öğretmen adaylarına matematiksel etkinlikleri destekleyen etkinlikler de uygulanmıştır. Matematiksel etkinlikleri destekleyen uygulamalarda istenilen becerileri kazandıkları gözlemlendikten sonra uygulama sürecine geçilmiştir.

Uygulama süreci kapsamında GeoGebra destekli problem kurma temelli öğrenme sürecine uygun olarak hazırlanan 7 tane matematiksel etkinlik, haftada 4 ders saati ve haftada 1 matematiksel etkinlik olacak şekilde 7 hafta boyunca uygulanmıştır. Uygulanan 7 tane matematiksel etkinlikten ilki ön test, sonuncusu ise son test olarak düşünülmüştür. Matematiksel etkinlikler uygulanırken her grubun çalıştığı bilgisayarın ayrı ayrı ekran kayıtları ve ses kayıtları alınmıştır. Ayrıca bunun yanında her grubun çalıştığı GeoGebra dosyaları ve matematiksel etkinliklere verdikleri cevapların yer aldığı yazılı kağıtlar da araştırmacı tarafından verilerin analiz sürecinde kullanılmak üzere alınmıştır. Araştırmanın uygulama süreci Tablo 3.3’te gösterildiği gibidir.

Tablo 3.3. Araştırmanın Uygulama Süreci

Hafta	Uygulama
1-5	Öğretmen adaylarına GeoGebra eğitiminin verilmesi
6-12	Matematiksel Etkinlik – 1 (Ön test) Matematiksel Etkinlik – 2 Matematiksel Etkinlik – 3 Matematiksel Etkinlik – 4 Matematiksel Etkinlik – 5 Matematiksel Etkinlik – 6 Matematiksel Etkinlik – 7 (Son test)

Bölüm 2.6’da belirtildiği gibi fikirlerin açıkça dile getirildiği ve işbirlikçi çalışmaların gerçekleşmesine izin veren çalışmalar, kişilerin yaratıcı düşünme becerisini geliştirmede oldukça önemlidir (Öçal & Demirci, 2023). Bu çalışmada da öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme becerilerini belirlemek amaçlandığından uygulama süreci kapsamında gerçekleştirilen matematiksel etkinlikler gruplar halinde uygulanmıştır. Çalışmalar üç grupta gerçekleştirilmiştir ve her bir grupta üçer öğretmen adayı yer almıştır. Uygulama esnasında aynı grupta yer alan öğretmen adayları sürekli iletişim halindedir ve özellikleri birlikte keşfetmişlerdir. Araştırmanın amacı yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek olduğu için, farklı gruplarda yer alan öğretmen adaylarının birbirleri ile iletişim kurmamaları gerektiği araştırmacı tarafından ifade edilmiştir. Fakat bütün gruplar aynı laboratuvar ortamında olduğu için isteyerek olmasa da bazen diğer gruplardaki arkadaşlarının konuşmalarını duymuşlar ve doğal olarak bunlardan etkilenmişlerdir. Ses kayıtlarında tespit edilen bu durumlar değerlendirmede dikkate alınmış ve ona göre bir değerlendirme yapılmıştır. Araştırmacı da sürekli olarak uygulamanın gerçekleştiği laboratuvar da öğretmen adaylarının yanında gerek etkinliklerle ilgili gerek GeoGebra’da yer alan araçların kullanımıyla ilgili öğretmen adaylarının yardıma ihtiyacı olan tüm konularda onlara yardımcı olmuştur.

3.5. VERİLERİN ANALİZİ

Araştırmada veri toplama aracı olarak kullanılan matematiksel etkinliklerden elde edilen veriler, Leikin ve Elgrably (2020) tarafından araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde yaratıcılığın değerlendirilmesi amacıyla geliştirilen ondalık tabanlı puanlama şemasına göre analiz edilmiştir. Bu modelde keşfedilen özelliklerin her birinin yaratıcılığı; yaratıcılık bileşenleri (akıcılık, esneklik ve orijinallik) ve ispatla ilgili beceriler (yardımcı yapılar, kurulan problemin karmaşıklığı ve ispatın doğruluğu) açısından değerlendirilmektedir. Böylece puanlama şeması sadece kişilerin kurdukları problemlerin değil, aynı zamanda problem kurma süreçlerinin de değerlendirilmesini sağlar. Ancak yapılan bu araştırma öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirildiği için matematiksel etkinliklerde keşfedilen özelliklerin analizinde ispat becerileri açısından değerlendirme gerçekleştirilmemiştir. Öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerini belirlemek için Tablo 3.4’te görüldüğü gibi keşfedilen özellikler sadece yaratıcılık bileşenleri açısından değerlendirilmiştir.

Tablo 3.4. Keşfedilen Özelliklerin Yaratıcılık Bileşenleri Açısından Değerlendirmesi (Leikin & Elgrably, 2020: 7)

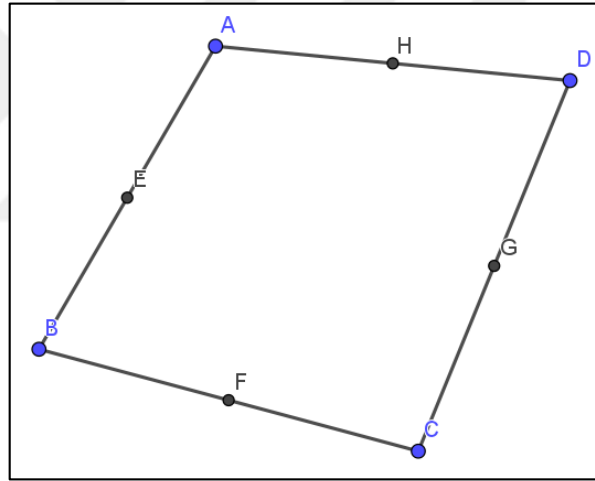
Yaratıcılık bileşenleri	10 puan	1 puan	0,1 puan
Akıcılık(n). Akıcılık puanı keşfedilen özelliklerin sayısıdır.			
Esneklik Etkinlik içerisinde önceden keşfedilen özelliklerin kategorilerine göre puanlanır	İlk defa keşfedilen her bir özellik Keşfedilen özelliğin sınıfının türünde değişiklik olan özellikler	Keşfedilen özellikler aynı sınıfta fakat farklı işlemler yapılarak keşfedilmiş ya da farklı türde özellikler Yardımcı yapılar eklendikten sonra keşfedilen özelliklerin işlemi ya da türü tekrar ediyorsa	Keşfedilen özelliğin işlemi ya da türü tekrar ediyorsa
Orijinallik Katılımcıların öğrenme geçmişlerine ve katılımcı grubunda özelliklerin keşfedilme sıklığına göre puanlanır	Keşfedilen özellikler, Katılımcılar için yeni Nadir türde olmalı	Özellikler önceden öğrenilmemiş fakat verilerle doğrudan bulunabilecek şekilde Daha az nadir türde fakat ispat gerektirir	Önemsiz ya da önceden öğrenilmiş özellikler Katılımcı grubunda sık karşılaşılan türdeki özellikler Verilen verilerle doğrudan bulunabilecek özellikler
Yaratıcılık	Esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanır		

Ortalama tabanlı puanlama şemasına göre keşfedilen özelliklerin her birinin yaratıcılıkları Tablo 3.4'te görüldüğü gibi akıcılık, esneklik ve orijinallik olmak üzere 3 tane bileşene göre değerlendirilir. Akıcılık bileşeni öğretmen adaylarının keşsettikleri önemli özellik sayısına göre değerlendirilir. Örneğin bir etkinlikten 4 tane önemli özellik keşfedildiyse o etkinliğin akıcılık puanı 4 puan olarak değerlendirilir. Esneklik puanı etkinlik içerisinde bir grup tarafından keşfedilen diğer özelliklere göre değerlendirilir. İlk defa keşfedilen her özellik 10 puan olarak değerlendirilirken aynı sınıfta yer alan fakat farklı işlemler yapılarak keşfedilen ya da farklı türde olan özellikler 1 puan olarak değerlendirilir. Son olarak işlemi ya da türü tekrar eden özellikler 0.1 puan olarak değerlendirilir. Orijinallik puanında değerlendirmeler diğer gruplara göre yapılır. Örneğin mevcut çalışmada sadece 1

grup tarafından keşfedilen özellikler 10 puan, 2 farklı grup tarafından keşfedilen özellikler 1 puan ve son olarak 3 grup tarafından da keşfedilen özellikler 0.1 puan olarak değerlendirilmiştir. Ancak etkinliklerde öğretmen adayları tarafından keşfedilmesi beklenmeyen özellikler olmuştur. Örneğin, ortik üçgende 9 nokta çemberinin keşfedilmesi. Bu şekilde özellikler kaç grup tarafından keşfedildiğine bakılmaksızın 10 puan olarak değerlendirilmiştir. Tablo 3.4'te görüldüğü gibi grupların yaratıcılık puanları, esneklik ve orijinallik puanlarının çarpımıdır. Örneğin, bir özelliğin esneklik puanı 10 ve orijinallik puanı 0.1 ise bu özelliğin yaratıcılık puanı 1 (10×0.1) olur.

3.5.1. Matematiksel Etkinliklerde Keşfedilen Özellikler İçin Örnek Analiz

Sunulan örnek etkinlikte Şekil 3.6'da görüldüğü gibi öğretmen adaylarına GeoGebra'da yardımcı yapıları kullanarak inceleme yapmaları için bir ABCD dörtgeni ve bu dörtgenin kenarlarının orta noktaları olan E, F, G ve H noktaları verilmiştir.



Şekil 3.6. Matematiksel etkinlik örneği

Bu doğrultuda öğretmen adaylarından GeoGebra'da yer alan yardımcı yapıları kullanarak veya kullanmayarak şekille ilgili önemli özellikler keşfetmeleri istenmiştir. Öğretmen adayları etkinlik üzerinde bir tane önemli özelliği keşfederken aşağıdaki gibi tartışmıştır. Tartışma esnasında öğretmen adaylarının takma isimleri kullanılmıştır.

1. Batu: Bu orta noktaları birleştiresek ne olur?
2. Esra: Bir şey olmaz bence.
3. Batu: Bir deneyelim.

(GeoGebra'da yer alan “çokgen” aracı ile Şekil 3.7'de görüldüğü gibi EFGH dörtgeni oluşturulur.)

4. Esra: Aaaaa

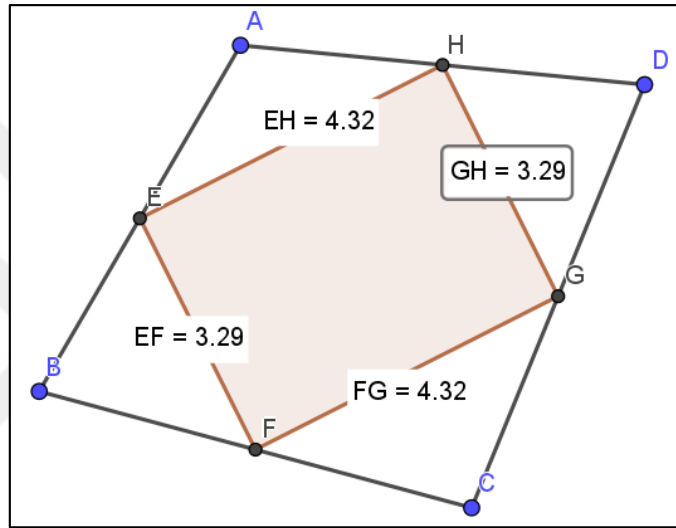
5. Aslı: Ama şey hareket ettir.

6. Batu: Paralelkenar olabilir mi?

7. Aslı: Her türlü paralelkenar ama ama ama ama...

(Bu esnada GeoGebra’da yer alan “taşı” aracı ile ABCD dörtgeni hareket ettirilir ve hareket ettirdiklerinde de karşılıklı kenar uzunluklarının birbirine eşit olduğu görülür.)

8. Batu: Evet her türlü paralelkenar.



Şekil 3.7. Matematiksel etkinlikte keşfedilen özellik örneği

Öğretmen adaylarından Batu ABCD dörtgeninin kenarlarının orta noktalarının birleştirilmesiyle önemli özellik keşfedebileceklerini ifade etmiştir (1). Esra ise bu noktaların birleştirilmesiyle önemli bir özellik keşfedemeyeceklerini düşünmüştür (2). Ancak öğretmen adayları GeoGebra’da yer alan “çokgen” aracı ile Şekil 3.7’de görüldüğü gibi EFGH dörtgeni oluşturduklarında bu dörtgenin bir paralel kenar olduğunu fark ederler (4, 6 ve 7). Bu durumun bütün dörtgenler için geçerli olup olmadığını anlamak için GeoGebra’da yer alan “taşı” aracı ile ABCD dörtgeni hareket ettirilir (5) ve hareket ettirdiklerinde de karşılıklı kenar uzunluklarının birbirine eşit olduğu görülür (8). Böylece öğretmen adayları herhangi bir dörtgenin kenarlarının orta noktalarının birleşmesiyle oluşan yeni dörtgen paralelkenar olduğu keşfetmiş olurlar. Öğretmen adayları tarafından keşfedilen bu önemli özelliğin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 3.5’te gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 3.5. Keşfedilen Özelliğin Ondalık Tabanlı Puanlama Şemasına Göre Puanlaması

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık
Herhangi bir dörtgenin kenarlarının orta noktalarının birleşmesiyle oluşan yeni dörtgen paralelkenardır	1	10	10	100

Akıcılık: Çalışmada yer alan öğretmen adayları tarafından 1 tane özellik keşfedildiği için bu özelliğin akıcılık puanı 1'dir.

Esneklik: Çalışmada yer alan öğretmen adayları tarafından 1 tane özellik keşfedildiği için tek bir özellik türü vardır. Bu sebeple keşfedilen özellik esneklik kategorisinden 10 puan alır.

Orijinallik: Keşfedilen özellik sadece bir grup tarafından keşfedildiği için orijinallik kategorisinden 10 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla yaratıcılık puanı 100 olur.

3.6. ARAŞTIRMANIN GEÇERLİK VE GÜVENİRLİĞİ

Bilimsel araştırmalardan elde edilen sonuçların inandırıcılığı açısından geçerlik ve güvenirlik yaygın olarak kullanılan ölçütlerdir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Araştırmanın türüne bağlı olarak geçerlik ve güvenirliğin kullanım şekli değişmektedir (Cohen, Manion & Morisson, 2011). Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik için araştırmacının becerileri oldukça önemlidir (Miles & Huberman, 1994). Bunun için de araştırmacı konuya hakim olmalı, katılımcıların konuya ilgisini çekmeli, kavramlar arasındaki ilişkileri iyi bir şekilde kurmalı (Miles & Huberman, 1994), verileri tarafsız olarak toplamalı ve veri toplama esnasında katılımcılara yönlendirici sorular sormamalıdır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bunların yanı sıra nitel araştırmaların geçerlik ve güvenirliğini arttırmak için bazı stratejiler mevcuttur (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu stratejiler araştırmanın geçerlik ve güvenirliğini olumsuz etkilen faktörleri tamamen ortadan kaldırmaz ancak azaltabilir (Cohen ve diğerleri, 2011). Bu doğrultuda yapılan araştırmanın geçerlik ve güvenirliğini arttırmak amacıyla Lincoln ve Guba'nın (1985) stratejileri çerçevesinde (inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlık ve teyit edilebilirlik) bazı önlemler alınmış ve bu önlemler Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği için Alınan Önlemler

Ölçüt	Kullanılan Yöntem
İnandırıcılık	- Araştırmacının uygulamanın gerçekleşeceği bilgisayar laboratuvarında katılımcılarla uzun süreli etkileşim halinde olması açısından araştırmacı uygulamanın gerçekleşeceği “Teknoloji Destekli Matematik Öğretimi” adlı derse uygulama sürecinden önce katılmış ve bu süreçte öğretmen adayları ile etkileşimde bulunmuştur. - Araştırmada birbirini destekleyen ve doğrulayan veriler elde etmek için birden fazla veri toplama aracı kullanılmıştır. - Veri toplama araçlarından bir tane olan matematiksel etkinlikler geliştirilirken uzman görüşü alınmıştır. - Geliştirilen matematiksel etkinliklerin pilot uygulaması yapılmış. Pilot uygulama sonrasında matematiksel etkinler düzenlenmiş ve uygulama süreci yeniden planlanmış. - Araştırmada elde edilen bulgular öğretmen adaylarının diyalogları, kâğıt üzerinde yaptıkları çizimler ve GeoGebra dosyaları ile desteklenmiştir.
Aktarılabilirlik	- Araştırmanın katılımcıları amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilmiş ve katılımcıların özellikleri ayrıntılı ifade edilmiştir. - Veriler, Leikin ve Elgrably (2020) tarafından araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde yaratıcılığın değerlendirilmesi amacıyla geliştirilen ondalık tabanlı puanlama şemasına göre yaratıcılık bileşenleri açısından analiz edilmiştir. - Elde edilen veriler araştırmacı tarafından yorum katılmadan olduğu gibi verilmiştir.
Güvenilirlik	- Elde edilen verilerin tamamı araştırmacı tarafından farklı zamanlarda incelenmiş ve analizler tekrar yapılmıştır. - Yapılan farklı analizler tekrar gözden geçirilmiş ve son karar verilmiştir.
Onaylanabilirlik	- Bulgularda öğretmen adaylarının diyalogları konuyla alakasız yerleri kesilerek olduğu gibi verilmiştir. - Verilerin analizi uzun bir sürece yayılmış ve doğruluğundan emin olana kadar veri toplama araçlarının her biri defalarca incelenmiştir.

Tablo 3.6’da görüldüğü gibi nitel olarak gerçekleştirilen çalışmanın geçerlik ve güvenirliliğini arttırmak için inandırıcılık, aktarılabilirlik, güvenilirlik ve onaylanabilirlik ölçütleri adı altında farklı uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde uygulama öncesinde, sonrasında ve öğrenme sürecinde matematik öğretmeni adaylarından elde edilen verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgular ve yorumlar verilmiştir. Bulgular araştırma problemlerinin sırasına göre verilmiştir.

4.1. BİRİNCİ ALT PROBLEME YÖNELİK BULGULAR

Araştırmanın bu kısmında öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerine yönelik bulgular verilmiştir. Öğretmen adayları araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde hazırlanan matematiksel etkinlikler sırasında çok sayıda özellik keşfetmişlerdir. Ancak bu özelliklerden önemli özellik kategorisinde yer alanlar Leikin ve Elgrably (2020) tarafından geliştirilen ondalık tabanlı puanlama şemasına göre değerlendirilmiştir. Ondalık tabanlı puanlama şemasına göre kurulan problemler yaratıcılık bileşenleri (Akıcılık, esneklik ve orijinallik) ve ispatla ilgili beceriler (Yardımcı yapılar, kurulan problemin karmaşıklığı ve ispatın doğruluğu) açısından değerlendirilmektedir. Ancak yapılan bu araştırmanın amacı öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek olduğu için keşfedilen özellikler sadece yaratıcılık bileşenleri açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca her bir özellik için ayrı ayrı esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak o özelliğin yaratıcılık puanı hesaplanır. (Leikin & Elgrably, 2020).

4.1.1. Birinci Gruptan elde edilen veriler

4.1.1.1. Birinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

1. gruptaki öğretmen adayları 1. etkinlik için 6 özellik keşfetmiş ve bunlardan sadece biri önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla birinci grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri bir tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 1. grup tarafından 1. etkinlikte keşfedilen önemli özellik aşağıdaki gibidir.

10. Ö_{1.3}: Yoo, ikizkenar da demek ki ama o zaman [DG] dikmesi kenar orta dikmeden değil de kafasına göre bir yerden çizilmiş.

Öğretmen adayları ilk başta ABC üçgeninin özel bir üçgen (ikizkenar üçgen) olabileceğini düşünmüştür (1). ABC üçgeninin ikizkenar üçgen olduğunun keşfi için de öğretmen adayları -D noktasının herhangi bir nokta değil de ABC üçgeninin yüksekliklerinin kesim noktası olduğunu varsayarak (10)- ABC üçgeninin yüksekliklerinin [DE], [DF] ve [DG] doğru parçalarının üzerinden geçmesi gerektiğini (2) ya da ABC üçgeninin herhangi iki açısının ölçüsünün birbirine eşit olması gerektiğini ifade etmiştir (3). Şekil 4.1' de gösterildiği gibi öğretmen adayları GeoGebra yazılımında yer alan dik doğru aracıyla ABC üçgeninin yüksekliklerini çizdiklerinde bu yüksekliklerin [DE], [DF] ve [DG] doğru parçalarının üzerinden geçmediğini görmüştür. Öğretmen adayları ABC üçgeninin özel bir üçgen olan ikizkenar üçgen olmadığına karar verirken (6) üçgenin iç açılarını ölçmediklerini fark etmiştir (7). Öğretmen adayları, GeoGebra yazılımında yer alan açı ölçme aracı ile ABC üçgeninin bütün iç açıları ölçtüklerinde Şekil 4.1' de gösterildiği gibi bütün iç açılarının ölçüsünün birbirine eşit ve 60° olduğunu görmüştür. Böylece ABC üçgeninin özel üçgenlerden bir tanesi olan eşkenar üçgen olduğunu keşfetmişlerdir (8). Öğretmen adayları ABC üçgeninin eşkenar üçgen olduğunu keşfetmeleriyle birlikte D noktasının ise özel bir nokta değil de herhangi bir nokta olduğunu fark etmişlerdir (10).

4.1.1.1.1. Birinci etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

1. grup tarafından 1. etkinlikte 1 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliğin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.1'de gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 1. 1. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellikler	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
ABC üçgeni eşkenar üçgendir	1	10	0.1	1

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 1 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 1 olur.

Esneklik: 1. grupta yer alan öğretmen adayları, 1. etkinlikte sadece bir tane önemli özellik keşfettikleri için bu özellik esneklik bileşeninden 10 puan alır.

Orijinallik: ABC üçgeninin eşkenar üçgen olması etkinliğe katılan bütün gruplar tarafından keşfedilmiştir. Dolayısıyla 1. grup tarafından keşfedilen ABC üçgeninin eşkenar üçgen olması özelliği orijinallik bileşeninden 0.1 puan alır.

Yaratıcılık: Yaratıcılık puanı, esneklik ve orijinallik puanlarının çarpılarak hesaplanır. 1. grup tarafından 1. etkinlikte tek bir özellik keşfedildiği için o özelliğin yaratıcılık puanı olan 1 puan grubun toplam yaratıcılık puanını oluşturmaktadır.

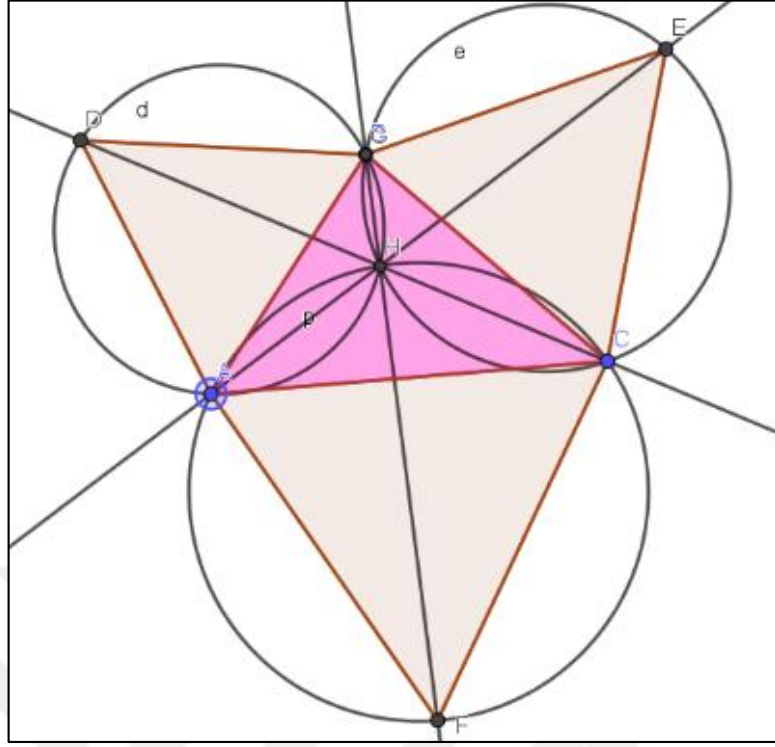
4.1.1.2. İkinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

1. gruptaki öğretmen adayları 2. etkinlik için 13 özellik keşfetmiş ve bunlardan sadece biri önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla birinci grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri bir tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 1. grup tarafından 2. etkinlikte keşfedilen önemli özellik aşağıdaki gibidir.

- Eşkenar üçgenlerin çevrel çemberlerinin kesişim noktası; BF, DC ve AE doğrularının kesişim noktası ile aynı noktadır.

1. grupta yer alan öğretmen adayları Şekil 4.2' de gösterildiği gibi GeoGebra'da yer alan “3 noktadan geçen çember” aracı ile eşkenar üçgenlerin çevrel çemberlerini çizerek önemli özellik keşfedebileceklerini düşünmüştür. Bu esnada da aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşmiştir:

1. Ö_{1.2}: Çemberler çizelim, bir şeyler bulalım.
2. Ö_{1.1}: Bu üç üçgeni oluşturan çemberi çizelim. Yani birincisini, ikincisini ve üçüncüsünü oluşturan çemberi çizelim. Öyle yapalım mı?
3. Ö_{1.2}: Yapalım, deneyelim zaten.
4. Ö_{1.1}: Üç çember çizelim, anladın mı? O üç eşkenar üçgenin içinde olan üç çember çizelim. (GeoGebra'da yer alan “3 noktadan geçen çember” aracı ile eşkenar üçgenlerin çevrel çemberleri Şekil 4.2'de gösterildiği gibi çizilmiştir.)



Şekil 4.2. Özel bir nokta olan H noktasına ait GeoGebra görseli

5. Ö_{1.3}: Tamam. Böyle mi?

6. Ö_{1.1}: Evet.

7. Ö_{1.2}: Hımm evet.

8. Ö_{1.1}: Şu kesişim noktaları ne? O nokta her zaman aynı mı?

9. Ö_{1.2}: B ve F'den bir doğru çiz, geçiyor mu acaba.

(GeoGebra'da yer alan “doğru” aracı ile B ve F noktalarından geçen doğru Şekil 4.2’de gösterildiği gibi çizilmiştir.)

10. Ö_{1.1}: Geçiyor. B noktasını hareket ettir bakalım.

11. Ö_{1.2}: Geçiyor geçiyor. Doğru ya her zaman geçer.

12. Ö_{1.1}: Ne bulduk şimdi?

13. Ö_{1.3}: Eşkenar üçgenlerin çevrel çemberlerinin kesim noktası ...

14. Ö_{1.2}: B ve F doğrularından her zaman geçer mi?

15. Ö_{1.3}: Sadece B ve F değil.

16. Ö_{1.2}: Aynen sadece B ve F değil aslında, D, G, A, B hepsinden geçer.

(GeoGebra’da yer alan “doğru” aracı ile D ile G ve A ile B noktalarından geçen iki doğru Şekil 4.2’de gösterildiği gibi çizilmiştir.)

1. grupta yer alan öğretmen adayları eşkenar üçgenlerin çevrel çemberlerini çizerek önemli özellik keşfedebileceklerini düşünmüşlerdir (1). Bunun için de ilk olarak Şekil 4.2’de gösterildiği gibi GeoGebra’da yer alan “3 noktadan geçen çember” aracı ile eşkenar üçgenlerin çevrel çemberlerini çizmiş ve ardından bu üç çemberin kesişim noktasını GeoGebra’da yer alan “kesiştir” aracı ile H noktası olarak belirlemişlerdir. Öğretmen adayları bu H noktasının önemli bir nokta olup olmadığını düşünmüşlerdir (8). Bunun için de ilk olarak Şekil 4.2’de görüldüğü gibi B ve F noktalarından geçen bir doğru çizmeyi düşünmüşlerdir (9). GeoGebra’da yer alan “doğru” aracı ile B ve F noktalarından geçen doğruyu çizdiklerinde H noktasının bu doğru üzerinde olduğunu görmüşlerdir (10). Öğretmen adayları GeoGebra’da yer alan “taşı” aracıyla her durumda H noktasının B ve F doğrularından geçen doğru üzerinde olduğunu keşfetmişlerdir (11). Öğretmen adayları H noktasının sadece B ve F noktalarından geçen doğru üzerinde olmadığını aynı zamanda D ve G noktaları üzerinden geçen doğru ile A ve B noktalarından geçen doğru üzerinde de olabileceğini düşündüler (16). Bunun için de Şekil 4.2’de görüldüğü gibi GeoGebra’da yer alan “doğru” aracı D ve G noktaları üzerinden geçen doğru ile A ve B noktalarından geçen doğruyu çizdiklerinde H noktasının her iki doğrunun da üzerinde olduğunu görmüşlerdir. Öğretmen adayları böylece Eşkenar üçgenlerin çevrel çemberlerinin kesişim noktası ile BF, DC ve AE doğrularının kesişim noktasının aynı nokta olduğunu keşfetmiş oldular.

4.1.1.2.1. İkinci etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

1. grup tarafından 2. etkinlikte toplamda 1 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.2’de gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 2. 2. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
Eşkenar üçgenlerin çevrel çemberlerinin kesişim noktası; BF, DC ve AE doğrularının kesişim noktası ile aynı noktadır	1	10	10	100

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 1 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 1 olur.

Esneklik: 1. grupta yer alan öğretmen adayları, 2. etkinlikte sadece bir tane önemli özellik keşfettikleri için bu özellik esneklik bileşeninden 10 puan alır.

Orijinallik: Öğretmen adayları 2. etkinlikte sadece bir tane önemli özellik keşfetmiştir fakat keşfedilen bu özellik diğer gruplar tarafından keşfedilmemiştir. Dolayısıyla orijinallik kategorisinden 10 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 100 olur.

4.1.1.3. Üçüncü Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

1. gruptaki öğretmen adayları 3. etkinlik için 26 özellik keşfetmiş ve bunlardan sadece biri önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla birinci grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri bir tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 1. grup tarafından 3. etkinlikte keşfedilen önemli özellik aşağıdaki gibidir.

- **QPR üçgeni bir eşkenar üçgendir**

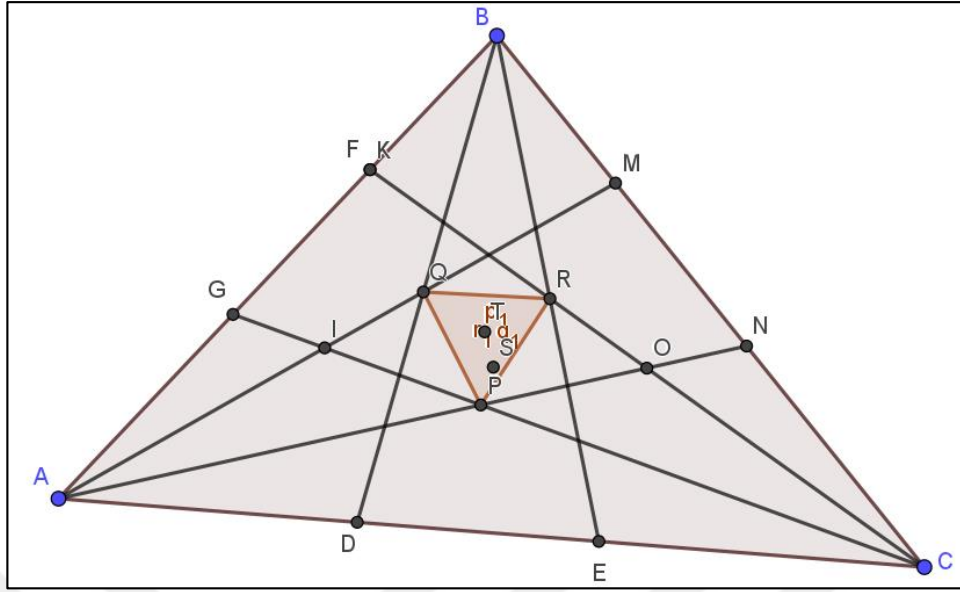
1. grupta yer alan $\ddot{O}_{1.3}$ kodlu öğretmen adayı diğer gruplarda yer alan öğretmen adaylarının şekil içerisindeki doğru parçalarını kesişim noktalarından bir üçgen oluşturduklarını ve bu üçgenle ilgili de önemli bir özellik bulduklarını görmüştür. Ancak bu üçgenle ilgili keşfettikleri önemli özelliği anlayamamıştır. 1. grupta yer alan öğretmen adayları da Şekil 4.3'te görüldüğü gibi şekil içerisindeki doğru parçalarını kesişim noktalarından bir PQR üçgeni oluşturup bu üçgenle ilgili önemli özellikleri keşfetmeye çalışmıştır. Bu esnada da aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşmiştir:

1. $\ddot{O}_{1.3}$: Bunun hakkında bir şey buldular da, emin değilim ne bulduklarından.

2. $\ddot{O}_{1.2}$: ABC üçgeni ile ağırlık merkezi mi aynı?

(Şekil 4.3'te görüldüğü gibi ABC ve PQR üçgenlerinin ağırlık merkezleri olan T ve S noktaları GeoGebra'da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla belirlenmiştir.

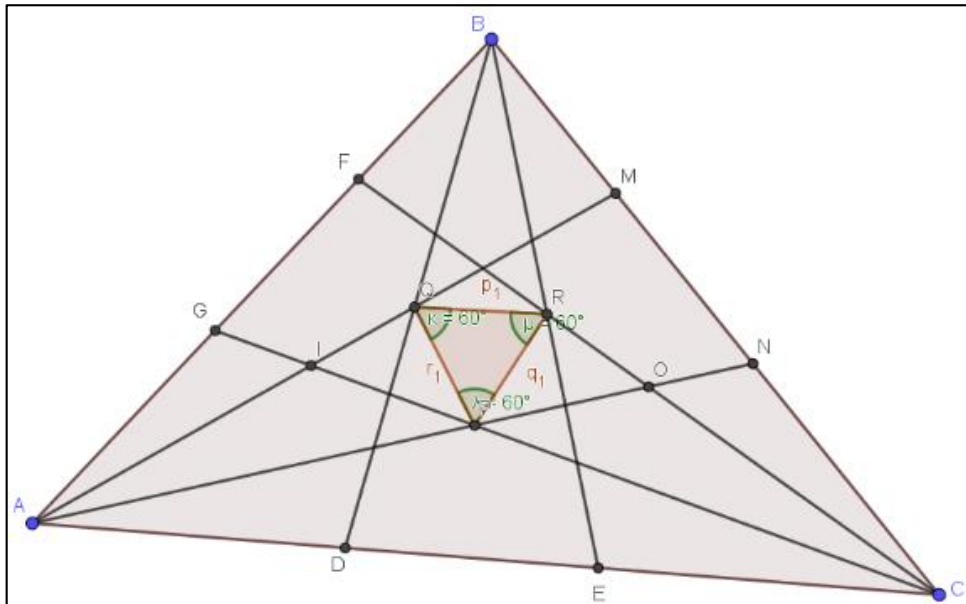
3. $\ddot{O}_{1.3}$: Hiç alakası yok.



Şekil 4.3. Üçgenlerin ağırlık merkezlerine ait bir GeoGebra görseli

4. $\ddot{O}_{1.2}$: Çizdiğimiz şu üçgenin (PQR üçgeni) ağırlık merkeziyle büyük üçgenin ki (ABC üçgeni) aynı değil mi?
5. $\ddot{O}_{1.3}$: Ağırlık merkezi aynı değil de alanlarına bir bakalım.
6. $\ddot{O}_{1.1}$: Çeşidine mi baksak?
7. $\ddot{O}_{1.3}$: Eşkenar üçgen mi acaba?
8. $\ddot{O}_{1.1}$: Bir bakalım.

(GeoGebra’da yer alan “açı” aracıyla Şekil 4.4’te görüldüğü gibi PQR üçgeninin iç açıları ölçülmüştür.)



Şekil 4.4. Doğruların kesim noktasından oluşan eşkenar üçgene ait bir GeoGebra görseli

9. $\hat{O}_{1.3}$: Eşkenar üçgen.

10. $\hat{O}_{1.1}$: Aaa evet eşkenar üçgenmiş.

1. grupta yer alan öğretmen adayları diğer gruplardaki öğretmen adayı arkadaşlarının şekil içerisindeki doğru parçalarını kesişim noktalarından bir üçgen oluşturduklarını ve bu üçgenle ilgili de önemli bir özellik bulduklarını gördükten sonra Şekil 4.3'te görüldüğü gibi bir PQR üçgeni oluşturmuşlardır (1). Ardından ilk olarak akıllarına oluşturmuş oldukları PQR üçgeninin ağırlık merkezi ile ABC üçgeninin ağırlık merkezinin aynı nokta olabileceği fikri gelmiştir (2). Ancak bu iki üçgenin ağırlık merkezini GeoGebra'da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla belirledikten sonra Şekil 4.3'te görüldüğü gibi ağırlık merkezlerinin farklı noktalar olduğunu anlamışlardır (3, 4). Ardından alanlarıyla ilgili önemli bir özellik olabileceğini (5) ya da oluşturmuş oldukları bu PQR üçgeninin özel bir üçgen olabileceğini düşünmüşlerdir (6). Öğretmen adayları bu PQR üçgeninin eşkenar üçgen olabileceğini düşünmüştür (7). Bunun için de Şekil 4.4'te görüldüğü gibi GeoGebra'da yer alan “açı” aracıyla PQR üçgeninin iç açılarını ölçerek hepsinin 60° olduğunu görmüşlerdir. Öğretmen adayları böylece şekil içerisindeki doğru parçalarını kesişim noktalarından oluşturdukları PQR üçgeninin eşkenar üçgen olduğunu keşfetmiş oldular (9,10).

4.1.1.3.1. Üçüncü etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

1. grup tarafından 3. etkinlikte 1 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliğin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.3'te gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 3. 3. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
QPR üçgeni bir eşkenar üçgendir	1	10	0.1	1

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 1 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 1 olur.

Esneklik: 1. grupta yer alan öğretmen adayları, 3. etkinlikte sadece bir tane önemli özellik keşfettikleri için bu özellik esneklik bileşeninden 10 puan alır.

Orijinallik: Öğretmen adayları diğer grup arkadaşlarının PQR üçgeni ile ilgili önemli bir özellik keşfettiğini gördükten sonra PQR üçgenini oluşturdukları için bu özellik orijinallik bileşeninden 0.1 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 1 olur.

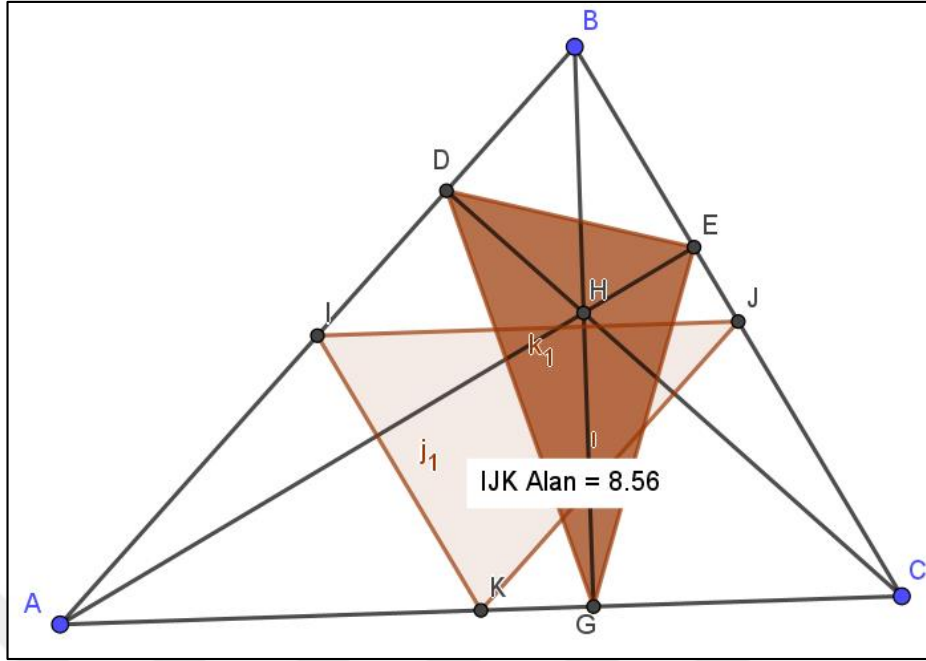
4.1.1.4. Dördüncü Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

1. gruptaki öğretmen adayları 4. etkinlik için 13 özellik keşfetmiş ve bunlardan ikisi önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla birinci grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri 2 tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 1. grup tarafından 4. etkinlikte keşfedilen önemli özellik aşağıdaki gibidir.

