



**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI  
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN KAĞIT-KALEM VE  
DİNAMİK GEOMETRİ ORTAMINDA  
ÜÇGENİ İNŞA ETME SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ**

**KAZIM ÇAĞLAR ŞENGÜN**

**Denizli, 2017**

T.C.

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI  
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN  
KAĞIT-KALEM VE DİNAMİK GEOMETRİ ORTAMINDA  
ÜÇGENİ İNŞA ETME SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ

Kazım Çağlar ŞENGÜN

Danışman

Prof. Dr. Asuman DUATEPE PAKSU

## YÜKSEK LİSANS TEZİ JÜRİ ONAY FORMU

Bu çalışma, Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı'nda 18/07/2017 tarihinde yapılan tez savunma sınavında jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

### JÜRİ

İmza

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Burçak BOZ YAMAN



Üye : Prof. Dr. Asuman DUATEPE PAKSU  
(Tez Danışmanı)

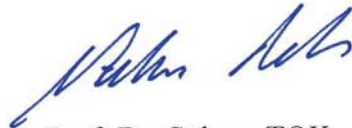


Üye : Yrd. Doç. Dr. Çağlar Naci HİDİROĞLU



### ONAY

Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 28/07/2017 tarih ve 24/12. sayılı kararı ile onaylanmıştır.

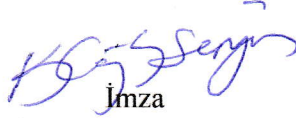


Prof. Dr. Şükran TOK  
Enstitü Müdürü

## ETİK BEYANNAMESİ

Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerinin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.



İmza

Kazım Çağlar ŞENGÜN

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde tüm hoşgörüsü ve sabrıyla desteklerini sunan, yol gösteren saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Asuman DUATEPE PAKSU'ya tüm kalbi duygularıyla teşekkürlerimi sunarım. Araştırma süreci boyunca yine desteklerini esirgemeyen, sorularıma cevap bularak araştırmaya yön çizen değerli hocalarım Doç. Dr. Necdet GÜNER'e, Doç. Dr. Tolga KABACA'ya, Yrd. Doç. Dr. Sibel KAZAK'a ve Yrd. Doç. Dr. Çağlar Naci HIDIROĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. Tüm eğitim-öğretim hayatım boyunca, bilgileriyle yol gösteren tüm değerli öğretmenlerime teşekkür ederim. Araştırma süresi boyunca yanımda olan ve yardımını esirgemeyen ağabeyim Araş. Gör. Bahadır ŞENGÜN'e teşekkür ederim. Bu çalışmanın her aşamasında desteğini esirgemeyen, yanımda olan matematik öğretmeni eşim Buse ŞENGÜN'e teşekkür ederim. Tez çalışmamı sonlandırırken yardımlarını esirgemeyen bilişim teknolojileri öğretmeni ağabeyim İsmail ADIŞEN'e teşekkürlerimi sunarım. Beni bu günlere getiren, yetiştiren, yaşamımın her anında yanımda olan annem Hatice ŞENGÜN ve babam Yılmaz ŞENGÜN'e teşekkürlerimi sunarım.

Kazım Çağlar ŞENGÜN

## ÖZET

### Ortaokul Öğrencilerinin Kağıt-Kalem ve Dinamik Geometri Ortamında

### Üçgeni İnşa Etme Süreçlerinin İncelenmesi

Kazım Çağlar Şengün

Bu araştırmanın amacı; ortaokul öğrencilerinin kağıt-kalem ve dinamik geometri yazılımı GeoGebra ortamında üçgen inşa süreçlerinin nasıl olduğunu derinlemesine incelemektir. Çalışmada öncelikle öğrencilerin kağıt-kalem ortamındaki üçgen inşa süreçlerinin nasıl olduğu, daha sonra aynı üçgenlerin GeoGebra ortamında inşa edilmesinin dinamiklik, yükseltici, yeniden düzenleyici, beyaz kutu-kara kutu bağlamlarında nasıl olduğu aktarılmıştır. Kağıt-kalem ve GeoGebra ortamındaki üçgen inşa etme süreçleri arasındaki benzerlikler ve farklılıklar karşılaştırılarak açıklanmıştır.

Araştırma nitel araştırma yöntemlerinden olan bir durum çalışmasıdır. Araştırmanın katılımcıları 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Afyon ilinin, Çay ilçesindeki bir ortaokulda öğrenim görmekte olan, üçgen inşa süreci ile ilişkisi olmamış yedinci sınıfta okuyan iki öğrencidir. Katılımcılar amaçlı örnekleme yaklaşımlarından ölçüt örnekleme ile belirlenmiştir. Uygulama öncesinde öğrenciler 2015-2016 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde GeoGebra'nın yapısı ve üçgen inşa süreçlerindeki araçların kullanımının öğrenilmesi için 10 haftalık bir eğitim gerçekleştirilmiştir. Bu eğitimin ardından bir değerlendirme sınavı yapılmış ve sınavda başarılı olan öğrenciler katılımcı olarak belirlenerek uygulama gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın verileri; aynı gün, tek oturumda katılımcılar ile görev temelli görüşmeler gerçekleştirilerek toplanmıştır. Veriler araştırmacı tarafından geliştirilen görev temelli görüşme formu, ortamın ve ekranın video kaydı, öğrencilerin üçgen inşalarını gerçekleştirdiği kağıtlar aracılığı ile toplanmıştır. Toplanan verilerin analizinde betimsel analiz yaklaşımı kullanılmıştır.

Öğrencilerin kağıt-kalem ve GeoGebra ortamındaki üçgen inşa etme süreçleri incelenmiş ve verilerden elde edilen bulgular doğrultusunda öğrencilerin üçgen inşa sürecini GeoGebra ile gerçekleştirmelerinin, GeoGebra'nın dinamiklik, yükseltici, yeniden düzenleyici, beyaz kutu-kara kutu olması ile üçgene ait ilişkilerin keşfedilmesini sağladığı görülmüştür. Kağıt-kalem ortamında farklı çizimler gerçekleştiren öğrencilerin üçgen tekliği konusunda yanılığa düştükleri, üçgenin açı-kenar ilişkisini ve üç kenar uzunluğunun birbiriyle olan ilişkisini açıklayamadıkları, ayrıca çizimi mümkün olmayan üçgenleri

izdikleri ve süreçte yaptıkları hataların farkına varamadıkları görülmüştür. GeoGebra ortamındaki süreçlerde ise GeoGebra'nın dinamik, yükseltici, yeniden düzenleyici olması sayesinde; üçgen tekliği kağıt-kalem ortamına göre daha iyi yorumlanabilmi, bir üçgende açı değerinin büyütülmesinin kenar uzunluğunun da büyümesine sebep olduğu gözlenmiş ve üçgen eşitsizliği kefedilmitir. Ayrıca bu süreçlerde yazılım tarafından yürütülen matematiğin farkında olup olunmadığı durumlar belirlenerek hangilerinin beyaz kutu, hangilerinin kara kutu olduğu açıklanmıştır. Son olarak kağıt-kalem ve GeoGebra ortamındaki süreçler karılatırılarak elde edilen bulgular yorumlanmış ve bu konuda öneriler geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** gen, geometrik ina, kağıt-kalem, GeoGebra

## ABSTRACT

### **Investigation of Secondary School Students Construction Process of Triangle in Paper-Pencil and Dynamic Geometry Environment**

Kazım Çağlar Şengün

The purpose of this research; to deeply investigate how the secondary school students construct triangle in paper-pencil and dynamic geometry software GeoGebra environment. In this research, firstly, it was explained how the construction process of triangle made by students in paper-pencil environment, then how the construction process of same triangles made by students with dynamic, amplifier, reorganizer, white box-black box in GeoGebra environment. It is explained the differences and similarities between paper-pencil and GeoGebra construction process of triangle.

The design of this study is a case study which is one of the qualitative research methods. The participants of the study are two seventh grade students who were studying in a secondary school, in Afyon province, Çay district, who were not related to the triangle construction process. The participants of the study are chosen according to criterion sampling which is one of the purposive sampling approaches. Before the implementation, students educated for 10 week period to learn the GeoGebra software and to use the tools for construction of triangle in the second period of the 2015-2016 academic year. Following this training, an examination was made and the two students who were successful in the examination were determined as the participants of this research. The data of the study is collected on the same day, in a single session by implementing task-based interview. The data of the study is collected by task based interview form, video recording of the media in which the interview is conducted and screen recording is taken of the processes performed in GeoGebra software. The collected data analyzed with the method descriptive analysis.

The process of triangulation of students has been examined in paper-pencil and GeoGebra environment and it has been seen that according to the data students can realize the triangle correlations because of GeoGebra's dynamism, amplifier, reorganizer, white box-black box.

The process of students in the paper-pencil and software environment has been examined and it has been seen that the students performing the construction process of the



triangle with the GeoGebra software are effective in understanding the triangle correlations. It has been seen that students who perform different drawings in the process of paper-pencil environment make mistakes about the triangle unity, cannot explain the angle-side relation of the triangle and the relations of the three side lengths which is called triangle inequality. Additionally, students draw triangles that are not possible to draw and they cannot realize the mistakes they have made in the process. In the GeoGebra environment, thanks to GeoGebra's dynamism, amplifier, reorganizer situations it has been interpreted more confidently, it has been observed the angle-side correlations and it has been explored the triangle inequality. Besides, it has been identified when the students are aware of the mathematics in back stage which are white box-black box. Finally, the findings obtained by comparing the processes in paper-pencil and GeoGebra environment were interpreted and suggestions were developed in this regard.

**Keywords:** Triangle, geometric construction, paper-pencil, GeoGebra.

## İÇİNDEKİLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ JÜRİ ONAY FORMU.....	iii
ETİK BEYANNAMESİ.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
BİRİNCİ BÖLÜM: GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	3
1.1.1. Problem Cümlesi.....	3
1.1.2. Alt Problemler.....	4
1.2. Araştırmanın Amacı.....	4
1.3. Araştırmanın Önemi.....	4
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	5
1.5. Tanımlar.....	6
İKİNCİ BÖLÜM: ALANYAZIN TARAMASI.....	8
2.1. Kavramsal Çerçeve.....	8
2.1.1. Üçgen.....	8
2.1.1.1. Üçgen Özellikleri.....	9
2.1.1.1.1. Üçgenin İç Açıları Ölçüleri Toplamı.....	9
2.1.1.1.2. Üçgende Açıların Kenarlarla İlişkisi.....	10
2.1.1.1.3. Üçgen Eşitsizliği.....	11
2.1.2. Teknoloji ile Matematik Öğrenme Arasındaki İlişki .....	12
2.1.2.1. Dinamik Mikro Dünya.....	13

2.1.2.2. Yükseltici ve Yeniden Düzenleyici.....	14
2.1.2.2.1. Yükseltici.....	14
2.1.2.2.2. Yeniden Düzenleyici.....	15
2.1.2.3. Beyaz Kutu, Kara Kutu.....	16
2.1.3. Geometri Öğrenme Süreçleri.....	18
2.2. İlgili Çalışmalar.....	19
2.2.1. Üçgen ile İlgili Çalışmalar.....	19
2.2.2. Dinamik Geometri Yazılımı ile Gerçekleştirilen Çalışmalar.....	22
2.2.3. Geometrik İnşa ile İlgili Çalışmalar.....	29
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: YÖNTEM.....	33
3.1. Araştırmanın Modeli.....	33
3.2. Katılımcılar.....	34
3.3. Veri Toplama Aracı.....	35
3.4. Pilot Çalışma.....	36
3.5. Verilerin Toplanması.....	36
3.5.1. Kağıt-Kalem Ortamı.....	37
3.5.2. GeoGebra Ortamı.....	38
3.6. Verilerin Analizi.....	39
3.7. Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları.....	41
3.7.1. Geçerlik.....	41
3.7.2. Güvenirlik.....	42
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: BULGULAR VE YORUM.....	43
4.1. İki Açısının Ölçüsü ve Bu Açılar Arasındaki Kenar Uzunluğu	
Verilen Üçgenin İnşasına İlişkin Bulgular.....	43
4.1.1. İki Açısının Ölçüsü ve Bu Açılar Arasındaki Kenar Uzunluğu	
Verilen Üçgenin Kağıt-Kalem Ortamında İnşası.....	43

4.1.2. İki Açısının Ölçüsü ve Bu Açıların Arasındaki Kenar Uzunluğu Verilen Üçgenin GeoGebra Ortamında İnşası.....	45
4.2. İki Kenar Uzunluğu ve Bu Kenarların Arasındaki Açının Ölçüsü Verilen Üçgenin İnşasına İlişkin Bulgular.....	48
4.2.1. İki Kenar Uzunluğu ve Bu Kenarların Arasındaki Açının Ölçüsü Verilen Üçgenin Kağıt-Kalem Ortamında İnşası.....	48
4.2.2. İki Kenar Uzunluğu ve Bu Kenarların Arasındaki Açının Ölçüsü Verilen Üçgenin GeoGebra Ortamında İnşası.....	52
4.3. Üç Kenar Uzunluğu Verilen Üçgenin İnşasına İlişkin Bulgular.....	55
4.3.1. Üç Kenar Uzunluğu Verilen Üçgenin Kağıt-Kalem Ortamında İnşası.....	55
4.3.2. Üç Kenar Uzunluğu Verilen Üçgenin GeoGebra Ortamında İnşası.....	60
4.4. Bulguların Özeti.....	65
BEŞİNCİ BÖLÜM: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	69
5.1. Tartışma ve Sonuç.....	69
5.2. Öneriler.....	73
KAYNAKÇA.....	76
EKLER.....	82
Ek A: GeoGebra Değerlendirme Soruları.....	83
Ek B: GeoGebra Öğretim Süreci İçin Belirlenen Haftalık Ders Kazanımları...	84
Ek C: Üçgen İnşaları İçin Hazırlanan Görev Temelli Görüşme Formu.....	85
Ek D: İlk Pilot Uygulamadaki Görev Temelli Görüşme Formu.....	91
Ek E: Özgeçmiş Formu.....	112

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Temalar ve Temaların İlişkili Olduğu Durumlar.....	41
---	----

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. İki açı ölçüsü ve bu açılar arasındaki kenar uzunluğu bilinen üçgenin inşası.....	8
Şekil 2.2. İki kenar uzunluğu ve bu kenarların arasındaki açı ölçüsü bilinen üçgenin inşası.....	9
Şekil 2.3. Üç kenar uzunluğu bilinen üçgenin inşası.....	9
Şekil 2.4. Üçgenin iç açı ölçüleri toplamı.....	9
Şekil 2.5. Açı-kenar ilişkisini gösteren ikizkenar üçgen.....	11
Şekil 2.6. Üçgen eşitsizliği.....	11
Şekil 2.7. GeoGebra ile inşa edilmiş ikizkenar üçgenler.....	14
Şekil 2.8. Bir kenar uzunluğu ve iki açı ölçüsü verilen üçgenin inşasında karşılaşılabilecek muhtemel bir durumun GeoGebra görüntüsü.....	15
Şekil 2.9 Bir kenar uzunluğu ve iki açı ölçüsü verilen üçgenin inşasında yapılması beklenen durumun GeoGebra görüntüsü.....	16
Şekil 2.10. GeoGebra ile doğru grafiğinin çizilmesi.....	17
Şekil 2.11. Doğru grafiğinin yazılımın giriş bölümü kullanılmadan çizilmesi.....	17
Şekil 4.1. Kağıt-kalem ortamında Görev-2'nin inşası.....	44
Şekil 4.2. Görev-2'nin GeoGebra görüntüsü .....	46
Şekil 4.3. Görev-3'ün Aslı tarafından inşası.....	49
Şekil 4.4. Görev-3'ün Efe tarafından inşası.....	50
Şekil 4.5. Görev-4'ün kağıt-kalem ortamında Efe tarafından inşası.....	51
Şekil 4.6. Görev-4'ün kağıt-kalem ortamında Aslı tarafından inşası.....	51
Şekil 4.7. Görev-3'ün GeoGebra görüntüsü.....	52
Şekil 4.8. Görev-4'ün GeoGebra görüntüsü.....	53
Şekil 4.9. Üç kenar uzunluğu bilinen üçgenin kağıt-kalem ortamında Efe tarafından inşası.....	55

Şekil 4.10. Üç kenar uzunluğu bilinen üçgenin kağıt-kalem ortamında Aslı tarafından inşası.....	56
Şekil 4.11. Görev-5'in kağıt-kalem ortamında Efe tarafından inşası.....	57
Şekil 4.12. Görev-5'in kağıt-kalem ortamında Aslı tarafından inşası.....	58
Şekil 4.13. Görev-6'nın kağıt-kalem ortamında Aslı tarafından inşası.....	59
Şekil 4.14. Görev-6'nın kağıt-kalem ortamında Efe tarafından inşası.....	60
Şekil 4.15 Görev-5'in GeoGebra görüntüsü.....	61
Şekil 4.16 Görev-6'nın GeoGebra görüntüsü.....	62

## BİRİNCİ BÖLÜM:

### GİRİŞ

Teknoloji günümüzde hızlı bir gelişim süreci içindedir. Akıllı telefonlar, dizüstü ve tablet bilgisayarlar hiç olmadığı kadar yaygın kullanılmaktadır. Pek çok kurum neredeyse bilgisayarsız işleyemez durumdadır. Bu denli farklı alanlarda yer bulan bilgisayarlar okullarda da yerlerini almıştır. Buna rağmen bilgisayarlar eğitim-öğretim etkinliklerinde yeterince etkili kullanılabilmekte midir?

Bilindiği üzere eğitim alanında bilgisayarlar amaca uygun olarak geliştirilen yazılımlar sayesinde kullanılmaktadır. GeoGebra, Cabri, Geometer's Sketchpad, Maple vb. yazılımlar matematik eğitimi için geliştirilmiş yazılımlardan bazılarıdır. Bu programlar geleneksel kuramın etkisiyle yıllardır öğrenme ortamlarında sunum aracı olarak kullanılmaktadır. Örneğin; projeksiyon cihazı ile desteklenmiş bir öğrenme ortamında, matematik yazılımlarından birini kullanmayı bilen öğretici, dersin konusu ile ilgili görsel materyali yansıtarak öğrenme sürecini yürütmekte ve öğrencilerini izleyici olarak konumlandırmaktadır. Yazılımların halen bu şekilde kullanılması; yapılandırmacılık kuramına uygun olmamasının yanında, yazılımlarının öğrenmeye yapacağı etkinin potansiyelinin farkında olunmadığını da göstermektedir.