- **ABC üçgeni üzerinde bir Euler Çemberi (Dokuz nokta çemberi) çizilebilir. Ortik Üçgenin köşeleri çizilen bu dokuz nokta çemberinin üzerindedir.**

1. grupta yer alan öğretmen adayları GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracı ile Şekil 4.5’te görüldüğü gibi ABC üçgeninin kenarlarının orta noktalarını belirleyerek bu orta noktaların birleşiminden bir IJK üçgeni oluşturmuşlardır. GeoGebra’da yer alan “alan” aracıyla bu IJK üçgeninin alanını hesaplayarak önemli bir özellik keşfetmeye çalışmışlardır. Bu esnada aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşmiştir:

1. $\ddot{O}_{1,2}$: [AC] kenarında hangi noktayı alırsak alalım şey aynı çıkıyor, alan aynı çıkıyor.
2. $\ddot{O}_{1,1}$: Hangi nokta değil ama aldığımız nokta orta nokta.
3. $\ddot{O}_{1,2}$: Herhangi bir nokta al. Aldığımız nokta da eşit çıkacak.
4. $\ddot{O}_{1,3}$: Geometri görmedin mi hayatın boyunca?
5. $\ddot{O}_{1,1}$: Şeyi (yükseklik) eşit diye demi, tamam tamam.
6. $\ddot{O}_{1,2}$: Yapmama gerek var mı?
7. $\ddot{O}_{1,1}$: Gerek yok tamam.

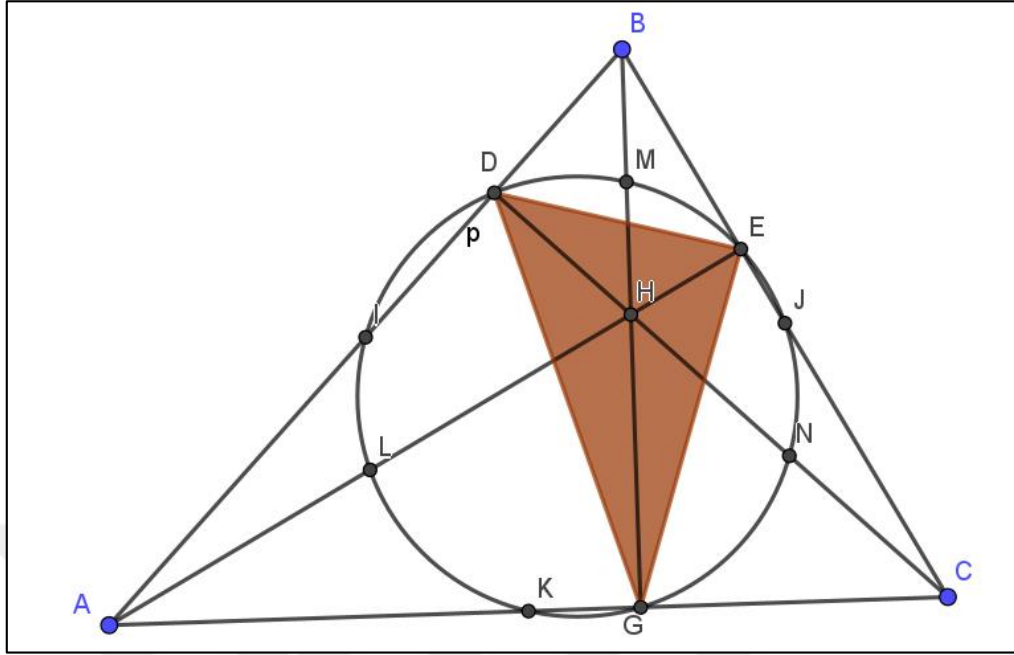


Şekil 4.5. Orta noktaların birleştirilmesiyle oluşan üçgene ait bir GeoGebra görseli

1. grupta yer alan öğretmen adayları Şekil 4.5'te görüldüğü gibi GeoGebra'da ABC üçgeninin kenarlarının orta noktalarını birleşiminden bir IJK üçgeni oluşturmuşlardır. Ardından bu üçgenin alanını GeoGebra'da yer alan “alan” aracıyla hesaplayarak önemli özellik keşfetmeye çalışmışlardır. Öğretmen adayları ön bilgilerine dayalı olarak (4), [AC] kenarı üzerinde K noktası dışında alınacak herhangi bir noktanın I ve J noktalarıyla birleştirilmesiyle oluşan yeni üçgenin alanının IJK üçgeninin alanıyla eşit olacağını ifade etmişlerdir (1). Fakat bu üçgenlerin hepsinin yüksekliklerinin ve tabanlarının aynı olduğu ve dolayısıyla alanlarının da aynı olduğu öğretmen adayları tarafından bilinmesi gereken bir özelliktir (5). Dolayısıyla bu özellik önemli özellik kategorisinde değerlendirilmemiştir. Ardından öğretmen adayları GeoGebra'da oluşturmuş oldukları IJK üçgenini silmiş fakat J, J ve K noktalarını silmemişlerdir. O esnada aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşmiştir:

1. Ö_{1.1}: Bir şey yapabilir miyim?

(GeoGebra'da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla Şekil 4.6'da görüldüğü gibi [AH] doğru parçasının orta noktası olan L noktası, [BH] doğru parçasının orta noktası olan M noktası ve [CH] doğru parçasının orta noktası olan N noktasını oluşturmuştur. Ardından yine Şekil 4.6'da görüldüğü gibi GeoGebra'da yer alan “ üç noktadan geçen çember” aracıyla L, M ve N noktalarından geçen bir çember çizmiştir.)



Şekil 4.6. Ortik üçgenin köşelerinden çizilen dokuz nokta çemberine ait bir GeoGebra görseli

2. Ö_{1.1}: Buldum. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 (Oluşturmuş olduğu çember üzerindeki noktaları sayar.) Bu benim yaptığım etkinlik, dokuz noktalı Euler çemberi.
3. Ö_{1.2}: Bence de bulduk, hissediyorum.
4. Ö_{1.1}: Bak şunlar dikme ([AE], [BG] ve [CD]) değil mi?
5. Ö_{1.2}: Hıı hıı
6. Ö_{1.1}: H, yani dikmelerin bağlandığı yerden, [AH] orta noktası L, orta noktası M, orta noktası N. Bir de kenar orta noktalar ve kenar dikmeler.

1. grupta yer alan öğretmen adayları ABC üçgeninin kenarlarının orta noktaları olan L, J ve K noktalarını belirledikten sonra Ö_{1.1} kodlu öğretmen adayının aklına derste yapmış olduğu bir ödev gelir (1). Ödevinden yola çıkarak Şekil 4.6’da görüldüğü gibi [AH], [BH] ve [CH] doğru parçalarının orta noktaları olan L, M ve N noktalarını da GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla bularak bu noktalardan geçen çemberi GeoGebra’da yer alan “üç noktadan geçen çember” aracıyla çizer. Böylece Ö_{1.1} kodlu öğretmen adayı GeoGebra’da L, M ve N noktalarından, Ortik üçgenin köşelerinden ve ABC üçgeninin kenar orta noktalarından geçen (6) dokuz nokta çemberini keşfetmiş olur (2).

Şekil 4.6’da keşfedilen dokuz nokta çemberindeki dokuz nokta şunlardır:

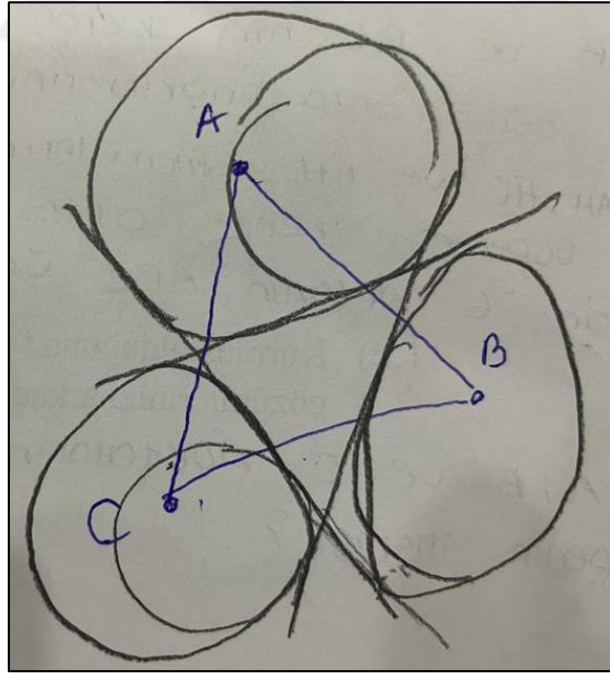
- a. D, E ve G noktaları (Ortik Üçgenin köşeleri yani ABC üçgeninin kenar dikmeleri)
- b. I, J ve K noktaları (ABC üçgeninin kenar orta noktaları)
- c. M noktası ([BH] doğru parçasının orta noktası)
- d. L noktası ([AH] doğru parçasının orta noktası)
- e. N noktası ([CH] doğru parçasının orta noktası)
- **DEG üçgeninin üç tane dış teğet çemberinin merkez noktaları A, B ve C noktalarıdır**

Öğretmen adayları dokuz nokta çemberini keşfettikten sonra şekilde çemberlerle ilgili başka bir önemli özellikte bulabileceklerini düşündüler. Bu esnada aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşti:

1. Ö_{1.2}: Aklıma bir şey geldi. Üç tane çember çizdiğimizde üç tane çemberin teğetinde oluşan bir üçgen oluyordu ya, o üçgen bu üçgen olabilir mi? Onu deneyelim mi?

2. Ö_{1.1}: Nasıl, anlamadım.

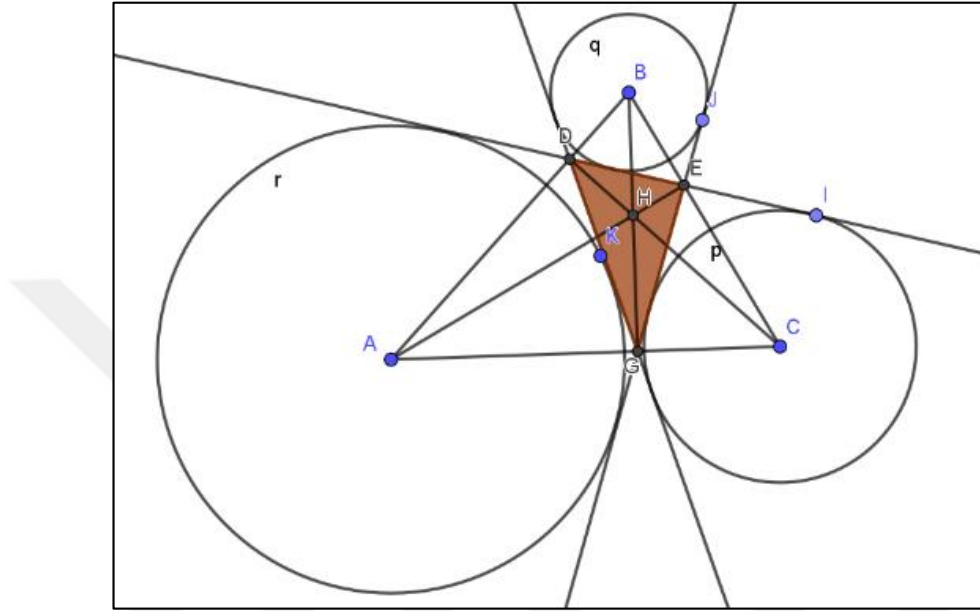
(Ö_{1.2} kodlu öğretmen adayı tarafından aklına gelen fikir Şekil 4.7’de olduğu gibi kağıda çizilmiştir.)



Şekil 4.7. Ortik üçgenin dış teğet çemberlerinin merkezlerine ait çizimin görseli

- 3. Ö_{1.2}: Mesela üç tane 1, 2, 3 tane çember (Ortik üçgenin kenarlarına teğet olan üç tane çember).
- 4. Ö_{1.3}: Deneyelim bakalım.

(GeoGebra’da yer alan “doğru” aracıyla Şekil 4.8’de görüldüğü gibi D ve G noktalarından geçen, D ve E noktalarından geçen ve son olarak G ve E noktalarından geçen üç tane doğru çizilmiştir. Ardından GeoGebra’da yer alan “merkez ve nokta ile çember” aracıyla Şekil 4.8’de görüldüğü gibi merkezleri A, B ve C noktaları olan ABC üçgenine teğet 3 tane çember çizilmiştir.)



Şekil 4.8. Ortik üçgenin dış teğet çemberlerinin merkezlerine ait bir GeoGebra görseli

5. Ö_{1.2}: Bak oluyor sanki.

6. Ö_{1.3}: Tamam bu neyin özelliği, ben onu soruyorum.

7. Ö_{1.2}: Bu teğetlerden geçen çemberin oluşturduğu özel bir üçgen. Ortik üçgenin özelliği bu işte.

8. Ö_{1.3}: Ben onun özel olduğuna inanıyorum da nedir özelliği nedir?

9. Ö_{1.2}: Özelliği ne biliyor musun? A, B ve C’ yi merkezi olacak şekilde aldım. İki kere teğet geçiyor. İki kere teğet geçmek zorunda. Teğetlerin birleşimiyle oluşuyor.

1. grupta yer alan öğretmen adaylarından Ö_{1.2} kodlu öğretmen adayı teğet çemberler ve Ortik üçgen arasında bir ilişki olabileceğini ifade etmiştir (1). Ancak söylemek istediği gruptaki diğer öğretmen arkadaşları tarafından tam olarak anlaşılmamıştır (2). Bunun üzerine özelliğin daha iyi anlaşılması için Ö_{1.2} kodlu öğretmen adayı tarafından kağıt üzerinde Şekil 4.7’de görüldüğü gibi ortik üçgenin dış teğet çemberlerinin merkez noktalarının birleşiminin ABC üçgenini oluşturduğuna dair bir çizim yapılmıştır. Ardından ilk olarak GeoGebra’da yer alan “doğru” aracıyla Şekil 4.8’de görüldüğü gibi D ve G

noktalarından geçen, D ve E noktalarından geçen ve son olarak G ve E noktalarından geçen üç tane doğru çizilmiştir. Ardından GeoGebra’da yer alan “merkez ve nokta ile çember” aracıyla Şekil 4.8’de görüldüğü gibi merkezleri A, B ve C noktaları olan ABC üçgenine teğet 3 tane çember çizilmiştir. Öğretmen adayları böylece Şekil 4.8’de görüldüğü gibi Ortik üçgenin dış teğet çemberlerinin merkezlerinin A, B ve C noktaları olduğunu keşfetmiş oldular (5). Ancak Ö_{1,3} kodlu öğretmen adayı bu özelliği tam olarak anlayamadığını ifade etmiştir (8). Bunun üzerine Ö_{1,2} kodlu öğretmen adayı tarafından Ortik üçgenin teğet çemberlerinin merkez noktalarının A, B ve C noktaları olduğu açıklaması yapılmıştır (9). Öğretmen adayları böylece ABC üçgeninin, Ortik üçgenin teğet çemberlerinin merkez noktalarının birleştirilmesiyle oluşan üçgen olduğunu keşfetmiş oldular.

4.1.1.4.1. Dördüncü etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

1.grup tarafından 4. etkinlikte toplamda 2 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.4’te gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 4. 4. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
ABC üçgeni üzerinde bir Euler Çemberi çizilebilir.	1	10	10	100
DEG üçgeninin üç tane dış teğet çemberinin merkez noktaları A, B ve C noktalarıdır	1	10	10	100
Toplam Puan	2	20	20	200

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 2 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 2 olur.

Esneklik: Keşfedilen özelliklerin ikisi de farklı kategorilerde yer aldığı için bu kategoriden 10 puan alırlar.

Orijinallik: Keşfedilen özelliklerin ikisi de öğretmen adayları tarafından keşfedilmesi beklenmeyen önemli özelliklerdir. Bu özelliklerin bu etkinlikte keşfedilmesi araştırmacıyı şaşırtmıştır. Dolayısıyla her iki etkinlik de bu kategoriden 10 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 200 olur.

4.1.1.5. Beşinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

1. gruptaki öğretmen adayları 5. etkinlik için 12 özellik keşfetmiş ve bunlardan üçü önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla birinci grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri 3 tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 1. grup tarafından 5. etkinlikte keşfedilen önemli özellik aşağıdaki gibidir.

- $|AD| + |CD| + |BD| < \angle (ABC)$

Öğretmen adayları D noktasının rastgele verilen herhangi bir nokta olmadığını ve onunla ilgili önemli olması gerektiğini düşünmüşlerdir. Bunun için D noktasının ABC üçgeninin köşelerine olan uzaklıkları ile ilgili GeoGebra’da incelemeler yaptıklarında D noktasının ABC üçgeninin köşelerine olan uzaklıkları toplamının her zaman ABC üçgeninin çevre uzunluğundan küçük olduğunu keşfettiler. Bu esnada aralarına şu şekilde bir diyalog gerçekleşti:

1. Ö_{1.1}: Uzunlukların toplamlarıyla ilgili bir şeyler olabilir mi acaba?
2. Ö_{1.3}: Topamlar acaba kenarlardan mı küçük oluyor?
3. Ö_{1.2}: Hangi toplamlar?
4. Ö_{1.3}: AD, CD ve BD toplamı her kenardan küçük mü oluyor acaba?
5. Ö_{1.1}: Çevreden küçük olabilir.

(GeoGebra’da öncelikle [AD], [CD] ve [BD] doğru parçalarının uzunlukları toplanmıştır. Ardından bu doğru parçalarının uzunlukları toplamıyla karşılaştırma yapmak için ABC üçgeninin çevre uzunluğu da hesaplanmıştır.)

6. Ö_{1.3}: Bulduk, her zaman küçük oluyor.

1. grupta yer alan öğretmen adayları D noktasının rastgele verilen herhangi bir nokta olmadığını ve bu D noktasının ABC üçgeninin köşelerine olan uzaklıkları ([AD], [CD] ve [BD] doğru parçalarının uzunlukları) ile ilgili önemli bir özellik olabileceğini düşünmüşlerdir (1, 2, 4 ve 5). Bunun için öncelikle GeoGebra’da [AD], [CD] ve [BD] doğru parçalarının uzunlukları toplanmıştır. Ardından bu doğru parçalarının uzunlukları

toplamıyla karşılaştırma yapmak için ABC üçgeninin çevre uzunluğu da hesaplandığında buldukları toplamın her zaman çevre uzunluğundan küçük olduğunu keşfetmişlerdir (6).

- **EFG ve ABC üçgenleri benzer üçgenlerdir.**

Öğretmen adayları D noktasının ABC üçgeni içerisinde oluşturduğu üç tane üçgenin ağırlık merkezleri ile ilgili önemli bir özellik bulabileceklerini düşünmüşlerdir. Bu esnada aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşmiştir:

1. Ö_{1.2}: Üç tane üçgen var ya onların ayrı ayrı ağırlık merkezlerini bulalım.
2. Ö_{1.3}: Hımm olabilir oradan.
3. Ö_{1.1}: Evet olabilir.

(Şekil 4.9’da görüldüğü gibi GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla sırasıyla ABD, BDC ve ADC üçgenlerinin ağırlık merkezi olan E, F ve G noktaları belirlenir.)

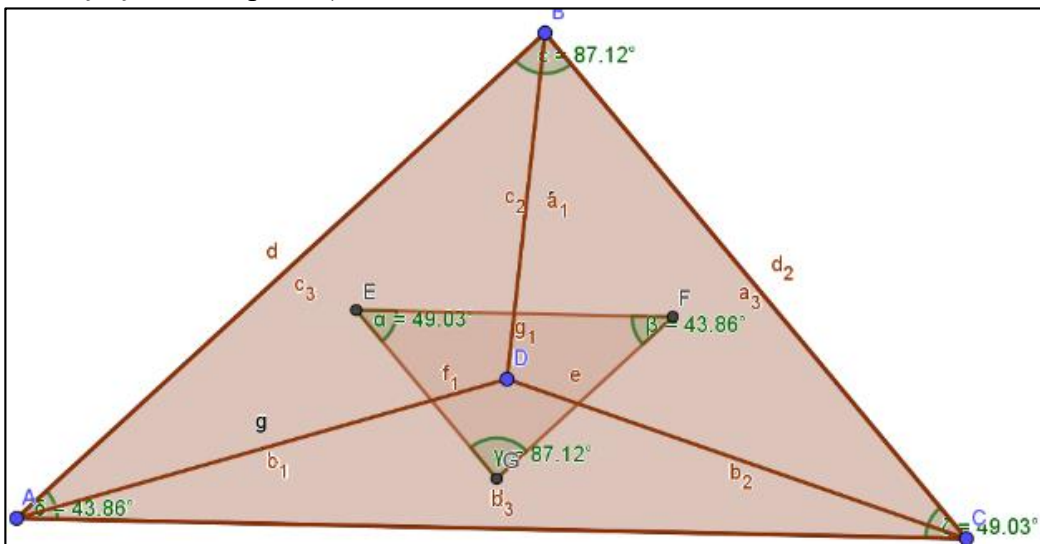
4. Ö_{1.2}: Üçgen oluşturalım. Buradan bir şeyler bulabiliriz.

(Şekil 4.9’da görüldüğü gibi GeoGebra’da yer alan “çokgen” aracıyla EFG üçgeni oluşturuldu.)

5. Ö_{1.2}: Bu üçgen ne üçgeni acaba?

6. Ö_{1.3}: Açıları aynı çıkabilir aslında.

(Şekil 4.9’da görüldüğü gibi GeoGebra’da yer alan “açı” aracıyla ABC üçgeni ve EFG üçgeninin iç açıları hesaplanır.)



Şekil 4.9. Benzer üçgenlere ait bir GeoGebra görseli

7. $\ddot{O}_{1.1}$: Aynı çıktı.

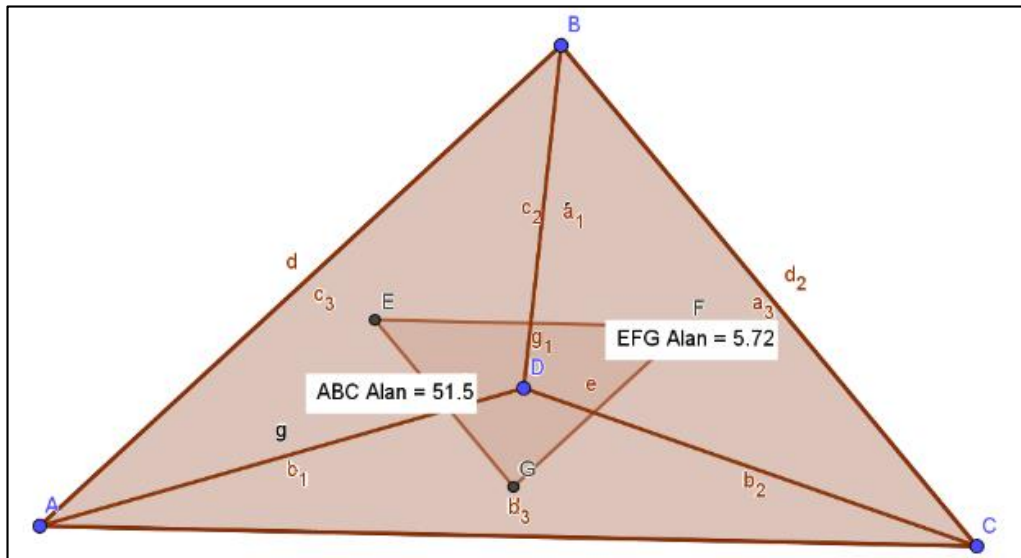
1. grupta yer alan öğretmen adayları D noktasının ABC üçgeni içerisinde oluşturduğu ABD, BDC ve ADC üçgenlerinin ağırlık merkezlerini bularak önemli bir özellik keşfedebileceklerini düşünmüşlerdir (1, 2 ve 3). Ardından bu ağırlık merkezlerini birleştirerek ABC üçgeni içerisinde yeni bir EFG üçgeni oluşturmuşlardır (4). Yeni oluşturdukları EFG üçgeni ile ABC üçgenin benzer olabileceğini düşünen öğretmen adayları (6), bunun için ABC ve EFG üçgenlerinin iç açılarını GeoGebra’da yer alan “açı” aracıyla ölçtüklerinde Şekil 4.9’da görüldüğü gibi her iki üçgenin iç açılarının ölçülerinin aynı olduğunu görmüşlerdir (7). Öğretmen adayları böylece ABC üçgeni ile EFG üçgeninin benzer üçgenler olduğunu keşfetmiş oldular.

• **ABC üçgeninin alanı EFG üçgeninin alanının 9 katıdır**

Öğretmen adayları EFG ve ABC üçgenlerinin benzer üçgenler olduğunu keşfetmelerinin ardından bu iki üçgen arasında önemli farklı özellikler de olabileceğini düşündüler. Bu esnada aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşti:

1. $\ddot{O}_{1.2}$: Alanlarına bak alanları da bir katı çıkar herhalde.

(Şekil 4.10’ da görüldüğü gibi GeoGebra’da yer alan “alan” aracıyla ABC üçgeni ve EFG üçgeninin alanları hesaplanır. Ardından ABC üçgeninin alanının EFG üçgeninin alanına oranı hesaplanır.)



Şekil 4.10. Üçgenlerin alanları arasındaki ilişkiye ait bir GeoGebra Görseli

2. $\ddot{O}_{1.2}$: 9.

3. $\ddot{O}_{1.3}$: Hep mi 9 acaba?

(GeoGebra’da şekil hareket ettirildiğinde de oranın değişmediği görülür.)

4. Ö_{1.2}: Hep 9.

Öğretmen adayları EFG ve ABC üçgenlerinin benzer üçgenler olduğunu keşfetmelerinin ardından bu iki üçgenin alanları arasında bir oran olabileceğini düşündüler (1). Bunun için de Şekil 4.10’ da görüldüğü gibi EFG ve ABC üçgenlerinin alanlarını ölçtüler. Bu üçgenler arasındaki orana baktıklarında ABC üçgeninin alanının EFG üçgeninin alanının 9 katı olduğunu gördüler (9). Öğretmen adayları GeoGebra’nın hareket ettirme özelliğini kullandıklarında da bu oranın değişmediğini gördüler (4). Böylece öğretmen adayları ABC üçgeni ile EFG üçgeni arasındaki sabit oranı keşfetmiş oldular.

4.1.1.5.1. Beşinci etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

1.grup tarafından 5. etkinlikte toplamda 3 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.5’da gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 5. 5. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
$ DA + DB + DC < \angle(ABC)$	1	10	10	100
EFG ve ABC üçgenleri benzer üçgenlerdir	1	10	10	100
$A(ABC)=9.A(EFG)$	1	1	10	10
Toplam Puan	3	21	30	210

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 3 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 3 olur.

Esneklik: Grupta yer alan öğretmen adayları tarafından keşfedilen 3 tane önemli özellik 2 farklı kategoride yer alır. 1. özellik ve 2. özellik kendi kategorilerinde keşfedilen ilk özellikler olduğu için bu kategoriden 10 puan alır. 3. özellik ise 2. Özellik ile aynı kategoride farklı işlemler yapılarak keşfedilen bir özellik olduğu için bu kategoriden 1 puan alır.

Orijinallik: Keşfedilen özelliklerden ilki öğretmen adayları tarafından keşfedilmesi beklenmeyen önemli özelliklerdendir. Bu özelliklerin bu etkinlikte keşfedilmesi

araştırmacıyı şaşırtmıştır. Dolayısıyla orijinallik bileşeninden 10 puan alır. Diğer iki özelliğe sadece bu grup tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 10 puan alır.

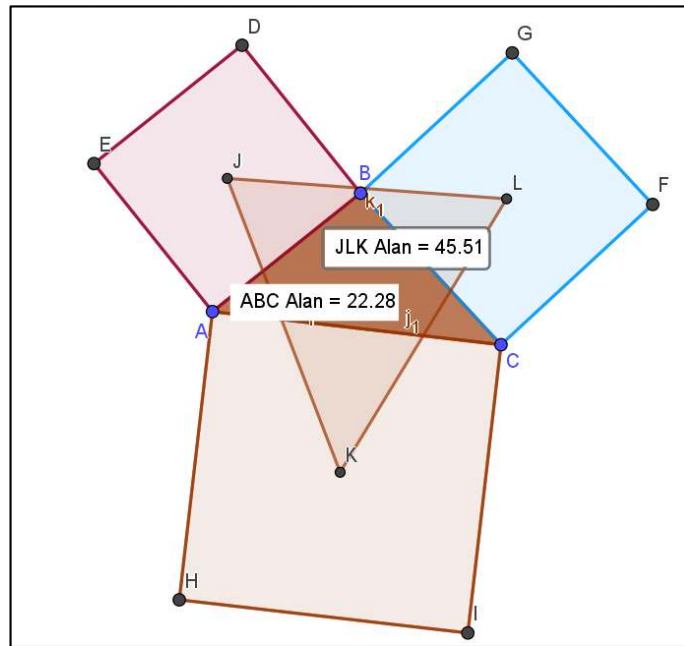
Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 210 olur.

4.1.1.6. Altıncı Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

1. gruptaki öğretmen adayları 6. etkinlik için 18 özellik keşfetmiş ve bunlardan üçü önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla birinci grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri 3 tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 1. grup tarafından 6. etkinlikte keşfedilen önemli özellik aşağıdaki gibidir.

- **ABC üçgeni ile JKL üçgeninin ağırlık merkezleri aynı noktadır**

1. grupta yer alan öğretmen adayları tarafından Şekil 4. 11’ de görüldüğü gibi GeoGebra’da yer alan “düzgün çokgen” aracı ile ABC üçgeninin [AC] kenarına da diğer kenarlarda olduğu gibi bir kare çizilmiştir. Ardından aralarında aşağıdaki gibi diyalog gerçekleşmiştir.



Şekil 4.11. Alanları farklı iki üçgene ait bir GeoGebra görseli

1. Ö_{1.3}: Şöyle bir şey yapabiliriz bence.

2. Ö_{1.2}: Nasıl?

(İlk olarak GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla şekilde yer alan AEDB, CBGF ve IHAC karelerinin orta noktaları Şekil 4. 11’ de görüldüğü gibi belirlenmiştir. Ardından bu orta noktalar birleştirilerek bir JKL üçgeni oluşturulmuştur.)

3. Ö_{1.3}: Bu üçgenin alanı (JLK üçgeni) bence bu üçgenin alanına (ABC üçgeni) eşit.

4. Ö_{1.1}: Bak bakalım.

(GeoGebra’da yer alan “alan” aracıyla ABC ve JKL üçgenlerinin alanları Şekil 4.11’de görüldüğü gibi ölçülür.)

5. Ö_{1.3}: Olmadı mı?

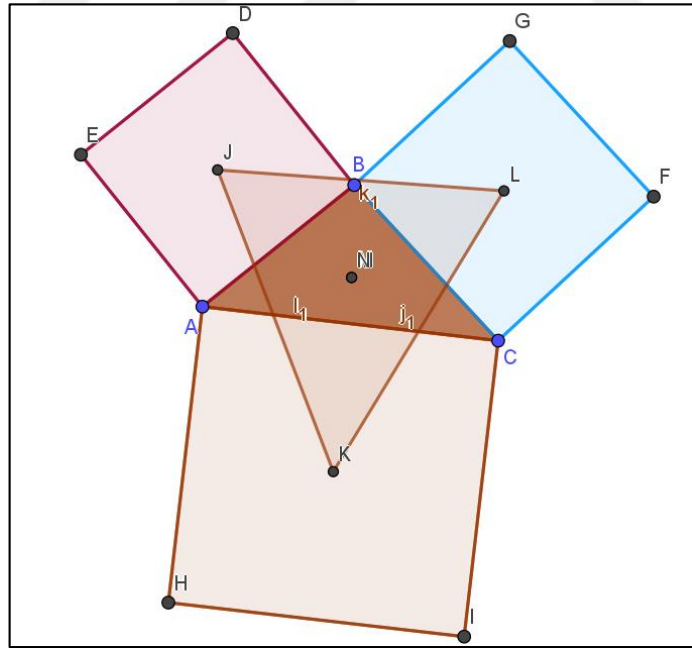
6. Ö_{1.2}: Değil.

7. Ö_{1.3}: 3 katı mı?

8. Ö_{1.1}: Değil.

9. Ö_{1.2}: Ağırlık merkezlerine mi baksak bir de?

(GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla ABC ve JKL üçgenlerin ağırlık merkezleri Şekil 4.12’de görüldüğü gibi belirlenir.)



Şekil 4.12. Ağırlık merkezleri aynı nokta olan iki üçgene ait bir GeoGebra görseli

10. Ö_{1.3}: Ahaa

11. Ö_{1.1}: Bulduk.

12. Ö_{1.2}: Bulduk, Bulduk.

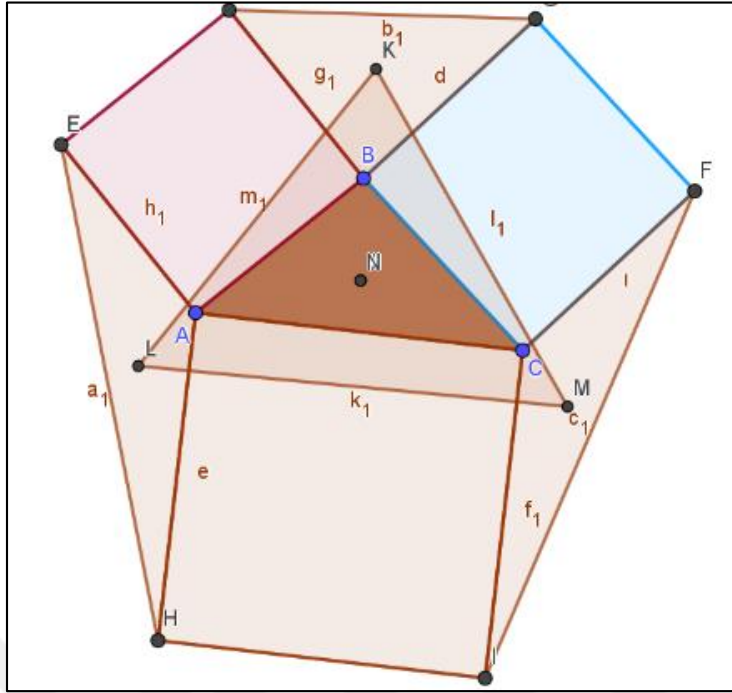
Öğretmen adayları tarafından Şekil 4. 11’ de görüldüğü gibi ABC üçgeninin [AC] kenarına da diğer kenarlarda olduğu gibi bir kare çizilmiştir. Ardından Şekil 4.11’de görüldüğü gibi şekilde yer alan karelerin orta noktaları belirlenmiş ve bu orta noktaların birleşiminden bir JKL üçgeni elde edilmiştir. Öğretmen adayları yeni oluşturdukları JKL üçgeninin alanı ile ABC üçgeninin alanının birbirine eşit olabileceğini düşündüler (3). Ancak GeoGebra’da bu iki üçgenin alanını hesapladıklarında birbirinden farklı olduğunu gördüler (6). Alanları arasında belli bir oran olabileceğini düşünseler de (7) bunun pek mümkün olmadığını anladılar (8). Alanların eşit olmadığını görmelerinin ardından ağırlık merkezlerinin aynı olabileceğini düşünmüşlerdir (9). Şekil 4.12’de görüldüğü gibi GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla ABC ve JKL üçgenlerin ağırlık merkezlerini belirlediklerinde her iki üçgenin de ağırlık merkezinin aynı noktada yer aldığını görmüşlerdir (11). Öğretmen adayları böylece ABC üçgeninin kenarlarında yer alan karelerin ağırlık merkezlerinin birleştirilmesiyle oluşan yeni üçgenin ağırlık merkezinin ABC üçgeninin ağırlık merkeziyle aynı noktada yer aldığını keşfetmiş oldular.

- **ABC üçgeni ile KLM üçgeninin ağırlık merkezleri aynı noktadır**

Grupta yer alan öğretmen adayları tarafından ABC ve JKL üçgenlerinin alanları ile ilgili önemli bir özellik bulduktan sonra üçgenlerle ilgili daha da fazla önemli özellik olabileceği düşünülmüştür. Bu yüzden şekilde yer alan karelerin karşılıklı köşelerini birleştirerek Şekil 4.13’de görüldüğü gibi DBG, EAH ve FCI üçgenlerini oluşturmuşlardır. Ardından aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşti:

1. Ö_{1.1}: Alanlarına bak.
2. Ö_{1.3}: Dur bakacağım ona.
3. Ö_{1.2}: Başka bir şey deniyor şu an.

(Şekil 4.13’de görüldüğü gibi GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla DGB, EHA ve CFI üçgenlerinin ağırlık merkezleri belirlenir. Ardından GeoGebra’da yer alan çokgen aracıyla bu merkez noktalar birleştirilerek bir KLM üçgeni oluşturulur. Son olarak da Şekil 4.13’de görüldüğü gibi ABC üçgeni ve KLM üçgeninin ağırlık merkezi GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla belirlenir.)



Şekil 4.13. Ağırlık merkezleri aynı nokta olan iki üçgene ait bir GeoGebra görseli

4. Ö_{1.3}: Bunun da aynı oldu.

1. grupta yer alan öğretmen adayları tarafından şekilde yer alan karelerin karşılıklı köşelerini birleştirerek Şekil 4.13’de görüldüğü gibi DBG, EAH ve FCI üçgenlerini oluşturulmuştur. Ardından bu üçgenlerin ağırlık merkezleri birleştirilerek bir KLM üçgeni oluşturulmuştur. Bu KLM üçgeni ile ABC üçgeni arasında bir ilişki olabileceği düşünülmüştür (1,2,3). GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla ABC üçgeni ve KLM üçgeninin ağırlık merkezleri belirlendiğinde Şekil 4.13’te görüldüğü gibi her iki üçgenin de ağırlık merkezinin aynı nokta olduğu görülmüştür (4). Öğretmen adayları böylece DBG, EAH ve FCI üçgenlerinin ağırlık merkezlerinin birleştirilmesiyle oluşan KLM üçgeninin ağırlık merkezinin ABC üçgeninin ağırlık merkeziyle aynı noktada yer aldığını keşfetmiş oldular.

- **DBG, EAH ve FCI üçgenlerinin alanları birbirine eşittir.**

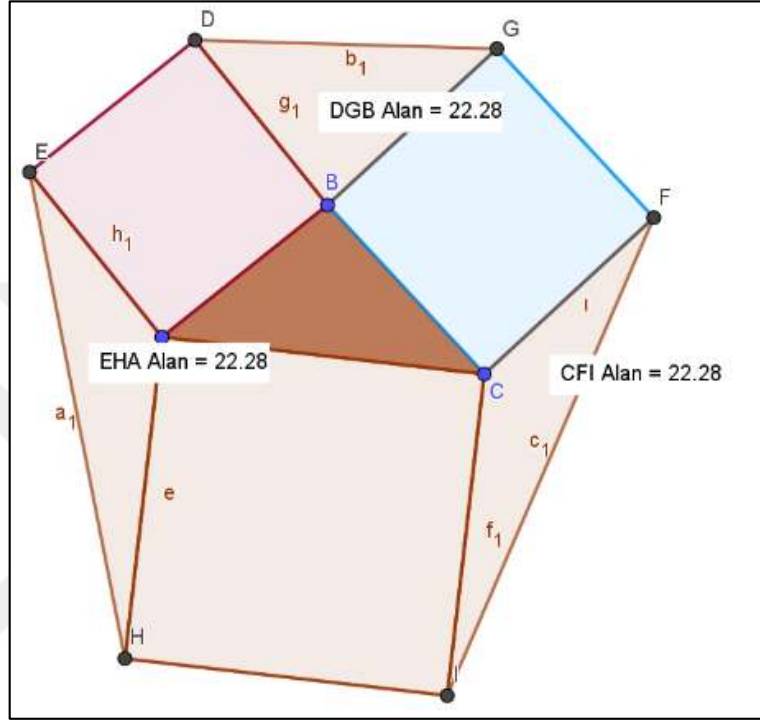
Öğretmen adayları tarafından DBG, EAH ve FCI üçgenlerinin ağırlık merkezlerinin birleştirilmesiyle oluşan KLM üçgeninin ağırlık merkezi ile ABC üçgeninin ağırlık merkezinin aynı nokta olduğunu keşfetmelerinin ardından aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşmiştir:

1. Ö_{1.2}: Bu alanlara bak. Şu üçgenlerin (DBG, EAH ve FCI üçgenleri) alanına eşit mi oluyor?