Dinamik geometri yazılımlarının matematik öğrenme ve öğretme ortamlarını zenginleştirdiği söylenebilir. Yapılan pek çok araştırmada, dinamik geometri yazılımlarının, incelenen konu üzerindeki akademik başarıyı (Aydoğan, 2007; Baki, Güven ve Karataş, 2004; Başaran Şimşek, 2012; Clark, 2004; Filiz, 2009; Güven ve Karataş, 2009; Güven ve Kosa, 2008; İçel 2011; Selçik ve Bilgici, 2011; Sulak, 2002; Vatansever, 2007) ve matematik dersine yönelik tutumları (Akgül, 2014; Barutcu Akyar, 2010; Güven ve Karataş, 2009; Uzun, 2013) olumlu yönde etkilediği ortaya konulmuştur. Genelde teknolojinin, özelde dinamik geometri yazılımlarının matematik öğrenmeyi nasıl gerçekleştirdiğini inceleyen araştırmalar, yazılımların sunum ve görselleştirme aracı olarak kullanılmasının yerine, matematiksel kavramların ilişkilerinin anlaşılması üzerine kullanılmasını önermektedir. İlgili alanyazında karşılaşılan dinamik geometri yazılımı ile yürütülen araştırmalarda, dinamik geometri yazılımları ile çalışılan konu üzerinde katılımcıların kendi fikirlerini test ederek matematiksel ilişkileri keşfettikleri yer almaktadır (Güven, 2002; Güven ve Karataş, 2003; Yavuzsoy Köse, Tanışlı, Erdoğan ve Ada, 2012). Bu bağlamda, yapılandırmacılık kuramı da göz önünde bulundurulduğunda



kilit nokta, yazılım ile kullanıcı arasında etkileşimin güçlendirilmesidir. Bu etkileşimin verimliliği öğrenmenin de o derece verimli olmasını sağlamaktadır. Teknoloji ile matematik öğrenme sürecinde; öğrenme ortamı, bilgisayar ortamında oluşturulan yazılım ortamıdır. Yazılım ortamı öğrenciler için bir mikro dünyadır (Balacheff ve Kaput, 1996; Papert, 1980). Öğrenciler mikro dünyalarında zihinsel süreçlerinin dışı vurumunu sergilemektedirler (Hoyles, 1995; Tall, 1990). Bilgisayar yazılımları, bu davranışa dönüştürme sürecine *yükseltici ve yeniden düzenleyici* olarak etki etmektedir (Pea, 1985). Teknoloji kullanıcısı yazılımlar sayesinde çok daha fazla örneğe ulaşma şansına sahiptir ve bu örnekleri farklı açılardan yorumlama imkânı vardır. Ayrıca, bazı problemlerde kağıt-kalem etkinlikleri ile yanıtlandırılmayacak hesaplamalar ve ölçmeler ile karşılaşılabılır. Bu tür problemler, öğrencilerin probleme atılmasındaki cesaretini kırmakta ve problem durumu çözülmeyen bırakılmaktadır. Fakat, bilgisayarın insan beyninin limitlerini aşan hesaplamalar ve ölçmeler yapabilmesi bu tür problemlerin çözümünde öğrencileri cesaretlendirerek problemin çözümünü kolaylaştırmaktadır. Verilen bu durumlar ile teknolojinin yükseltici olduğu durumlar açıklanmıştır. Diğer yandan; günümüz sınıf ortamlarında her öğrencinin matematik bilgisini yansıtmak için söz alması ve bu süreçte öğretmenler tarafından her öğrenciye geri bildirim verilmesi neredeyse imkânsızdır. Kaldı ki, kalabalık sınıf ortamlarında bu durum daha da zorlaşmaktadır. Oysa matematik yazılımları, öğrencilerin dışı vurum süreçlerine anında geri bildirim vermektedir. Eğer öğrenciler yanlış bir etkileşim içerisinde ise aldığı geri bildirimlere göre bilgilerinin yeniden gözden geçirecekler ve doğru etkinliğe yöneleceklerdir. Bu durum yazılımın yeniden düzenleyici olarak öğrenci bilgisine nasıl katkı sağladığını göstermektedir. Ayrıca, teknoloji donanımlı ortamlarda üzerinde çalışılan matematiğin arka planının farkında olunması durumu *beyaz kutu*, teknolojinin sunduğu ürünlerin matematiksel alt yapısının farkında olunmaması durumu ise *kara kutu* olarak isimlendirilmektedir (Buchberger, 1990). Yazılımlar sayesinde bazı matematiksel işlemler (bir doğrunun grafiğinin çizilmesi, bir fonksiyonun türevi, bir çokgensel bölgenin alanı, vb.) yazılım tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Bu işlemlerin yapılabilmesi için gereken matematiksel bilgi öğrenciler tarafından biliniyorsa beyaz kutu, bilinmiyorsa kara kutu olarak ifade edilmektedir. Bu kavramlar alanyazın taramasının kavramsal çerçeve bölümünde detaylandırılarak aktarılmıştır.

Özetle, ortaokul 7. sınıfta öğrenim gören öğrencilerin kağıt-kalem ve GeoGebra ortamındaki üçgeni inşa etme süreçlerinin nasıl olduğunun incelendiği bu çalışmada

yapılandırmacılık kuramına uygun bir öğrenme ortamı oluşturulmuştur. Bu doğrultuda öğrencilerin kağıt-kalem ortamındaki süreçlerinin yanında GeoGebra ortamındaki süreçleri, dinamiklik, yükseltici, yeniden düzenleyici, beyaz kutu-kara kutu bağlamlarında incelenerek aktarılmıştır. Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programında (MEB, 2013) kazanım 8.3.1.4'te yer alan üçgen inşaları; bir kenarı ve iki açısı bilinen üçgen, iki kenarı ve bu kenarların arasındaki açısı bilinen üçgen, üç kenar uzunluğu bilinen üçgen şeklindedir. Bu araştırmada olduğu gibi, çağın teknolojik ilerlemeleri ve yapılandırmacılık kuramı göz önünde bulundurulduğunda, öğretim programında yer alan kazanımlar için öğrenme ortamları oluşturarak gerçekleştirilen çalışmaların, okullarda gelecekte oluşturulacak öğrenme ortamları için önemli bir yer tutacağı düşünülmektedir.

### 1.1. Problem Durumu

İnsanlar doğduğu günden itibaren çevresiyle etkileşim halindedir. Bu etkileşimler sonucu tesadüfi veya kasıtlı öğrenmeler gerçekleşmektedir. Günümüz okullarında öğrenme faaliyetlerinin yapılandırmacılık kuramına uygun olarak gerçekleştirilmesi söz konusudur. Milli Eğitim Bakanlığı (2013) matematik dersi öğretim programına göre "Öğrenci, öğrenme sürecinde etkin katılımcı olmalıdır. Öğrencinin sahip olduğu bilgi, beceri ve düşünceler, yeni deneyim ve durumlara anlam yüklemek için kullanılmalıdır. Öğrencilerin kazandıkları yeni bilgileri, eski bilgilerle ilişkilendirerek yorumlamaları esas alınmalıdır. Başka bir ifadeyle, öğrencilerin bireysel anlamalarını sağlayabilecek ortamlar oluşturulmalıdır" (s.VIII). Dinamik geometri yazılımları işte tam bu noktada devreye girmektedir. Çünkü; yazılım ortamları (mikro dünya) öğrencilere kendi bilgilerini yapılandıracakları deneyim ortamları sunmaktadır.

GeoGebra yazılımı bilindiği üzere, kullanımı her geçen gün artmakta olan bir dinamik geometri yazılımıdır. Bu durumun doğal sonucu olarak, alanyazında GeoGebra kullanımı ile ilgili çalışmaların sayısında artış görülmektedir. Bu araştırmada da GeoGebra yazılımı kullanılmıştır ve Ortaokul Matematik Dersi 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar Öğretim Programında yer alan "8.3.1.4. Yeterli sayıda elemanın ölçüleri verilen bir üçgeni çizer." (MEB, 2013, s.39) kazanımına uygun olarak bir problem belirlenmiştir.

#### 1.1.1. Problem Cümlesi

7. Sınıf öğrencilerinin kağıt-kalem ve GeoGebra ortamında üçgeni inşa etme süreçleri nasıldır?

### 1.1.2. Alt Problemler

Araştırmanın problem cümlesine bağlı olarak aşağıdaki alt problemlere yanıt aranmıştır:

- 1) Öğrencilerin kağıt-kalem ortamındaki üçgen inşa süreçleri nasıldır?
- 2) Öğrencilerin GeoGebra ile üçgen inşa süreçleri dinamiklik, yükseltici, yeniden düzenleyici, beyaz kutu-kara kutu bağlamlarında nasıldır?
- 3) Öğrencilerin kağıt-kalem ve GeoGebra ortamlarındaki üçgen inşa süreçleri arasındaki benzerlilikler ve farklılıklar nelerdir?

### 1.2. Araştırmanın Amacı

"Öğrenciler, nasıl öğrenirler?" sorusu, yıllardır eğitim bilimcilerini üzerinde çalışmaya iten ve bu araştırmada da olduğu gibi halen üzerinde çalışılmakta olan bir sorudur. Eğitim ve öğretimdeki temel amaç, insanın kalıcı izli olarak davranışı göstermesi için en etkili öğrenmeyi gerçekleştirmek ve insanlığı daha ileri bir noktaya taşıyacak bireyler yetiştirmektir. Bu araştırma; 7. sınıf öğrencilerinin kağıt-kalem ve GeoGebra ortamlarındaki üçgeni inşa etme süreçlerini inceleyerek, üçgen kavramı konusunda ilişkilerin anlaşılması noktasında açıklamalar geliştirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmanın GeoGebra ile gerçekleştirilen süreçlerinde öğrencilerin hazır GeoGebra sayfalarını kullanmaları yerine, üçgenleri kendilerinin inşa etmesi sağlanmıştır. Bu inşa etme süreçleri sırasında dinamiklik, yükseltici, yeniden düzenleyici, beyaz kutu-kara kutu durumlarının neler olduğu ve bu durumların üçgen ile ilgili ilişkilerin öğrenilmesini nasıl şekillendirdiğini açıklamak amaçlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin üçgen inşa süreçleri kağıt-kalem ve GeoGebra ortamlarında ayrı ayrı incelenmiş, süreçlerdeki benzerliklerin ve farklılıkların ortaya konulması amaçlanmıştır.

### 1.3. Araştırmanın Önemi

Geometri; geo ve metri kelimelerinin birleşmesi ile oluşmuştur ve kelime anlamı yer ölçüsüdür. Türk Dil Kurumu'na (2017) göre geometri; nokta, çizgi, açı, yüzey ve cisimlerin birbirleriyle olan ilişkilerini, ölçümlerini ve özelliklerini inceleyen matematik dalı olarak tanımlanmaktadır. Duatepe'ye (2000) göre "Geometri, temel matematik eğitimi içinde önemli bir alandır. Geometri sayesinde oluşan bakış açısıyla problemleri analiz etme, çözme ve matematik ile yaşam arasında ilişki kurma gerçekleşebilir. Ayrıca, soyut kavramlar geometrik gösterimler ile somutlaştırılarak anlaşılması kolaylaşabilir" (s.562).

Geometri konularının öğretimi, matematiğin diğer alanlarının öğretimi kadar önem arz etmektedir.

Ülkemizde eğitim - öğretim etkinliklerinde kullanılan 5, 6, 7, ve 8. Sınıflar Matematik Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2013) geliştirilmesi gereken temel beceriler başlığı altında, problem çözme, akıl yürütme, ilişkilendirme, duyuşsal ve psikomotor beceriler ile beraber bilgi ve iletişim teknolojileri de yer almaktadır. Teknolojinin gelişmesi ve eğitimdeki iyileştirme hareketleriyle birlikte okullardaki teknolojik donanım sayısı her geçen gün artmaktadır. Fakat okullarda; teknoloji okur-yazarlığı yüksek, yazılımları kullanarak yapılandırmacı yaklaşıma uygun öğrenme etkinlikleri oluşturacak nitelikte öğretmenlerin bulunma ihtimalinin düşüklüğünden söz edilebilir. Baki'nin (2001) belirttiği gibi, öğretmenler kullanacağı donanım ve yazılım hakkında yeterli bilgiye sahip değilse, teknoloji destekli dersler işleme veya matematik öğretimi için teknolojik materyaller geliştirmesi o öğretmenler için tercih edilmeyen bir etkinlik olacaktır. Dolayısıyla yapılan araştırma, çağın teknolojisine ve öğrenme kuramının felsefesine uygun eğitim-öğretim etkinlikleri planlamak adına önemlidir. Ayrıca, yapılan alanyazın taraması sonucu geometrik inşa etkinlikleri içeren çalışmaların sayısının azlığından bahsedilebilir. Bu durum, inşa etkinlikleri içeren bazı çalışmalarda da ifade edilmiştir (Erduran ve Yeşildere, 2010; Karakuş, 2014). Dolayısıyla üçgen inşa etme etkinlikleriyle gerçekleştirilen bu çalışma alanyazına bu konuda katkı yapacağından önemlidir.

Araştırmanın bir diğer önemi ise GeoGebra yazılımı ile gerçekleştirilmiş olmasıdır. GeoGebra resmi internet sitesinde GeoGebra'nın dünyanın her yerinde milyonlarca kullanıcı için bütün dillerde mevcut olduğu belirtilmektedir. Bu durum GeoGebra'nın giderek artan bir kullanıcı ağına ulaşmasını sağlamaktadır. Ayrıca GeoGebra yazılımı ücretsiz bir yazılımdır. Türkçe dil seçeneğinin de mevcut olması GeoGebra'nın her öğretim seviyesindeki öğrenci için kolay kullanım imkânı oluşturmaktadır. GeoGebra dinamik bir yazılımdır ve etkileşimli 2D, 3D ve cebir pencerelerinde çalışılabilmektedir.

#### **1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları**

1. Öğrencilerin üçgeni inşa etme süreçlerinin kağıt-kalem ve GeoGebra ortamında incelendiği bu çalışma; araştırmanın katılımcılarının teknoloji kullanma yetenekleri ile sınırlıdır.

2. Yapılan araştırma, kağıt-kalem ortamında geçen inşa süreçleri için öğrencilere pergel eğitimi verilmemesi nedeni ile öğrencilerin pergel kullanma yetenekleri sınırlıdır.
3. Yapılan araştırma öğrencilerin bulunduğu zihinsel gelişim dönemiyle sınırlıdır.
4. Yapılan araştırma, araştırmanın GeoGebra ile gerçekleştirilen bölümlerinde GeoGebra'nın içerdiği tasarım özellikleri ile sınırlıdır.
5. Araştırma bilgisayar ortamında geçen süreçlerde tek bilgisayar kullanılması ile sınırlıdır.
6. Araştırma 2015-2016 eğitim öğretim yılı içerisindeki bulgular ile sınırlıdır.

### 1.5. Tanımlar

Mikro dünya (microworld): Yapılandırmacılık kuramını benimseyen teknoloji destekli öğrenme ortamıdır (Papert, 1980).

Dışa vurum (externalization): Bilgisayar ortamında, teknoloji kullanıcısının zihinsel süreçlerini yansıtmasıdır (Tall, 1990).

Yükseltici (amplifier): Teknolojinin öğrenme sürecinde; öğrenci bilgisini geliştirici şekilde etki etmesi, öğrenmeyi kolaylaştırıcı ortamlar sunmasıdır (Pea, 1985).

Yeniden düzenleyici (reorganizer): Teknolojinin öğrenme sürecinde sağladığı geri bildirimler sayesinde öğrencinin bilgisini yeniden düzenlemesidir (Pea, 1985).

Beyaz kutu (white box): Yazılımlarda kullanılan matematiğin arka planının farkında olunması durumudur (Buchberger, 1990).

Kara kutu (black box): Yazılımlarda kullanılan matematiğin arka planının farkında olunmaması durumudur (Buchberger, 1990).

Dinamik Geometri Yazılımları: Bilgisayar ortamında matematik ve geometri uygulamaları yapmayı sağlayan yazılımlardır. GeoGebra, Geometer's Sketchpad, Cabri Geometry vb. yazılımlar, genelde matematik, özelde geometri çalışmaları için geliştirilmiş yazılımların adıdır. Bu yazılımlar sayesinde; geometrik şekiller kolaylıkla oluşturulabilir, bu şekiller sürüklenebilir, şekilleri oluşturan kenar uzunlukları, şekillerin kapladığı bölgelerin alanı gibi ölçümler yapılabilir. Doğru matematik diliyle oluşturulmuş şekiller hareket ettirildiğinde, değişen ve değişmeyen özellikleri incelenebilmektedir.

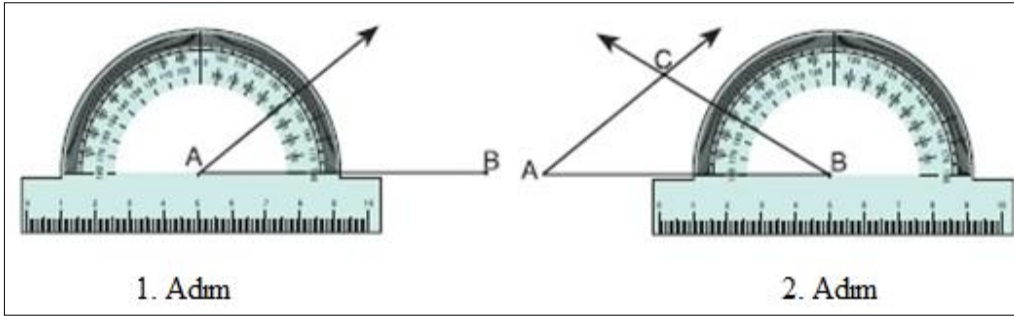
GeoGebra: GeoGebra resmi internet sitesine göre GeoGebra; tamamen dinamik, kullanımı kolay, etkileşimli materyal oluşturmaya yardımcı ve farklı dil seçenekleri olan eğitimin tüm seviyeleri için kullanıma uygun, ücretsiz bir yazılımdır.