(Şekil 4.14'te görüldüğü gibi GeoGebra'da yer alan “alan” aracıyla DBG, EAH ve FCI üçgenlerinin alanları hesaplanır.)

2. $\ddot{O}_{1.3}$: Eşit oluyor.

3. $\ddot{O}_{1.1}$: Hepsi eşit oldu.



Şekil 4.14. Alanları eşit olan üçgenlere ait bir GeoGebra görseli

Öğretmen adayları tarafından DBG, EAH ve FCI üçgenlerinin ağırlık merkezlerinin birleştirilmesiyle oluşan KLM üçgeninin ağırlık merkezi ile ABC üçgeninin ağırlık merkezinin aynı nokta olduğunu keşfedilmesinin ardından DBG, EAH ve FCI üçgenlerinin alanları arasında da bir ilişki olabileceği düşünülmüştür (1). Bunun ardından GeoGebra'da yer alan “alan” aracıyla DBG, EAH ve FCI üçgenlerinin alanları Şekil 4.14'te görüldüğü gibi hesaplanmış ve hepsinin birbirine eşit olduğu görülmüştür (2,3). Böylece öğretmen adayları DBG, EAH ve FCI üçgenlerinin alanlarının eşit olduğunu keşfetmişlerdir.

4.1.1.6.1. Altıncı etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

1.grup tarafından 6. Etkinlikte toplamda 3 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.6'da gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 6. 6. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
ABC ve JKL üçgeninin ağırlık merkezleri aynı noktadır	1	10	0.1	1
DBG, EAH ve FCI üçgenlerinin alanları birbirine eşittir	1	10	1	10
ABC ve KLM üçgeninin ağırlık merkezleri aynı noktadır	1	1	10	10
Toplam Puan	3	21	11.1	21

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 3 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 3 olur.

Esneklik: Grupta yer alan öğretmen adayları tarafından keşfedilen üç tane önemli özellik iki farklı kategoride yer alır. 1. ve 2. özellik kendi kategorilerinde keşfedilen ilk özellikler olduğu için bu kategoriden 10 puan alır. 3. özellik ise 1. özellikle aynı kategoride fakat farklı işlemler yapılarak keşfedilen bir özellik olduğu için bu kategoriden 1 puan alır.

Orijinallik: Keşfedilen özelliklerden ilki tüm gruplar tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 0.1 puan alır. 2. özellikte 2 farklı grup tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 1 puan alır. Son özellik sadece bu grup tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 10 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 21 olur.

4.1.1.7. Yedinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

1. gruptaki öğretmen adayları 7. etkinlik için 11 özellik keşfetmiş ve bunlardan beşi önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla birinci grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri 5 tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 1. grup tarafından 7. etkinlikte keşfedilen önemli özellik aşağıdaki gibidir.

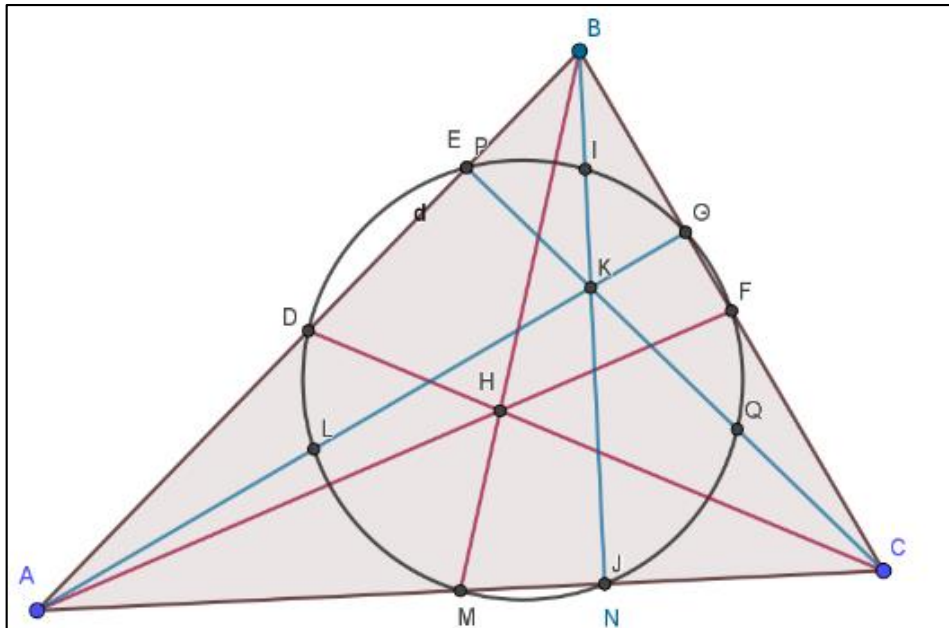
- **D, E, F, M, G ve N noktalarının hepsinden bir çember geçer. Bu çember dokuz nokta çemberidir.**

1. grupta yer alan öğretmen adayları 4. etkinlikte de dokuz nokta çemberini keşfettikleri için etkinliğe başlar başlamaz D, E, F, M ve N noktalarından geçen çemberin dokuz nokta çemberi olması gerektiğini fark etmişlerdir. Bu esnada aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşmiştir:

1. Ö_{1,2}: Bu D ve E hangi noktalar?
2. Ö_{1,1}: D orta nokta.
3. Ö_{1,2}: E ne oluyor?
4. Ö_{1,3}: Diklik merkezi.
5. Ö_{1,2}: Euler’i çizelim o zaman onlardan geçen.
6. Ö_{1,3}: Nereden geçen?
7. Ö_{1,2}: D, E, G ve F’den geçmesi lazım Euler olması için.

(GeoGebra’da yer alan “3 noktadan geçen çember” aracıyla D,E ve G noktalarından geçen dokuz nokta çemberi Şekil 4.15’te görüldüğü gibi çizilir.)

8. Ö_{1,2}: Tamam oldu.



Şekil 4.15. Dokuz nokta çemberine ait bir GeoGebra görseli

Grupta yer alan öğretmen adayları bir üçgenin kenar orta noktaları (2) ve diklik noktalarından (4) bir çember geçmesi gerektiğini (5 ve 7) etkinliğe başlar başlamaz ifade etmişlerdir. GeoGebra’da yer alan “3 noktadan geçen çember” aracıyla D,E ve G noktalarından çemberi Şekil 4.15’te görüldüğü gibi çizmişlerdir. Bu çember hem kenar orta noktalardan hem de dikme ayaklarından (D, E, F, M, G ve N noktaları) geçtiği için dokuz nokta çemberidir (8). Öğretmen adayları GeoGebra’da Şekil 4.15’te görüldüğü gibi D, E, F, M, G ve N noktalarından geçen dokuz nokta çemberini (Euler) çizmişlerdir.

- **Dokuz nokta çemberinin merkezi ile K ve H noktaları doğrusaldır.**

1. grupta yer alan öğretmen adayları Şekil 4.15’te görüldüğü gibi GeoGebra’da dokuz nokta çemberini çizdikten sonra aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleştirmişler:

1. Ö_{1.3}: Bunun merkezine bakalım.

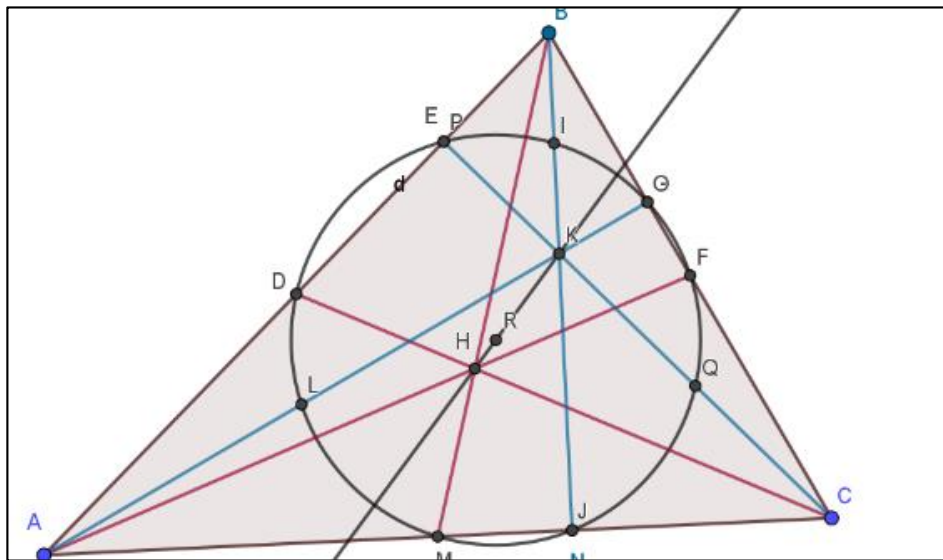
2. Ö_{1.2}: Bak bakalım.

(GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla dokuz nokta çemberinin merkezi Şekil 4.16’da görüldüğü gibi çizilir.)

3. Ö_{1.3}: Euler’in merkezi R.

4. Ö_{1.2}: Tamam o kalsın. K ve H’tan bir doğru çizsene.

(GeoGebra’da yer alan “doğru” aracıyla K ve H noktasından geçen doğru Şekil 4.16’da görüldüğü gibi çizilir.)



Şekil 4.16. Doğrusal noktalara ait bir GeoGebra görseli

5. Ö_{1.3}: R’den geçiyor mu?

6. Ö_{1.1}: Geçti.

1. grupta yer alan öğretmen adayları dokuz nokta çemberini çizdikten sonra bununla ilgili farklı önemli özellikler de bulabileceklerini düşündüler. Bunun için de GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla dokuz nokta çemberinin merkezi olan R noktası (3) Şekil 4.16’da görüldüğü gibi çizilir. Ardından K ve H noktasından geçen doğru çizilir (4). R noktasının bu K ve H noktasından geçen doğru üzerinde olduğu fark edilmiştir (5 ve 6). Öğretmen adayları böylece Şekil 4.16’da görüldüğü gibi dokuz nokta çemberinin merkezi ile K ve H noktalarının doğrusal olduğunu keşfetmiş oldular.

- $\frac{|RK|}{|RH|} = 3$ ([RK] doğru parçasının uzunluğunun [RH] doğru parçasının uzunluğuna oranı 3’tür.)

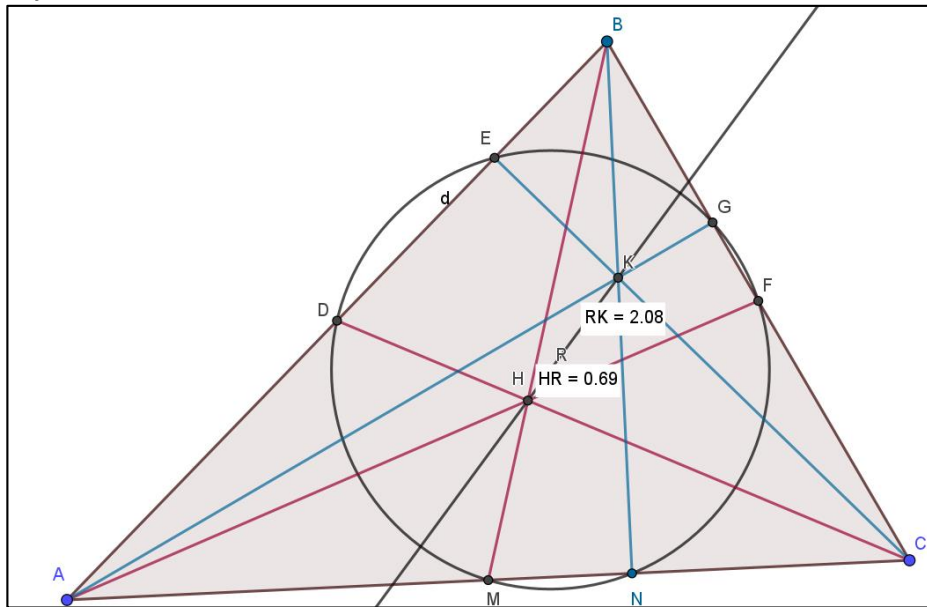
1. grupta yer alan öğretmen adaylarının dokuz nokta çemberinin merkezi ile K ve H noktalarının doğrusal olduğunu keşfetmelerinin ardından aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşmiştir:

1. Ö_{1.1}: Uzunluklarına bak bakalım belki oradan bir şey çıkar.

2. Ö_{1.2}: Aynen.

(GeoGebra’da yer alan “uzunluk ölçme” aracıyla Şekil 4.17’ de görüldüğü gibi [RK] ve [KH] doğru parçalarının uzunlukları hesaplanır. Ardından bu uzunluklar arasında bir oran olup olmadığını öğrenmek için [RK] uzunluğu [HR] uzunluğuna bölünür.)

3. Ö_{1.1}: Ne çıktı?



Şekil 4.17. Euler doğrusundaki noktalar arası uzaklıklara ait bir GeoGebra görseli

4. Ö_{1.3}: 3.

5. Ö_{1.1}: Değiştirelim.

(GeoGebra'nın hareket ettirme özelliğini kullanarak bulmuş oldukları 3 değerinin her durumda aynı olup olmadığını görmek için şekilde yer alan noktaların yerleri değiştirilmiştir.)

6. Ö_{1.1}: Aynı değil mi?

7. Ö_{1.2}: Hep aynı.

8. Ö_{1.1}: Tamam bulduk.

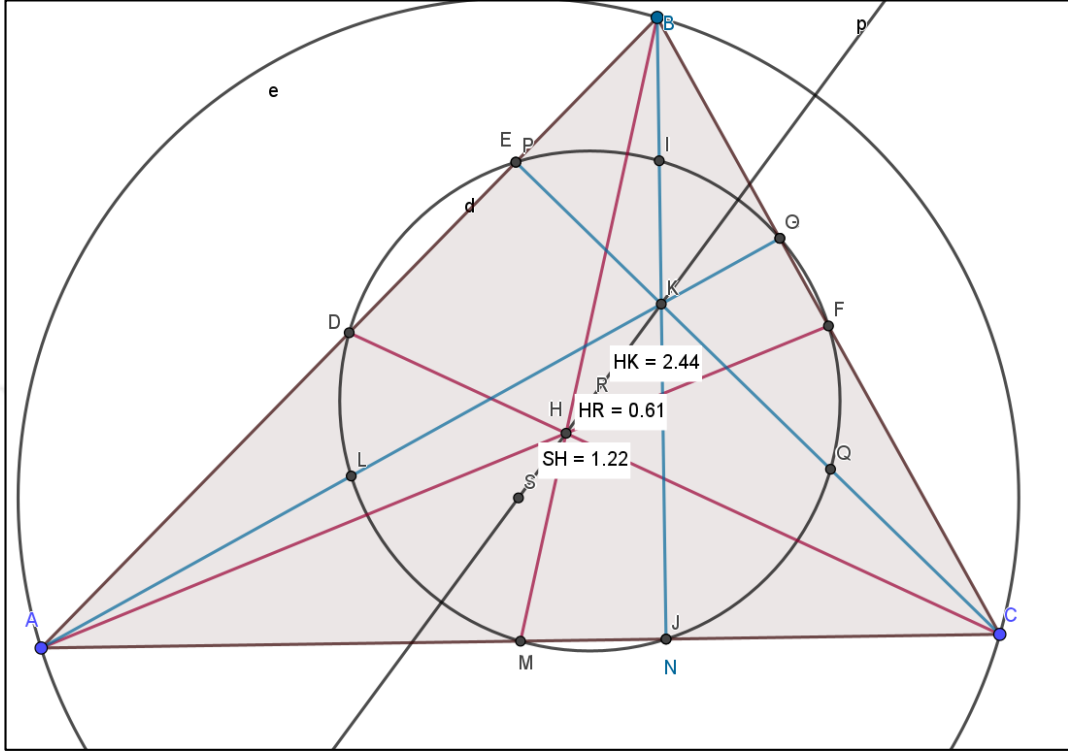
1. grupta yer alan öğretmen adayları dokuz nokta çemberinin merkezi ile K ve H noktalarının doğrusal olduğunu keşfetmelerinin ardından bu noktalar arasındaki mesafelerle ilgili de önemli bir özellik bulabileceklerini düşünmüşlerdir (1). Bunun için de ilk olarak GeoGebra'da yer alan “uzunluk ölçme” aracıyla Şekil 4.17’ de görüldüğü gibi [RK] ve [KH] doğru parçalarının uzunlukları hesaplanır. Ardından bu uzunluklar arasında bir oran olup olmadığını öğrenmek için [RK] uzunluğu [HR] uzunluğuna bölünür. Yapılan hesaplamalar sonucunda [RK] uzunluğunun [HR] uzunluğunun 3 katı olduğu görülür (4). Ancak bu oranın her durumda aynı olup olmadığını görmek için GeoGebra'nın hareket ettirme özelliği ile şekil hareket ettirilir (5). Sonuç olarak her durumda [RK] uzunluğunun her durumda [HR] uzunluğunun 3 katı olduğu görülmüştür (7). Öğretmen adayları böylece [RK] doğru parçasının uzunluğunun [RH] doğru parçasının uzunluğunun 3 katı olduğunu keşfetmişlerdir.

- **A, B ve C noktalarından geçen çemberinin merkezi K ve H noktalarından geçen doğru üzerindedir**

1. grupta yer alan öğretmen adayları dokuz nokta çemberi ile ilgili birden fazla özellik keşfedince dokuz nokta çemberinden farklı bir çember çizip bununla ilgili de dokuz nokta çemberine benzer ya da farklı özellikler keşfedebileceklerini düşünmüşlerdir. Bunun için de Şekil 4.18’de görüldüğü gibi GeoGebra’da yer alan “3 noktadan geçen çember” aracıyla A, B ve C noktalarından geçen bir çember çizilir. Bu esnada da aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşir:

1. Ö_{1.1}: Onun (A, B ve C noktalarından geçen bir çemberin) merkezine bak.

(GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla A, B ve C noktalarından geçen çemberin merkezi çizilir. Bu merkez noktasının Şekil 4.18’de görüldüğü gibi K ve H noktalarından geçen doğru üzerinde olduğu görülmüştür.)



Şekil 4.18. Euler doğrusundaki noktalar arası uzaklıklara ait bir GeoGebra görseli

2. Ö_{1,3}: Aaa bu da ...
3. Ö_{1,2}: Bu da doğru.
4. Ö_{1,3}: Bu da doğrusal oldu.

Öğretmen adayları dokuz nokta çemberi ile ilgili birden fazla özellik keşfedince dokuz nokta çemberinden farklı bir çember olan A, B ve C noktalarından geçen çemberi Şekil 4.18’de görüldüğü gibi GeoGebra’da yer alan “3 noktadan geçen çember” aracıyla çizmişlerdir. Ardından bu çemberin merkezini bulmayı düşünmüşlerdir (1). Ardından GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla A, B ve C noktalarından geçen çemberin merkez noktası olan S noktasını belirlemişlerdir. Bu esnada Şekil 4.18’de görüldüğü gibi merkez noktasının K ve H noktalarından geçen doğru üzerinde olduğu görülmüştür (2,3,4). Öğretmen adayları böylece A, B ve C noktalarından geçen çemberin merkezinin K ve H noktaları ve aynı zamanda dokuz nokta çemberinin merkezi ile doğrusal olduğunu keşfetmişlerdir.

- $\frac{|SH|}{|RH|} = 2$ ([SH] doğru parçasının uzunluğunun [RH] doğru parçasının uzunluğuna oranı 2'dir.)

Grupta yer alan öğretmen adaylarının A, B ve C noktalarından geçen çemberin merkezinin K ve H noktaları ve aynı zamanda dokuz nokta çemberinin merkezi ile doğrusal olduğunu keşfetmelerinin ardından aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşmiştir:

1. Ö_{1.1}: Onun da uzunluğuna bakalım. Onun uzunluğu ne kadar çıkacak?

(GeoGebra'da yer alan “uzunluk ölçme” aracıyla Şekil 4.18’de görüldüğü gibi [SH] doğru parçasının uzunluğu hesaplanır.)

2. Ö_{1.3}: İki katı bu da.

3. Ö_{1.1}: Neyin iki katı, bunun ([HR] doğru parçasının) mu?

4. Ö_{1.2}: Şunun.

5. Ö_{1.2}: Birini üç bulduk değil mi?

6. Ö_{1.3}: Evet.

7. Ö_{1.2}: Diğerini de iki bulduk. 1, 3, 2 kuralı.

8. Ö_{1.1}: Evet. Burası 1 ([HR] doğru parçası), burası 2 ([SH] doğru parçası), burası 3 ([HK] doğru parçası)

Öğretmen adaylarının A, B ve C noktalarından geçen çemberin merkezinin K ve H noktaları ve aynı zamanda dokuz nokta çemberinin merkezi ile doğrusal olduğunu keşfetmelerinin ardından uzunluklarla ilgili önemli özellik keşfedebileceklerini düşünmüşlerdir (1). Bunun için de Şekil 4.18’de görüldüğü gibi GeoGebra’da [SH] doğru parçasının uzunluğunu hesaplamışlardır. [SH] doğru parçasının uzunluğunu hesapladıklarında bu uzunluğun [HR] doğru parçasının uzunluğunun 2 katı olduğunu fark etmişlerdir (2). Hatta öğretmen adayları keşfettikleri özelliklerin birbiriyle ilişkili olduğunu da bu şekilde keşfetmişlerdir (7). Keşfettikleri ilişki ise [HR] doğru parçasının 1 kat uzunluğunda, [SH] doğru parçasının 2 kat uzunluğunda ve son olarak [HK] doğru parçasının ise 3 kat uzunluğunda olmasıdır (8).

4.1.1.7.1. Yedinci etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

1.grup tarafından 7. etkinlikte toplamda 5 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.7’da gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 7. 7. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
D, E, F, M, G ve N noktalarının hepsinden bir çember geçer	1	10	10	100
Dokuz nokta çemberinin merkezi KH doğrusu üzerindedir	1	10	10	100
$\frac{ RK }{ RH } = 3$	1	10	1	10
A, B ve C noktalarından geçen çemberinin merkezi KH doğrusu üzerindedir	1	1	10	10
$\frac{ SH }{ RH } = 2$	1	1	1	1
Toplam Puan	5	32	32	221

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 5 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 5 olur.

Esneklik: Grupta yer alan öğretmen adayları tarafından keşfedilen 5 tane önemli özellik 3 farklı kategoride yer alır. 1., 2. ve 3. özellikler kendi kategorilerinde keşfedilen ilk özellikler olduğu için bu kategoriden 10 puan alır. 4. özellik 2. özellikle aynı kategoride fakat farklı işlemler yapılarak keşfedilen bir özellik olduğu için bu kategoriden 1 puan alır. Aynı şekilde 5. özellik de 3. özellikle aynı kategoride fakat farklı işlemler yapılarak keşfedilen bir özellik olduğu için bu kategoriden 1 puan alır.

Orijinallik: 1., 2. ve 4. özellikler öğretmen adayları tarafından keşfedilmesi beklenmeyen önemli özelliklerdir. Bu özelliklerin bu etkinlikte keşfedilmesi araştırmacıyı şaşırttığı için bu kategoriden 10 puan alır. Diğer 2 özellik de 2 grup tarafından keşfedilen özellikler olduğu için 1 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 221 olur.

4.1.2. İkinci Gruptan elde edilen bulgular

4.1.2.1. Birinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

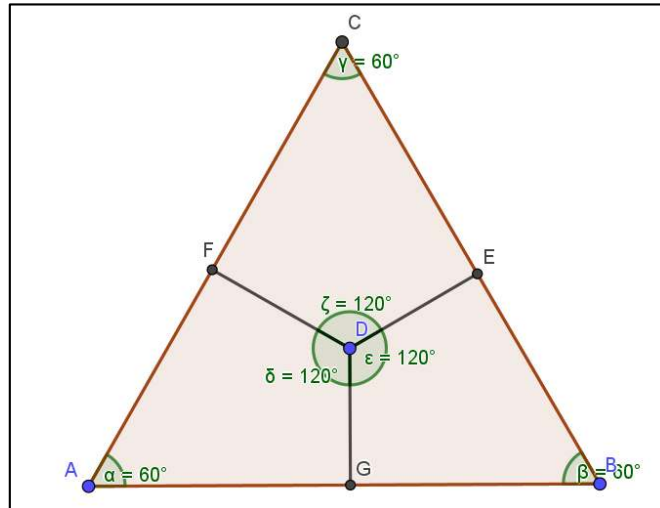
2. gruptaki öğretmen adayları 1. etkinlik için 5 özellik keşfetmiş ve bunlardan sadece ikisi önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla ikinci grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri iki tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 2. grup tarafından 1. etkinlikte keşfedilen önemli özellikler aşağıdaki gibidir.

- **ABC eşkenar üçgendir**

2. grupta yer alan öğretmen adayları ilk olarak şekil içerisinde verilen açıların ölçülerini ölçerek önemli bir özellik bulabileceklerini düşündüler. İlk olarak Şekil 4.19'da görüldüğü gibi $\widehat{GDE}$, $\widehat{EDF}$ ve $\widehat{FDG}$ açılarının ölçülerini ölçtüler ve hepsinin 120° olduğunu gördüler. Ardından öğretmen adayları ABC üçgeninin iç açılarını ölçtüler. Şekil 4.19'da görüldüğü gibi bu açılarının her birinin 60° olduğunu gördüler. Bu esnada grupta yer alan Ö_{2.2} kodlu öğretmen adayı şöyle bir ifade de bulundu:

- 60 60 geldi.

Öğretmen adayları ABC üçgeninin eşkenar üçgen olduğunu keşfettiler fakat konu üzerinde Ö_{2.2} kodlu öğretmen adayının söylemi dışında daha fazla durmadılar.



Şekil 4.19. Özel üçgenlere ait bir GeoGebra görseli

- **[DG], [DF] ve [DE] doğru parçalarının uzunlukları toplamı ABC üçgeninin yüksekliğine eşittir**

2. grupta yer alan Ö_{2.3} kodlu öğretmen adayı ön bilgilerinden [DF], [DE] ve [DG] doğru parçalarının uzunlukları ile ABC üçgeninin yüksekliği arasında bir ilişki olması

gerektiğini ifade etti. Bu esnada öğretmen adayları arasında şu şekilde bir diyalog gerçekleşti:

1. Ö_{2.3}: Üçünün toplamı ([DF], [DE] ve [DG] doğru parçaları) herhangi bir köşeden karşı tarafındaki kenara indirilen yüksekliğe eşittir.

2. Ö_{2.2}: Eee bunu yazayım o zaman.

3. Ö_{2.1}: Önce deneyelim.

4. Ö_{2.3}: Deneyelim, bak şöyle yapalım. Önce uzunluklarına bakalım.

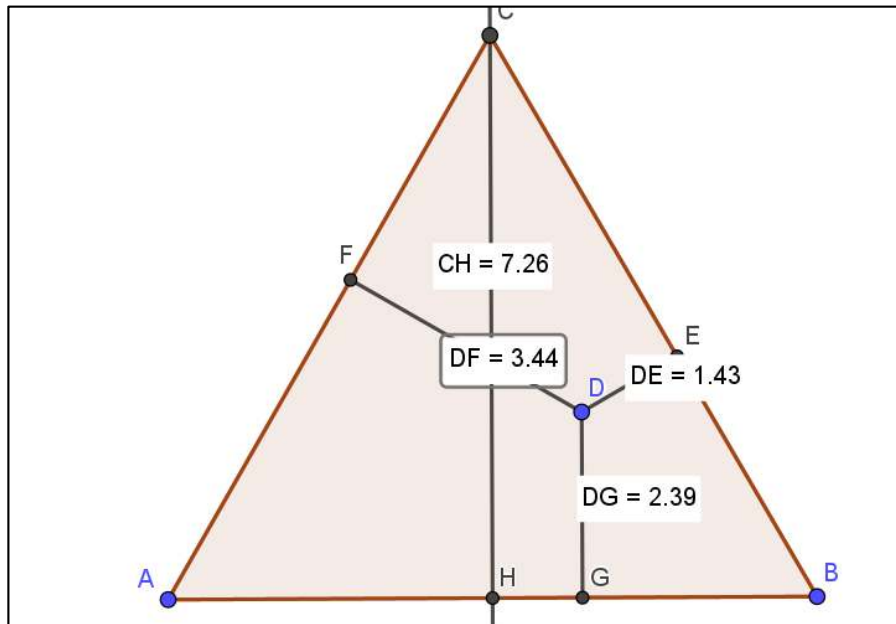
(GeoGebra’da yer alan “uzunluk ölçme” aracıyla Şekil 4.20’de görüldüğü gibi [DF], [DE] ve [DG] doğru parçalarının uzunlukları ölçülür.)

5. Ö_{2.3}: Şimdi biz bunların toplamını biliyor muyuz?

6. Ö_{2.1}: Evet biliyoruz, toplarız onu.

7. Ö_{2.3}: O zaman bir de dik yapalım.

(GeoGebra’da yer alan “dik doğru” aracıyla Şekil 4.20’de görüldüğü gibi üçgenin C köşesinden CH doğrusu çizilir.)



Şekil 4.20. Üçgen içinde yer alan doğru parçalarının uzunluklarıyla ilgili bir GeoGebra görseli

6. Ö_{2.3}: Şimdi buranın uzunluğunu ölçelim.

(GeoGebra’da yer alan ‘‘uzunluk ölçme’’ aracıyla Şekil 4.20’de görüldüğü gibi [CH] doğru parçasının uzunluğu ölçülür.)

7. Ö_{2.1}: Bence gelmeyecek.

(Hesap makinesinden D noktasının farklı konumlarında [DF], [DE] ve [DG] doğru parçalarının uzunlukları toplanır.)

8. Ö_{2.1}: Hayır hayır sağlıyor.

2. grupta yer alan Ö_{2.3} kodlu öğretmen adayı ön bilgilerinden [DF], [DE] ve [DG] doğru parçalarının uzunlukları ile ABC üçgeninin yüksekliği arasında bir ilişki olması gerektiğini ifade etti (1). Ardından GeoGebra’da yer alan ‘‘uzunluk ölçme’’ aracıyla Şekil 4.20’de görüldüğü gibi [DF], [DE], [DG] ve [CH] doğru parçalarının uzunlukları hesaplanır (4 ve 6). Fakat [DF], [DE] ve [DG] doğru parçalarının uzunluklarının toplamının üçgeninin yüksekliğine eşit olduğunu GeoGebra’da değil de hesap makinesinden hesaplayarak buldular (5, 6, 8). GeoGebra’da hesaplamamış olsalar da öğretmen adayları [DF], [DE] ve [DG] doğru parçalarının uzunlukları toplamının üçgenin yüksekliğine eşit olduğunu keşfetmişlerdir.

4.1.2.1.1. Birinci etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

2. grup tarafından 1. etkinlikte toplamda 2 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.8’de gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 8. 1. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
ABC üçgeni eşkenar üçgendir	1	10	0.1	1
[DF], [DE] ve [DG] doğru parçalarının uzunlukları toplamı ABC üçgeninin yüksekliğine eşittir	1	10	10	100
Toplam Puan	2	20	10.1	101

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 2 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 2 olur.

Esneklik: Keşfedilen özellikler farklı kategorilerde yer aldığı için bu kategoriden 10 puan alır.

Orijinallik: 1. özellik tüm gruplar tarafından da keşfedildiği için bu kategoriden 0.1 puan alınırken 2. özellik öğretmen adayları tarafından keşfedilmesi beklenmeyen önemli bir özelliktir. Bu özelliğin keşfedilmesi araştırmacıyı şaşırttığı için bu kategoriden 10 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 101 olur.

4.1.2.2. İkinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

2. gruptaki öğretmen adayları 2. etkinlik için 8 özellik keşfetmiş ve bunlardan sadece biri önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla ikinci grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri bir tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 2. grup tarafından 2. etkinlikte keşfedilen önemli özellik aşağıdaki gibidir.

- **Eşkenar üçgenlerin ağırlık merkezlerinin birleşimi yine bir eşkenar üçgen oluşturur.**

2. grupta yer alan öğretmen adayları 3. grupta yer alan öğretmen adaylarının çalışmalarından eşkenar üçgenlerin ağırlık merkezlerinin birleştiğinde eşkenar üçgen oluştuğunu duymuşlardır. Bunun ardından aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşmiştir:

1. Ö_{2.3}: Aaa, bir dakika bir şey deneyeceğim.

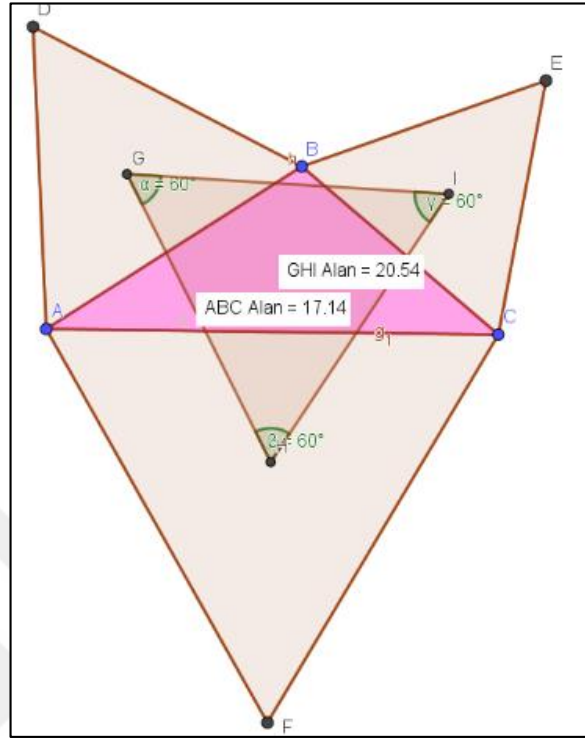
2. Ö_{2.2}: Bir şeyler oldu değil mi?

3. Ö_{2.3}: Şunu deneyeceğim. Bu 3 üçgenin merkezini (Eşkenar üçgenler) birleştirirsek eşkenar üçgen olur mu, olmaz mı?

4. Ö_{2.2}: Deneyelim.

(GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla eşkenar üçgenlerin ağırlık merkezleri belirlenir. Ardından GeoGebra’da yer alan “çokgen” aracıyla Şekil 4.21’de

görüldüğü gibi bu ağırlık merkezleri birleştirilerek GHI üçgeni oluşturulur. Ardından GeoGebra’da yer alan “açı” aracıyla açılar ölçülür.)



Şekil 4.21. Özel üçgenlere ait bir GeoGebra görseli

5. Ö_{2.2}: Aaa 60° oldu.

6. Ö_{2.1}: Hareket ettir şimdi.

7. Ö_{2.3}: Şunu hareket ettirdiğimde bozulmuyorsa mükemmel bir şey.

(GeoGebra’nın hareket ettirme özelliği sayesinde farklı durumlarda GHI üçgeni incelenmiştir.)

8. Ö_{2.1}: Hiçbir şekilde bozulmuyor.

9. Ö_{2.2}: Alanlarına bakalım. Alanları birbirine eşit mi (ABC ve GHI üçgenlerinin) acaba?

(GeoGebra’da yer alan “alan” aracıyla ABC ve GHI üçgenlerinin alanları ölçülür.)

10. Ö_{2.1}: Aaa çok yakın.

2. grupta yer alan öğretmen adayları 3. grupta yer alan öğretmen adaylarının çalışmalarından eşkenar üçgenlerin ağırlık merkezlerinin birleştiğinde eşkenar üçgen oluştuğunu duymuşlardır (1, 2 ve 3). Ardından Şekil 4.21’de görüldüğü gibi GeoGebra’da eşkenar üçgenlerin ağırlık merkezleri birleştirilerek bir GHI üçgeni oluşturulur. Bu üçgenin açıları ölçüldüğünde iç açılarının 60° olduğunu gördüler (5). GeoGebra’da şekli hareket

ettirdiklerinde de açıların değişmediğini (6, 7, 8) görerek üçgenin eşkenar üçgen olduğunu keşfetmiş oldular. Ardından bu GHI üçgeninin alanı ile ABC üçgeninin alanının eşit olabileceğini düşündüler (7). Ancak Şekil 4.21’de görüldüğü gibi GeoGebra’da bu üçgenlerin alanlarını ölçtüklerinde birbirine yakın olduklarını (10) fakat eşit olmadığını gördüler.

4.1.2.2.1. İkinci etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

2.grup tarafından toplamda 1 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliğin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.9’da gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 9. 2. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
Eşkenar üçgenlerin ağırlık merkezlerinin birleşimi yine bir eşkenar üçgendir	1	10	0.1	1

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 1 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 1 olur.

Esneklik: 1. grupta yer alan öğretmen adayları, 2. etkinlikte sadece bir tane önemli özellik keşfettikleri için bu özellik esneklik bileşeninden 10 puan alır.

Orijinallik: Keşfedilen özellik diğer gruplardan duyulduktan sonra keşfedildiği için bu kategoriden 0.1 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 1 olur.

4.1.2.3. Üçüncü Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

2. gruptaki öğretmen adayları 3. etkinlik için 20 özellik keşfetmiş ve bunlardan sadece ikisi önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla ikinci grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri iki tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 2. grup tarafından 3. etkinlikte keşfedilen önemli özellikler aşağıdaki gibidir.

- **KQP bir eşkenar üçgendir.**

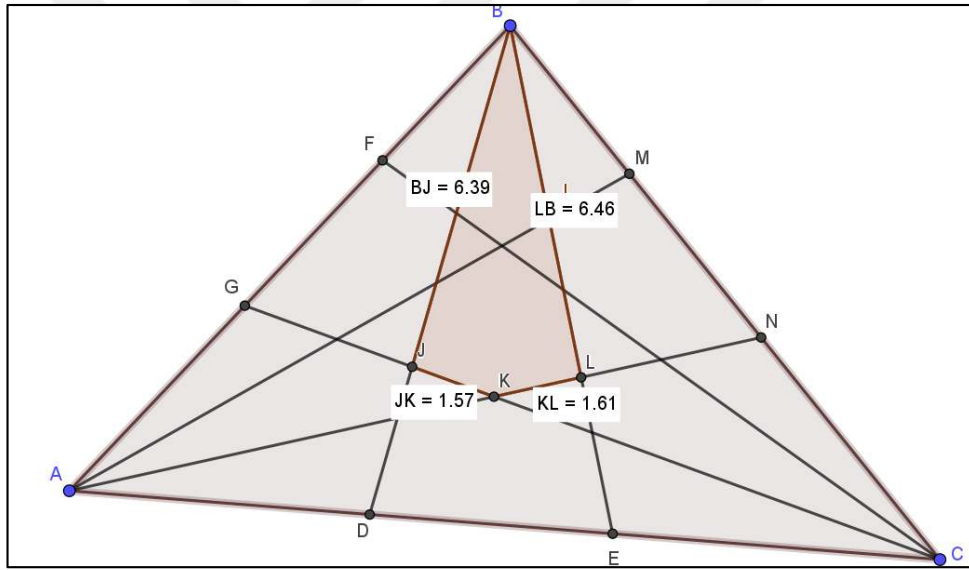
Öğretmen adayları tarafından ABC üçgeni içerisinde yer alan doğru parçalarının kesim noktalarını birleştirerek önemli özellikler keşfedebileceği düşünülmüştür. Bu esnada aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşir:

1. Ö_{2.1}: Acaba bütün noktaları kesiştirsek oradan bir şeyler bulabilir miyiz?