## İKİNCİ BÖLÜM: ALANYAZIN TARAMASI

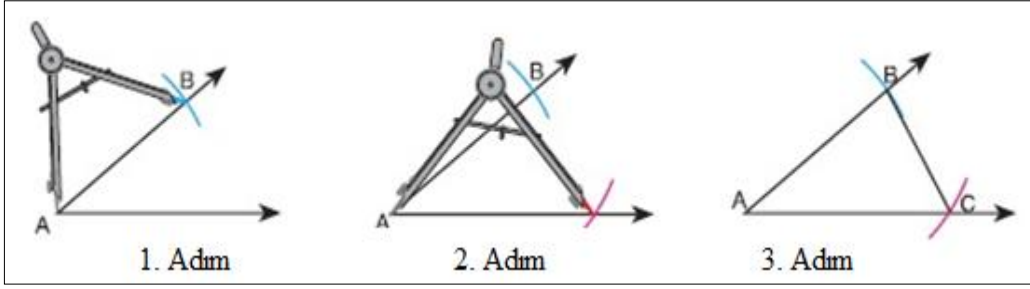
### 2.1. Kavramsal Çerçeve

#### 2.1.1. Üçgen

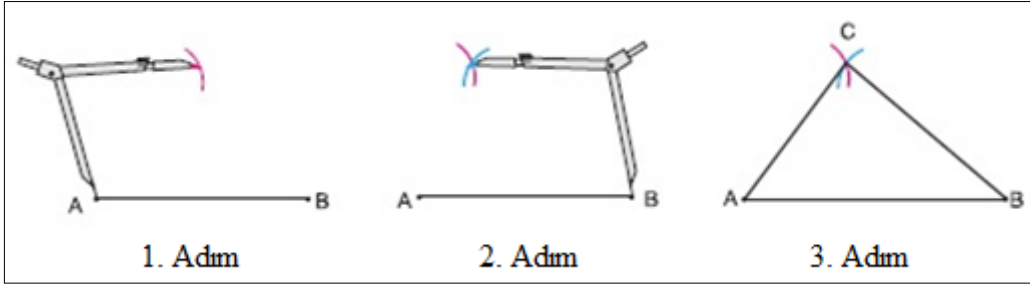
Bir düzlemde doğru parçalarından oluşan, kapalı şekillere çokgen denir. Üç kenarlı çokgene de üçgen denir. Bir başka deyişle üçgen, bir düzlemde doğrusal olmayan üç noktanın, doğru parçalarıyla birleştirilmesiyle oluşan şekildir. Araştırmanın üçgenler ile ilgili odağı ise Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programında yer alan "Yeterli sayıda elemanın ölçüleri verilen bir üçgeni çizer." (MEB, 2013, s.39) kazanımıdır. "Bir üçgenin en az sayıda hangi elemanları bilinirse bu üçgen çizilebilir?" sorusu düşünüldüğünde; üçgenin çizilebilmesi için en az üç kenar uzunluğunun, iki kenar uzunluğu ile bu kenarların arasındaki açının ölçüsünün veya bir kenar uzunluğu ile iki açı ölçüsünün bilinmesi gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bir üçgen için sayılan elemanlar verildiğinde uygun geometrik araçlar veya dinamik geometri yazılımları kullanılarak üçgen inşası gerçekleştirilebilir. Kağıt-kalem ortamındaki üçgen inşa süreçleri için Şekil 2.1, Şekil 2.2 ve Şekil 2.3 verilmiştir.



Şekil 2.1. İki açı ölçüsü ve bu açıların arasındaki kenar uzunluğu bilinen üçgenin inşası



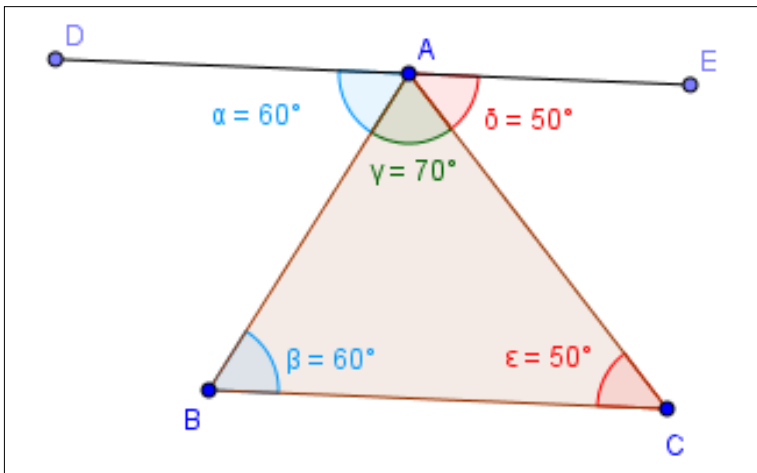
Şekil 2.2. İki kenar uzunluğu ve bu kenarların arasındaki açı ölçüsü bilinen üçgenin inşası



Şekil 2.3. Üç kenar uzunluğu bilinen üçgenin inşası

**2.1.1.1. Üçgen özellikleri.** Üçgenlerin özellikleri bu bölümde verilen özelliklerden çok daha fazladır. Hatta üçgenin geometride özel bir yeri olduğu söylenebilir. Bu bölümde, üçgen özellikleri araştırmada yer alan boyutları kadarıyla aktarılmıştır.

**2.1.1.1.1. Üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamı.** Bir öğrencinin belki de üçgen ile ilgili olarak öğrendiği en temel bilgi, iç açı ölçülerinin toplamının  $180^\circ$  olduğudur. Bu durum çeşitli yollarla ispatlanabilir. Bunlardan bir tanesi Şekil 2.4'te gösterilmiştir.

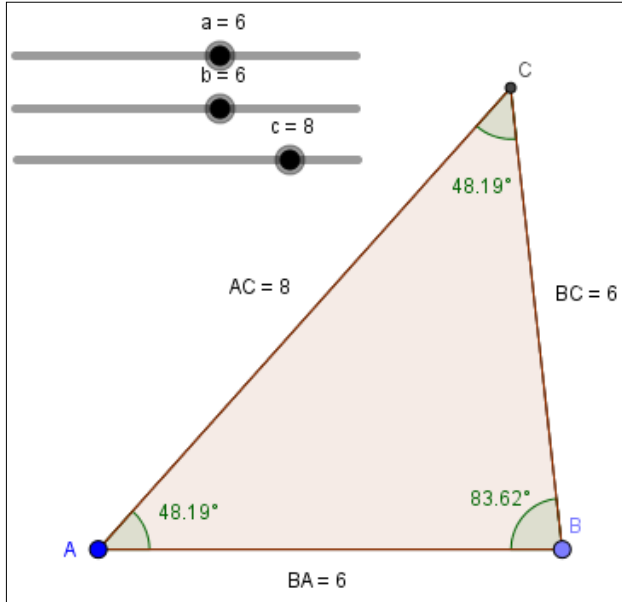


Şekil 2.4. Üçgenin iç açı ölçüleri toplamı



Şekil 2.4'te bir ABC üçgeninde, A noktasından geçecek şekilde BC kenarına paralel çizilen doğru parçasıyla iç ters açılar elde edilir. İç ters açıların özelliği eş açılar olmasıdır ve dolayısıyla ölçüleri birbirine eşittir. Şekil 2.4'te aynı renkle gösterilmişlerdir. D, A, E noktaları doğrusaldır ve bir doğru açının ölçüsü  $180^\circ$  dir. Böylelikle üçgenin iç açılarının ölçülerinin toplamının da  $180^\circ$  olduğu gösterilmiş olur.

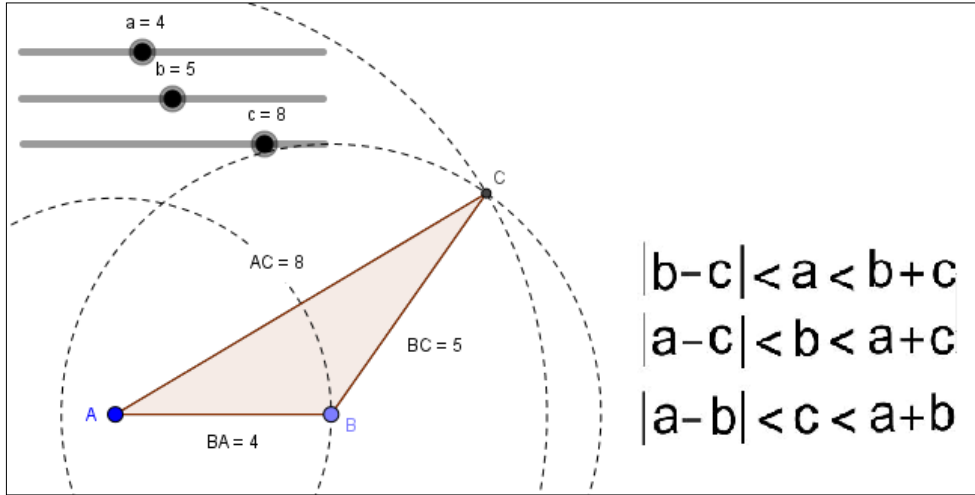
**2.1.1.1.2. Üçgende açılar kenarlarla ilişkisi.** Bir üçgende açılar ölçüleri ile bu açılar karşısındaki kenarların uzunlukları ilişkilidir. Uzun kenarı gören açının ölçüsü daha büyük, kısa kenarı gören açının ölçüsü daha küçüktür. İkizkenar üçgenlerde bu durum daha net anlaşılabilir. Kenar uzunluğu eşit olan kenarları gören açılar ölçüleri de birbirine eşittir. Şekil 2.5'te yazılım ortamında açı ölçüleri ve kenar uzunluk değerleri gösterilmiş bir ikizkenar üçgen yer almaktadır.