2. Ö_{2.2}: Deltoid gibi mi?

3. Ö_{2.1}: Deltoid, eşkenar üçgen gibi.

(GeoGebra’da yer alan “çokgen” aracıyla Şekil 4.22’de görüldüğü gibi BJLK dörtgeni oluşturulur. Ardından GeoGebra’da yer alan “uzunluk ölçme” aracıyla dörtgenin kenar uzunlukları Şekil 4.22’de görüldüğü gibi ölçülür.)



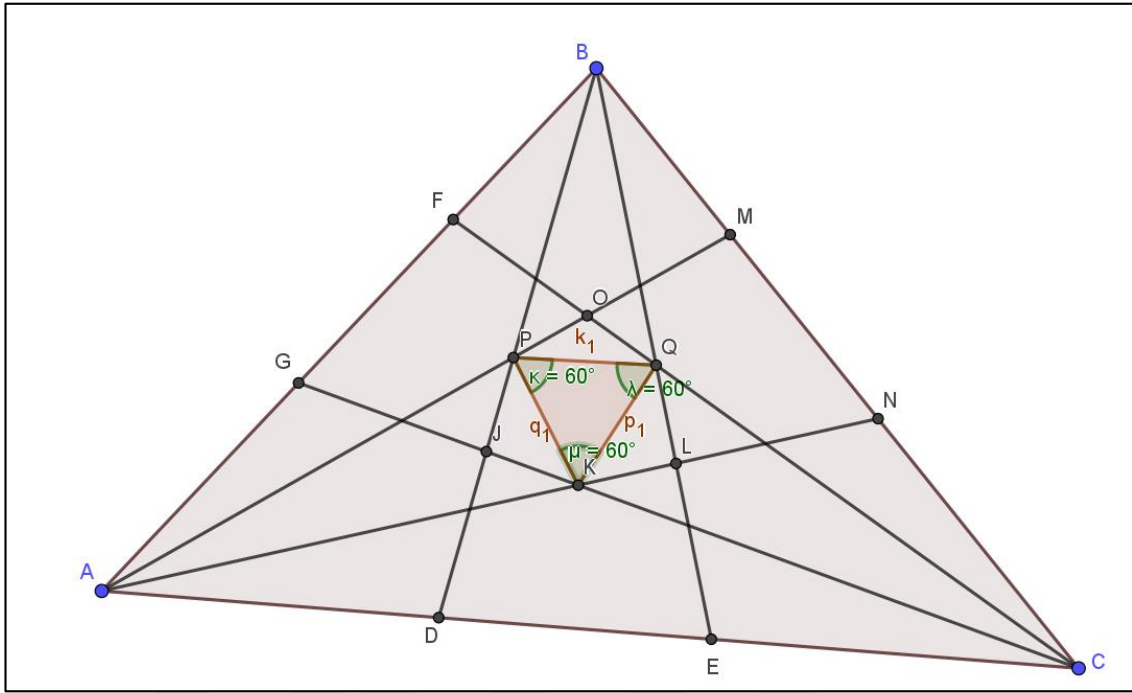
Şekil 4.22. Dörtgenlere ait bir GeoGebra görseli

4. Ö_{2.3}: Olmadı.

5. Ö_{2.1}: Bir şey söyleyeceğim; şurası (P noktası), şurası (K noktası) ve şurasını (Q noktası) birleştirirsek eşkenar üçgen olur mu?

6. Ö_{2.2}: Bence evet.

(Ö_{2.1} kodlu öğretmen adayının sorduğu bu soru üzerine öğretmen adayları Şekil 4.23’de görüldüğü gibi GeoGebra’da yer alan “çokgen” aracıyla bir KQP üçgeni oluşturup “açı” aracıyla da bu KQP üçgeninin iç açılarını ölçülür.)



Şekil 4.23. Özel üçgenlere ait bir GeoGebra görseli

7. Ö_{2.1} : Yaaaaa.

8. Ö_{2.3}: İnanamıyorum.

9. Ö_{2.2}: Bulduk.

Öğretmen adayları ABC üçgeni içerisinde yer alan doğru parçalarının kesim noktalarını birleştirerek deltoid (2) ve eşkenar üçgen (3) gibi özel çokgenler keşfedebileceklerini düşünmüşlerdir (1). Bunun için ilk olarak Şekil 4.22’de görüldüğü gibi GeoGebra’da bir BJLK dörtgeni oluşturmuşlardır. Bu dörtgenin kenar uzunluklarını ölçtüklerinde BJLK dörtgeninin deltoid olmadığını görmüşlerdir. Ardından K, Q ve P noktalarının birleşiminin eşkenar üçgen olabileceğini düşünmüşlerdir (5). Bunun için de Şekil 4.23’te görüldüğü gibi GeoGebra’da bir KQP üçgeni oluşturmuşlardır. Oluşturdukları KQP üçgeninin iç açılarını ölçtüklerinde bu üçgenin eşkenar üçgen olduğunu anlamışlardır (7,8,9). Öğretmen adayları böylece ABC üçgeni içerisinde yer alan doğru parçalarının K, Q ve P kesim noktalarının birleşiminin eşkenar üçgen oluşturduğunu keşfetmişlerdir.

- **OPKQ dörtgeni bir deltoiddir**

Öğretmen adayları KQP üçgeninin eşkenar üçgen olduğunu keşfettikten sonra heyecanlanmışlar ve daha farklı önemli özellikler de bulabileceklerini düşünmüşlerdir. Bunun üzerine aralarında şöyle bir diyalog gerçekleşmiştir:

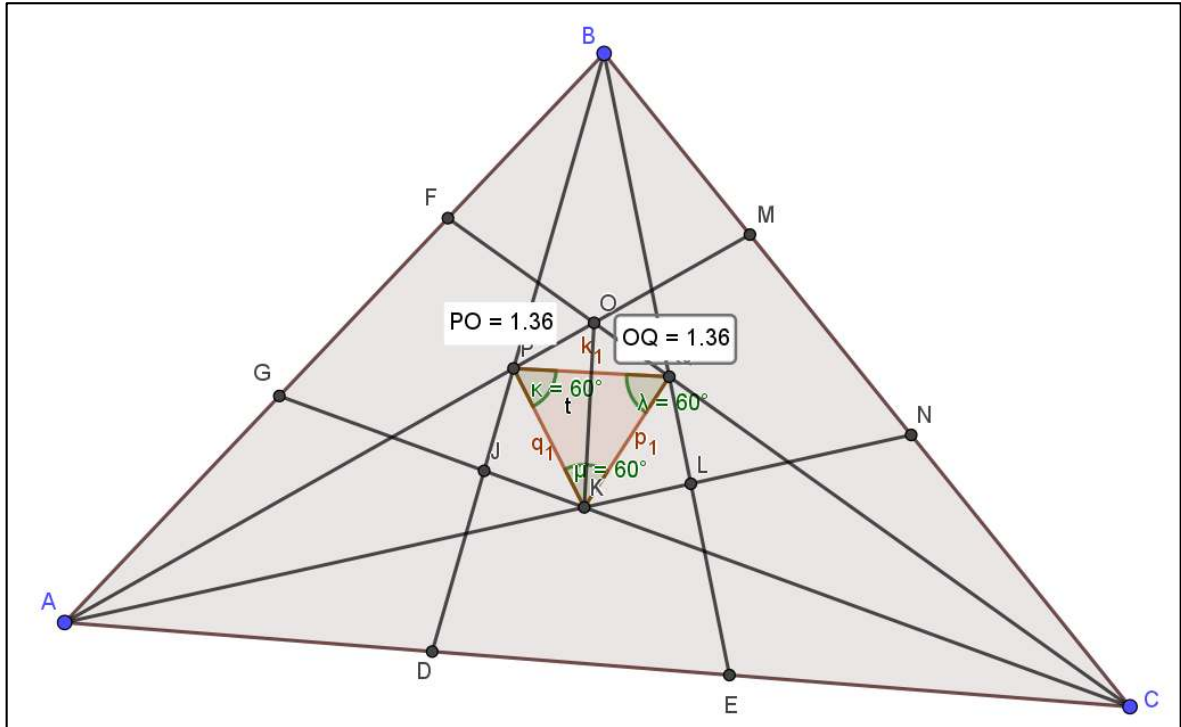
1. $\ddot{O}_{2.2}$: Buradan daha fazla bir şeyler gelir aslında.

(GeoGebra’da yer alan “doğru parçası” aracıyla $\ddot{O}_{2.1}$ kodlu öğretmen adayı [KO] doğru parçasını çizilmiştir.)

2. $\ddot{O}_{2.3}$: İkizkenar oldu, ikizkenar oldu bu

3. $\ddot{O}_{2.2}$: Buralar ne oldu harbi?

(Şekil 4.24’te görüldüğü gibi [PO] ve [OQ] doğru parçalarının uzunlukları GeoGebra’da yer alan “uzunluk ölçme” aracıyla hesaplanır.)



Şekil 4.24. Eşit uzunlukta doğru parçalarına ait bir GeoGebra görseli

4. $\ddot{O}_{2.1}$: Hadi, ooooo.

5. $\ddot{O}_{2.3}$: Aaaaaa.

6. $\ddot{O}_{2.2}$: Ooohhhhh.

7. $\ddot{O}_{2.3}$: Evett bulduk.

8. $\ddot{O}_{2.1}$: Deltoid de olur aynı zamanda.

Öğretmen adayları KQP üçgeninin eşkenar üçgen olduğunu keşfettikten sonra bu kesişim noktalarıyla daha fazla önemli özellik keşfedebileceklerini düşünmüşlerdir (1). Bunun üzerine POQ üçgeninin ikizkenar üçgen olması gerektiği düşünülmüştür (2). Ardından POQ üçgeninin kenar uzunlukları Şekil 4.24’te görüldüğü gibi hesaplanmış ve

[PO] ve [OQ] doğru parçalarının uzunluklarının birbirine eşit olduğu görülmüştür. Öğretmen adayları POQ üçgeninin ikizkenar üçgen olduğunu ifade etmişlerdir (7). Ancak bu özellik sadece uzunluk ölçerek keşfedilen bir özellik olduğu için önemli özellik kategorisinde değerlendirilmemiştir. Ardından öğretmen adayları KQP üçgeni eşkenar üçgen olduğu için OPKQ dörtgeninin de deltoid olduğunu ifade etmişlerdir (8). Bu özellik yardımcı yapılar kullanılarak keşfedilen bir özellik olduğu için önemli özellik olarak değerlendirilmiştir.

4.1.2.3.1. Üçüncü etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

2.grup tarafından toplamda 2 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.10'da gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 10. 3. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
JLP bir eşkenar üçgendir	1	10	10	100
IJLP dörtgeni bir deltoiddir	1	1	10	10
Toplam Puan	2	11	20	110

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 2 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 2 olur.

Esneklik: Keşfedilen özelliklerin ikisi de özel çokgenler kategorisinde yer alır. İlk özellik bu kategoride keşfedilen ilk özellik olduğu için esneklik bileşeninden 10 puan alırken diğer özellik farklı işlemler yapılarak keşfedilen bir özellik olduğu için bu kategoriden 1 puan alır.

Orijinallik: Keşfedilen özelliklerin tamamı sadece bu grup tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 10 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 110 olur.

4.1.2.4. Dördüncü Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

2. gruptaki öğretmen adayları 4. etkinlik için 16 özellik keşfetmiş ve bunlardan sadece üçü önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla ikinci grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri üç tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 2. grup tarafından 4. etkinlikte keşfedilen önemli özellikler aşağıdaki gibidir.

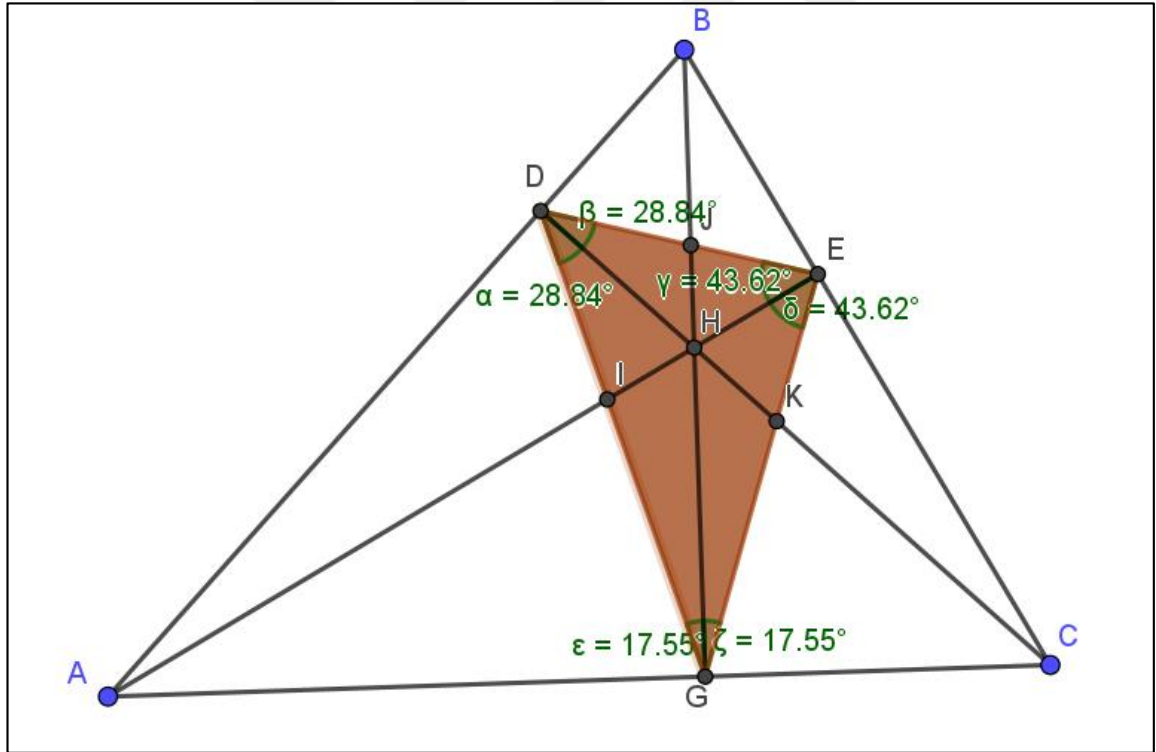
- **H noktası ortik üçgenin iç teğet çemberinin merkezidir.**

(H noktası ortik üçgenin açıortaylarının kesim noktasıdır)

1. grupta yer alan öğretmen adayları DGJ ve JGE üçgenlerinin benzer üçgenler olabileceğini düşünür. Bunun üzerine aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşir:

1. Ö_{2.3}: Şimdi diklik demiş ya bence şunlarda (DGJ ve JGE üçgeni) bir benzerlik olabilir.

(GeoGebra’da yer alan ‘‘açı’’ aracıyla Şekil 4.25’te görüldüğü gibi DGJ ve JGE üçgenlerinin açıları ölçülür.)



Şekil 4.25. Açıortayların kesim noktasına ait bir GeoGebra görseli

2. Ö_{2.3}: Benzer mi?
3. Ö_{2.1}: 147.55, 17.55 evet.
4. Ö_{2.3}: Açıortay sadece.

(GeoGebra'nın hareket ettirme özelliği sayesinde farklı durumlarda da açıortay olup olmadığı incelenmiştir.)

5. Ö_{2.1}: Bak her türlü aynı, değişmiyor.

6. Ö_{2.2}: O zaman şunlara da (DK ve EI doğruları) açıortay diyebilir miyiz?

7. Ö_{2.3}: Onlara da bak.

(GeoGebra'da yer alan “açı” aracıyla Şekil 4.25'te görüldüğü gibi açılar ölçülür.)

8. Ö_{2.3}: Bir tane bulduk.

Öğretmen adayları DGJ ve JGE üçgenlerinin benzer üçgen olabileceğini düşündüler (1). Bunun için de her iki üçgenin de iç açılarını Şekil 4.25'te görüldüğü gibi ölçtüklerinde sadece iki tane açısının (DGJ ve JGE açıları) ölçüsünün eşit olduğunu diğerlerinin farklı olduğunu gördüler. Buradan GJ doğrusunun, G açısının açıortay doğrusu olduğunu keşfettiler (4 ve 5). GJ doğrusunun açıortay doğrusu olmasının ardından öğretmen adayları DK ve EI doğrularının da açıortay doğrusu olabileceğini düşündü (6). Ardından GeoGebra'da Şekil 4.25'te görüldüğü gibi gerekli açılar ölçtüklerinde gerçekten de DK ve EI doğrularının da açıortay doğruları olduğunu gördüler (8). Öğretmen adayları böylece H noktasının ortik üçgenin açıortaylarının kesim noktası olduğunu anlamış oldu. Açıortayların kesim noktası aynı zamanda iç teğet çemberin merkezi olduğu için öğretmen adayları aynı zamanda H noktasının ortik üçgenin iç teğet çemberinin merkezi olduğunu da keşfetmişlerdir.

- **ABC üçgeninin çevrel çemberinin merkezi, ortik üçgenin çevrel çemberinin merkezi ve H noktası doğrusaldır**

Ö_{2.2} kodlu öğretmen adayı şu şekilde bir cümle kuruyor:

- Burada diklik varsa üçgen varsa çember vardır (1).

Bu söylemin üzerine öğretmen adayları ABC üçgeni ile ortik üçgenin çevrel çemberlerini GeoGebra'da Şekil 4.26'da görüldüğü gibi çiziyorlar. Ardından aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşiyor:

2. Ö_{2.2}: Bunların merkezlerini nasıl çiziyorduk?

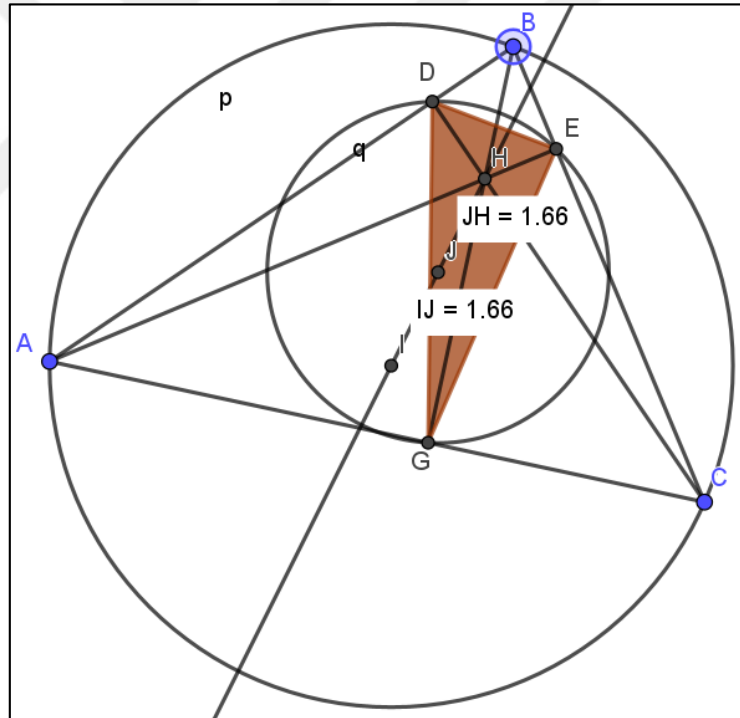
(Ö_{2.1} kodlu öğretmen adayı tarafından GeoGebra'da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla Şekil 4.26'da görüldüğü gibi çemberlerin orta noktaları belirlenir.)

- **ABC üçgeninin çevrel çemberinin merkezi ile ortik üçgenin çevrel çemberinin merkezi arasındaki uzaklık ve ortik üçgenin çevrel çemberinin merkezi ile H noktası arasındaki uzaklığa eşittir**

Öğretmen adayları H, I ve J noktalarının doğrusal olduğunu keşfettikten sonra aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşmiştir:

1. Ö_{2.1}: Hep doğrusal.
2. Ö_{2.3}: Ve eşit. |HJ|’nin uzunluğu |IJ|’ya eşit
3. Ö_{2.1}: Gerçekten mi?
4. Ö_{2.3}: Evet. Sen çizdiğin zaman orta noktasına gelmişti.

(GeoGebra’da yer alan “uzunluk ölçme” aracıyla [IJ] ve [HJ] doğru parçalarının uzunlukları Şekil 4.27’de görüldüğü gibi ölçülür.)



Şekil 4.27. Doğrusal noktalar arasındaki mesafelere ait bir GeoGebra görseli

5. Ö_{2.2}: Aaa evet.

1. grupta yer alan öğretmen adayları H, I ve J noktalarının doğrusal olduğunu keşfettikten sonra [IJ] ve [HJ] doğru parçalarının uzunluklarının eşit olabileceğini düşündüler (2) ve bu uzunlukları Şekil 4.27’de görüldüğü gibi GeoGebra’da ölçtüklerinde gerçekten de eşit olduğunu görmüş oldular (5).

4.1.2.4.1. Dördüncü etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

2.grup tarafından toplamda 3 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.11’de gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 11. 4.Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
H noktası ortik üçgenin iç teğet çemberinin merkezidir	1	10	10	100
Ortik üçgen ve ABC üçgeninin çevrel çemberinin merkezi H noktasıyla doğrusaldır	1	10	10	100
2. özellikteki doğrusal olan üç nokta arasındaki mesafeler eşittir	1	10	10	100
Toplam Puan	3	30	30	300

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 3 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 3 olur.

Esneklik: Grupta yer alan öğretmen adayları tarafından keşfedilen 3 tane önemli özelliğin hepsi farklı kategoride yer aldığı için bütün özellikler esneklik bileşeninden 10 puan alır.

Orijinallik: Keşfedilen özelliklerden ilki öğretmen adayları tarafından keşfedilmesi beklenmeyen önemli özelliklerdir. Bu özelliğin bu etkinlikte keşfedilmesi araştırmacıyı şaşırttığı için bu kategoriden 10 puan alır. Geriye kalan 2 özellikte sadece bu grup tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 10 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 300 olur.

4.1.2.5. Beşinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

2. gruptaki öğretmen adayları 5. etkinlik için 18 özellik keşfetmiş ve bunlardan hiçbirisi önemli özellik kategorisinde yer almamıştır. Dolayısıyla 2. grubun 5. etkinlikte

yaratıcı problem kurma becerilerinin değerlendirilebileceği herhangi bir önemli özellik olmadığı için değerlendirme yapılmamıştır.

4.1.2.6. Altıncı Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

2. gruptaki öğretmen adayları 6. etkinlik için 28 özellik keşfetmiş ve bunlardan sadece üçü önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla ikinci grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri üç tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 2. grup tarafından 6. etkinlikte keşfedilen önemli özellikler aşağıdaki gibidir.

- ABC üçgeni ile LHI üçgeninin ağırlık merkezleri aynı noktadır

4. Ö_{2.2}: Şimdi ABC üçgeninin merkezini bulacağım.

5. Ö_{2.3}: Çemberin de ağırlık merkezine mi bakacaksın?

6. Ö_{2.2}: Aynen öyle.

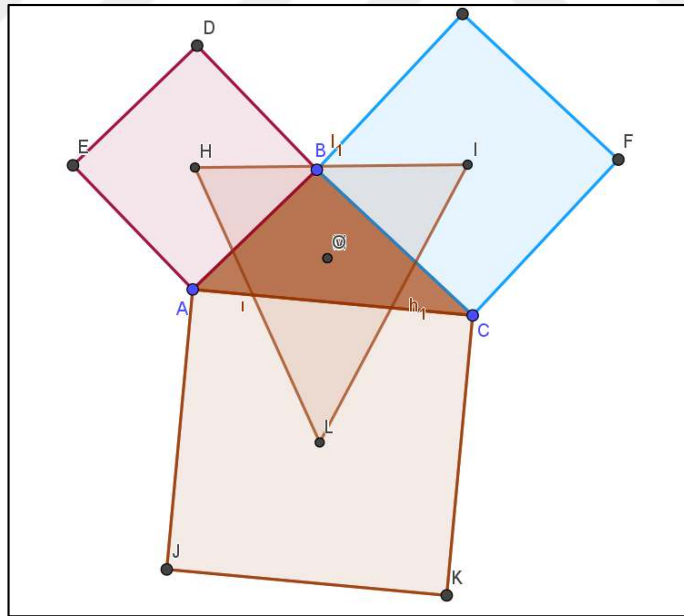
(GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla Şekil 4.28’de görüldüğü gibi ABC üçgeninin ağırlık merkezi ve A, B ve C noktalarından geçen çemberin merkezi bulunur.)

7. Ö_{2.2}: Tüh ya alakası yokmuş. Ama ben size bir şey söyleyeyim mi? Benim şahsi fikrime göre bu L, H ve I ile bunlar arasında bir ilişki var.

8. Ö_{2.1}: O çizdiğimiz üçgenin orta noktası olabilir mi?

9. Ö_{2.3}: Evet.

(GeoGebra’da yer alan “çokgen” aracıyla Şekil 4.29’da görüldüğü gibi LHI üçgeni oluşturulur. Ardından “orta nokta veya merkez” aracıyla LHI üçgeninin ağırlık merkezi bulunur.)



Şekil 4.29. Ağırlık merkezleri aynı olan iki üçgene ait bir GeoGebra görseli

10. Ö_{2.2}: Ayyy.

11. Ö_{2.1}: Aynı çıktı.

Öğretmen adayları ilk başta ABC üçgeninin ağırlık merkezi ile bu üçgenin çevrel çemberinin ağırlık merkezinin aynı nokta olabileceğini düşünüyorlar (4,5,6). Ancak

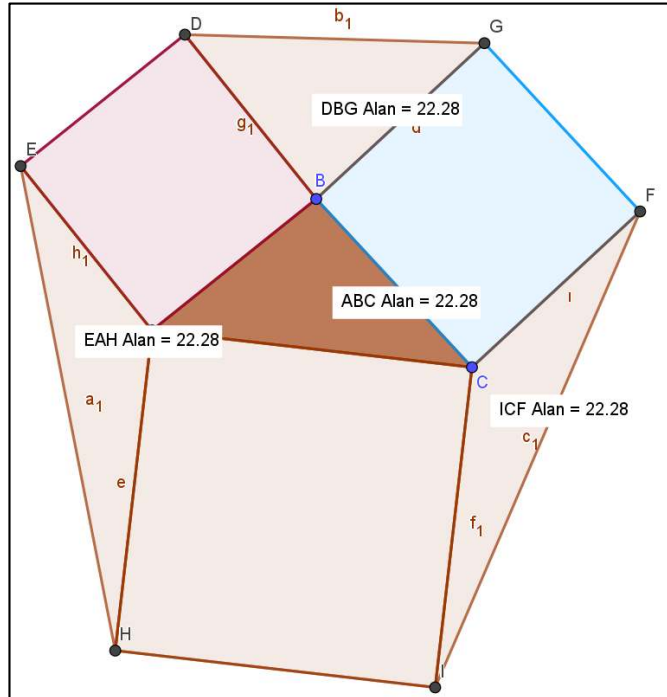
GeoGebra’da gerekli işlemleri yaptıklarında Şekil 4.28’de görüldüğü gibi ikisinin ağırlık merkezinin M ve N olmak üzere farklı noktalar olduğunu görülür. ABC üçgeninin ağırlık merkezi ile bu üçgenin çevrel çemberinin ağırlık merkezinin aynı nokta olmamasının ardından öğretmen adayları ABC üçgeni ile bu üçgenin etrafındaki karelerin ağırlık merkezlerinin birleşiminden oluşacak olan yeni LHI üçgeni arasında bir ilişki olabileceğini düşünürler (7). Bu ilişkinin yine ağırlık merkezleri ile ilgili olabileceğini ifade ettikten sonra (8) GeoGebra’da Şekil 4.29’da görüldüğü gibi ABC ve LHI üçgenlerinin ağırlık merkezlerine bakılır. İkisinin de ağırlık merkezinin aynı nokta olduğu fark edilir (10 ve 11). Öğretmen adayları böylece ağırlık merkezleri aynı olan ABC ve LHI üçgenlerini keşfetmiş olurlar.

- **ABC, EAH, DBG ve ICF üçgenlerinin alanları birbirine eşittir**

Öğretmen adayları Şekil 4.30’da görüldüğü gibi GeoGebra’da yer alan “çokgen” aracıyla EAH, DBG ve ICF üçgenlerini oluşturur. Bu esnada aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşir:

1.Ö_{2.3}: Şimdi bunların alanlarını bulalım.

(GeoGebra’da yer alan “alan” aracıyla Şekil 4.30’da görüldüğü gibi ABC, EAH, DBG ve ICF üçgenlerinin alanları hesaplanır.)



Şekil 4.30. Alanları eşit olan üçgenlere ait bir GeoGebra görseli

2.Ö_{2.3}: Nasıl eşit geldi, sadece bu kenarları aynı.

(GeoGebra'nın hareket ettirme özelliği sayesinde bu alanlar farklı durumlarda da incelenir.)

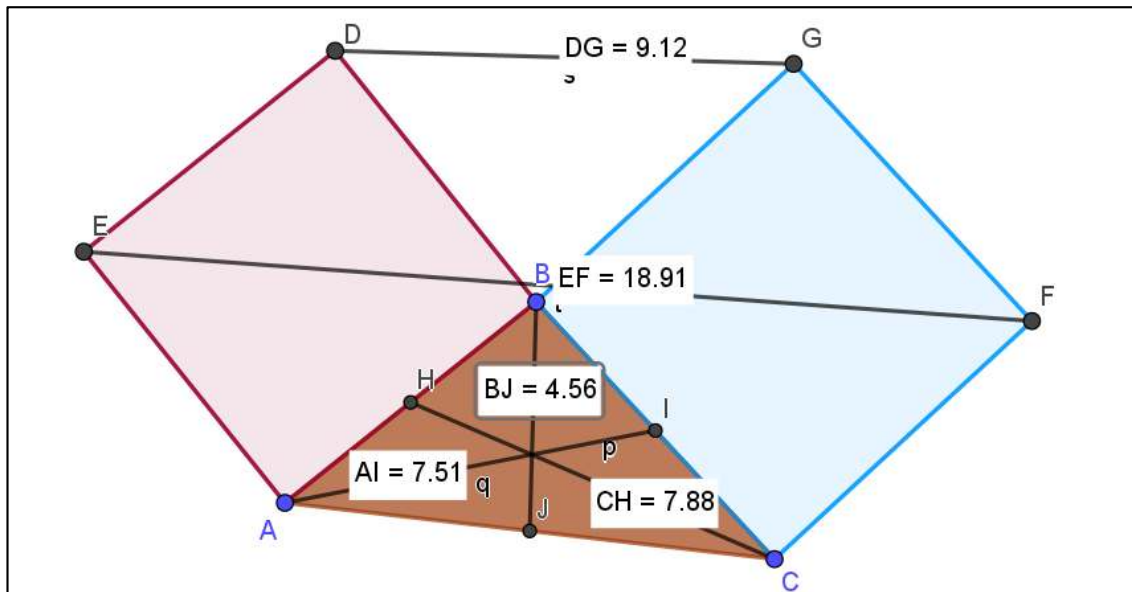
3. Ö_{2.1}: Bilmiyorum ama hep aynı.

4. Ö_{2.2}: Acaba müthiş bir şey mi bulduk yoksa sadece rastgele bir şey mi bulduk?

Öğretmen adayları GeoGebra'da Şekil 4.30'da görüldüğü gibi EAH, DBG ve ICF üçgenlerini oluştururlar. Ardından bu üçgenlerin alanları arasında bir ilişki olabileceğini düşünüp (1) alanlarına hesaplarlar. GeoGebra'da yaptıkları hesaplar neticesinde ABC, EAH, DBG ve ICF üçgenlerinin alanları birbirine eşit olduğunu fark etmişlerdir. Öğretmen adayları bu dört üçgenin alanının eşit olmasına şaşırılmıştır (2 ve 4). Ancak şekli GeoGebra'da hareket ettirdiklerinde de eşitliğin bozulmadığını (3), dolayısıyla bu alanların her zaman birbirine eşit olduğunu keşfetmişlerdir.

- $\frac{|DG|}{|BJ|} = 2$ ([DG] doğru parçasının uzunluğu, ABC üçgeninin [AC] kenarına ait kenarortay uzunluğunun 2 katıdır)

Öğretmen adayları şekilde yer alan üçgenlerin alanları ile ilgili önemli özellik buldukları için doğru parçasının uzunlukları ile ilgili de önemli özellikler bulabileceklerini düşünürler. Bunun için de Şekil 4.31'de görüldüğü gibi GeoGebra'da ABC üçgeninin kenarortaylarının uzunlukların, [EF] doğru parçasının uzunluğunu ve [DG] doğru parçasının uzunluğu hesaplanır. Bu esnada aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşir:



Şekil 4.31. Doğru parçalarının uzunlukları arasındaki oranla ilgili bir GeoGebra görseli

1.Ö_{2.2}: [BJ] ve [DG] arasında bir oran var gibi.

(GeoGebra’da [DG] doğru parçasının uzunluğunun [BJ] doğru parçasının uzunluğuna oranı hesaplanır. Ardından şekil hareket ettirilerek bu oran farklı durumlarda da incelenir.)

2. Ö_{2.1}: Aynı.

3. Ö_{2.2}: Bu nasıl oradan geldi?

4. Ö_{2.1}: Gerçekten.

5. Ö_{2.2}: Ne alaka ki bunlar?

Öğretmen adayları Şekil 4.31’de görüldüğü gibi GeoGebra’da ABC üçgeninin kenarortaylarının uzunlukların, [EF] doğru parçasının uzunluğunu ve [DG] doğru parçasının uzunluğu hesaplar. Hesaplamalarını yaptıklarında [BJ] ve [DG] doğru parçalarının uzunlukları arasında bir oran olabileceğini düşünürler (1). GeoGebra’da gerekli işlemleri yaptıklarında [DG] doğru parçasının uzunluğunun ABC üçgeninin [AC] kenarına ait kenarortay uzunluğunun 2 katı olduğunu görürler (3). Şekli hareket ettirdiklerinde de oranın bozulmadığını gören öğretmen adayları (2) bu oranı keşfetmiş oldular.

4.1.2.6.1. Altıncı etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

2.grup tarafından 6. etkinlikte toplamda 3 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.12’de gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 12. 6.Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
ABC ve JKL üçgeninin ağırlık merkezleri aynı noktadır	1	10	0.1	1
ABC, EAH, DBG ve ICF üçgenlerinin alanları eşittir	1	10	1	10
$\frac{ DG }{ BJ } = 2$	1	10	1	10
Toplam Puan	3	30	2.1	21

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 3 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 3 olur.

Esneklik: Grupta yer alan öğretmen adayları tarafından keşfedilen özelliklerin hepsi farklı kategorilerde yer aldığı için tüm özellikler bu kategoriden 10 puan alır.

Orijinallik: Keşfedilen özelliklerden ilki tüm gruplar tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 0.1 puan alır. Diğer 2 özellik ise 2 farklı grup tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 1 puan alır.

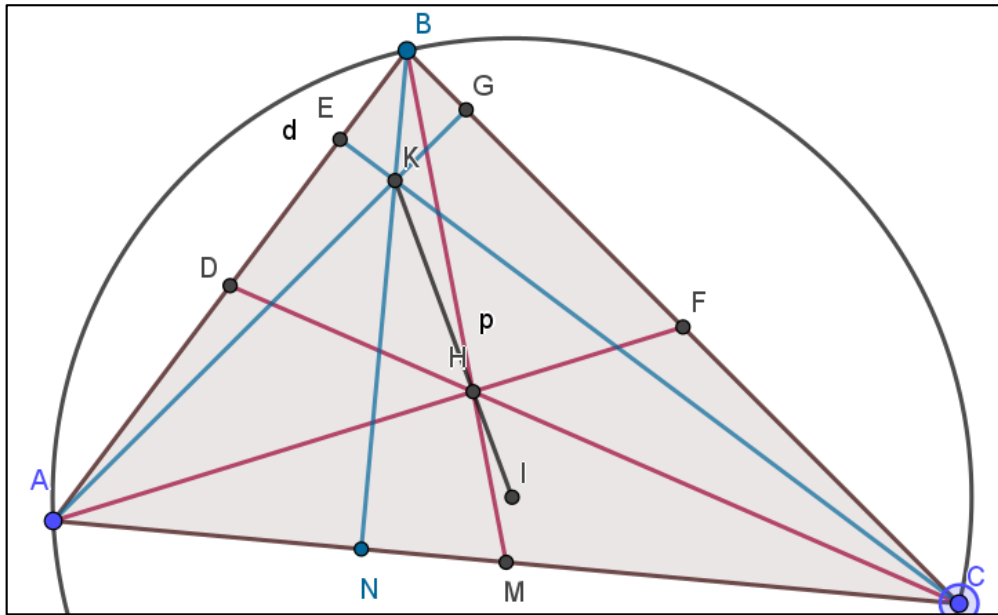
Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 21 olur.

4.1.2.7. Yedinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

2. gruptaki öğretmen adayları 7. etkinlik için 22 özellik keşfetmiş ve bunlardan beşi önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla ikinci grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri beş tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 2. grup tarafından 7. etkinlikte keşfedilen önemli özellikler aşağıdaki gibidir.

- **A, B ve C noktalarından geçen çemberinin merkezi K ve H noktalarından geçen doğru üzerindedir**

Öğretmen adayları çemberlerle ilgili önemli özellikler bulabileceklerini düşündüler. Bunun için de GeoGebra’da Şekil 4.32’de görüldüğü gibi A, B ve C noktalarından geçen bir çember çizilir. Ardından aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşir:



Şekil 4.32. Doğrusal noktalara ait bir GeoGebra görseli

1.Ö_{2,3}: Orta noktası nereye geliyor acaba?

(GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla Şekil 4.32’de görüldüğü gibi A, B ve C noktalarından geçen çemberin merkezi belirlenir.)

2. Ö_{2.1}: Hep doğrusal mı peki?

3. Ö_{2.1}: Hareket ettirir misin?

(GeoGebra’nın hareket ettirme özelliği sayesinde şeklin farklı konumlarında noktaların durumları incelenir.)

4. Ö_{2.1}: Bir doğru çizsene.

(GeoGebra’da yer alan “doğru parçası” aracıyla Şekil 4.32’de görüldüğü gibi [IK] doğru parçası çizilir.)

5. Ö_{2.3}: Her zaman J’nin üzerinde oluyor. Bir oynat bakalım.

(GeoGebra’nın hareket ettirme özelliği sayesinde şeklin farklı konumlarında noktaların durumları incelenir.)

6. Ö_{2.2}: Bulduk.

Ö_{2.3}: Her zaman H üstünde oluyor.

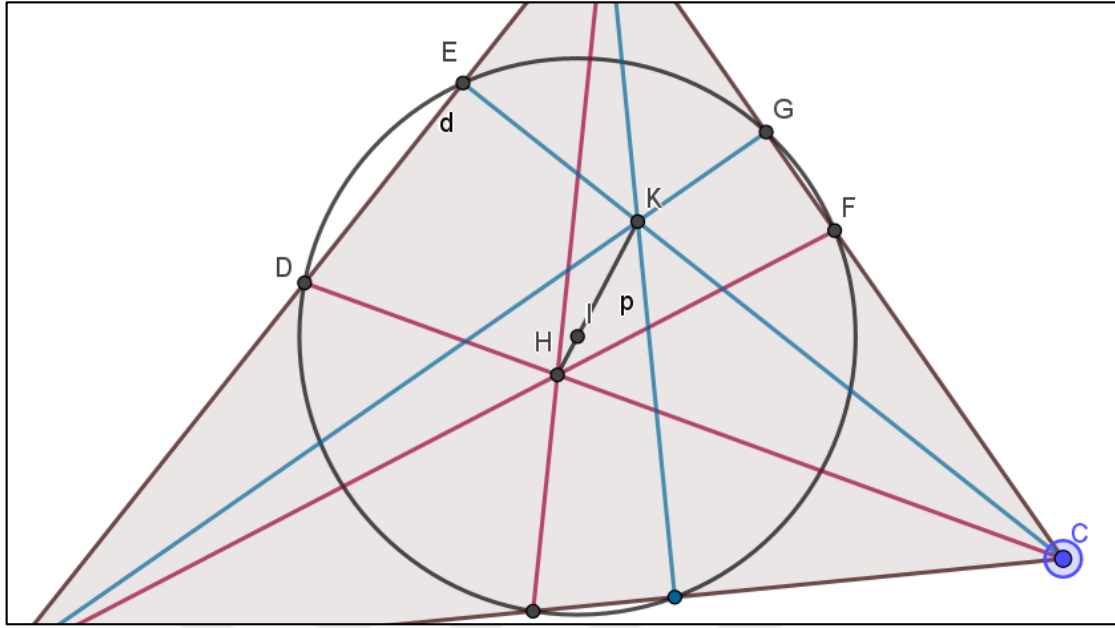
Öğretmen adayları A, B ve C noktalarından geçen bir çember çizerek bunun merkezini Şekil 4.32’de gösterildiği gibi bulmuşlardır (1). Merkezini bulduktan sonra bu merkez noktasının K ve J noktalarıyla doğrusal olabileceğini düşündüler (2). GeoGebra’da I ve K noktalarından geçen bir doğru parçasını çizdiklerinde (4) H noktasının her zaman bu doğru parçasının üzerinde olduğu görülür (5,6,7). Öğretmen adayları böylece A, B ve C noktalarından geçen çemberinin merkezinin her zaman K ve H noktalarından geçen doğru üzerinde olduğunu yani bu üç noktanın doğrusal olduğunu keşfetmiş oldular.

- **Dokuz nokta çemberinin merkezi K ve H noktalarından geçen doğru üzerindedir**

Öğretmen adayları A, B ve C noktalarının merkeziyle K ve H noktalarının doğrusal olmasını keşfetmelerinin ardından bir de farklı bir çemberin merkezinde de benzer bir durum olup olmadığını merak ettiler. Bunun için de GeoGebra’da Şekil 4.33’te görüldüğü gibi D, M ve F noktalarından geçen bir çember çizilir. Bu esnada aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşir:

1.Ö_{2.3}: Bir iç teğet çember çizebilir miyiz?

(Şekil 4.33'te görüldüğü gibi GeoGebra'da yer alan “3 noktadan geçen çember” aracıyla D, M ve F noktalarından geçen bir çember çizilir.)



Şekil 4.33. Doğrusal noktalara ait bir GeoGebra görseli

2. Ö_{2.2}: Yok Yok kenar ortalarından çiz.

3. Ö_{2.1}: Bir saniye bir saniye rahat ol.

(Şekil 4.33'te görüldüğü gibi GeoGebra'da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla D, M ve F noktalarından geçen çemberin merkezi belirlenir. Ardından “doğru parçası” aracıyla [HK] doğru parçası çizilir.)

4. Ö_{2.3}: O şey geldi bak 9 noktadan geçen.

5. Ö_{2.1}: Dokuz nokta çemberi mi?

6. Ö_{2.3}: Evet.

Öğretmen adayları A, B ve C noktalarının merkeziyle K ve H noktalarının doğrusal olmasını keşfetmelerinin ardından D, M ve F noktalarından geçen bir çemberde de benzer bir durum olabileceğini düşür (3). Bunun için de GeoGebra'da Şekil 4.33'te görüldüğü gibi D, M ve F noktalarından geçen bir çember ve bu çemberin orta noktası çizilir. Ardından [HK] doğru parçası çizilir ve gerçekten de D, M ve F noktalarından geçen çemberin merkeziyle K ve H noktalarının doğrusal olduğu Şekil 4.33'te görüldüğü gibi görülür.

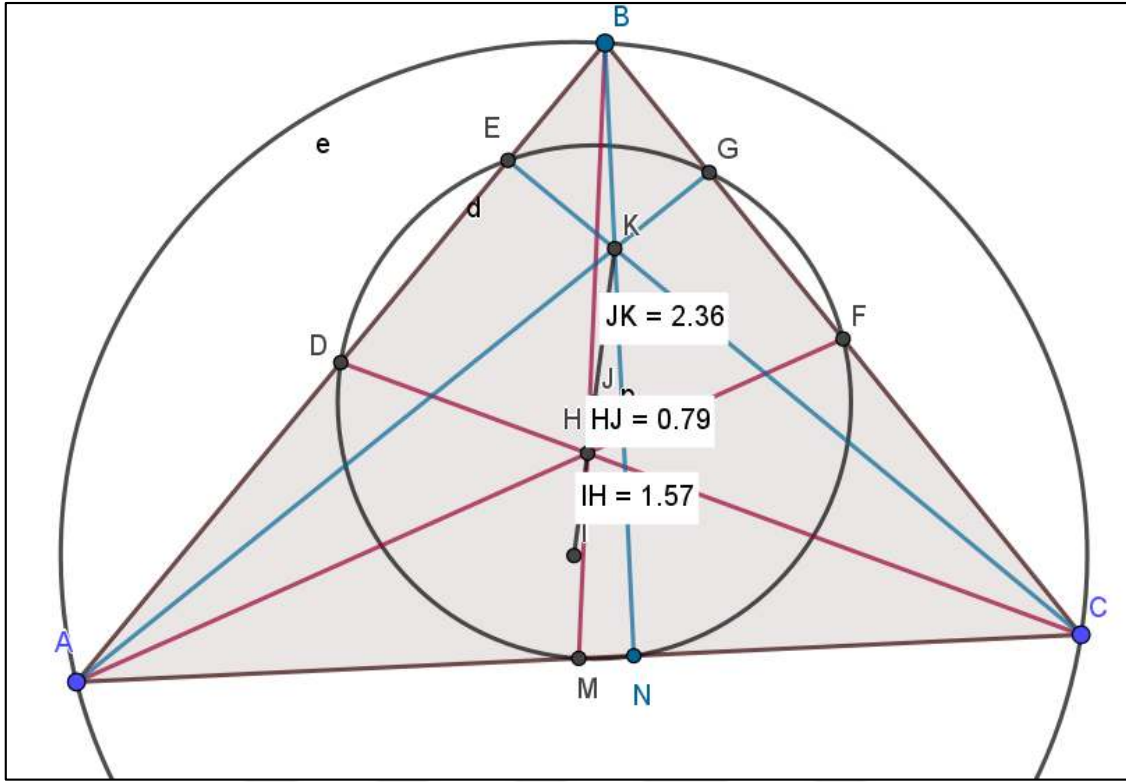
- **D, E, F, M, G ve N noktalarının hepsinden bir çember geçer. Bu çember dokuz nokta çemberidir**

Öğretmen adayları D, M ve F noktalarından geçen çemberin merkezi ile K ve H noktalarının doğrusal olduğunu keşfederken çizmiş oldukları çemberin dokuz nokta çemberi olduğunu fark etmiştir (4,5,6). Yani öğretmen adayları aynı zamanda dokuz nokta çemberini de keşfetmiştir.

- $\frac{|IH|}{|HJ|} = 2$ (**|IH| doğru parçasının uzunluğunun |HJ| doğru parçasının uzunluğuna oranı 2'dir.**)
- $\frac{|KJ|}{|HJ|} = 3$ (**|KJ| doğru parçasının uzunluğunun |HJ| doğru parçasının uzunluğuna oranı 3'tür.**)

Öğretmen adayları A, B ve C noktalarından geçen çemberin merkezi ve D, M ve F noktalarından geçen çemberin merkezi ile K ve H noktalarının doğrusal olduğunu keşfettikten sonra aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşti:

1. Ö_{2.3}: Oran var mı noktalar arasında?
 2. Ö_{2.1}: Nasıl bir oran?
 3. Ö_{2.3}: Mesela bir nokta var ya diyelim ki ...
 4. Ö_{2.1}: Yarım yarım olabilir mi diyorsun?
 5. Ö_{2.3}: Evet ya da 2'ye 1.
 6. Ö_{2.1}: Bir bakalım ona. Güzel bir yere değindin.
 7. Ö_{2.3}: Mesela bunun buna olan uzaklığı (H noktasının J noktasına), bunun buna olan uzaklığının (K noktasının J noktasına) 3 katı mıdır?
 8. Ö_{2.1}: 3, 1, 2 olabilir bak.
- (GeoGebra'da yer alan “uzunluk ölçme” aracıyla Şekil 4.34'te görüldüğü gibi [IH], [HJ] ve [KJ] doğru parçalarının uzunlukları hesaplanır. Ardından bu uzunluklar arasındaki oran hesaplanır.)
9. Ö_{2.1}: Aynen 3, 1, 2 oldu.



Şekil 4.34. Doğru parçalarının uzunlukları arasındaki oranla ilgili bir GeoGebra görseli

Öğretmen adayları A, B ve C noktalarından geçen çemberin merkezi ve D, M ve F noktalarından geçen çemberin merkezi ile K ve H noktalarının doğrusal olduğunu keşettikten sonra noktalar arasındaki uzaklıkların belirli bir oranda olabileceğini düşünürler (1,4,5,7,8). Ardından GeoGebra’da gerekli hesaplamaları yaptıklarında [IH] doğru parçasının uzunluğunun [HJ] doğru parçasının uzunluğuna oranının 2 olduğunu (9). Benzer şekilde [KJ] doğru parçasının uzunluğu ve [HJ] doğru parçasının uzunluğu arasındaki oranı hesapladıklarında [KJ] doğru parçasının uzunluğunun ve [HJ] doğru parçasının uzunluğuna oranının 3 olduğunu anladılar (9).

4.1.2.7.1. Yedinci etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

2.grup tarafından toplamda 5 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.13’te gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 13. 7.Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
A, B ve C noktalarından geçen çemberinin merkezi KH doğrusu üzerindedir	1	10	10	100
Dokuz nokta çemberinin merkezi KH doğrusu üzerindedir	1	1	10	10
D, E, F, M, G ve N noktalarının hepsinden bir çember geçer	1	10	10	100
$\frac{ IH }{ HJ } = 2$	1	10	1	10
$\frac{ KJ }{ HJ } = 3$	1	1	1	1
Toplam Puan	5	32	32	221

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 5 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 5 olur.

Esneklik: Grupta yer alan öğretmen adayları tarafından keşfedilen 5 tane önemli özellik 3 farklı kategoride yer alır. 1., 3. ve 4. özellik kendi kategorilerinde keşfedilen ilk özellikler olduğu için bu kategoriden 10 puan alır. 2. ve 5. özellikler aynı kategoride olduğu özelliklerden farklı işlemler yapılarak keşfedilen özellikler olduğu için bu kategoriden 1 puan alır.

Orijinallik: 1., 2. ve 3. özellikler öğretmen adayları tarafından keşfedilmesi beklenmeyen önemli özelliklerdir. Bu özelliğin bu etkinlikte keşfedilmesi araştırmacıyı şaşırttığı için bu kategoriden 10 puan alır. Diğer özellikler 2 grup tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 1 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 221 olur.

4.1.3. Üçüncü Gruptan elde edilen bulgular

4.1.3.1. Birinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

3. gruptaki öğretmen adayları 1. etkinlik için 10 özellik keşfetmiş ve bunlardan sadece ikisi önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla üçüncü grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri iki tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 3. grup tarafından 1. etkinlikte keşfedilen önemli özellikler aşağıdaki gibidir.

- **ABC eşkenar üçgendir**

3. Grupta yer alan öğretmen adayları tarafından ilk başta D noktasının kenarortayların kesim noktası olabileceği düşünüldü. Bu esnada aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşti:

1. Ö_{3.2}: Ne yapalım şimdi?

2. Ö_{3.1}: F noktasının köşeye olan uzaklıklarıyla E noktasının köşeye olan uzaklıkları aynı mı?

3. Ö_{3.2}:Bakalım.

(Geogebra’da yer alan “uzunluk ölçme” aracıyla [AF], [FC] [CE] ve [EB] doğru parçalarının uzunluklarını hesaplamak yerine yanlışıyla [AC] ve [BC] doğru parçalarının uzunlukları hesaplanır.)

4. Ö_{3.2}:Aaa aynı çıktı.

5. Ö_{3.1}:Sen direkt şu an doğrunun uzunluğunu ölçüyorsun.

6. Ö_{3.3}: Evet.

(GeoGebra’da yapılan hesaplamalar geri alınır.)

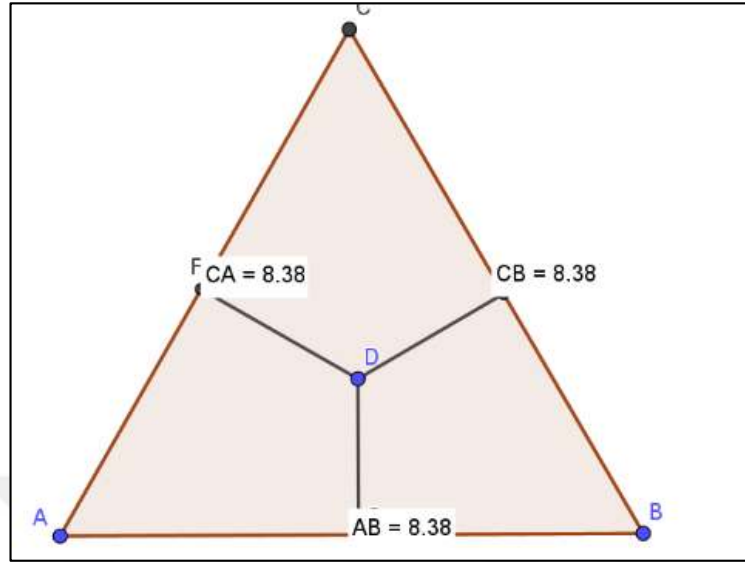
7. Ö_{3.2}: Dur geriye alma belki eşkenar çıkacak.

(Geogebra’da yer alan “uzunluk ölçme” aracıyla [AF], [FC] [CE] ve [EB] doğru parçalarının uzunluklarını hesaplanır.)

8. Ö_{3.3}: Aynı değil işte.

9. Ö_{3.2}: Geri al şimdi bunları.

(Geogebra’da yer alan “uzunluk ölçme” aracıyla Şekil 4.35’te görüldüğü gibi $[AC]$, $[AB]$ ve $[BC]$ doğru parçalarının uzunluklarını hesaplanır.)



Şekil 4.35. Özel üçgenlere ait bir GeoGebra görseli

10. Ö_{3.2}: Aaa eşkenarmış.

Öğretmen adayları ilk başta D noktasının kenarortayların kesim noktası olabileceğini düşündü (2). Bunun için de GeoGebra’da $[AF]$, $[FC]$ $[CE]$ ve $[EB]$ doğru parçalarının uzunluklarını hesaplamak yerine yanlışlıkla $[AC]$ ve $[BC]$ doğru parçalarının uzunluklarını hesapladılar (5). Bu yanlış hesaplamaları sonucunda $[AC]$ ve $[BC]$ doğru parçalarının uzunluklarının eşit olduğunu ve dolayısıyla ABC üçgeninin eşkenar üçgen olabileceğini düşündüler (4 ve 7). Ancak öğretmen adayları ABC üçgeninin eşkenar üçgen olup olmadığına bakmak yerine ilk olarak akıllarına gelen ilk fikri yani D noktasının kenarortayların kesim noktası olup olmadığına baktı ve fikirlerinin doğru olmadığını gördüler (8). Daha sonra ABC üçgeninin kenar uzunluklarını Şekil 4.35’de görüldüğü gibi ölçtüklerinde ABC üçgeninin eşkenar üçgen olduğunu keşfetmiş oldular (10).

- **$[DG]$, $[DF]$ ve $[DE]$ doğru parçalarının uzunlukları toplamı ABC üçgeninin yüksekliğine eşittir**

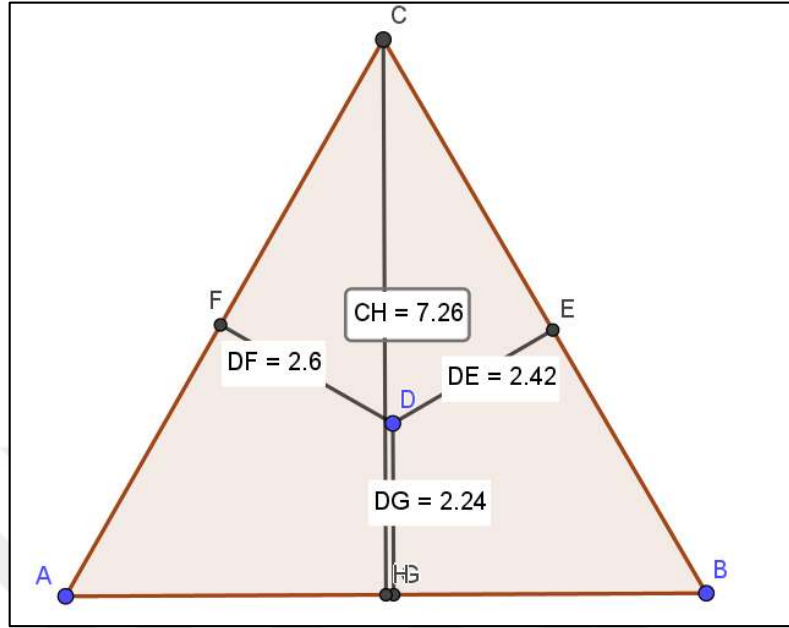
Öğretmen adayları ABC üçgeninin eşkenar üçgen olmasını keşfettikten sonra aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşmiştir:

1. Ö_{3.1}: Şey şu üçünün uzunluğu eşit mi onlara da bakalım.

(Geogebra’da yer alan “uzunluk ölçme” aracıyla Şekil 4.36’da görüldüğü gibi $[DF]$, $[DE]$ ve $[DG]$ doğru parçalarının uzunluklarını hesaplanır.)

2. Ö_{3.2}: Aynı değilmiş.

3. Ö_{3.1}: Peki hepsinin toplamı bir kenar yapar mı?



Şekil 4.36. Doğru parçalarının uzunlukları ve üçgenin yüksekliği arasındaki ilişkiye ait bir GeoGebra görseli

4. Ö_{3.2}: Ne alaka, etmiyor.

5. Ö_{3.3}: Niye sordun şimdi bunu?

6. Ö_{3.2}: Ne yapalım şimdi?

7. Ö_{3.1}: A'da [BC]'ye dik indirsene.

(Geogebra'da yer alan “dik doğru” aracıyla Şekil 4.36'da görüldüğü gibi A noktasından [BC] doğru parçalarına dik doğru çizilir.)

8. Ö_{3.1}: Şimdi şununla şunu kesiştir.

(Şekil 4.36'da görüldüğü gibi GeoGebra'da yer alan “kesiştir” aracıyla H noktası oluşturulur.)

9. Ö_{3.1}: Şimdi doğruyu sil ve A'dan H'a doğru parçası çiz.

10. Ö_{3.3}: Niye sildirdin?

11. Ö_{3.1}: Şimdi A'dan H'ın uzunluğunu bul.

12. Ö_{3.3}: Hımm anladım diğer üçünün uzunluğuna...

13. Ö_{3.1}: Evet diğer üçünün toplamına eşit mi değil mi?

(GeoGebra’da yer alan “uzunluk ölçme aracıyla Şekil 4.36’da görüldüğü gibi [AH] doğru parçasının uzunluğu hesaplanır. Ardından [DF], [DE] ve [DG] doğru parçalarının uzunlukları toplanır.)

14. Ö_{3.2}: Aynısı oldu bu. Bunu nerden buldun?

15. Ö_{3.1}: İşte böyle bir özellik.

16. Ö_{3.2}: Büyüledim şu an bunu nasıl buldun? Ben bu özelliği bilmiyordum.

Öğretmen adayları ABC üçgeninin eşkenar üçgen olduğunu keşfettikten sonra [DF], [DE] ve [DG] doğru parçalarının uzunluklarının birbirine eşit olabileceğini düşündü (1). Ancak GeoGebra’da bu uzunlukları Şekil 4.36’da görüldüğü gibi ölçtüklerinde birbirine eşit olmadığını anladılar (2). Ardından Ö_{3.1} kodlu öğretmen adayı tarafından bu doğru parçalarının uzunlukları toplamının ABC üçgeninin kenar uzunluğuna eşit olabileceği düşünüldü (3). Ancak diğer öğretmen adayları tarafından bu fikre karşı çıkıldığı için GeoGebra’da herhangi bir hesaplama yapılmadı (4 ve 5). Son olarak bu [DG], [DF] ve [DE] doğru parçalarının uzunlukları toplamının ABC üçgeninin yüksekliğine eşit olabileceği düşünüldü (12 ve 13). Bunun için Geogebra’da gerekli işlemler yapıldığında gerçekten de [DG], [DF] ve [DE] doğru parçalarının uzunlukları toplamının ABC üçgeninin yüksekliğine eşit olduğu görülmüştür (14). Öğretmen adayları böylece [DG], [DF] ve [DE] doğru parçalarının uzunlukları toplamının ABC üçgeninin yüksekliğine eşit olduğu da keşfetmişlerdir.

4.1.3.1.1. Birinci etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

3.grup tarafından 1. etkinlikte toplamda 2 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.14’te gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 14. 1.Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
ABC bir eşkenar üçgendir	1	10	0.1	1
$ DG + DF + DE = \text{Yükseklik (ABC)}$	1	10	10	100
Toplam Puan	2	20	10.1	101

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 2 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 2 olur.

Esneklik: Keşfedilen özelliklerin ikisi de farklı kategorilerde yer aldığı için bu kategoriden 10 puan alır.

Orijinallik: 1. özellik 3 grup tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 0.1 puan alır. 2. özellik öğretmen adayları tarafından keşfedilmesi beklenmeyen önemli bir özelliktir. Bu özelliğin keşfedilmesi araştırmacıyı şaşırttığı için bu kategoriden 10 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 101 olur.

4.1.3.2. İkinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

3. gruptaki öğretmen adayları 2. etkinlik için 12 özellik keşfetmiş ve bunlardan sadece ikisi önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla üçüncü grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri iki tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 3. grup tarafından 2. etkinlikte keşfedilen önemli özellikler aşağıdaki gibidir.

- **Eşkenar üçgenlerin ağırlık merkezlerinin birleşimi yine bir eşkenar üçgen oluşturur.**

3. grupta yer alan öğretmen adayları tarafından Şekil 4.37’de görüldüğü gibi ABC üçgeninin ağırlık merkezi olan M noktası belirlenir ve eşkenar üçgenlerin çevrel çemberleri çizilir. Ardından aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşir:

1. Ö_{3.3}: Şunun merkezi, şunun merkezi ve şunun merkezini (çevrel çemberlerin) birleştirirsek acaba tam şuradan geçer mi?

2. Ö_{3.2}: Yok biz nerede kesişir diyelim bence.

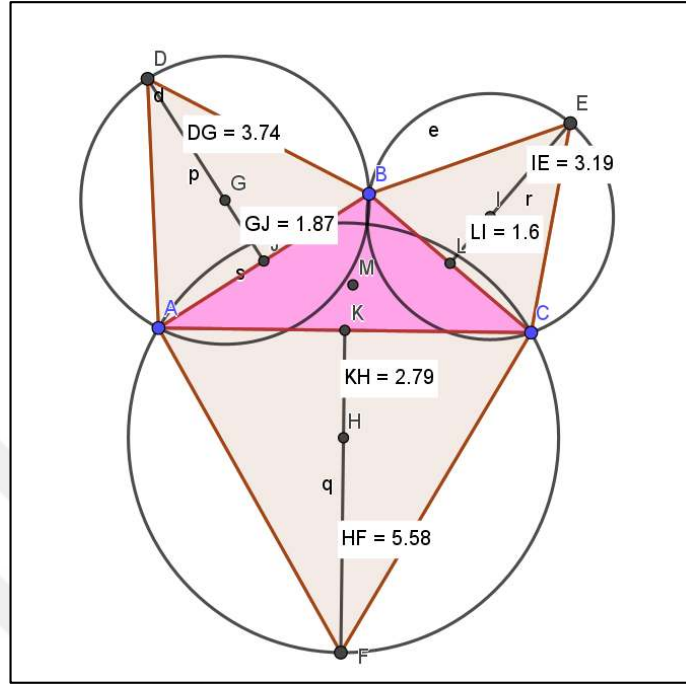
3. Ö_{3.3}:Dene bakalım

(GeoGebra’da Şekil 4.37’de görüldüğü gibi “orta nokta veya merkez” aracıyla çevrel çemberlerin ağırlık merkezleri belirlenir.)

4. Ö_{3.2}: Ağırlık merkezi mi oldu bu?

5. Ö_{3.3}: Eşkenar üçgen olduğu için evet.

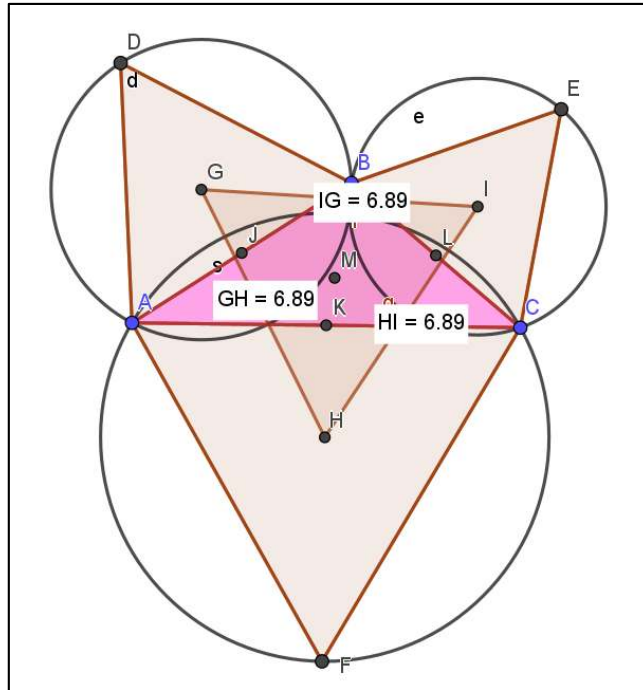
(GeoGebra’da Şekil 4.37’de görüldüğü gibi ağırlık merkezi olup olmadığını anlamak için $[GJ]$, $[DG]$, $[LI]$, $[IE]$, $[KH]$ ve $[HF]$ doğru parçalarının uzunlukları ölçülür.)



Şekil 4.37. Eşkenar üçgenlerin ağırlık merkezlerine ait bir GeoGebra görseli

6. Ö_{3.3}: Aynen bak ağırlık merkezi oldu.

(GeoGebra’da bu ağırlık merkezleri birleştirilerek Şekil 4.38’de görüldüğü gibi bir GHI üçgeni oluşturulur.)



Şekil 4.38. Özel üçgenlere ait bir GeoGebra görseli

6. Ö_{3.1}:Eşkenar üçgen mi oldu acaba bu.

(GeoGebra’da yer alan “uzunluk ölçme” aracıyla Şekil 4.38’de görüldüğü gibi GHI üçgenin kenar uzunlukları ölçülür.)

7. Ö_{3.1}:Gördün mü?

Öğretmen adayları GeoGebra’da eşkenar üçgenlerin çevrel çemberlerinin merkezlerini (ağırlık merkezlerini) birleştirerek önemli bir özellik bulabileceklerini düşünür (1). Bunun için de ilk olarak GeoGebra’da Şekil 4.37’de görüldüğü gibi eşkenar üçgenlerin çevrel çemberlerinin merkezleri bulunur. Daha sonra bu merkez noktalarını birleştirilerek bir GHI üçgeni elde edilir. Yeni oluşan GHI üçgeninin de eşkenar üçgen olabileceğini düşünmelerinin ardından (6) bu GHI üçgeninin kenar uzunlukları ölçülür. Şekil’ 4.38’de görüldüğü gibi kenar uzunlukları birbirine eşittir. Böylece öğretmen adayları GHI üçgeninin eşkenar üçgen olduğunu keşfetmiş oldular. Öğretmen adayları eşkenar üçgenlerin merkezlerini buldular fakat bu merkez nokta aynı zamanda üçgenler eşkenar üçgen olduğu için ağırlık merkezidir (4 ve 5). Öğretmen adayları böylece eşkenar üçgenlerin ağırlık merkezlerinin birleşimi yine bir eşkenar üçgen oluşturduğunu keşfetmiştir.

- **ABC üçgeni ile GHI üçgeninin ağırlık merkezi aynı noktada yer alır**

Öğretmen adayları tarafından GHI üçgeninin eşkenar üçgen olduğunun keşfedilmesinin ardından aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşti:

1. Ö_{3.3}: Acaba şu M noktasıyla alakalı bir şey var mı, bence ona bakalım. Bu M noktası acaba üçgenin şeyi midir, neyi midir? Üçgenin ağırlık merkezi midir?

2. Ö_{3.2}: Bir dakika bir dakika şu M noktası ABC üçgeninin ağırlık merkezi midir?

3. Ö_{3.3}:Dur yapacağım

4. Ö_{3.2}: Çok güzel bir şey çıkacak bak.

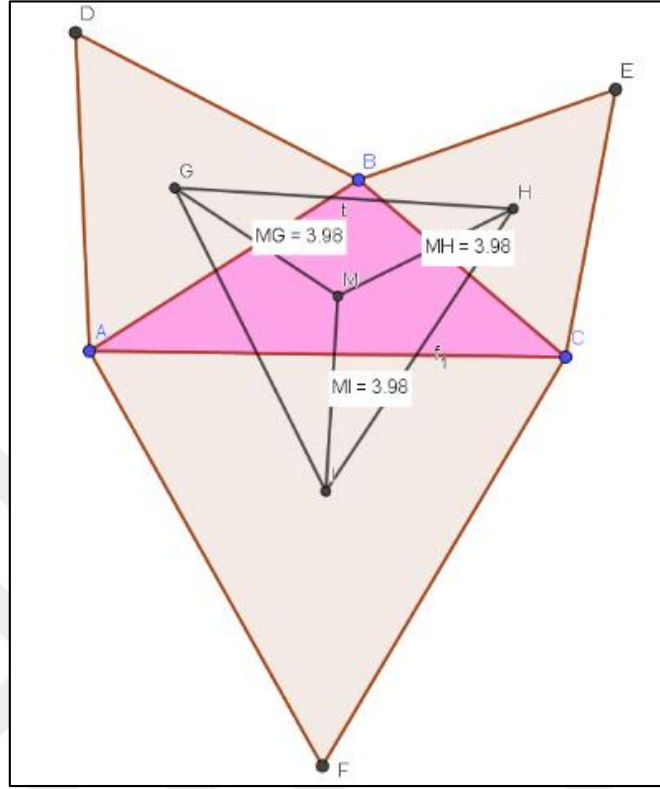
(GeoGebra’da Şekil 4.39’da görüldüğü gibi “doğru parçası” aracıyla [MG], [MH] ve [MI] doğru parçaları çizilir.)

5. Ö_{3.2}: Eğer eşit oluyorsa ...

6. Ö_{3.3}: Eşit oluyorsa nedir?

7. Ö_{3.2}: Eşit oluyorsa o nokta şeydir, ağırlık merkezidir.

(GeoGebra’da Şekil 4.39’da görüldüğü gibi “uzunluk ölçme” aracıyla $[MG]$, $[MH]$ ve $[MI]$ doğru parçalarının uzunlukları ölçülür.)



Şekil 4.39. Ağırlık merkezleri aynı nokta olan iki üçgene ait bir GeoGebra görseli

8. Ö_{3.3}: Bunlar gerçekten eşittir.
9. Ö_{3.2}: Ağırlık merkezidir değil mi?
10. Ö_{3.3}: Evet.
11. Ö_{3.2}: Güzel bir şey bulduk.

Öğretmen adayları tarafından GHI üçgeninin eşkenar üçgen olmasının keşfinin ardından ABC üçgeninin ağırlık merkezi ile GHI üçgeninin ağırlık merkezi arasında bir ilişki olabileceğini düşünülmüştür (1 ve 2). Bunun için de Şekil 4.39’da görüldüğü gibi GeoGebra’da $[MG]$, $[MH]$ ve $[MI]$ doğru parçaları çizilir ve bu doğru parçalarının uzunlukları hesaplanır. Doğru parçalarının eşit uzunlukta olduğunu gören öğretmen adayları M noktasının GHI üçgeninin ağırlık merkezi olduğunu anlar (7,8,9,10,11). Böylece öğretmen adayları ABC ve GHI üçgenin de ağırlık merkezinin aynı nokta olduğunu keşfetmiş olur.

4.1.3.2.1. İkinci etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

3.grup tarafından 2. etkinlikte toplamda 2 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.15'te gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 15. 2. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
Eşkenar üçgenlerin ağırlık merkezleri bir eşkenar üçgen oluşturur	1	10	10	100
ABC ve GHI üçgeninin ağırlık merkezi aynıdır	1	10	10	100
Toplam Puan	2	20	20	200

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 2 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 2 olur.

Esneklik: Grupta yer alan öğretmen adayları tarafından keşfedilen 2 tane önemli özellikte farklı kategorilerde yer alan özellikler olduğu için bu kategoriden 10 puan alır.

Orijinallik: Keşfedilen özelliklerin ikisi de sadece bu grup tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 10 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 200 olur.

4.1.3.3. Üçüncü Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

3. gruptaki öğretmen adayları 3. etkinlik için 18 özellik keşfetmiş ve bunlardan hiçbirisi önemli özellik kategorisinde yer almamıştır. Dolayısıyla 3. grubun 3. etkinlikte yaratıcı problem kurma becerilerinin değerlendirilebileceği herhangi bir önemli özellik olmadığı için değerlendirme yapılmamıştır.

4.1.3.4. Dördüncü Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

3. gruptaki öğretmen adayları 4. etkinlik için 18 özellik keşfetmiş ve bunlardan sadece ikisi önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla üçüncü grubun yaratıcı

problem kurma becerileri keşfettikleri iki tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 3. grup tarafından 4. etkinlikte keşfedilen önemli özellikler aşağıdaki gibidir.

- **H noktası ortik üçgenin iç teğet çemberinin merkezidir**

(H noktası ortik üçgenin açkırtaylarının kesim noktasıdır)

Öğretmen adayları tarafından H noktasının ortik üçgenin çevrel çemberinin merkezi gibi önemli bir nokta olabileceği düşünülür. Bu esnada aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşir:

1. Ö_{3.3}: Diklik merkezinin özelliği neydi? Dış, çevrel çemberin merkezi miydi, neydi?

(GeoGebra’da yer alan “3 noktadan geçen çember” aracıyla D, E ve G noktalarından geçen çember çizilir. Ardından “orta nokta veya merkez” aracıyla bu çemberin merkezi belirlenir.)

2. Ö_{3.3}: Merkezi değil.

3. Ö_{3.1}: Değil mi? Ee o zaman çevrel çemberin merkezi değilse nedir?

4. Ö_{3.3}: Açkırtayların kesim noktası olabilir mi?

5. Ö_{3.1}: Açkırtaya benzemiyor.

6. Ö_{3.3}: Benziyor, baya benziyor. Bence açkırtay bu.

(GeoGebra’da yer alan “açı ölçme” aracıyla $\widehat{CAE}$ ve $\widehat{EAB}$ açılarının ölçüleri ölçülür.)

7. Ö_{3.3}: O değil.

8. Ö_{3.1}: Ne açkırtay?

9. Ö_{3.3}: Bu ikisi, bu ikisi, bu ikisi (D, E ve G açıları).

(GeoGebra’da yer alan “açı ölçme” aracıyla Şekil 4.40’da görüldüğü gibi H noktasının D, E ve G açılarının açkırtaylarının kesim noktası olup olmadığını anlamak için gerekli olan açıların ölçüleri ölçülmüştür.)

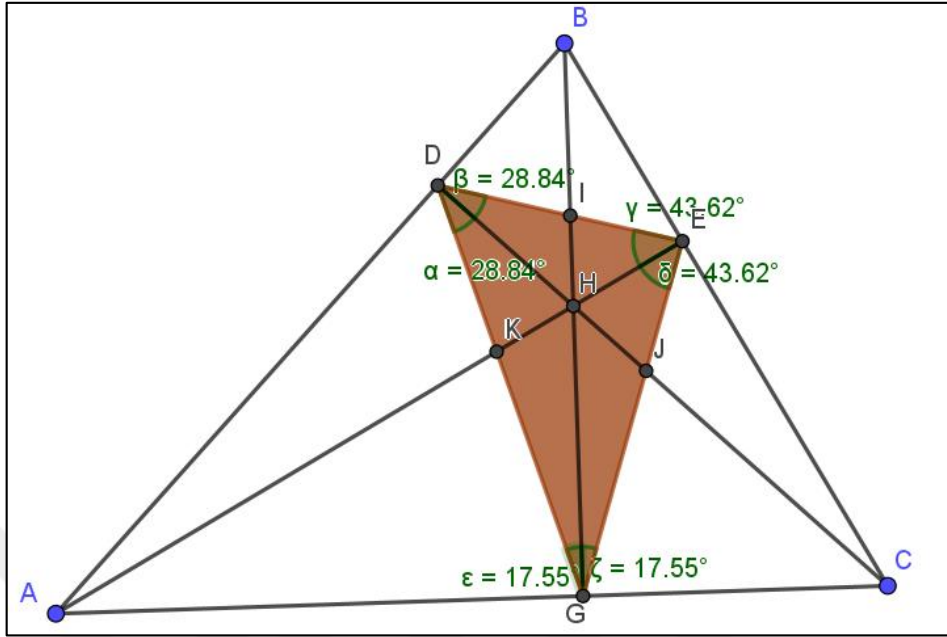
10. Ö_{3.3}: Evett.

11. Ö_{3.2}: Hepsi açkırtay mı?

12. Ö_{3.3}: Evet.

13. Ö_{3.2}: Açkırtayların kesim noktasıysa aynı zamanda iç teğet çemberin merkezidir.

14. Ö_{3,3}: Evet ama bu üçgenin (ortik üçgen).

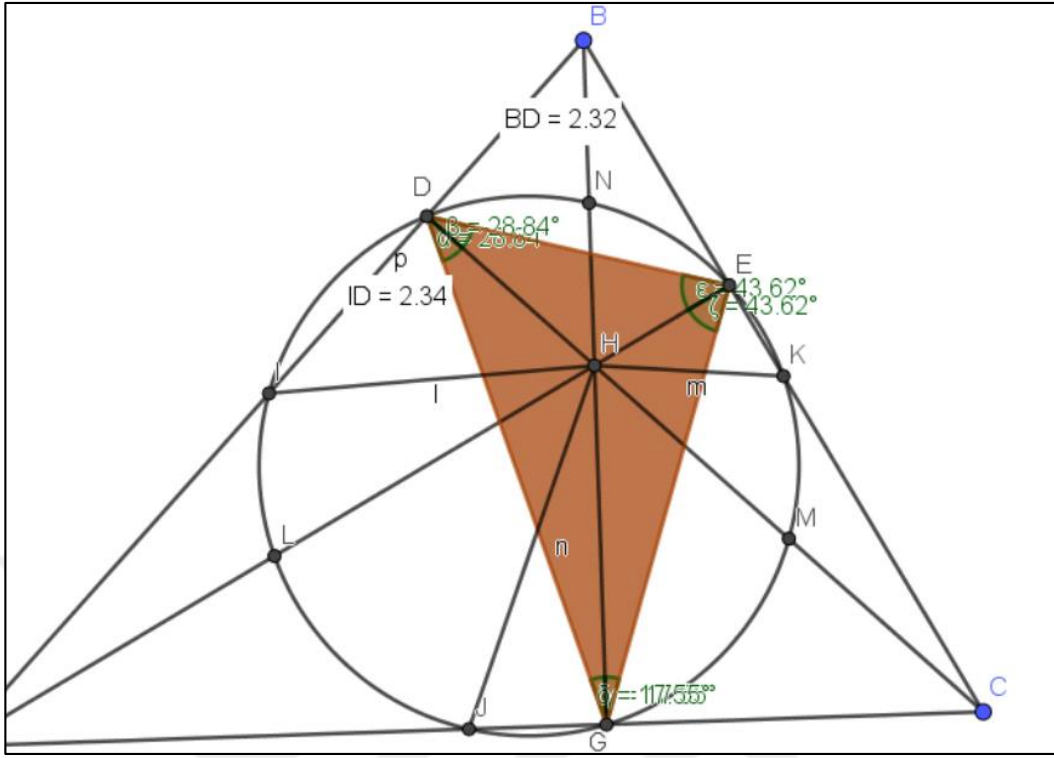


Şekil 4.40. Açıortayların kesim noktasına ait bir GeoGebra görseli

Öğretmen adayları tarafından ilk olarak H noktasının ortik üçgenin çevrel çemberinin merkezi olabileceği düşünülür (1). Fakat GeoGebra’da ortik üçgenin çevrel çemberini çizdiklerinde bu çemberin merkezinin H noktasından farklı bir nokta olduğunu fark edilir (2). H noktasının dış teğet çemberin merkezi olmadığını gören öğretmen adayları açıortayların kesim noktası olabileceğini düşünürler (4). Bunun için de GeoGebra’da Şekil 4.40’da görüldüğü gibi H noktasının ortik üçgenin açıortaylarının kesim noktası olup olmadığını anlamak için gerekli açılar ölçtüklerinde H noktasının gerçekten de ortik üçgenin açıortaylarının kesim noktası olduğunu anlıyorlar (10,11,12). H noktasının ortik üçgenin açıortaylarının kesim noktası için iç teğet çemberinin merkezi de olacağı Ö_{3,2} kodlu öğretmen adayı tarafından ifade ediliyor (13). Yani böylece öğretmen adayları H noktasının, ortik üçgenin iç teğet çemberinin merkezi olduğunu da keşfetmiş olurlar.