Şekil 2.5. Açı-kenar ilişkisini gösteren ikizkenar üçgen

Şekil 2.5'te AB doğru parçası ile BC doğru parçasının uzunlukları eşittir ve bu kenarları gören BAC açısı ile ACB açısının ölçüleri de eşittir. Ayrıca AC kenarı verilen üçgende en uzun kenardır ve CBA açısının ölçüsünün en büyük açı olduğu görülmektedir.

**2.1.1.1.3. Üçgen eşitsizliği.** Üç tane rastgele uzunluklarda doğru parçaları alarak üçgen oluşturabilir misiniz? Üç doğru parçasının bir üçgen belirtmesi için iki doğru parçasının uzunluğunun toplamının diğer doğru parçasının uzunluğundan büyük, iki doğru parçasının uzunlukları farkının mutlak değerinin, diğer doğru parçasının uzunluğundan küçük olması gerekmektedir. Bu duruma üçgen eşitsizliği denilmektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Üçgen eşitsizliği

Şekil 2.6'da görülen sürgüler üzerindeki kenar isimleri ile yazılan eşitsizliklerde; iki kenar uzunluğunun toplamının diğer kenar uzunluğundan büyük ve iki kenarın uzunlukları farkının mutlak değerinin de diğer kenarın uzunluğundan küçük olduğu görülmektedir.

## 2.1.2. Teknoloji ile Matematik Öğrenme Arasındaki İlişki

Öğrenme; yaşantı yoluyla, nispeten kalıcı izli, davranış değişikliği olarak tanımlanmaktadır. Bu davranış değişikliğini, en etkili şekilde gerçekleştirebilmek için yapılandırmacılık kuramından faydalanılmaktadır. Yapılandırmacılık kuramı; öğrenenin, geçmiş bilgileri ile yeni bilgisi arasında bağ kurarak anlamı yapılandırması üzerine odaklanan, öğrenen merkezli bir öğrenme anlayışıdır (Henson, 2003).

Öğrenmenin etkililiğini arttıran bir başka faktör de öğretim materyali kullanmaktır. Öğretim materyali en sade tanımıyla eğitim-öğretim sürecini etkin hale getirebilmek için kullanılabilen malzemelerin tümüdür. Demirel, Seferoğlu ve Yağcı (2003) materyaller hakkında; öğrenen bireylerin dikkatini çekmek, onları güdülemek, öğrenme sürecinde öğreneni canlı tutmak, kavramları somutlaştırmak, anlaşılması zor durumları basite indirgeyerek anlaşılmasını sağlamak için kullanılan yapılar olarak bahsetmektedir.

Teknolojinin öğretim materyali olarak kullanılabilir olması, matematik eğitiminde, özellikle geometri öğretiminde yeni teorik bakış açılarının geliştirilmesine sebep olmuştur. Teknolojinin matematik eğitiminde yer almaya başlaması Kelly'nin (2003) belirttiği üzere; ilk bilgisayarın geliştirilmesi 1942, ilk dört işlem yapabilen bilgisayarın (hesap makinesi) geliştirilmesi 1967, kişisel bilgisayarların gelişmesi 1978, ilk grafikli hesap makinesi 1985 şeklinde verilmektedir. Bilgisayarların bu şekilde evrimi, matematik eğitimcilerin büyük ilgisini çekmiştir. Fey'in (1984) belirttiği gibi, bu gelişmeler sonucunda matematikçiler, bilgisayarın okul ve üniversite matematiğine yapabileceği önemli etkiyi hissetmeye başlamışlardır. Kişisel bilgisayarların artmasıyla da matematik eğitiminde kullanılabilir yazılımların geliştirilmesinin önü açılmıştır. Güven'e (2002) göre, dinamik geometri yazılımlarının gelişmesi Öklid Geometrisini tarihe gömülmeden kurtarmıştır. Başta Amerika ve İngiltere olmak üzere pek çok ülkede, ispat ve teoremleri ezberlemeye dayalı olarak yürütülen geometri dersi, sıkıcı ve öğrencileri eleyen bir ders olarak algılanmaktaydı. Bir çok matematik eğitimcisi o dönem içerisinde Öklid Geometrisi yerine başka geometriler okutulmasını düşünmüştür; fakat dinamik geometri yazılımlarının sunmuş olduğu imkânlar sayesinde Öklid Geometrisi, tekrar üzerinde çalışılan geometri alanı olarak günümüze kadar ulaşmıştır (Güven, 2002; Güven ve Karataş, 2003).

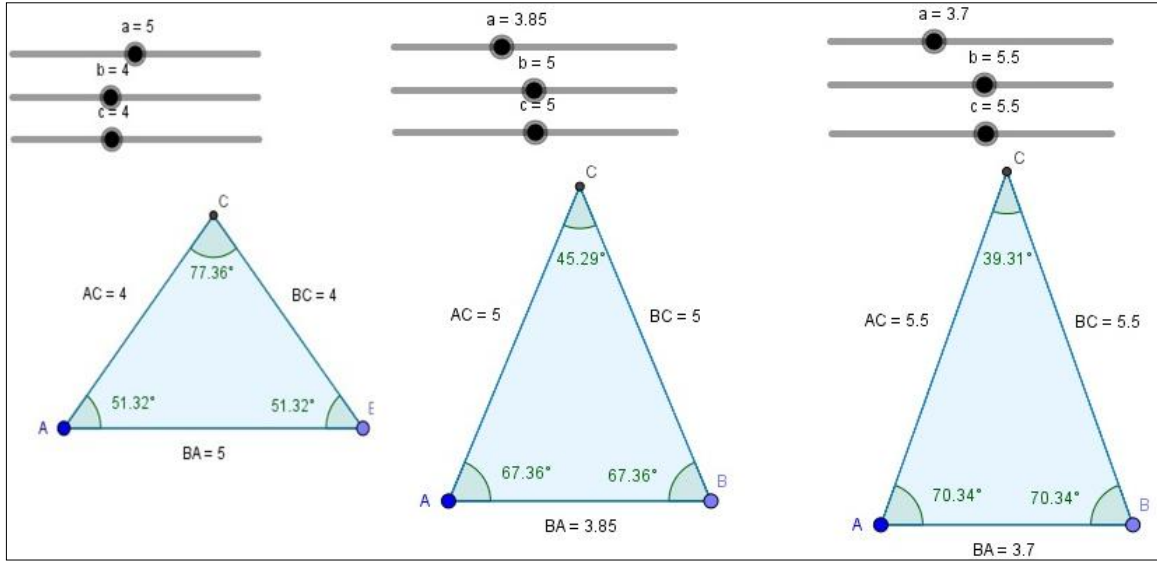
**2.1.2.1. Dinamik mikro dünya.** GeoGebra, Geometer's Sketchpad, Cabri Geometry gibi yazılımlar, genelde matematik, özelde geometri çalışmaları için geliştirilmiş yazılımlardan bazılarının adıdır. Bu yazılımlar sayesinde; geometrik şekiller kolaylıkla inşa edilebilmekte, bu şekiller sürüklenebilmekte, şekilleri oluşturan kenar uzunlukları, şekillerin kapladığı bölgelerin alanı gibi ölçümler yapılabilmektedir (Güven ve Karataş, 2003). Dinamik geometri yazılımları konusunda çalışan birçok araştırmacı için dinamik geometri yazılımlarının en önemli özelliği şekilleri sürüklenme imkânı vermesidir (Baki ve diğ., 2004; Güven ve Karataş, 2003; Hoyles, 1995, Yavuzsoy Köse ve diğ., 2012). Doğru matematik diliyle oluşturulmuş şekiller sürüklenerek hareket ettirildiğinde, değişen ve değişmeyen özellikleri incelenmekte ve bu yazılım kullanıcılarına keşfederek öğrenme imkânı sağlamaktadır (Güven ve Karataş, 2003).

Dinamik geometri yazılımları ilk etapta gelenekselciliğin getirmiş olduğu alışkanlıklarla, çalışılan geometrik kavramı görselleştirmek, daha iyi bir şekilde sunmak için kullanılmış olsa da, Seymour Papert gibi Piaget'in bilişsel yapılandırmacılığı ile ilgilenen matematik bilimcileri tarafından sunum ve görselleştirmeden çok daha ötede bir

materyal olarak kullanılabilceği görülmüştür. Papert (1980), dinamik yazılım ortamını bir mikro dünya (*micro world*) olarak tanımlamaktadır. Papert (1980) bu tanımlamayı yaparken yazılım ortamını, yapılandırmacılığın yaparak-yaşarak öğrenme ilkesine uygun bir ortam olarak kabul etmektedir. Öğrenciler yazılımı ve mevcut bilgilerini kullanarak keşfederek öğrenme fırsatı yakalamaktadır. Öğrencilerin mikro dünyalarında gerçekleştirmiş olduğu davranışları Tall (1990), "*dışa vurum (externalization)*" kavramı ile açıklamaktadır. Tall (1990) bu davranışları, bilişsel içeriğin teknoloji yoluyla yazılım ortamına yansması olarak değerlendirmektedir. Öğrenme etkinlikleri boyunca öğrenciler, mikro dünyalarında, yazılımlar ile çeşitli etkileşimlerde bulunacaktır. Bilgisayara istenilen matematiksel özelliğin kazandırılması için yapılan uğraşlar, teknoloji kullanıcısının içsel sunumunu yansıtması olarak değerlendirilmektedir (Hoyles, 1995). Bu araştırmada GeoGebra'nın dinamikliği sayesinde üçgen inşa etme sürecinde fark edilen durumlar bulgularla desteklenerek açıklanmıştır.