- N, E, K, M, G, J, L, I ve D noktalarından bir çember (Dokuz nokta çemberi) geçer

Öğretmen adayları tarafından önemli özellik keşfedebilmek için GeoGebra’da Şekil 4.41’de görüldüğü gibi ABC üçgeninin kenarlarının orta noktaları ve [BH] doğru parçasının orta noktasını (N noktası), [CH] doğru parçasının orta noktasını (M noktası) ve [AH] doğru parçasının orta noktasını (L noktası) çizilir. Ardından da bu 3 noktadan geçen bir çember çiziyorlar. Bu esnada da aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşir:



Şekil 4.41. Ortik üçgenin köşelerinden çizilen dokuz nokta çemberine ait bir GeoGebra görseli

1. $\ddot{O}_{3,1}$: Şunların orta noktalarından geçen çember, büyük üçgenin orta noktalarından da geçiyor.
2. $\ddot{O}_{3,2}$: Nasıl, bi daha söyle.
3. $\ddot{O}_{3,1}$: İşte bende tam kavrayamadığım için ...işte şunların orta noktalarından (N, L ve M noktaları) geçen çember büyük üçgenin orta noktalarından da (I, K ve J noktaları) geçiyor.
3. $\ddot{O}_{3,2}$: Kenarların orta noktalarından da geçiyor.
4. $\ddot{O}_{3,1}$: Ahaaa Euler dokuz nokta çemberi değil mi bu. 1, 2, 3, ... 9 (Çember üzerindeki noktaları sayıyor). Ben bunu internette araştırıp ödevime koymuştum.

Öğretmen adayları tarafından önemli özellik bulmak için Şekil 4.41’de görüldüğü gibi ABC üçgeninin kenarlarının orta noktaları ve [BH] doğru parçasının orta noktasını (N noktası), [CH] doğru parçasının orta noktasını (M noktası) ve [AH] doğru parçasının orta noktasını (L noktası) çizilir. Ardından N, M ve L noktalarından geçen bir çember çizilir. Bu çemberi gören $\ddot{O}_{3,1}$ kodlu öğretmen adayı etkinlikten önce Euler çemberi ile ilgili bir ödev yaptığı için (4) bu çemberi görünce bir şeyler hatırlar (1). Biraz düşünmesinin ardından bu çemberin ABC üçgeninin kanar orta noktalarından, N, M ve L noktalarından geçen (3) dokuz

nokta çemberi olduğunu hatırlar (4). Öğretmen adayları böylece Şekil 4.41’de görüldüğü gibi dokuz nokta çemberini keşfetmiş olurlar.

4.1.3.4.1. Dördüncü etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

3.grup tarafından 4. etkinlikte toplamda 2 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.16’da gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 16. 4. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
H noktası ortik üçgenin iç teğet çemberinin merkezidir	1	10	10	100
N, E, K, M, G, J, L, I ve D noktalarından bir çember geçer	1	10	10	100
Toplam Puan	2	20	20	200

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 2 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 2 olur.

Esneklik: Keşfedilen özelliklerin ikisi de farklı kategoride yer aldığı için bu kategoriden onar puan alır.

Orijinallik: Keşfedilen özelliklerin ikisi de öğretmen adayları tarafından keşfedilmesi beklenmeyen önemli özelliklerdir. Bu özelliklerin bu etkinlikte keşfedilmesi araştırmacıyı şaşırtmıştır. Dolayısıyla her iki etkinlik de bu kategoriden 10 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 200 olur.

4.1.3.5. Beşinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

3. gruptaki öğretmen adayları 5. etkinlik için 18 özellik keşfetmiş ve bunlardan sadece biri önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla üçüncü grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri bir tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 3. grup tarafından 5. etkinlikte keşfedilen önemli özellik aşağıdaki gibidir.

- $\frac{\zeta(ABC)}{2} < |AD| + |CD| + |BD| < \zeta(ABC)$

(ABC üçgeninin çevre uzunluğu her zaman [AD], [BD] ve [CD] doğru parçalarının uzunlukları toplamından büyüktür.)

(ABC üçgeninin çevre uzunluğu her zaman [AD], [BD] ve [CD] doğru parçalarının uzunlukları toplamının 2 katından küçüktür)

Öğretmen adayları ABC üçgeninin çevre uzunluğu ile [AD], [BD] ve [CD] doğru parçalarının uzunlukları arasında bir ilişki olabileceğini düşündüler. Ardından aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşti:

1. Ö_{3.2}: Bunların toplamı([AD], [BD] ve [CD] doğru parçalarının uzunlukları) bunun (ABC üçgeninin çevresi) iki katına eşit olabilir mi?

(GeoGebra’da ABC üçgeninin çevresini ve bu doğru parçalarının uzunlukları toplamını hesapladılar. Ardından ABC üçgeninin çevre uzunluğunu [AD], [BD] ve [CD] doğru parçalarının uzunlukları toplamına böldüler.)

2. Ö_{3.2}: Ne geldi?

3. Ö_{3.1}: Yine bir şey çıkmadı. Oran 1.73 geliyor, oynatınca da değişiyor.

4. Ö_{3.2}: Her zaman 2’den küçük ama bu oran. Yani çevre her zaman bunların toplamının 2 katından küçük oluyor.

5. Ö_{3.1}: Eee o zaman çevre uzunluğundan da küçük oluyor her zaman.

Öğretmen adayları ABC üçgeninin çevre uzunluğu ile [AD], [BD] ve [CD] doğru parçalarının uzunlukları arasında bir ilişki olabileceğini düşündüler (1). ABC üçgeninin çevre uzunluğu ile doğru parçalarının uzunlukları arasında sabit bir oran olabileceğini düşündüler. Fakat GeoGebra’da bunun için gerekli işlemleri yaptıklarında sabit bir oran olmadığını gördüler (3). Sabit oran olmadığının yanında ABC üçgeninin çevre uzunluğunun her zaman [AD], [CD] ve [BD] doğru parçalarının uzunlukları toplamından büyük olduğunu (5) ve yine aynı şekilde ABC üçgeninin çevre uzunluğunun her zaman [AD], [CD] ve [BD] doğru parçalarının uzunlukları toplamının 2 katından da küçük olduğunu fark ettiler (4).

4.1.3.5.1. Beşinci etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

3.grup tarafından 5. etkinlikte toplamda 1 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.17’de gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 17. 5. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
$\frac{\zeta(ABC)}{2} < AD + CD + BD < \zeta(ABC)$	1	10	10	100

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 1 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 1 olur.

Esneklik: Bir tane özellik keşfedildiği için bu kategoriden 10 puan alır.

Orijinallik: Bu özelliğin bu etkinlikte keşfedilmesi araştırmacıyı şaşırtmıştır. Dolayısıyla bu kategoriden 10 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 100 olur.

4.1.3.6. Altıncı Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

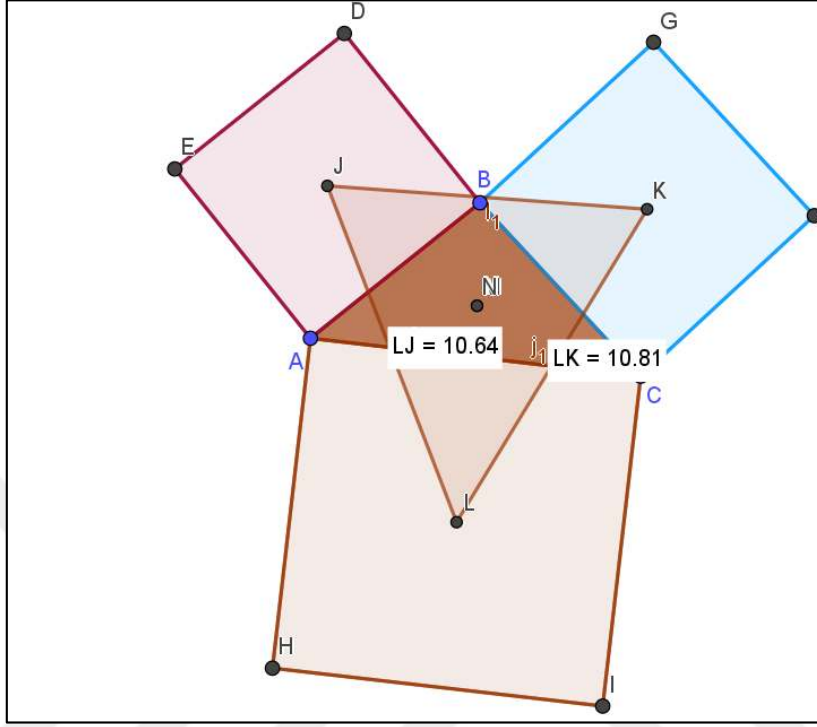
3. gruptaki öğretmen adayları 6. etkinlik için 22 özellik keşfetmiş ve bunlardan üçü önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla üçüncü grubun yaratıcı problem kurma becerileri keşfettikleri üç tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 3. grup tarafından 6. etkinlikte keşfedilen önemli özellikler aşağıdaki gibidir.

- **ABC üçgeni ile JKL üçgeninin ağırlık merkezleri aynı noktadır**

Öğretmen adayları tarafından Şekil 4.42’de görüldüğü gibi ABC üçgeninin AC kenarından da diğer kenarlardaki gibi bir kare çizilir. Ardından bütün karelerin ve ABC üçgeninin orta noktalarını GeoGebra’da belirleyip bu orta noktaların birleşiminden bir JKL üçgeni oluşturulur. Bu esnada aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşir:

1. Ö_{3.1}: Alta bir tane daha çizsek, onun da orta noktasını bulsak mı?

(GeoGebra’da yer alan “düzgün çokgen” aracıyla Şekil 4.42’de görüldüğü gibi ABC üçgeninin AC kenarından da diğer kenarlardaki gibi bir kare çizilir. Ardından bütün karelerin orta noktaları belirlenip bu orta noktaların birleşiminden bir JKL üçgeni oluşturulur.)



Şekil 4.42. Ağırlık merkezleri aynı nokta olan iki üçgene ait bir GeoGebra görseli

2. Ö_{3.2}: Peki bu O noktası bu üçgenin (JKL üçgeni) ağırlık merkezi olabilir mi?
3. Ö_{3.1}: Aaa evet bakalım ona. Ama zaten oydu, orta noktasını (ABC üçgeni) bulduk ya.
4. Ö_{3.2}: Bu üçgenin (JKL üçgeni).

(GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla Şekil 4.42’de görüldüğü gibi JKL üçgeninin ağırlık merkezi (N noktası) belirlenir.)

5. Ö_{3.2}: Eşit mi çıktı?
6. Ö_{3.3}: Buranın ortası (ABC üçgeni) bununla (JKL üçgeni) aynı geldi.
7. Ö_{3.2}: Bu üçgen (JKL üçgeni) ikizkenar üçgene benzemiyor mu?
8. Ö_{3.1}: Bilmiyorum bakalım.

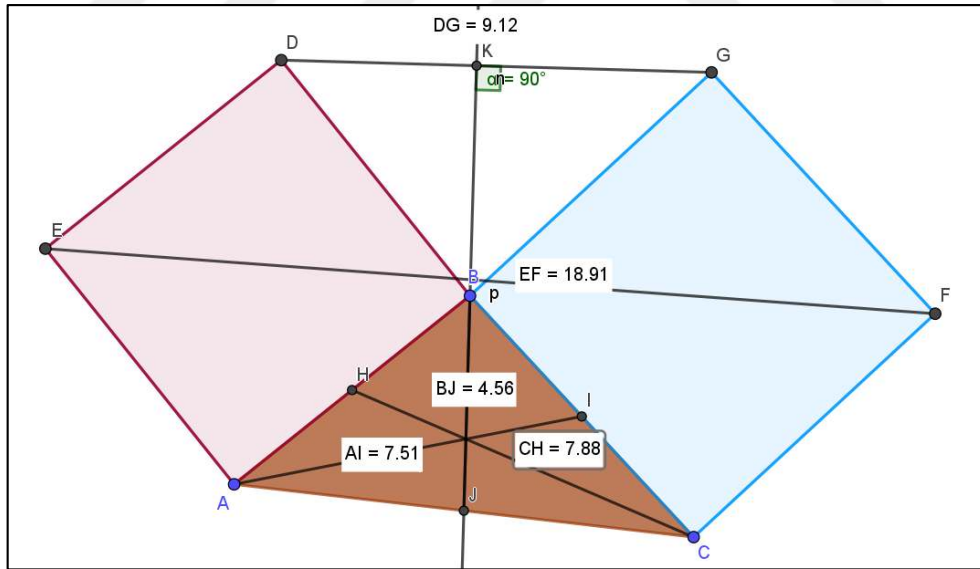
(GeoGebra’da yer alan “uzunluk ölçme” aracıyla Şekil 4.42’de görüldüğü gibi JKL üçgeninin kenar uzunlukları ölçülür.)

9. Ö_{3.1}: Yok değilmiş.

Öğretmen adayları tarafından Şekil 4.42’de görüldüğü gibi ilk olarak ABC üçgeninin AC kenarından da diğer kenarlardaki gibi bir kare çizilir. Ardından bütün karelerin orta noktalarını GeoGebra’da belirleyip bu orta noktaların birleşiminden bir JKL üçgeni oluşturulur (1). Ardından ABC üçgeninin ağırlık merkezi ile yeni oluşturdukları JKL üçgeninin ağırlık merkezinin aynı noktada olabileceğini düşünürler (2). Bunun için GeoGebra’da gerekli işlemleri yaptıklarında gerçekten de ABC ve JKL üçgenlerinin ağırlık merkezlerinin aynı noktada olduğunu fark ediyorlar (5 ve 6). Ardından oluşturmuş oldukları JKL üçgeninin ikizkenar üçgen de olabileceğini düşündüler (7). Fakat Şekil 4.42’de görüldüğü gibi kenar uzunluklarını ölçtüklerinde birbirine eşit olmadıklarını görüyorlar. Bu şekilde JKL üçgeninin ikizkenar üçgen olmadığını anlamış oldular (9).

- $\frac{|DG|}{|BJ|} = 2$ ([DG] doğru parçasının uzunluğu, ABC üçgeninin [AC] kenarına ait kenarortay uzunluğunun 2 katıdır)

Öğretmen adayları tarafından Şekil 4.43’te görüldüğü gibi GeoGebra’da ABC üçgeninin kenarortayları, [DG] ve [EF] doğru parçalarını çizip uzunlukları hesaplanır. Ardından aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşir:



Şekil 4.43. Doğru parçalarının uzunlukları ile ilgili bir GeoGebra görseli

1. Ö_{3.1}: 4.56’nın ([BJ] doğru parçasının uzunluğu) 2 katı ([DG] doğru parçası) değil mi bu?
2. Ö_{3.2}: Aaa bu bunun iki katı.
3. Ö_{3.1}: Aynen 2 katı değil mi?
4. Ö_{3.3}: Evet.

(GeoGebra’da [DG] doğru parçasının uzunluğu [BJ] doğru parçasının uzunluğuna bölünür.)

5. Ö_{3.2}: 2 çıktı. Bir oynat bakalım.

(GeoGebra’da şekil hareket ettirilerek bu oran farklı durumlarda incelenir.)

6. Ö_{3.3}: Hep eşit.

Öğretmen adayları tarafından Şekil 4.43’te görüldüğü gibi GeoGebra’da ABC üçgeninin kenarortayları, [DG] ve [EF] doğru parçalarının uzunlukları hesaplanır. Bu uzunluklar incelenirken [DG] doğru parçasının uzunluğu ile [BJ] doğru parçasının uzunluğu arasında bir ilişki olduğu dikkat çeker (1,2,3,4). GeoGebra’da gerekli işlemleri yaptıklarında [DG] doğru parçasının uzunluğunun [BJ] doğru parçasının uzunluğunun 2 katı olduğu görülür (5). GeoGebra’da şekil hareket ettirildiğinde de bu oranın bozulmadığını gören öğretmen adayları (6), [DG] doğru parçasının uzunluğunun ABC üçgeninin [AC] kenarına ait kenarortay uzunluğunun 2 katı olduğunu keşfetmiştir.

- **BJ doğrusu [DG] doğru parçasını dik keser**

Öğretmen adayları [DG] doğru parçasının uzunluğunun ABC üçgeninin [AC] kenarına ait kenarortay uzunluğunun 2 katı olduğunu keşfetmelerinin ardından Şekil 4.43’te görüldüğü gibi bir BJ doğrusu çizer. Ardından aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşir:

1. Ö_{3.1}: [DG]’nin orta noktası olur mu o bir bak.

(GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla [DG] doğru parçasının orta noktası belirlenir.)

2. Ö_{3.3}: Değil.

3. Ö_{3.3}: Açıl.

(GeoGebra’da yer alan “açı ölçme” aracıyla Şekil 4.43’te görüldüğü gibi $\widehat{BKG}$ açısının ölçüsü ölçülür.)

4. Ö_{3.1}: Tamam dik geliyor işte.

5. Ö_{3.3}: Dik miymiş?

6. Ö_{3.1}: Dik işte.

Öğretmen adayları tarafından Şekil 4.43’te görüldüğü gibi bir BJ doğrusunun çizilmesinin ardından bu doğrunun [DG] doğru parçasının ortasından geçtiği düşünülür (1).

Ancak GeoGebra’da [DG] doğru parçasının orta noktası belirlendiğinde bu doğru üzerinde olmadığı görülür (2). Daha sonra öğretmen adayları Şekil 4.43’te görüldüğü gibi $\widehat{BKG}$ açısının ölçüsünü ölçer (3) ve bu açının dik açı olduğunu fark eder (4,5,6). Böylece öğretmen adayları tarafından BJ doğrusunun, [DG] doğru parçasını dik kestiği keşfedilmiş olur.

4.1.3.6.1. Altıncı etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

3.grup tarafından 6. etkinlikte toplamda 3 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.18’de gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 18. 6. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
ABC üçgeni ile JKL üçgeninin ağırlık merkezleri aynı noktadır	1	10	0.1	1
$\frac{ DG }{ BJ } = 2$	1	10	1	10
BJ doğrusu [DG] doğru parçasını dik keser	1	10	10	100
Toplam Puan	3	30	11.1	111

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 3 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 3 olur.

Esneklik: Keşfedilen özelliklerin üçü de farklı kategoride yer aldığı için özelliklerin hepsi bu kategoriden 10 puan alır.

Orijinallik: Keşfedilen özelliklerden ilki tüm gruplar tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 0.1 puan alır. 2. özellikte 2 farklı grup tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 1 puan alır. Son özellik ise sadece bu grup tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 10 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 111 olur.

4.1.3.7. Yedinci Etkinlikten Elde Edilen Bulgular

3. gruptaki öğretmen adayları 7. etkinlik için 18 özellik keşfetmiş ve bunlardan üçü önemli özellik kategorisinde yer almıştır. Dolayısıyla üçüncü grubun yaratıcı problem kurma

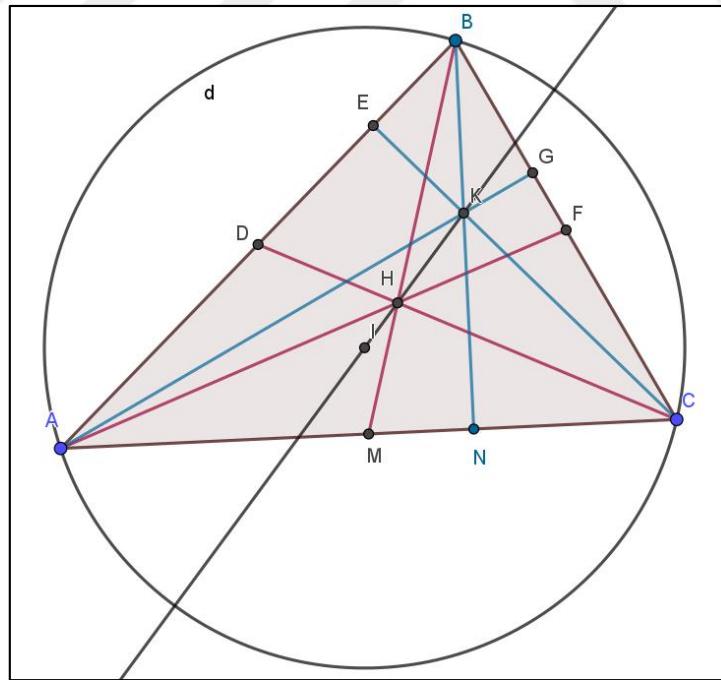
becerileri keşfettikleri üç tane önemli özelliğe göre değerlendirilmiştir. 3. grup tarafından 7. etkinlikte keşfedilen önemli özellikler aşağıdaki gibidir.

- **A, B ve C noktalarından geçen çemberin merkezi (I noktası) K ve H noktalarından geçen doğru üzerindedir (I, K ve H noktasından geçen doğru Euler Doğrusudur)**

Etkinlik başladığı anda $\ddot{O}_{3.1}$ kodlu öğretmen adayı tarafından Şekil 4.44'te görüldüğü gibi ABC üçgeninin çevrel çemberi çizilmiş ve bu çevrel çemberin merkezi olan I noktası da GeoGebra'da belirlenmiştir. Bu esnada aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşmiştir:

1. $\ddot{O}_{3.3}$: Şimdi kenarortayların kesim noktası ne çemberin merkeziydi? İç teğet miydi, dış teğet miydi?
2. $\ddot{O}_{3.1}$: Dış, çevrel çemberin merkezi değil mi?
3. $\ddot{O}_{3.3}$: Bi çemberin çevresiydi. Bir onu çiz bakalım.

(GeoGebra'da yer alan "3 noktadan geçen çember" aracıyla A, B ve C noktalarından geçen çember Şekil 4.44'te görüldüğü gibi çizilir.)



Şekil 4.44. Euler doğrusu ile ilgili bir GeoGebra görseli

4. $\ddot{O}_{3.2}$: Bu değil. İç teğetindir.
5. $\ddot{O}_{3.1}$: İç teğetinki iç açıortayların kesim noktası değil mi?

(GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla bu çemberin merkezi belirlenir.)

6. Ö_{3.1}: Euler doğrusu.

(GeoGebra’da yer alan “doğru” aracıyla K ve H noktasından geçen doğru Şekil 4.44’te görüldüğü gibi çizilmiştir.)

7. Ö_{3.1}: Dün ödevime ekledim bunu, Euler doğrusu bu.

Öğretmen adayları etkinliğe başladıklarında kenarortayların kesim noktasının iç teğet, dış teğet ya da çevrel çember gibi bir çemberin merkezi olması gerektiğini ifade eder (1,2,3,4). Ardından GeoGebra’da ACB üçgeninin çevrel çemberi Şekil 4.44’te görüldüğü gibi çizilir ve bu çemberin merkezi olan I noktası belirlenir. I, K ve H noktalarını gören Ö_{3.1} kodlu öğretmen adayı yakın zamanda yapmış olduğu bir ödevde Euler Doğrusunu kullandığı için (7) öğretmen adayının aklına doğrudan Euler Doğrusu gelmiştir (6). K ve H noktalarından geçen doğruyu Şekil 4. 45’te görüldüğü gibi bir doğru çizdiğinde I, K ve H noktalarının bu doğru üzerinde olduğu görülmüştür. Böylece öğretmen adayları ABC üçgeninin çevrel çemberinin merkezi, K ve H noktalarının doğrusal olduğunu ve bu noktalardan geçen Euler doğrusunu keşfetmişlerdir.

- **D, E, F, M, G ve N noktalarının hepsinden bir çember geçer. Bu çember dokuz nokta çemberidir**

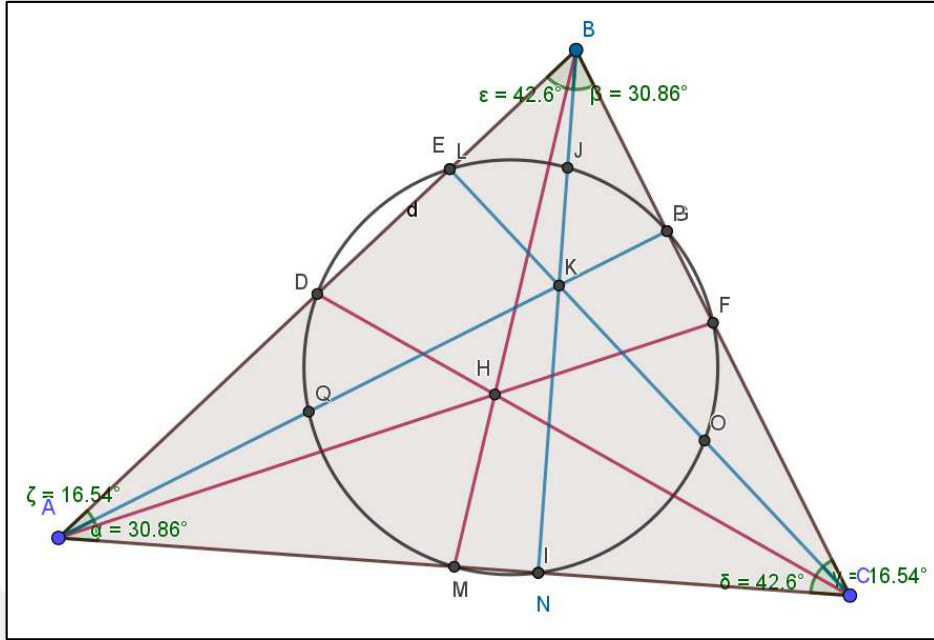
Öğretmen adayları tarafından ABC üçgeninin çevrel çemberini çizdikten sonra önemli bir özellik keşfetmelerinin ardından D, M ve F noktalarından geçen çember de Şekil 4.45’te görüldüğü gibi çizilmiştir. Ardından aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşmiştir:

1. Ö_{3.1}: İşte çember budur.

2. Ö_{3.3}: Yaa bu nedir?

3. Ö_{3.1}: Euler çemberi işte dokuz nokta çemberi. 1,2,3,4,...(Çember üzerindeki noktalar sayılır) 3 nokta daha bulacağız.

(GeoGebra’da yer alan “orta nokta veya merkez” aracıyla [BK], [AK] ve [CK] doğru parçalarının orta noktaları Şekil 4.45’te görüldüğü gibi belirlenir.)



Şekil 4.45. Dokuz nokta çemberine ait bir GeoGebra görseli

4. Ö_{3.1}: Bunlar işte diğer üçü. Maviler neydi?
5. Ö_{3.2}: Diklik miydi?
6. Ö_{3.1}: Köşelerden diklik merkezinin orta noktası.

Öğretmen adayları tarafından D, M ve F noktalarından geçen bir çember Şekil 4.45'te görüldüğü gibi çizilmiştir. Çemberin E, G ve N noktalarından da geçtiğini gören öğretmen adayları bu çemberin dokuz nokta çemberi olduğunu anlamıştır (3). Çember üzerindeki noktaları saydıklarında 6 tane nokta olduğunu gören öğretmen adayları (3) [BK], [AK] ve [CK] doğru parçalarının orta noktalarını Şekil 4.45'te görüldüğü gibi belirleyerek geriye kalan 3 noktayı da bulmuşlardır (4). Öğretmen adayları böylece dokuz nokta çemberini de keşfetmiş olur.

- **DFM ve JQO üçgenlerinin alanları birbirine eşittir**

Öğretmen adayları dokuz nokta çemberinin geriye kalan 3 tane noktasını da bulduktan sonra çember içerisinde Şekil 4.46'da görüldüğü gibi çemberin içerisine DFM ve JQO üçgenleri çizilmiştir. Bu esnada da aralarında şu şekilde bir diyalog gerçekleşir:

1. Ö_{3.2}: Bak bence şu içindeki üçgenlerin alanından da bir şey gelecek.
2. Ö_{3.1}: Üçgen ama hangi üçgeni oluşturalım? Sadece mavilerden oluşturalım mı?
3. Ö_{3.2}: Bilmiyorum ki. Sanki bir şey var ama.

4. $\ddot{O}_{3.2}$: Çember üzerindeki kesişim noktalarından oluştur.

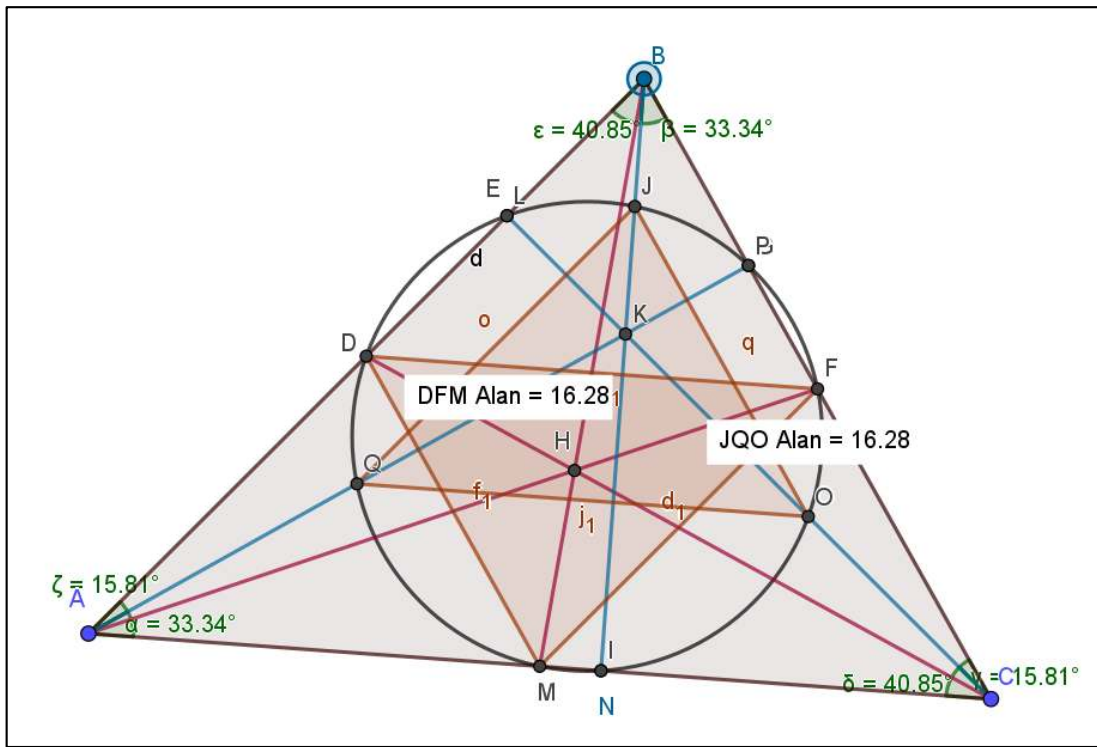
5. $\ddot{O}_{3.1}$: Hangi noktalar, bana nokta söyle.

6. $\ddot{O}_{3.2}$: J, Q, O.

7. $\ddot{O}_{3.1}$: Hımm maviler mi? Bir de kırmızılar mı?

8. $\ddot{O}_{3.2}$: Aynen kırmızılar.

(GeoGebra’da yer alan “3 noktadan geçen çember” aracıyla Şekil 4.46’da görüldüğü gibi DFM ve JQO üçgenleri oluşturulur.)



Şekil 4.46. Alanları eşit olan üçgenlere ait bir GeoGebra görseli

9. $\ddot{O}_{3.3}$: Sanki eşitler.

10. $\ddot{O}_{3.1}$: İnşallah öyledir. Bilemeyiz ki.

(GeoGebra’da yer alan “alan ölçme” aracıyla Şekil 4.46’da görüldüğü gibi DFM ve JQO üçgenlerinin alanları ölçülür.)

11. $\ddot{O}_{3.2}$: Aaaa eşit çıktı.

12. $\ddot{O}_{3.3}$: Bulduk.

$\ddot{O}_{3.2}$ kodlu öğretmen adayı tarafından dokuz nokta çemberinin keşfedilmesinin ardından şekil içerisindeki üçgenlerin alanlarıyla ilgili önemli özellik olduğu düşüncesi ifade

edilmiştir (1). Bunun için de GeoGebra’da Şekil 4.46’da görüldüğü gibi DFM ve JQO üçgenleri oluşturulmuştur. Bu iki üçgenin alanlarının eşit olacağını düşünen öğretmen adayları (9), GeoGebra’da üçgenlerin alanlarını Şekil 4.46’da görüldüğü gibi ölçtüklerinde gerçekten de eşit olduğunu görmüşlerdir (11). Öğretmen adayları böylece DFM ve JQO üçgenlerinin alanlarının birbirine eşit olduğunu keşfetmiştir.

4.1.3.7.1. Yedinci etkinlikte keşfedilen önemli özelliklerin yaratıcılıklarının puanlaması

3.grup tarafından 7. etkinlikte toplamda 3 tane önemli özellik keşfedilmiştir. Bu önemli özelliklerin yaratıcılık becerileri her bileşen için ondalık tabanlı puanlama şemasına göre Tablo 4.19’da gösterildiği gibi değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 19. 7. Etkinlikte Keşfedilen Önemli Özelliklerin Yaratıcılık Değerlendirmesi

Keşfedilen Özellik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık (Esneklik x Orijinallik)
I, K ve H noktaları Euler doğrusu üzerindedir	1	10	10	100
D, E, F, M, G ve N noktalarının hepsinden bir çember geçer.	1	10	10	100
$A(\text{DFM}) = A(\text{JQO})$	1	10	10	100
Toplam Puan	3	30	30	300

Akıcılık: Bu grupta yer alan öğretmen adayları verilen şekille ilgili 3 tane önemli özellik keşfettiği için akıcılık puanı 3 olur.

Esneklik: Keşfedilen özelliklerin üçü de farklı kategoride yer aldığı için 3 özellikte bu kategoriden 10 puan alır.

Orijinallik: İlk iki özellik öğretmen adayları tarafından keşfedilmesi beklenmeyen önemli özelliklerdir. Bu özelliğin bu etkinlikte keşfedilmesi araştırmacıyı şaşırttığı için bu kategoriden 10 puan alır. Son özellikte sadece bu grup tarafından keşfedildiği için bu kategoriden 10 puan alır.

Yaratıcılık: Keşfedilen her bir özelliğin yaratıcılık puanı, o özelliğin esneklik ve orijinallik puanları çarpılarak hesaplanmıştır. Bu grubun toplam yaratıcılık puanı 300 olur.

4.2. İKİNCİ ALT PROBLEME YÖNELİK BULGULAR

Araştırmanın bu kısmında öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerinin yaratıcılık bileşenleri (akıcılık, esneklik ve orijinallik) açısından nasıl olduğuna yönelik bulgular verilmiştir. 1. gruptan elde edilen bulgular Tablo 4.20’de sunulmuştur.

Tablo 4.20. 1. Grubun Keşfettikleri Özelliklerin Yaratıcılık Bileşenleri Açısından Değerlendirilmesi

1. Grup	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık
1. Etkinlik	1	10	0.1	1
2. Etkinlik	1	10	10	100
3. Etkinlik	1	10	0.1	1
4. Etkinlik	2	20	20	200
5. Etkinlik	3	21	30	210
6. Etkinlik	3	21	11.1	21
7. Etkinlik	5	32	32	221
Toplam	16	124	103.3	754

Tablo 4.20’e göre 1. grupta yer alan öğretmen adaylarının araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde kurdukları problemler yaratıcılık bileşenleri (akıcılık, esneklik ve orijinallik) açısından incelendiğinde en yüksek puana sahip olan bileşenin esneklik bileşeni olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının etkinlikler süresince bileşenlerden aldıkları puanlar ayrı ayrı incelendiğinde akıcılık ve esneklik bileşeninden alınan puanların sürekli artış gösterdiği orijinallik puanının ise düzenli olarak artış ya da azalış göstermediği sürekli değişken olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının akıcılık bileşeninden aldığı puanlar incelendiğinde en düşük 1 puan aldığı ve en yüksek 5 puan aldığı görülmektedir. Bu da öğretmen adaylarının etkinlik boyunca en az 1 tane önemli özellik keşfettiğini, en fazla da 5 tane önemli özellik keşfettiğini göstermektedir. Öğretmen adaylarının uygulama boyunca toplam akıcılık puanı ise 16 puandır. Bu da öğretmen adaylarının etkinliklerin tamamından toplamda 16 özellik keşfettiğini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının yaratıcılık puanları incelenecek olursa Tablo 4.20’e göre 1., 3. ve 6. etkinlikte 25 puanın altında puan aldığı, etkinliklerden 1 tanesinde (2. etkinlik) 100 puan aldığı ve geriye kalan 3 tane etkinlikte ise 200 puanın üzerinde puan aldığı

görülmektedir. Öğretmen adaylarının uygulama süresince toplam yaratıcılık puanı ise 754 puan olarak belirlenmiştir.

Uygulama sürecinde ilk etkinlik ön test son etkinlik ise son test olarak düşünülmüştür. 1. grupta yer alan öğretmen adaylarının ön test – son test yaratıcılık puanları ve yaratıcılık bileşenlerin aldıkları puanlar incelendiğinde bütün puanların son testte arttığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının ön test akıcılık puanı 1 iken son test puanı 5 olmuştur. Yani öğretmen adayları ön testte sadece bir tane önemli özellik keşfederken son testte dört tane fazla önemli özellik keşfetmiştir. Esneklik puanının ise son testte 22 puan artış gösterdiği görülmektedir. Ancak son testte en fazla puan artışı gösteren bileşen Tablo 4.20’de görüldüğü gibi 31.9 puanla orijinallik puanıdır. Son olarak öğretmen adaylarının ön test – son test yaratıcılık puanları incelendiğinde ön testten 1 puan aldıkları son testten 221 puan aldıkları görülmektedir. Leikin ve Elgrably (2020) tarafından geliştirilen ondalık tabanlı puanlama şemasına göre 2. gruptan elde edilen bulgular Tablo 4. 21’de sunulmuştur.