**2.1.2.2. Yükseltici ve yeniden düzenleyici.** Kilpatrick ve Davis (1993) teknolojinin, yükseltici ve yeniden düzenleyici olarak matematik eğitime girmesinin, matematik eğitiminin içeriğinin değişmesine sebep olduğunu savunmaktadırlar.

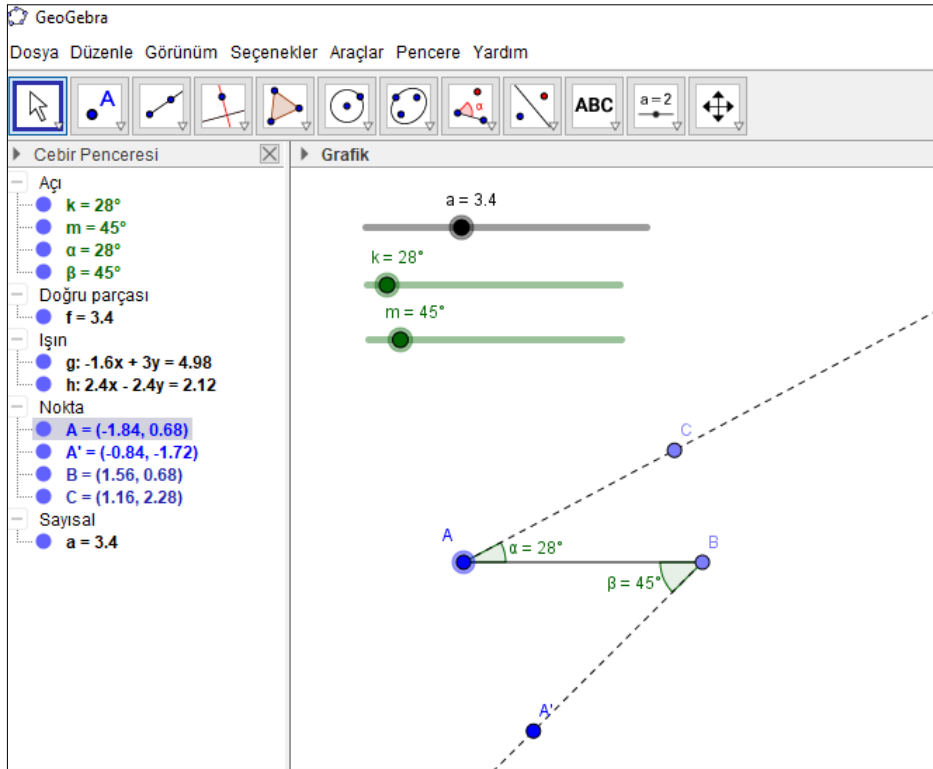
**2.1.2.2.1. Yükseltici.** Matematik dersinde çok yönlü düşünebilmek, farklı açılardan bakmak, çok fazla örneğe temas etmek ve tüm bunları yaparken yanlış veya doğru yolda olduğunu anlamak için geri bildirim almak çok önemlidir. Bu durumları günümüz sınıf ortamlarında hayata geçirmek, sınıf ortamında bulunan tüm öğrenciler için neredeyse imkânsızdır. Fakat bilgisayarlar yardımıyla öğrencilerin mikro dünyalarındaki, dışa vurum süreçlerinde tüm bu işlemler bilgisayarın "yükseltici ve yeniden düzenleyici" olma özellikleri ile yapılabilmektedir. Pea (1985), teknoloji için "yükseltici (*amplifier*)" benzetmesini yapmıştır. Yazılımlarda oluşturulan yaparak yaşayarak öğrenme ortamlarında öğrencinin öğrenmesine yükseltici rolünde etki etmektedir. Bilgisayarın öğrenci bilgisini nasıl yükselttiğinin anlaşılması için Şekil 2.7 verilmiştir.



Şekil 2.7. GeoGebra ile inşa edilmiş ikizkenar üçgenler

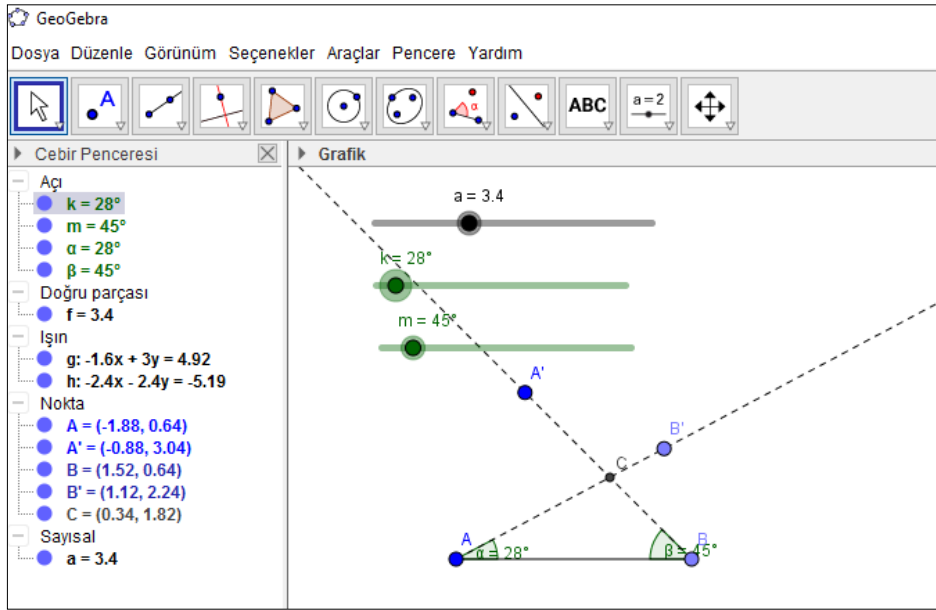
Şekil 2.7'deki ikizkenar üçgenlerin kenar uzunlukları  $a$ ,  $b$  ve  $c$  sürgüleri ile değiştirilebilmektedir. Öğrenciler, ikizkenar üçgen hakkındaki ilişkileri sürgüler yardımıyla Şekil 2.7'de gösterildiği gibi çok sayıda farklı ikizkenar üçgen oluşturarak gözlemleyebilir, bu sayede ikizkenar üçgenin değişen değişmeyen özelliklerini keşfederek öğrenebilir. Ayrıca yükseltici olmanın diğer bir boyutu da; bilgisayarların insan aklının limitlerini aşan hesaplamalar ve ölçmeler yapabilmesidir. Şekil 2.7 tekrar incelendiğinde açı ölçülerinin nasıl detaylı olarak yansıtıldığı görülecektir. Bazı problem durumlarında da çok büyük ya da çok küçük sayılarla uğraşmak gerekmektedir. Böyle problem durumları, yine bilgisayarın yükseltici olmasıyla çözümlenerek aşılabılır. Bu araştırmada GeoGebra'nın üçgen inşa etme sürecinde yükseltici olduğu durumlar bulgularla desteklenerek aktarılmıştır.

**2.1.2.2.2. Yeniden düzenleyici.** Dinamik geometri yazılımları, öğrencilerin dışavurumlarına anında geri bildirim vermektedir. Öğrenci dahil olduğu süreçte bilgisayardan aldığı geri bildirimlere göre ilerlemektedir. Eğer öğrenciler yanlış bir etkileşim içerisinde ise aldığı geri bildirimlere göre bilgilerini "yeniden düzenler" (Pea, 1985). Bilgisayarın öğrenci bilgisini nasıl yeniden düzenlediği Şekil 2.8 ve Şekil 2.9'da bir örnekle açıklanmaya çalışılmıştır. Şekil 2.8'de yazılım kullanılırken karşılaşılabilecek muhtemel bir durum verilmiştir.