Tablo 4.21. 2. Grubun Keşfettikleri Özelliklerin Yaratıcılık Bileşenleri Açısından Değerlendirilmesi

2. Grup	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık
1. Etkinlik	2	20	10.1	101
2. Etkinlik	1	10	0.1	1
3. Etkinlik	2	11	20	110
4. Etkinlik	3	30	30	300
5. Etkinlik	0	0	0	0
6. Etkinlik	3	30	2.1	21
7. Etkinlik	5	32	32	221
Toplam	16	133	94.3	754

Tablo 4.21’e göre 2. grupta yer alan öğretmen adaylarının araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde kurdukları problemler yaratıcılık bileşenleri (akıcılık, esneklik ve orijinallik) açısından incelendiğinde en yüksek puana sahip olan bileşenin esneklik bileşeni olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının etkinlikler süresince bileşenlerden aldıkları puanlar ayrı ayrı incelendiğinde tüm bileşenlere ait puanların düzenli olarak artış ya da azalış göstermediği sürekli değişken olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının akıcılık bileşeninden aldığı puanlar incelendiğinde en düşük 0 puan aldığı ve en yüksek 5 puan aldığı görülmektedir. Bu da öğretmen adaylarının etkinlik boyunca hiç önemli özellik keşfetmediği etkinliğin yer aldığı ve en fazla da 5 tane önemli özellik keşfettiğini

göstermektedir. Öğretmen adaylarının uygulama boyunca toplam akıcılık puanı ise 16 puandır. Bu da öğretmen adaylarının etkinliklerin tamamından toplamda 16 özellik keşfettiğini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının yaratıcılık puanları incelenecek olursa Tablo 4.21'e göre 2., 5. ve 6. etkinliklerde 25 puanın altında puan aldıkları, bunun dışında kalan 4 tane etkinliğin tamamında 100 puanın üzerinde puan aldıkları görülmektedir. Bu 4 etkinliğin 2 tanesi 200 puanın üzerindeyken sadece 1 tanesi 300 puandır (4. Etkinlik). Öğretmen adaylarının uygulama süresince toplam yaratıcılık puanı ise 754 puan olarak belirlenmiştir.

2. grupta yer alan öğretmen adaylarının ön test – son test yaratıcılık puanları ve yaratıcılık bileşenlerin aldıkları puanlar incelendiğinde bütün puanların son testte arttığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının yaratıcılık bileşenlerinden aldıkları puanlar incelendiğinde son testte en fazla artışın 21.9 puanla orijinallik puanında gerçekleştiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının ön test – son test yaratıcılık puanları incelendiğinde ise ön testten 101 puan aldıkları son testte bu puanın 221 puana yükseldiği görülmektedir. Leikin ve Elgrably (2020) tarafından geliştirilen ondalık tabanlı puanlama şemasına göre 3. gruptan elde edilen bulgular Tablo 4. 22'de sunulmuştur.

Tablo 4.22. 3. Grubun Keşfettikleri Özelliklerin Yaratıcılık Bileşenleri Açısından Değerlendirilmesi

Etkinlik	Akıcılık	Esneklik	Orijinallik	Yaratıcılık
1. Etkinlik	2	20	10.1	101
2. Etkinlik	2	20	20	200
3. Etkinlik	0	0	0	0
4. Etkinlik	2	20	20	200
5. Etkinlik	1	10	10	100
6. Etkinlik	3	30	11.1	111
7. Etkinlik	3	30	30	300
Toplam	13	130	101.2	1012

Tablo 4.22'e göre 3. grupta yer alan öğretmen adaylarının araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde kurdukları problemler yaratıcılık bileşenleri (akıcılık, esneklik ve orijinallik) açısından incelendiğinde en yüksek puana sahip olan bileşenin esneklik bileşeni olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının etkinlikler süresince

bileşenlerden aldıkları puanlar ayrı ayrı incelendiğinde tüm bileşenlere ait puanların düzenli olarak artış ya da azalış göstermediği sürekli değişken olduğu görülmektedir. 3. grupta yer alan öğretmen adaylarının bütün bileşenlerden almış oldukları puanlar incelendiğinde Tablo 4.22’de görüldüğü gibi 3. etkinlikte tüm bileşenlerden 0 puan aldığı görülmektedir. Bu da öğretmen adaylarının 3. etkinlikte önemli herhangi bir özellik keşfedemediklerini göstermektedir. Bunun dışında herhangi bir bileşenden 0 puan almadığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının akıcılık göstergesinden en yüksek 3 puan aldığı görülmektedir. Bu da öğretmen adaylarının etkinlik boyunca en fazla da 3 tane önemli özellik keşfettiğini göstermektedir. Öğretmen adaylarının uygulama boyunca toplam akıcılık puanı ise 13 puandır. Bu da öğretmen adaylarının etkinliklerin tamamından toplamda 13 özellik keşfettiğini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının yaratıcılık puanları incelenecek olursa Tablo 4.22’e göre sadece 3. etkinlikte 0 puanla 25 puanın altında puan aldığı, bunun dışında kalan 6 tane etkinliğin tamamında 100 puanın üzerinde puan aldıkları görülmektedir. Bu 6 etkinliğin 4 tanesi 200 puanın üzerinde olduğu görülmektedir. Bu 4 tane etkinliğin ise sadece 1 tanesi (7. etkinlik) 300 puan almıştır. Öğretmen adaylarının uygulama süresince toplam yaratıcılık puanı ise 1012 puan olarak belirlenmiştir.

3. grupta yer alan öğretmen adaylarının ön test – son test yaratıcılık puanları ve yaratıcılık bileşenlerin aldıkları puanlar incelendiğinde bütün puanların son testte arttığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının yaratıcılık bileşenlerinden aldıkları puanlar incelendiğinde son testte en fazla artışın 19.9 puanla orijinallik puanında gerçekleştiği görülmektedir. Akıcılık puanının ise sadece 1 puan artış gösterdiği tablo 4.22’de görülmektedir. Bu da öğretmen adaylarının son testte ön teste göre sadece bir tane fazla önemli özellik keşfettiğini göstermektedir. Öğretmen adaylarının ön test – son test yaratıcılık puanları incelendiğinde ise ön testten 101 puan aldıkları son testte bu puanın 300 puana yükseldiği görülmektedir.

Yukarıda bütün grupların araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde kurdukları problemlerin yaratıcılık bileşenleri (Akıcılık, esneklik, ve orijinallik) açısından değerlendirmeleri her bir grup için ayrı ayrı yapılmıştır. Bu bölümde ise bütün grupların araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde kurdukları problemlerin yaratıcılık bileşenleri açısından değerlendirmeleri gruplar arasında yapılacaktır.

Tablo 4.20, Tablo 4.21 ve Tablo 4.22'e göre bütün grupların yaratıcılık bileşenlerinden aldıkları toplam puanlar incelendiğinde en yüksek toplam puana sahip olan bileşenin esneklik bileşeni olduğu, en düşük toplam puana sahip bileşenin de akıcılık bileşeni olduğu görülmektedir. Esneklik bileşeninde en yüksek toplam puana sahip olan grup 133 puanla 2. grup olurken en düşük toplam puana sahip grup 124 puanla 1. gruptur. Öğretmen adaylarının akıcılık puanları incelenecek olursa en düşük akıcılık puanının 13 puanla 3. gruba ait olduğu görülmektedir. Bu da 3. grupta yer alan öğretmen adaylarının uygulama boyunca en az sayıda (13 tane) özellik keşfettiğini göstermektedir. Diğer iki grubun ise akıcılık puanlarının birbirine eşit ve 16 puan olduğu görülmektedir. Bu da 2. ve 3. grupta yer alan öğretmen adaylarının uygulama boyunca 16 tane özellik keşfettiğini göstermektedir.

Tablo 4.20, Tablo 4.21 ve Tablo 4.22'e göre bütün grupların yaratıcılık puanlarının toplam puanları incelendiğinde 1012 puanla en yüksek yaratıcılık puanına sahip olan grubun 3. grup olduğu görülmektedir. Ardından 754 puanla 1. grup ve 2. grup gelmektedir. Etkinliklerin her birinden alınan yaratıcılık puanları incelendiğinde 300 puanla 2. grubun 4. etkinlikte ve yine aynı şekilde 300 puanla 3. grubun 7. etkinlikte en yüksek yaratıcılık puanını aldığı görülmektedir. Bunun yanında 0 puanla 4. etkinlikte 3. grubun ve yine aynı şekilde 0 puanla 5. etkinlikte 2. grubun en düşük yaratıcılık puanını aldığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının ön test – son test yaratıcılık puanları ve yaratıcılık bileşenlerin aldıkları puanlar incelendiğinde bütün grupların puanlarının son testte artış gösterdiği görülmektedir. Her bileşen için ayrı ayrı incelenecek olursa akıcılık bileşeninden en fazla artışın 4 puanla 1. grupta olduğu görülmüştür. En az artış ise 1 puanla 3. grupta görülmüştür. Esneklik bileşeninden en fazla artış 22 puanla 1. grupta gerçekleşirken en az artış 10 puanla 3. grupta gerçekleşmiştir. Orijinallik bileşeninden alınan puanlar incelenecek olursa en fazla artışın 31.9 puanla 1. grupta, en az artışın ise 19.9 puanla 3. grupta gerçekleştiği görülmüştür. Son olarak yaratıcılık puanları incelendiğinde en az artış 120 puanla 2. grupta gerçekleşirken en fazla artış 220 puanla 1. grupta gerçekleşmiştir.

5. TARTIŞMA

Bu bölümde ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerine ait elde edilen bulgular literatürdeki sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalarla ilgili değerlendirmeler ve yorumlamalar da bu bölümde yapılmıştır.

Araştırmanın amacına yönelik veri toplamak amacıyla, araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde geliştirilen, matematiksel etkinlikler kullanılmıştır. Bu matematiksel etkinliklerden elde edilen veriler çözümlenerek bulgular ortaya konmuştur. Bu kapsamda problem kurma temelli öğrenme ortamında öğretmen adaylarının keşfettikleri önemli özelliklere göre yaratıcı problem kurma becerileri belirlenmiştir (Tablo 5.1).

Tablo 5.1. Gruplar Tarafından Matematiksel Etkinliklerde Keşfedilen Özellik Sayısı ve Bu Özelliklerin Yaratıcılık Puanları

	1. Grup	2. Grup	3. Grup
1. Etkinlik	1 Puan (1 Özellik)	101 Puan (2 Özellik)	101 Puan (2 Özellik)
2. Etkinlik	100 Puan (1 Özellik)	1 Puan (1 Özellik)	200 Puan (2 Özellik)
3. Etkinlik	1 Puan (1 Özellik)	110 Puan (2 Özellik)	0 Puan (0 Özellik)
4. Etkinlik	200 Puan (2 Özellik)	300 Puan (3 Özellik)	200 Puan (2 Özellik)
5. Etkinlik	210 Puan (3 Özellik)	0 Puan (0 Özellik)	100 Puan (1 Özellik)
6. Etkinlik	21 Puan (3 Özellik)	21 Puan (3 Özellik)	111 Puan (3 Özellik)
7. Etkinlik	221 Puan (5 Özellik)	221 Puan (5 Özellik)	300 Puan (3 Özellik)
Ortalama	107.71 (2.28 Özellik)	107.71 (2.28 Özellik)	144.57 (1.85 Özellik)
Toplam	754 Puan (16 Özellik)	754 Puan (16 Özellik)	1012 Puan (13 Özellik)

Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun hazırlanan matematiksel etkinliklerde öğretmen adaylarından GeoGebra’da verilen geometrik şekille ilgili ya da

GeoGebra’da yer alan yardımcı yapıları kullanarak bu şekle çeşitli eklemeler - çıkarmalar yaparak ya da şekli hareket ettirerek meydana gelen yeni şekillerle ilgili en az 2 tane önemli özellik keşfetmeleri istenmiştir. Ancak Tablo 5.1 incelendiğinde tüm gruplar tarafından sadece 3 tane etkinlikte (4, 6 ve 7. Etkinlik), 2 veya daha fazla sayıda önemli özellik keşfedildiği görülmektedir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma etkinliklerinde zorlandıkları söylenebilir. Benzer şekilde Kartal ve Öçal (2024) tarafından beşinci sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen çalışmada öğrenciler yapılan görüşmeler esnasında problem kurarken zorlandıklarını ifade etmiştir. Öğretmen adayları ile gerçekleştirilen farklı çalışmalarda da (Kar ve diğerleri, 2010; Özdemir-Yıldız, 2019) öğretmen adaylarının problem kurma etkinliklerinde zorlandıkları tespit edilmiştir. Leikin ve Elgrably (2020) tarafından araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin veri toplama aracı olarak kullanıldığı çalışmada da yaratıcılığa yönelik etkinliklerin zorlayıcı etkinlikler olduğu ifade edilmiştir. Bunu destekler nitelikte farklı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda kişilerin yaratıcılık ve özgünlük isteyen problem kurma durumlarında yaratıcılık ve özgünlük istemeyen problem kurma durumlarına göre daha çok zorlandıkları saptanmıştır (Aydın-Güç & Keskin, 2021; Bayazit & Kırnap-Dönmez, 2017; Çetinkaya & Soybaş, 2018; Korkmaz & Gür, 2006; Sayın & Orbay, 2023). Genel olarak bakıldığında, bu araştırmada ve alan yazındaki farklı araştırmalarda da görüldüğü gibi öğretmen adaylarının yaratıcılığa yönelik problem kurma etkinliklerinde zorlandıkları görülmüştür. Bu durumun öğretmen adaylarının çalışmadan önce problem kurma ya da yaratıcılık becerilerine yönelik herhangi bir eğitim almamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunu destekler nitelikte araştırmacılar tarafından (Aydın-Güç & Keskin, 2021; Bayazit & Kırnap-Dönmez, 2017) öğrencilerin ya da öğretmen adaylarının yaratıcıya yönelik problem kurma etkinliklerinde zorlanmasının sebebi, kişilerin geçmiş öğrenim tecrübeleri yani derslerde çoğunlukla problem kurma yerine problem çözme etkinliklerine yer verilmesi olarak ifade edilmiştir.

Öğretmen adaylarının matematiksel etkinliklerdeki yaratıcılık puanları incelenecek olursa 1. grupta yer alan öğretmen adaylarının etkinlik boyunca en yüksek yaratıcılık puanının 221 puan olduğu (7. Etkinlik) görülmektedir. Aynı şekilde 2 ve 3. gruplarda yer alan öğretmen adaylarının en yüksek yaratıcılık puanının 300 puan olduğu görülmektedir (4 ve 7. Etkinlik). Öğretmen adaylarının etkinlikler boyunca ortalama yaratıcılık puanlarının ise 1. ve 2. gruplar için 107.71 puan, 3. grup için ise 144.57 puan olduğu Tablo 5.1’de görülmektedir. Öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerinin incelendiği

Elgrably ve Leikin (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada problem çözme alanında uzman olan katılımcılar arasındaki en yaratıcı katılımcının araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliğinde yaratıcılık puanı 524.01 puan olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan üniversitede eğitim gören matematik öğretmeni adayları arasındaki en yaratıcı öğretmen adayının yaratıcılık puanı 321.1 puan olarak belirlenmiştir. Leikin ve Elgrably (2020) tarafından öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen farklı bir çalışmada yaratıcılık puanları sunulan iki öğretmen adayının yaratıcılık puanları 221.21 ve 302.13 puan olarak belirtilmiştir. Katılımcıların farklı olması bulgulardaki bu farklılığın sebebi olarak düşünülmektedir. Ancak yine de mevcut çalışmada öğretmen adaylarının matematiksel etkinliklerdeki ortalama yaratıcılık puanlarına bakıldığında öğretmen adaylarının yaratıcılık puanlarının düşük olduğu söylenebilir. Açıkgül ve diğerleri (2023) tarafından 204 matematik öğretmen adayıyla gerçekleştirilen farklı bir çalışmada da öğretmen adaylarının matematiksel yaratıcılıklarının orta seviyede olduğu tespit edilmiştir. Aydın-Güç ve Keskin (2021) tarafından altıncı sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen çalışmada da mevcut çalışma ile benzer şekilde öğrencilerin yaratıcılık puanlarının düşük olduğu saptanmıştır.

Öğretmen adayları tarafından matematiksel etkinliklerde keşfedilen özellik sayıları Tablo 5.1'e göre incelenecek olursa 1. ve 2. grupta yer alan öğretmen adaylarının etkinlikler boyunca en fazla 5 tane önemli özellik keşfettiği (7. Etkinlik), 3. grupta yer alan öğretmen adaylarının ise en fazla 3 tane önemli özellik (6 ve 7. Etkinlik) keşfettiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerinin incelendiği ve araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin veri toplama aracı olarak kullanıldığı Elgrably ve Leikin (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada üniversitede öğrenim gören matematik öğretmeni adayları arasındaki en yaratıcı öğretmen adayının 7 tane önemli özellik keşfettiği saptanmıştır. Benzer şekilde Leikin ve Elgrably (2020) tarafından öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen farklı bir çalışmada yaratıcılık puanları sunulan iki öğretmen adayından bir tanesi 8 tane önemli özellik keşfederken diğeri 9 tane önemli özellik keşfetmiştir. Diğer taraftan Elgrably ve Leikin (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada problem çözme uzmanları arasındaki en yaratıcı katılımcı 12 tane önemli özellik keşfederken Leikin ve Elgrably (2022) tarafından 8 tane problem çözme uzmanıyla gerçekleştirilen çalışmada katılımcılar en az 12 tane önemli özellik keşfederken en fazla 25 tane önemli özellik keşfetmiştir. İlgili literatürde öğretmen adayları tarafından keşfedilen özellik sayıları ile (Elgrably & Leikin, 2021; Leikin & Elgrably, 2020) mevcut çalışmada keşfedilen özellik

sayıları kıyaslandığında, mevcut çalışmada öğretmen adayları tarafından keşfedilen özellik sayılarının az olduğu söylenebilir.

Matematiksel etkinliklerden ilki ön test sonuncusu son test olarak düşünülecek olursa, tüm gruplar tarafından son teste doğru keşfedilen özellik sayısının ve yaratıcılık puanının artış gösterdiği görülmektedir (bkz. Tablo 5.1). Bu durumda araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun hazırlanan matematiksel etkinliklerin öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerine olumlu yönde etkileri olduğu söylenebilir. Bu sonuç araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerini geliştirdiği sonucunu bulan araştırma sonuçlarına (Elgrably & Leikin, 2021; Leikin & Elgrably, 2020) benzerdir. Aydoğdu ve Türnüklü (2024) tarafından yedinci sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen çalışmada öğrencilerin yaratıcı problem kurma performansları düşük seviyede olsa da problem kurma etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcılık becerilerini geliştirmede etkili olduğu ifade edilmiştir. Benzer şekilde Kartal ve Öçal (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da öğrenciler her ne kadar problem kurma etkinliklerinde zorlansalar da bu etkinliklerden zevk aldıkları ve bu etkinliklerin yaratıcılık becerilerini geliştirmede etkili olduğu belirtilmiştir. Problem kurma etkinliklerinin yaratıcılık becerileri üzerindeki etkilerinin incelendiği farklı çalışmalarda da (Bayazit & Kınap-Dönmez, 2017; Çetinkaya & Soybaş, 2018; Korkmaz & Gür, 2006; Taşkın, 2016; Vieira ve diğerleri, 2023), problem kurma etkinliklerinin yaratıcılık becerilerini geliştirmede oldukça etkili olduğu saptanmıştır. Problem kurmanın yaratıcılık becerilerini geliştirmedeki önemi düşünüldüğünde, problem kurma etkinliklerini sınıf ortamına taşıyacak ve öğrencilerini problem kurma konusunda cesaretlendirecek olan geleceğin öğretmenlerinin - öğretmen adaylarının- yaratıcı problem kurma becerilerini inceleyen araştırmalar oldukça önemlidir (Arabacı ve diğerleri, 2022). Bu sebeple öğretmen adaylarının GeoGebra destekli problem kurma temelli öğrenme ortamında yaratıcı problem kurma becerilerinin incelendiği bu araştırmanın ilgili literatür açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

Çalışmada tüm gruplar tarafından son teste doğru keşfedilen özellik sayısının ve yaratıcılık puanının artış göstermesi GeoGebra destekli problem kurma temelli öğrenme sürecinin de öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerine olumlu yönde etkileri olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu sonucu destekler nitelikte Lavy ve Shriki (2010) tarafından öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmada GeoGebra'nın dinamik yapısının daha yaratıcı problem kurmayı desteklediği ifade edilmiştir. Benzer şekilde GeoGebra yazılımının

kullanımının yaratıcılık becerilerini geliştirmede etkili olduğu araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen farklı çalışmalarda da belirtilmiştir (Febrianti & Dasari, 2024; Petkova & Velikova, 2015; Selvy ve diğerleri, 2020). Ancak Aydın-Güç (2021) tarafından öğretmen adayları ile gerçekleştirilen farklı bir çalışmada ise bu çalışmaların ve mevcut çalışmanın sonuçlarından farklı olarak GeoGebra yazılımının kullanılmasının yaratıcı problemler kurmada yeterli olmadığı saptanmıştır. İlgili literatür göz önüne alındığında öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen mevcut çalışmada, veri toplama aracı olarak kullanılan ve araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde geliştirilen matematiksel etkinliklerin GeoGebra ile desteklenmesinin öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini geliştirmede etkili olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında GeoGebra destekli problem kurma temelli öğrenme sürecinin yaratıcı problem kurma becerilerine etkisinin incelendiği bu çalışmada da GAÖÇ'nin aşamalarının GeoGebra yazılımı ile desteklenmesinin de yaratıcı problem kurma becerilerini geliştirmede etkili olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç AÖÇ'nin aşamalarının GeoGebra yazılımı ile desteklenmesinin problem çözme ve kurma becerilerini geliştirmede etkili bir yöntem olduğunu bulan Özgen ve diğerlerinin (2019) sonuçlarına benzetilmektedir.

Öğretmen adaylarının araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinde keşfettikleri özellikler yaratıcılık bileşenleri (akıcılık, esneklik ve orijinallik) açısından incelenecek olursa tüm gruplarda yer alan öğretmen adaylarının akıcılık, esneklik ve orijinallik bileşenlerinin hepsinden en yüksek puanı son etkinlikte almış olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının her bir bileşenden almış oldukları puanlar incelendiğinde en düşük puana sahip olan bileşenin akıcılık bileşeni olduğu, en yüksek puana sahip olan bileşenin ise esneklik bileşeni olduğu görülmüştür. Mevcut çalışma ile benzer şekilde araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin veri toplama aracı olarak kullanıldığı ve yaratıcılık puanlarının ondalık tabanlı puanlama şemasına göre değerlendirildiği Leikin ve Elgrably (2020) tarafından öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen çalışmada da yaratıcılık puanları sunulan iki öğretmen adayının en düşük puana sahip olan bileşeni akıcılık bileşeni, en yüksek puana sahip olan bileşeni ise esneklik bileşeni olarak belirlenmiştir. Elgrably ve Leikin (2021) tarafından öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen çalışmada ise yaratıcılık puanı en yüksek olan öğretmen adayının en düşük puana sahip olan bileşeni yine akıcılık bileşeni olarak belirlenmiştir. Ancak bu çalışmada en yüksek puana sahip olan bileşen orijinallik bileşeni olarak belirlenmiştir. Ondalık tabanlı puanlama

şemasına göre akıcılık bileşeninde her özellik sadece 1 puan alırken diğer bileşenlerde bir özellik 10, 1 veya 0.1 puan alabileceği için akıcılık bileşeninin en düşük puana sahip olan bileşen olması beklenen bir sonuçtur. Yaratıcı problem kurma becerilerinin yaratıcılık bileşenleri açısından incelendiği ancak yaratıcılık puanlarının ondalık tabanlı puanlama şemasından farklı bir değerlendirme şemasına göre değerlendirildiği farklı çalışmalarda (Aydın-Güç & Keskin, 2021; Kartal & Öçal, 2024; Taşkın, 2016) ise mevcut çalışmadan farklı olarak en yüksek puan ortalamasına sahip olan bileşen akıcılık bileşeni olarak belirlenirken en düşük puan ortalamasına sahip olan bileşen orijinallik bileşeni olarak belirlenmiştir.

Çalışmadan elde edilen bulgular neticesinde 3. grup, 1012 puanla toplam yaratıcılık puanı en yüksek olan gruptur. Ancak 3. grup toplam yaratıcılık puanı en yüksek olan grup olmasının yanında etkinlikler boyunca en az sayıda (13 tane) önemli özellik keşfeden gruptur (bkz. Tablo 5.1). Öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerinin belirlendiği Arabacı ve diğerleri (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, kurduğu problemi çözmeyen öğretmen adayları çözenlerden daha fazla sayıda problem kurmuştur. Ancak kurduğu problemi çözmeyen öğretmen adaylarının kurduğu problem sayısı fazla olmasına rağmen yaratıcılık puanları daha düşüktür. Yine benzer şekilde Taşkın (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada fazla sayıda problem kurmanın matematiksel yaratıcılığı her zaman garantilemediği saptanmıştır. Yılmaz-Özalp (2005) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da akıcılığın yaratıcılık üzerinde kirlenici bir etkisi olduğu ifade edilmiştir. Dolayısıyla kurulan problem sayısının çok olması yaratıcı problem kurma becerilerinin iyi olmasını garantilemez.

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının keşfettikleri özelliklerde orijinallik bileşeninden esneklik bileşenine göre daha düşük puanlar aldığı görülmektedir. Bu durumda öğretmen adaylarının genelde akranları tarafından bilinen özellikleri keşfettiğini göstermektedir. Elde edilen bu sonuç öğretmen adayları tarafından genelde benzer türde problemler kurulduğunu bulan araştırma sonuçlarına (Arabacı ve diğerleri, 2022; Korkmaz & Gür, 2006) benzemektedir. Bu durumun öğretmen adaylarının benzer öğrenme geçmişine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Arabacı ve diğerleri (2022) tarafından bu durumun öğretmen adaylarının kendi öğretmenlerinden gelen alışkanlıkları tekrar etmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Aydın-Güç ve Keskin (2021) tarafından bu durumun derslerde problem kurma faaliyetlerine yer verilmediğinden ya da benzer yapıda

problem kurma faaliyetlerine yer verildiğinden kaynaklandığını ifade etmiştir. Mevcut çalışmada yer alan öğretmen adaylarının da öncesinde problem kurma alanında ders almamış olmasının orijinallik bileşeninin puanlarının düşük olmasını etkilediği düşünülmektedir. Bu sebeple öğretmen adaylarının orijinal problem kurma becerilerini geliştirmeye yönelik mesleki gelişim süreçleri tasarlanmalıdır (Aydın-Güç, 2021).



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmanın amacı, GeoGebra yazılımı ile desteklenen problem kurma temelli öğrenme sürecinde öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlenmektir. GeoGebra destekli problem kurma temelli işbirlikli öğrenme sürecinde öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerileri, araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olarak hazırlanan matematiksel etkinlikler kullanılarak belirlenmiştir. Araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde geliştirilen matematiksel etkinliklerde öğretmen adaylarından en az 2 tane önemli özellik keşfetmeleri istenir. Bulgular, ilk 3 etkinlikte tüm gruplar tarafından 2 veya daha fazla sayıda özellik keşfedilmediğini göstermektedir. Geriye kalan 4 matematiksel etkinliğin ise sadece 3 tanesinde tüm gruplar tarafından 2 veya daha fazla sayıda önemli özellik keşfedilmiştir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde hazırlanan ve yaratıcılığa yönelik olan matematiksel etkinliklerde zorlandığı sonucuna ulaşılmıştır. Nitekim Leikin ve Elgrably'in (2020) çalışmasında da yaratıcılığa yönelik etkinliklerin zorlayıcı etkinlikler olduğu belirtilmiştir. Öğretmen adaylarının yaratıcılık puanlarına yönelik bulgular, grupların tamamının ilk etkinlikte 0-110 puan aralığında puanlar alırken son etkinlikte 200-310 puan aralığında puanlar aldığını göstermektedir. Dolayısıyla her ne kadar araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun hazırlanan matematiksel etkinlikler zorlayıcı etkinlikler olsa da bu etkinliklerin GeoGebra destekli problem kurma temelli öğrenme sürecinde öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerine olumlu yönde etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Nitekim araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerini geliştirdiği farklı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda da tespit edilmiştir (Elgrably & Leikin, 2021; Leikin & Elgrably, 2020). Sonuçlardan hareketle, öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerinin geliştirilmesinde GeoGebra destekli problem kurma sürecinin ve araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin kullanılması önerilmektedir. Diğer yandan araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde hazırlanan matematiksel etkinliklerin ve GeoGebra destekli problem kurma sürecinin öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerine etkisi tam olarak bilinmemektedir. Bu nedenle araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde hazırlanan

matematiksel etkinliklerin ve GeoGebra destekli problem kurma sürecinin öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerine etkilerinin incelendiği deneysel araştırmalar yapılabilir.

Yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada bulgular, 1. ve 2. grupta yer alan öğretmen adaylarının etkinlikler boyunca en fazla 5 tane önemli özellik keşfettiğini, 3. grupta yer alan öğretmen adaylarının ise en fazla 3 tane önemli özellik keşfettiğini göstermektedir. Öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemek amacıyla araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerinin kullanıldığı Elgrably ve Leikin (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada öğretmen adayı tarafından 7 tane önemli özellik keşfedildiği, Leikin ve Elgrably (2020) tarafından gerçekleştirilen farklı bir çalışmada ise öğretmen adayından bir tanesi tarafından 8 tane bir tanesi tarafından da 9 tane önemli özellik keşfedildiği belirlenmiştir. İlgili literatürde öğretmen adayları tarafından keşfedilen özellik sayılarıyla mevcut çalışmada öğretmen adayları tarafından keşfedilen özellik sayıları kıyaslandığında, mevcut çalışmada öğretmen adayları tarafından keşfedilen özellik sayılarının az olduğu söylenebilir. Öte yandan araştırmalar yoluyla problem kurma etkinlikleri kullanılarak öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerinin belirlendiği sınırlı çalışmaya rastlanmıştır. Bu sebeple araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde hazırlanan matematiksel etkinlikler kullanılarak öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini belirlemeye yönelik olan bu araştırmanın alana ışık tutacağı ve araştırmalara yön vereceği düşünülmektedir. Diğer yandan öğretmen adaylarının az sayıda özellik keşfetmesinin nedenleri bilinmemektedir. Bu nedenle araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olacak şekilde hazırlanan matematiksel etkinliklerde öğretmen adayları tarafından keşfedilen özellik sayılarının az ya da çok olmasının nedenlerinin araştırıldığı durum çalışmaları yapılabilir.

Öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerileri yaratıcılık bileşenleri (akıcılık, esneklik ve orijinallik) açısından incelendiğinde bütün gruplar tarafından en düşük puanın akıcılık bileşeninden alındığı görülmektedir. Ondalık tabanlı puanlama şemasında akıcılık bileşeni her bir özellik için sadece 1 puan olarak değerlendirilirken diğer bileşenlerde bir özellik 10, 1 veya 0.1 puan olarak değerlendirildiği için akıcılık bileşeninin en düşük puana sahip olan bileşen olması beklenen bir durumdur. Dolayısıyla ileride yapılacak benzer çalışmalarda ondalık tabanlı puanlama şemasının revize edilmesi önerilmektedir.

Matematiksel etkinlikler boyunca en az akıcılık puanına sahip olan 3. grubun (en az sayıda özellik keşfeden) aynı zamanda toplam yaratıcılık puanı en yüksek olan grup olduğu çalışmada elde edilen verilerin analizi neticesinde saptanmıştır. Bu bulgu, kurulan problem sayısının çok olmasının yaratıcı problem kurma becerilerinin iyi olmasını garantilemediğini göstermektedir. Öğretmen adaylarının keşfettikleri özellikler yaratıcılık bileşenleri açısından incelenecek olursa elde edilen bulgular, orijinallik bileşeninden esneklik bileşenine göre daha düşük puanlar alındığı göstermektedir. Bu da öğretmen adaylarının genelde akranları tarafından bilinen özellikleri keşfettiğini göstermektedir. Çalışmadan elde edilen bu sonucun öğretmen adaylarının benzer öğrenme geçmişine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolayısıyla ileride farklı öğrenme geçmişine sahip, farklı sınıf seviyelerinde öğrenim gören öğretmen adayları ile benzer çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Bu çalışmada GeoGebra destekli problem kurma temelli öğrenme ortamında öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerileri yaratıcılık bileşenleri açısından incelenmiştir. Çalışma 2. sınıfta öğrenim gören 9 tane öğretmen adayı, araştırmacı tarafından araştırmalar yoluyla problem kurma etkinliklerine uygun olarak geliştirilen 7 tane matematiksel etkinlik, uygulama sürecinde kullanılan dinamik matematik yazılımı ve GAÖÇ'nin problem kurma – çözme sıralı koluna uygun olarak hazırlanmış öğrenme ortamıyla sınırlıdır. Veri toplama aracı olarak kullanılan matematiksel etkinlikler bir pilot uygulama ile sınırlıdır. Uygulama süreci 12 hafta ile sınırlı olan bu uygulama daha uzun sürelerde farklı sonuçlar elde edilebileceği göz önüne alınarak uygulanması önerilmektedir. Bu araştırmada kullanılan matematiksel etkinliklerin araştırmadan elde edilen sonuçlara bağlı olarak güncellenmesiyle etkinliklerin öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini geliştirmesine fırsat verilmesi sağlanabilir. Dolayısıyla GeoGebra destekli problem kurma temelli öğrenme ortamında öğretmen adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerin farklı öğrenme geçmişlerine sahip öğretmen adaylarıyla ve daha geniş gruplarda gerçekleştirilen çalışmalarda nasıl sonuçlar vereceği araştırılabilir.

7. KAYNAKLAR

- Abramovich, S., & Cho, E. K. (2015). Using digital technology for mathematical. F. M. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Eds.), in *Mathematical problem posing: From research to effective practice* (ss. 71-102). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6258-3_4
- Abu-Elwan, R. (1999, November). The development of mathematical problem posing skills for prospective middle school teachers. *Proceedings of the International Conference on Mathematical Education into the 21st Century: Social Challenges, Issues and Approaches*, (ss. 1-8). Cairo, Egypt, Alan Rogerson.
- Açıkgül, K., Bakan, S., & Aslaner, R. (2023). Matematik öğretmen adaylarının matematiksel yaratıcılık düzeyleri ile matematiksel yaratıcılıklarına ilişkin öz-yeterlik algı düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 75-98. <https://doi.org/10.17539/amauefd.1388796>.
- Akay, H. (2006). *Problem kurma yaklaşımı ile yapılan matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarısı, problem çözme becerisi ve yaratıcılığı üzerindeki etkisinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Altun, H. (2022). *Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin okuma stratejileri üst bilişsel farkındalık düzeylerinin ve problem kurma becerilerinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Altun, M. (2018). *Matematik öğretimi* (13. Baskı). Bursa: Aktüel.
- Altun, M. (2020). *Matematik okuryazarlığı el kitabı* (1. Baskı). Bursa: Aktuel.
- Altuner Sözeri, A., Şengil Akar, Ş., & Yıldırım-Saygı, E. (2023). MEB 7. sınıf matematik ders kitabının matematiksel yaratıcılığı desteklemesi bağlamında incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 52(1), 537-576. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.1292321>
- Aparı, B. (2019). GeoGebra destekli problem kurma temelli öğrenme sürecinin öğrencilerin problem kurma becerisine ve öz yeterlik inancına etkisi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.

- Aparı, B., Özgen, K., & Zengin, Y. (2023). Teknoloji destekli problem kurma. K. Özgen, T. Kar, S. Çenberci, & Y. Zengin (Ed.), *Matematikte Problem Çözme ve Problem Kurma* içinde (s. 379-420). Ankara: Pegem Akadem.
- Arabacı, D., Saka, E., & Alkan, S. (2022). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının problem kurma durumlarındaki matematiksel yaratıcılıklarının incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(Özel Sayı), 385-426. <https://doi.org/10.29299/kefad.882145>
- Aydın-Güç, F. (2021). Matematik öğretmenlerinin GeoGebra ile çözülebilen problem kurma performansları. *Başkent University Journal of Education*, 8(2), 392 - 410.
- Aydın-Güç, F., & Keskin, S. (2021). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin problem kurma yaratıcılıkları ve problem kurma öz yeterlikleri ile problem kurma yaratıcılıkları arasındaki ilişki. *Journal of Computer and Education Research*, 9(17), 145-176. <https://doi.org/10.18009/jcer.842988>
- Aydoğdu, M. (2024). Öğretmen adaylarının kurulan matematik problemlerini değerlendirme kriterlerinin incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 14(1), 427-441. <https://doi.org/10.24315/tred.1390162>
- Aydoğdu, A. S., & Türnüklü, E. (2023). Geometride problem kurmaya dayalı çalışmaların yaratıcılıkla olan ilişkisinin incelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 13(2), 1434-1450. <https://doi.org/10.24315/tred.1257745>
- Baki, A. (2019). *Matematiği öğretme bilgisi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Baumanns, L., & Rott, B. (2019). Is problem posing about posing "problems"? A terminological framework for researching problem posing and problem solving. *Joint Conference of ProMath and the GDM Working Group on Problem Solving*. 24, (ss. 21-31). Munster, Germany: WTM-Verlag.
- Bayazit, İ., & Kırnap-Dönmez, S. M. (2017). Öğretmen adaylarının problem kurma becerilerinin orantısal akıl yürütme gerektiren durumlar bağlamında incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 8(1), 130-160.
- Bayraktar, T., & Özçakır Sümen, Ö. (2024). Dördüncü sınıf öğrencilerinin okuduğunu anlama öz yeterlilik algıları, üst bilişsel farkındalıkları ve problem çözme başarıları

- arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 69, 135-152. <https://doi.org/10.21764/maeuefd.1351197>
- Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects. state, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22, 37-68. <https://doi.org/10.1007/BF00302716>
- Budak, İ. (2007). *Matematikte üstün yetenekli öğrencileri belirlemede bir model*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Büyüköztürk, Ş. (2020). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (27. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Cai, J., & Jiang, C. (2016). An analysis of problem-posing tasks in Chinese and US elementary mathematics textbooks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(8), 1521-1540. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9758-2>
- Cai, J., Hwang, S., Jiang, C., & Silber, S. (2015). Problem-posing research in mathematics education: some answered and unanswered questions. F. M. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Eds.), in *Mathematical problem posing* (ss. 3-34). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6258-3_1
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (4th edition). Thousand Oaks: Sage.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2th edition b.). Los Angeles: Sage Publications.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in aducation* (7nd ed.). New York: Routledge.
- Çetinkaya, A., & Soybaş, D. (2018). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin problem kurma becerilerinin incelenmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 11(1), 169-200. <https://doi.org/10.30831/akukeg.333757>

- Dede, Y., & Yaman, S. (2005). Matematik öğretmen adaylarının matematiksel problem kurma ve problem çözme becerilerinin incelenmesi. *Eğitim Araştırmaları*, 18, 236-252.
- Dikovic, L. (2009). Implementing dynamic mathematics resources with GeoGebra at the college level. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 4(3), 51-54. <https://doi.org/10.3991/ijet.v4i3.784>
- Elgrably, H., & Leikin, R. (2021). Creativity as a function of problem-solving expertise: Posing new problems through investigations. *ZDM-Mathematics Education*, 53(4), 891-904. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01228-3>
- Ellerton, N. F. (2013). Engaging pre-service middle-school teacher-education students in mathematical problem posing: development of an active learning framework. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 87-101. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9449-z>
- Ergene, Ö. (2023). Problem kurma ve çözme ilişkisi. K. Özgen, T. Kar, S. Çenberci, & Y. Zengin (Ed.), *Matematikte problem çözme ve problem kurma* içinde (ss. 308-328). Ankara: Pegem Akademi.
- Erkan, B. (2021). Problem biçimlendirme: ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının düşünme süreçlerinin incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize.
- Erkan, B., & Kar, T. (2022). Pre-service mathematics teachers' problem-formulation processes: Development of the revised active learning framework. *The Journal of Mathematical Behavior*, 65, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2021.100918>
- Esi, A. (2018). Matematikte yaratıcılık. *Journal of Awareness*, 3(5), 309-314. <https://doi.org/10.26809/joa.2018548641>
- Febrianti, T. S., & Dasari, D. (2024). Creativity increment and GeoGebra classroom quality: impact on student learning. *International Journal of Mathematics and Mathematics Education (IJMME)*, 2(1), 31-44. <https://doi.org/10.56855/ijmme.v2i1.770>

- Gonzales, N. A. (1994). Problem posing: A neglected component in mathematics courses for prospective elementary and middle school teachers. *School Science and Mathematics*, 94(2), 78-84. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1994.tb12295.x>
- Gür, H., & Aykurtlu, G. (2021). Öğrencilerin kesir ve yüzde problemleri konusundaki problem kurma becerilerinin 9. ve 10. sınıftaki durumlarının karşılaştırılması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 53(53), 246-264. <https://doi.org/10.15285/maruaebd.734573>
- Gürefe, N. (2021). Probleme dayalı matematik eğitimi. M. Ünlü (Ed.), *Uygulama Örnekleriyle Matematik Öğretiminde Yeni Yaklaşımlar* içinde (ss. 199-222). Ankara: Pegem Akademi.
- Haylock, D. (1997). Recognising mathematical creativity in schoolchildren. *ZDM-Mathematics Education*, 29, 68–74. <https://doi.org/10.1007/s11858-997-0002-y>
- Hohenwarter, M., & Lavicza, Z. (2009). The strength of the community: How GeoGebra can inspire technology integration in mathematics teaching. *MSOR Connections*, 9(2), 3-5.
- Hohenwarter, M., Hohenwarter, J., Kreis, Y., & Lavicza, Z. (2008). Teaching and calculus with free dynamic mathematics software GeoGebra. *In 11th International Congress on Mathematical Education*. Monterrey, Nuevo Leon, Mexico.
- Kar, T. (2023). Matematiksel problem kurmanın doğası, amacı ve önemi. K. Özgen, T. Kar, S. Çenbercci, & Y. Zengin (Ed.), *Matematikte problem çözme ve problem kurma* içinde (ss. 243-263). Ankara: Pegem Akademi.
- Kar, T., Özdemir, E., İpek, A. S., & Albayrak, M. (2010). The relation between the problem posing and problem solving skills of prospective elementary mathematics teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1577-1583. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.239>
- Kartal, E. N., & Öçal, T. (2024). Yaratıcılık bağlamında problem kurma becerisinin problem çözme becerisine etkisi. *EKEV Akademi Dergisi*, 98, 91-110. <https://doi.org/10.17753/sosekev.1392298>

- Kılıç, Ç. (2023). Matematiksel problem kurma türleri. K. Özgen, T. Kar, S. Çenbercci, & Y. Zengin (Ed.), *Matematikte problem çözme ve problem kurma* içinde (ss. 263-283). Ankara: Pegem Akademi.
- Kilic C (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının farklı problem kurma durumlarında sergilemiş oldukları performansın belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(2), 1195 - 1211.
- Kılıç, H. (2017). A new problem-posing approach based on problem-solving strategy: Analyzing pre-service primary school teachers' performance. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 17(3), 771-789. <https://doi.org/10.12738/estp.2017.3.0017>
- Korkmaz, E., & Gür, H. (2006). Öğretmen adaylarının problem kurma becerilerinin belirlenmesi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 65-74.
- Lavy, I. (2015). Problem-posing activities in a dynamic geometry environment: When and how. F. M. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Eds.), in *Mathematical problem posing: From research to effective practice* (ss. 393-409). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6258-3_19
- Lavy, I., & Shriki, A. (2010). Engaging in problem posing activities in a dynamic geometry setting and the development of prospective teachers' mathematical knowledge. *The Journal of Mathematical Behavior*, 29(1), 11-24. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2009.12.002>
- Leikin, R. (2009). Exploring mathematical creativity using multiple solution tasks. R. Leikin, A. Berman, & B. Koichu (Eds.), in *Creativity in mathematics and the education of gifted students* (ss. 129-145). Rotterdam: Sense Publisher. https://doi.org/10.1163/9789087909352_010
- Leikin, R. (2013). Evaluating mathematical creativity: the interplay between multiplicity and insight. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 55(4), 385-400.
- Leikin, R. (2015). Problem posing for and through investigations in a dynamic geometry environmen. F. M. Singer, N. F. Ellerton, & J. Cai (Eds.), in *Mathematical problem posing: From research to effective practice* (ss. 373-391). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6258-3_18

- Leikin, R., & Elgrably, H. (2022). Strategy creativity and outcome creativity when solving open tasks: focusing on problem posing through investigations. *ZDM - Mathematics Education*, 54(6), 35-49. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01319-1>
- Leikin, R., & Elgrably, R. (2020). Problem posing through investigations for the development and evaluation of proof-related skills and creativity skills of prospective high school mathematics teachers. *International Journal of Educational Research*, 102, 101424. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.04.002>
- Leikin, R., & Grossman, D. (2013). Teachers modify geometry problems: from proof to investigation. *Educational Studies in Mathematics*, 82(3), 515-531. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9460-4>
- Leung, S. S. (1997). On the role of creative thinking in problem posing. *ZDM-Mathematics Education*, 29(3), 81-85. <https://doi.org/10.1007/s11858-997-0004-9>
- Leung, S. S. (2013). Teachers implementing mathematical problem posing in the classroom: challenges and strategies. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 103-116. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9436-4>
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2009). *İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı ve kılavuzu*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınevi.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınevi.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Matematik dersi (İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınevi.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. NCTM.
- Nicolaou, A. A., & Philippou, G. N. (2007). Efficacy beliefs, problem posing, and mathematics achievement. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 29(4), 48-70.
- Olsher, S., Abrahamson, D., Arcavi, A., Arzarello, F., Chazan, D., Clark-Wilson, A., & Yerushalmy, M. (2023). Problem solving with technology: multiple perspectives on

- mathematical conjecturing. *PME 46: The annual meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (ss. 134-158). Haifa, Israel.
- Öçal, T., & Demirci, E. (2023). Problem çözme ve kurma bağlamında yaratıcılık. K. Özgen, T. Kar, S. Çenberci, & Y. Zengin (Ed.), *Matematikte problem çözme ve problem kurma* içinde (ss. 353-378). Ankara: Pegem Akademi.
- Örnek, T. (2023). Problem kurma temelli öğrenme. K. Özgen, T. Kar, S. Çenberci, & Y. Zengin (Ed.), *Matematikte problem çözme ve problem kurma* içinde (ss. 329-351). Ankara: Pegem Akademi.
- Örnek, T., & Soylu, Y. (2021). Problem kurma becerisini geliştirmek için tasarlanan problem kurma öğrenme modeli'nin değerlendirilmesi. *Journal of Computer and Education Research*, 9(18), 929-960. <https://doi.org/10.18009/jcer.949572>
- Özcan, S. (2009). *Yaratıcı düşünme etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcı düşüncelerine ve proje geliştirmelerine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Özçakır, B. (2021). Teknoloji destekli matematik öğretimi. M. Ünlü (Ed.), *Uygulama örnekleriyle matematik öğretiminde yeni yaklaşımlar* içinde (ss. 151-180). Ankara: Pegem Akademi. <https://doi.org/10.14527/9786257052399.08>
- Özdemir Yıldız, Ö. (2019). *Matematik öğretmen adaylarının problem kurma becerilerinin incelenmesi ve problem kurma hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Özdemir, A. S., & Sahal, M. (2018). The effect of teaching integers through the problem posing approach on students' academic achievement and mathematics attitudes. *Eurasian Journal of Educational Research*, 18(78), 117-138.
- Özgen, K. (2023). Matematiksel problem çözmenin doğası, amacı ve önemi. K. Özgen, T. Kar, S. Çenberci, & Y. Zengin (Ed.), *Matematikte problem çözme ve problem kurma* içinde (ss. 3-32). Ankara: Pegem Akademi.
- Özgen, K., & Bayram, B. (2019). Problem kurma öz yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 18(2), 663-680. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2019.562029>

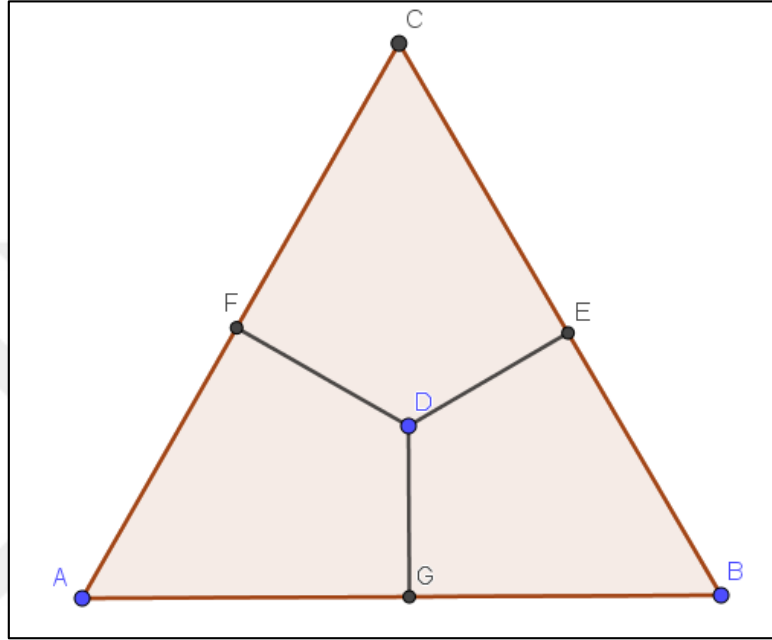
- Özgen, K., & Bayram, B. (2020). Ortaokul öğrencilerinin problem kurmaya yönelik beceri ve öz yeterlik inançlarının incelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 455-485. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.693817>
- Özgen, K., Aparı, B., & Zengin, Y. (2019). Sekizinci sınıf öğrencilerinin problem kurma temelli öğrenme yaklaşımları: GeoGebra destekli aktif öğrenme çerçevesinin uygulanması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 10(2), 501-538. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.471760>
- Pehkonen, E. (1997). The state-of-art in mathematical creativity. *ZDM-Mathematics Education*, 29, 63–67. <https://doi.org/10.1007/s11858-997-0001-z>
- Petkova, M. M., & Velikova, E. A. (2015, July). GeoGebra constructions and problems for arbelos and archimedean circles. *Paper presented at the GeoGebra Global Gathering*. Linz, Austria.
- Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Garden City, New York: Doubleday Company.
- Posameintier, A. S., & Krulik, S. (2019). *Matematikte problem çözme* (2. Baskı). (L. Akgün, T. Kar, & M. F. Öçal, Çev.) Ankara: Pegem Akademi.
- Sayın, V., & Orbay, K. (2023). Sınıf öğretmeni adaylarının serbest problem kurma durumları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43(2), 563-599. <https://doi.org/10.17152/gefad.1095273>
- Selvy, Y., Ikhsan, M., Johar, R., & Saminan. (2010). Improving students' mathematical creative thinking and motivation through GeoGebra-assisted problem-based learning. *Journal of Physics: Conference Series*. 1460 (1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1460/1/012004>
- Shvarts, A., & Van Helden, G. (2021). Embodied learning at a distance: from sensory-motor experience to constructing and understanding a sine graph. *Mathematical Thinking and Learning*, Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/10986065.2021.1983691>
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19-28.

- Silver, E.A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing, *ZDM - Mathematics Education*, 29(3), 75-80.
- Silver, E. A., & Cai, J. (1996). An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(5), 521-539. <https://doi.org/10.2307/749846>
- Sriraman, B. (2005). Are giftedness and creativity synonyms in mathematics? *The Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 20–36. <https://doi.org/10.4219/jsge-2005-389>
- Stoyanova, E., & Ellerton, F. (1996). A framework for research into students' problem posing in school mathematics. P. Clarkson (Eds.) in *Technology in Mathematics Education* (ss. 518-525). Melbourne: Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Taşkın, D. (2016). *Üstün yetenekli tanısı konulmuş ve konulmamış öğrencilerin matematikte yaratıcılıklarının incelenmesi: bir özel durum çalışması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Taylor, D. W. (1960). Thinking and creativity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 91(1), 108-127.
- Terzi, A. (2021). *Aktif öğrenme çerçevesine dayalı öğretimin 6. sınıf öğrencilerinin problem çözme ve kurma performanslarının gelişimine etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize.
- Turhan, B., & Güven , M. (2014). Problem kurma yaklaşımıyla gerçekleştirilen Matematik öğretiminin problem çözme başarısı, problem kurma becerisi ve matematiğe yönelik görüşlere etkisi. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 43(2), 217-234. <https://doi.org/10.14812/cufej.2014.021>
- Van De Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2016). *İlkokul ve ortaokul matematiği gelişimsel yaklaşımla öğretim* (7. Baskı). (S. Durmuş, Çev.) Ankara: Nobel Yayınları.
- Vieira, G., Possamai, J., & Allevato, N. (2023). Problem posing and creative thinking in mathematics class. *Zetetike*, 31, 1-14.

- Xie, J., & Masingila, J. (2017). Examining interactions between problem posing and problem solving with prospective primary teachers: A case of using fractions. *Educational Studies in Mathematics*, 96(1), 101-118.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (11. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz-Özalp, E. (2005). *Yaratıcı düşünme testi – resim üretme (test for creative thinking drawing production) Türkçe versiyonu*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara üniversitesi, İstanbul.
- Zengin, Y. (2020). Matematiksel etkinliklerin teknoloji kullanılarak öğretim ortamında uygulanması. Y. Dede, M. F. Doğan, & F. Aslan-Tutak (Ed.), *Matematik eğitiminde etkinlikler ve uygulamaları* içinde (ss. 395-414). Ankara: Pegem Akademi.
- Zhang, L., Cai, J., Song, N., Zhang, H., Chen, T., Zhang, Z., & Guo, F. (2022). Mathematical problem posing of elementary school students: the impact of task format and its relationship to problem solving. *ZDM-Mathematics Education*, 54(4), 497–512.

8. EKLER

EK 1: MATEMATİKSEL ETKİNLİKLER: 1. MATEMATİKSEL ETKİNLİK

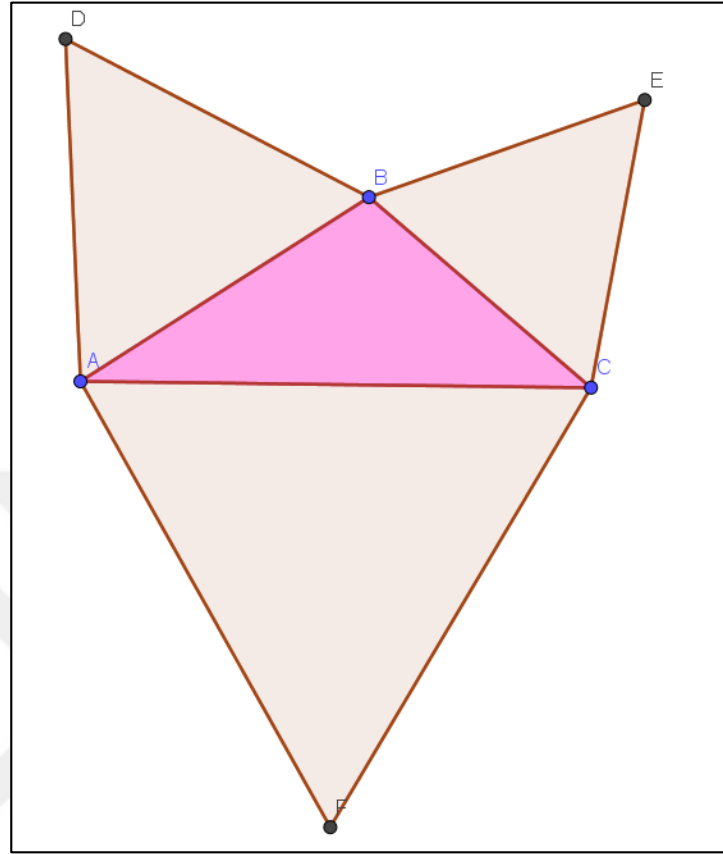


Yukarıdaki şekilde bir ABC üçgeni, bu üçgenin içerisinde bulunan bir D noktası ve D noktasından kenarlara indirilen 3 tane dik doğru parçası verilmiştir.

Buna göre;

- GeoGebra’da yer alan araçları kullanarak yukarıdaki şekilde en az 2 tane önemli özellik bulunuz. (Bu önemli özellikleri GeoGebra’da yer alan yardımcı yapıları kullanarak şekle çeşitli eklemeler - çıkarmalar yaparak ya da şekli hareket ettirerek meydana gelen yeni şekillerin özelliklerini inceleyerek bulabilirsiniz.)
- Yukarıda verilen şekille ilgili yeni problemler kurunuz.
- Kurmuş olduğunuz problemleri çözünüz. Ardından kurmuş olduğunuz problemler ve çözümlerinizi arkadaşlarınızla paylaşarak bunlar üzerine tartışınız.
- Kendi kurup – çözmüş olduğunuz ya da arkadaşınız tarafından kurulup – çözülen problemlerden bir tanesini seçerek GeoGebra’da yardımcı yapılardan yararlanarak yeni problemler kurunuz ve kurduğunuz bu problemleri çözünüz.

2. MATEMATİKSEL ETKİNLİK

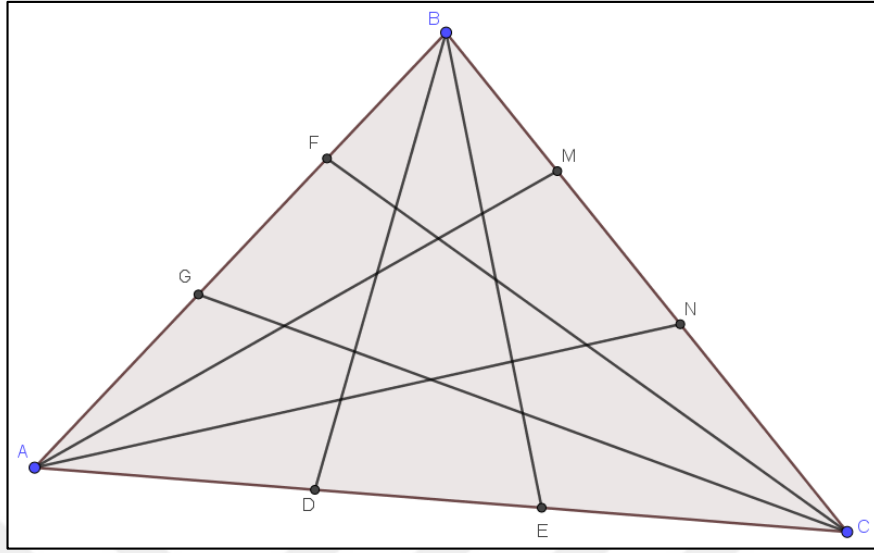


Yukarıdaki şekilde ABC, ADB, BEC ve ACF üçgenleri verilmiştir. ADB, BEC ve ACF üçgenleri eşkenar üçgendir.

Buna göre;

- GeoGebra’da yer alan araçları kullanarak yukarıdaki şekilde en az 2 tane önemli özellik bulunuz. (Bu önemli özellikleri GeoGebra’da yer alan yardımcı yapıları kullanarak şekle çeşitli eklemeler - çıkarmalar yaparak ya da şekli hareket ettirerek meydana gelen yeni şekillerin özelliklerini inceleyerek bulabilirsiniz.)
- Yukarıda verilen şekille ilgili yeni problemler kurunuz.
- Kurmuş olduğunuz problemleri çözünüz. Ardından kurmuş olduğunuz problemler ve çözümlerinizi arkadaşlarınızla paylaşarak bunlar üzerine tartışınız.
- Kendi kurup – çözmüş olduğunuz ya da arkadaşınız tarafından kurulup – çözülen problemlerden bir tanesini seçerek GeoGebra’da yardımcı yapılardan yararlanarak yeni problemler kurunuz ve kurduğunuz bu problemleri çözünüz.

3. MATEMATİKSEL ETKİNLİK



Yukarıdaki ABC üçgeninin açıları ile ilgili şunlar bilinmektedir:

$$m(\widehat{ABD}) = m(\widehat{DBE}) = m(\widehat{EBC})$$

$$m(\widehat{BCF}) = m(\widehat{FCG}) = m(\widehat{GCA})$$

$$m(\widehat{BAM}) = m(\widehat{MAN}) = m(\widehat{NAC})$$

Buna göre;

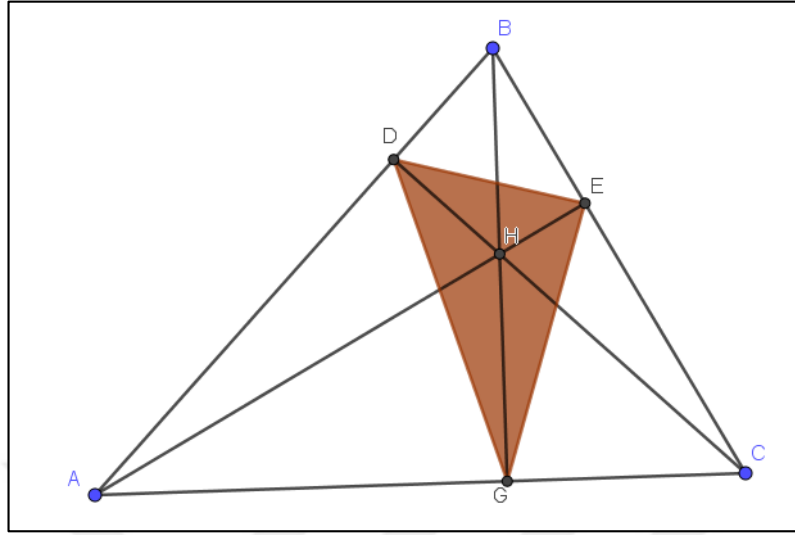
a) GeoGebra’da yer alan araçları kullanarak yukarıdaki şekilde en az 2 tane önemli özellik bulunuz. (Bu önemli özellikleri GeoGebra’da yer alan yardımcı yapıları kullanarak şekle çeşitli eklemeler -çıkarmalar yaparak ya da şekli hareket ettirerek meydana gelen yeni şekillerin özelliklerini inceleyerek bulabilirsiniz.)

b) Yukarıda verilen şekille ilgili yeni problemler kurunuz.

c) Kurmuş olduğunuz problemleri çözünüz. Ardından kurmuş olduğunuz problemler ve çözümlerinizi arkadaşlarınızla paylaşarak bunlar üzerine tartışınız.

d) Kendi kurup – çözmüş olduğunuz ya da arkadaşınız tarafından kurulup – çözülen problemlerden bir tanesini seçerek GeoGebra’da yardımcı yapılardan yararlanarak yeni problemler kurunuz ve kurduğunuz bu problemleri çözünüz.

4. MATEMATİKSEL ETKİNLİK



Yukarıdaki şekilde ABC ve DEG bir üçgendir.

H noktası ABC üçgeninin diklik merkezi ise oluşan DEG üçgenine ortik üçgen denir.

Buna göre;

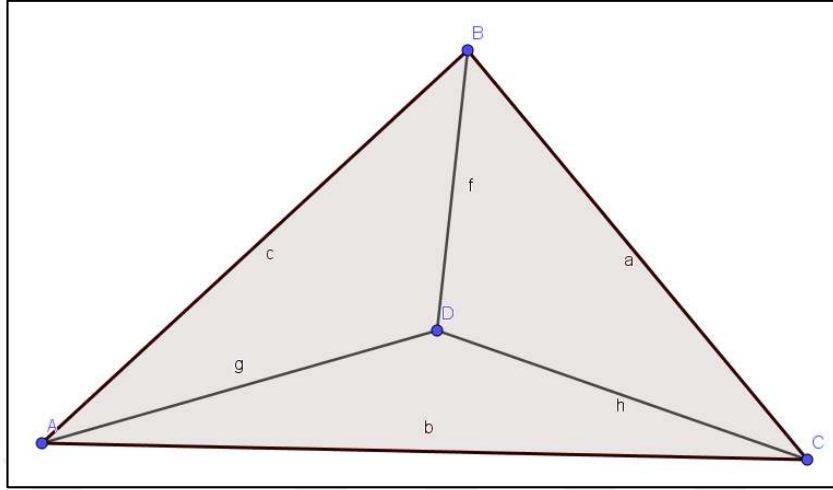
a) GeoGebra’da yer alan araçları kullanarak yukarıdaki şekilde en az 2 tane önemli özellik bulunuz. (Bu önemli özellikleri GeoGebra’da yer alan yardımcı yapıları kullanarak şekle çeşitli eklemeler -çıkarmalar yaparak ya da şekli hareket ettirerek meydana gelen yeni şekillerin özelliklerini inceleyerek bulabilirsiniz.)

b) Yukarıda verilen şekille ilgili yeni problemler kurunuz.

c) Kurmuş olduğunuz problemleri çözünüz. Ardından kurmuş olduğunuz problemler ve çözümlerinizi arkadaşlarınızla paylaşarak bunlar üzerine tartışınız.

d) Kendi kurup – çözmüş olduğunuz ya da arkadaşınız tarafından kurulup – çözülen problemlerden bir tanesini seçerek GeoGebra’da yardımcı yapılardan yararlanarak yeni problemler kurunuz ve kurduğunuz bu problemleri çözünüz.

5. MATEMATİKSEL ETKİNLİK



Yukarıdaki şekilde bir ABC üçgeni, bu üçgenin içerisinde bir D noktası, D noktasından ve üçgenin köşelerinden geçen 3 tane doğru parçası verilmiştir.

Buna göre;

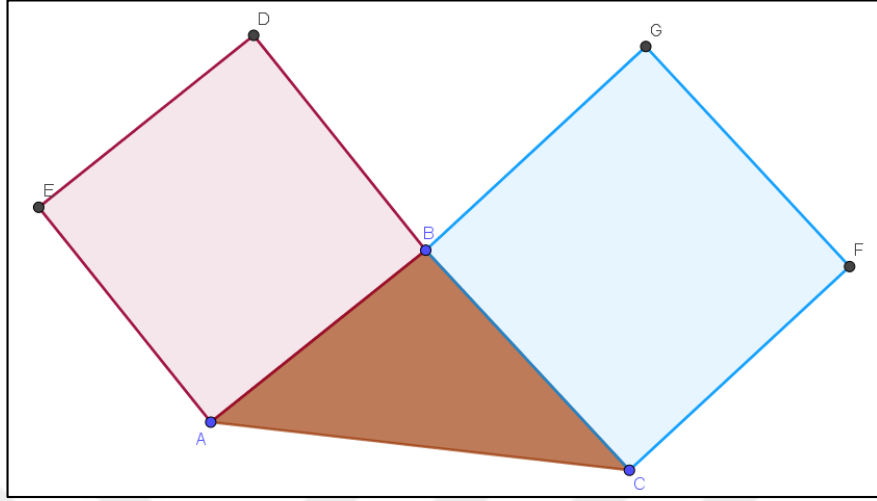
a) GeoGebra’da yer alan araçları kullanarak yukarıdaki şekilde en az 2 tane önemli özellik bulunuz. (Bu önemli özellikleri GeoGebra’da yer alan yardımcı yapıları kullanarak şekle çeşitli eklemeler -çıkarmalar yaparak ya da şekli hareket ettirerek meydana gelen yeni şekillerin özelliklerini inceleyerek bulabilirsiniz.)

b) Yukarıda verilen şekille ilgili yeni problemler kurunuz.

c) Kurmuş olduğunuz problemleri çözünüz. Ardından kurmuş olduğunuz problemler ve çözümlerinizi arkadaşlarınızla paylaşarak bunlar üzerine tartışınız.

d) Kendi kurup – çözmüş olduğunuz ya da arkadaşınız tarafından kurulup – çözülen problemlerden bir tanesini seçerek GeoGebra’da yardımcı yapılardan yararlanarak yeni problemler kurunuz ve kurduğunuz bu problemleri çözünüz.

6. MATEMATİKSEL ETKİNLİK



Yukarıdaki şekilde ABC bir üçgen ve ABDE ve BCFG de birer karedir.

Buna göre;

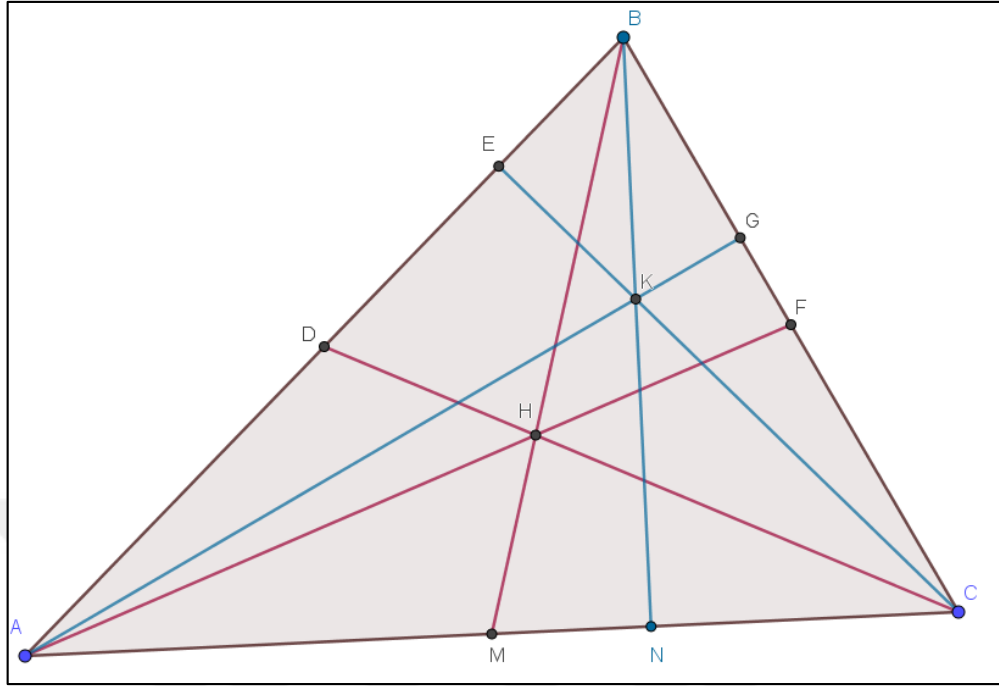
a) GeoGebra’da yer alan araçları kullanarak yukarıdaki şekilde en az 2 tane önemli özellik bulunuz. (Bu önemli özellikleri GeoGebra’da yer alan yardımcı yapıları kullanarak şekle çeşitli eklemeler -çıkarmalar yaparak ya da şekli hareket ettirerek meydana gelen yeni şekillerin özelliklerini inceleyerek bulabilirsiniz.)

b) Yukarıda verilen şekille ilgili yeni problemler kurunuz.

c) Kurmuş olduğunuz problemleri çözünüz. Ardından kurmuş olduğunuz problemler ve çözümlerinizi arkadaşlarınızla paylaşarak bunlar üzerine tartışınız.

d) Kendi kurup – çözmüş olduğunuz ya da arkadaşınız tarafından kurulup – çözülen problemlerden bir tanesini seçerek GeoGebra’da yardımcı yapılardan yararlanarak yeni problemler kurunuz ve kurduğunuz bu problemleri çözünüz.

7. MATEMATİKSEL ETKİNLİK



Yukarıdaki şekilde ABC bir üçgendir.

[CD], [BM] ve [AF] kenarortaydır ve H noktası kenarortayların kesim noktasıdır.

[BN] $\perp$ [AC], [CE] $\perp$ [BA] ve [AG] $\perp$ [BC]' dir. K noktası diklik merkezidir.

Buna göre;

a) GeoGebra'da yer alan araçları kullanarak yukarıdaki şekilde en az 2 tane önemli özellik bulunuz. (Bu önemli özellikleri GeoGebra'da yer alan yardımcı yapıları kullanarak şekle çeşitli eklemeler -çıkarmalar yaparak ya da şekli hareket ettirerek meydana gelen yeni şekillerin özelliklerini inceleyerek bulabilirsiniz.)

b) Yukarıda verilen şekille ilgili yeni problemler kurunuz.

c) Kurmuş olduğunuz problemleri çözünüz. Ardından kurmuş olduğunuz problemler ve çözümlerinizi arkadaşlarınızla paylaşarak bunlar üzerine tartışınız.

d) Kendi kurup – çözmüş olduğunuz ya da arkadaşınız tarafından kurulup – çözülen problemlerden bir tanesini seçerek GeoGebra'da yardımcı yapılardan yararlanarak yeni problemler kurunuz ve kurduğunuz bu problemleri çözünüz.

EK 2: ARAŞTIRMAYA GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

	DİCLE ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU (EK 2)
---	--

Bu çalışma, [] olan Merve Nur ÖZSOY tarafından yürütülmektedir. Çalışmanın amacı, GeoGebra destekli problem kurma temelli öğrenme sürecinde ilköğretim matematik öğretmenleri adaylarının yaratıcı problem kurma becerilerini geliştirmektir. Bu çalışmaya katılımınız 2022-2023 eğitim öğretim yılının güz dönemi kadar zamanınızı alacak ve sizden ön görüşme ve son görüşme formlarını doldurmanız, problem kurma öz yeterlilik ölçeğini doldurmanız, GeoGebra üzerinde verilen çalışma kağıdında istenenleri yapıp çalışma kağıdında istenenleri yapmanız ve çalışma esnasında GeoGebra üzerinde yaptıklarınızı daha detaylı incelenebilmesi için bilgisayarlarınızın ekran videoları ve ses kayıtlarınızın alınması istenecektir. Katılım tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır ve sizden kimlik belirleyici hiçbir bilgi talep edilmeyecektir. Cevaplarınız gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir. Elde edilen bilgiler bilimsel yayınlarda kullanılacaktır.

Çalışma, kişisel rahatsızlık verecek unsurlar içermemekle beraber, sorulardan ya da herhangi bir nedenden dolayı hoşnutsuzluk hissetmeniz durumunda, uygulamadan ayrılabilirsiniz. Çalışma bitiminde, konuyla bağlantılı daha fazla bilgi almak ve sorularınız için []

[] adresi ile iletişim kurabilirsiniz.

Bu çalışmaya katıldığınız için teşekkür ederiz.

SORUMLU ARAŞTIRMACI

Adı Soyadı	Tarih	İmza
-------------------	--------------	-------------

Bu çalışmaya özgür irademle gönüllü olarak katılıyorum ve istediğim zaman ayrılacağımı bilerek, şahsımdan sağlanan bilgilerin bilimsel amaçlı yayınlarda kullanılmasını kabul ediyorum.

GÖNÜLLÜ KATILIMCI

Adı Soyadı	Tarih	İmza
-------------------	--------------	-------------

EK 3: ETİK KURUL İZİN BELGESİ

	DİCLE ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU PROJE ONAY BELGESİ FORMU (EK 4)
---	---

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitim Bilim Dalı [] numaralı tezli yüksek lisans öğrencisi olan Merve Nur ÖZSOY'un "Geogebra Destekli Problem Kurma Temelli Öğrenme Sürecinin öğretmen Adaylarının Yaratıcı Problem Kurma Becerilerine Etkisinin İncelenmesi" başlıklı çalışması, Dicle Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu Yönergesi uyarınca değerlendirilmiştir.

SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU KARARI (Etik Kurul tarafından doldurulacaktır)	
Başvuru formunun Etik Kurula ulaştığı tarih	04.04.2022/262797
Etik Kurul Karar toplantı tarihi ve karar sayısı	08.04.2022—98
☒ Proje etik açısından uygun bulunmuştur.	
☐ Proje etik açısından geliştirilmesi gerekmektedir. Açıklama:	
☐ Proje etik açısından uygun bulunmamıştır. Açıklama:	

Prof. Dr. H. Musa BAĞCI
BAŞKAN

Prof. Dr. Hasan TANRIVERDİ
ÜYE

Prof. Dr. Mehmet Mesut ERGİN
ÜYE

Prof. Dr. Kemal ÖZGEN
ÜYE

Prof. Dr. Yılmaz DEMİRHAN
ÜYE

Prof. Dr. Bahar BURTAN DOĞAN
ÜYE

Prof. Dr. Mehmet Halis ÖZER
ÜYE

EK 4: PİLOT UYGULAMA ARAŞTIRMA İZNİ

Evrak Tarih ve Sayısı: 21/04/2022-273566



T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi



Sayı : E-63926596-100-273566
Konu : Araştırma İzin Talep Formu

21/04/2022

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ BÖLÜMÜNE

İlgi : 18/04/2022 tarihli ve E- 54017932-044-270582 sayılı yazısı.

İlgi yazı ile Anabilim Dalınıza bağlı Matematik Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Merve Nur ÖZSOY'un, anket çalışmasını bizzat kendisinin yapması koşuluyla Dekanlığımızca uygundur.

Bilgilerinize rica ederim.

Doç. Dr. Osman SOLMAZ
Dekan a.
Dekan Yardımcısı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : *BSR8M1R0H6* Pin Kodu : 50842

Belge Takip Adresi :

<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5539&eD=BSR8M1R0H6&eS=273566>

Adres: Dicle Üniversitesi Rektörlüğü, 21280-Diyarbakır
Telefon: +90 412 241 10 00 Faks: +90 412 248 82 57
e-Posta: egitimdekanlik@dicle.edu.tr Elektronik Ağ: <http://www.dicle.edu.tr/ziya-gokalp-egitim-fakultesi>
Kep Adresi: dicleuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Erkan Biter
Unvanı: Teknisyen



Tel No: 8812

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK 5: ARAŞTIRMA UYGULAMA İZNİ

Evrak Tarih ve Sayısı: 25/10/2022-380449



T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi



Sayı : E-53959260-300-380449
Konu : Araştırma İzin Talep

25/10/2022

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ BÖLÜMÜNE

İlgi : 24/10/2022 tarihli ve E- 54017932-300-380028 sayılı yazısı.

Anabilim Dalınıza bağlı Matematik Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Merve Nur ÖZSOY'un, Prof.Dr. Kemal ÖZGEN danışmanlığında gerçekleştireceği "Geogebra Destekli Problem Kurma Temelli Öğrenme Sürecinin Öğretmen Adaylarının Yaratıcı Problem Kurma Becerilerine Etkisinin İncelenmesi" adlı tez çalışması kapsamında, Fakültemiz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü İlköğretim Matematik Öğretmenliği programında [REDACTED] [REDACTED] " dersinde öğrenim gören öğretmen adaylarıyla [REDACTED] eşliğinde 2022-2023 eğitim öğretim yılı güz döneminde anket çalışması yapma talebi Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerini ve gereğini rica ederim.

Doç. Dr. Fatih YILMAZ
Dekan a.
Dekan Yardımcısı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : *BSAAML6BER* Pin Kodu : 58872

Belge Takip Adresi :

<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5539&eD=BSAAML6BER&eS=380449>

Adres Dicle Üniversitesi Rektörlüğü, 21280-Diyarbakır
Telefon: +90 412 241 10 00 Faks: +90 412 248 82 57
e-Posta: egitimdekanlik@dicle.edu.tr Elektronik Ağ: <http://www.dicle.edu.tr/ziya-gokalp-egitim-fakultesi>
Kep Adresi: dicleuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Ayhan Karaküçük
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni



Tel No: 8808

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

9. ÖZGEÇMİŞ

2015 yılında Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesinde başladığı İlköğretim Matematik öğretmenliği lisans programından 2019 yılında mezun oldu. 2020 yılında Diyarbakır iline ilköğretim matematik öğretmeni olarak göreve başladı. Yine 2020 yılında Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsünde Matematik Eğitimi bilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Şu anda Antalya ilinde ilköğretim matematik öğretmeni olarak görevine devam etmektedir.

Uluslararası kongrelerde sunulan bildiriler:

Bozkurt, M.N., Özgen, K ve Zengin, Y. (2023, Ekim 28–30). GeoGebra Destekli Problem Kurma Temelli Öğrenme Sürecinin Öğretmen Adaylarının Yaratıcı Problem Kurma Becerilerine Etkisinin İncelenmesi [Özet]. 6. Uluslararası Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi (TÜRKBİLMAT–6) Sempozyumu’nda sunulan bildiri, Ankara. Erişim adresi:

<https://bilmat.org/turkbilmat2019/dosyalar/files/Proceedings.pdf>

Tübitak Projesi:

121B307 numaralı “Matematiksel Akıl Yürütme Becerisini Geliştirmeye Yönelik Teknoloji Destekli Etkinlik Tasarlama” başlıklı TÜBİTAK 4005 projesinde katılımcı olarak yer alma.