Şekil 2.8. Bir kenar uzunluğu ve iki açı ölçüsü verilen üçgenin inşasında karşılaşılabilecek muhtemel bir durumun GeoGebra görüntüsü

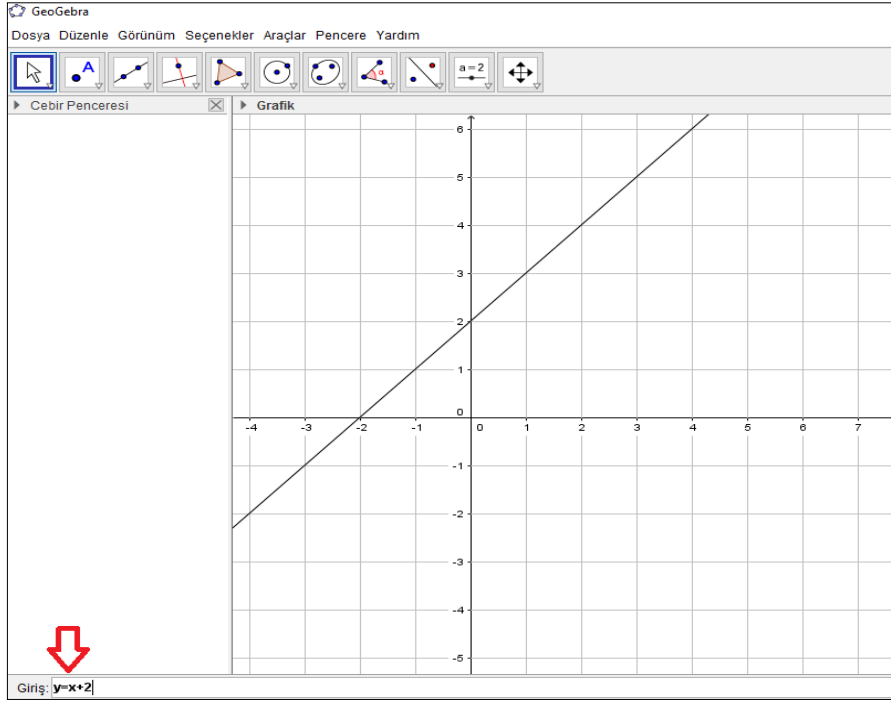
Şekil 2.8 incelendiğinde açılarda oluşacağı köşelerdeki nokta seçim sırası ve açının yönünün belirlenmesi esnasında yaşanabilecek bir durum gösterilmiştir. GeoGebra ile bir köşede verilen ölçüde açı oluşturulurken, ilk olarak açının başlangıcı olan nokta ve ardından açının oluşacağı köşe seçilir. Ardından açılan pencerede ise açının yönü belirlenir. Şekil 2.8'deki gibi bir ekran görüntüsü ile karşılaşan öğrenci bir şeyleri yanlış yaptığının farkına varacaktır. Şekil 2.9'daki görüntüyü elde etmek için yürütmüş olduğu süreci gözden geçirerek doğru etkinlik için işe koyulacaktır.



Şekil 2.9. Bir kenar uzunluğu ve iki açı ölçüsü verilen üçgenin inşasında yapılması beklenen durumun GeoGebra görüntüsü

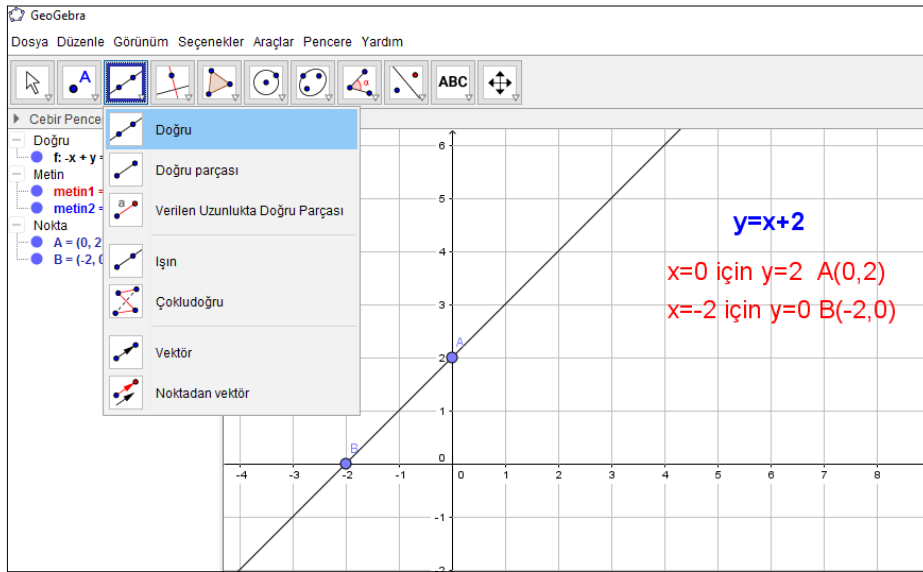
Şekil 2.8 ve Şekil 2.9'da GeoGebra kullanıcısının bilgisini yeniden düzenlemesine örnek olabilecek bir durum aktarılmıştır. Bu araştırmada, GeoGebra'nın üçgen inşa etme sürecinde yeniden düzenleyici olduğu durumlar bulgularla desteklenerek açıklanmıştır.

**2.1.2.3. Beyaz kutu, kara kutu.** Teknolojik ortamlarda üzerinde çalışılan matematiğin farkında olunması ya da olunmaması durumu *beyaz kutu-kara kutu (white box-black box)* olarak tanımlanmaktadır (Buchberger, 1990). GeoGebra yazılımı pek çok matematiksel işlevi araçları sayesinde gerçekleştirebilmektedir. Örneğin; bir doğrunun grafiği "Giriş" bölümüne doğrunun denkleminin yazılmasıyla kolaylıkla elde edilebilir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. GeoGebra ile doğru grafiğinin çizilmesi

Şekil 2.10'da verilen  $y=x+2$  doğrusunun grafiğinin bu şekilde elde edilmesi, grafik çizme kavramı bakımından ele alındığında öğrenci için bir kara kutudur. Ancak, öğrenci "İki noktadan bir doğru geçer." söylemiyle doğru denklemini sağlayan iki nokta bulup, daha sonra bu noktaları yazılımın "doğru" aracıyla birleştirerek doğrunun grafiğini elde etmeyi biliyorsa; doğru grafiğinin çizimi o öğrenci için ise beyaz kutudur (Şekil 2.11). Yani,  $y=x+2$  doğrusunun çizilmesi için gereken matematiksel bilgi bilinmektedir.



Şekil 2.11. Doğru grafiğinin yazılımın giriş bölümü kullanılmadan çizilmesi



Bu araştırmada üçgen inşa etme sürecindeki beyaz kutu ve kara kutu olan durumlar bulgularla desteklenerek açıklanmıştır.

### 2.1.3. Geometri Öğrenme Süreçleri

Bilimin kaynağı yaşamdır. Matematik bilimi de insan yaşamının doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Geometrinin gelişiminde insanın gökyüzüne bakmasının etkili olduğu söylenebilir. Gezegenlerin ve yıldızların evrendeki yeri, konumu ve hareketleri insanları merakla sevk etmiştir ve bu merak geometrinin, matematiğin pek çok alanından önce gelişmesinde etkili olmuştur. Ayrıca matematik ve geometri günlük hayatın işleyişinde yer alan bilim dallarındandır. İnsanlar günlük işlerinde pek çok farklı problemle karşılaşmaktadır ve bu problemlerin birçoğunun çözümlü basit matematiksel ve geometrik beceriler gerektirmektedir (Altun, 2010). Geometri, karşılaşılan durumların farklı bakış açılarıyla ele alınmasını geliştirmekte ve düşümsel bir zenginlik yaratmaktadır. Geometri; soyut olan matematiği görselleştirerek, somutlaştırma imkânı veren, matematiğin anlaşılabilirliğini artıran matematik koludur.

Duval'e (1998) göre geometri üç bilişsel süreç içermektedir. Görselleştirme süreci; bir ifadenin görsel açıklanması ya da karmaşık bir durumun buluşsal keşfinin ele alındığı süreç olarak ifade edilmektedir. Daha basit bir ifadeyle; soyut kavramların somutlaştırılma süreci denilebilir. Muhakeme süreci; bilginin genişletilmesi, kanıtlanması ve açıklanmasını içeren söylemsel süreçler olarak ifade edilmektedir. İnşa süreci ise; matematiksel yapıların araç kullanılarak inşa edilmesini, inşa edilen modeller üzerinde gözlenen ve temsil edilen sonuçların matematiksel ilişkilerinin ele alındığı süreç olarak açıklanmaktadır. Duval (1998) bu üç sürecin birbirlerine yakından bağlı olduğunu söylemekle beraber bu süreçlerin birbirinden bağımsız olarak da çalışabileceğini söylemektedir. Bu araştırma da geometrik inşa süreci temeline oturtulmuş bir çalışmadır. Geometrik inşa ile ilgili yapılan alanyazın incelemesinden sonra geometrik inşa etkinlikleri içeren çalışmaların azlığından rahatlıkla söz edilebilir. Bu durum, alanyazında karşılaşılan geometrik inşa çalışmalarında da dile getirilmektedir (Erduran ve Yeşildere, 2010; Karakuş, 2014). Dolayısıyla bu çalışmanın geometrik inşa ile ilgili alanyazına üçgeni inşa etme süreci hakkında bir açıklama getirerek katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2.2. İlgili Çalışmalar

Bu bölümde; üçgen, dinamik geometri yazılımı ve geometrik inşa ile ilgili alanyazındaki araştırmalara yer verilmiştir.

### 2.2.1. Üçgen ile İlgili Çalışmalar

Bu bölümde alanyazında karşılaşılan çalışmalardan doğrudan üçgen kavramı ile ilgili olan bazı çalışmalara yer verilmiştir. Üçgen kavramının dinamik geometri yazılımlarıyla ve inşa etkinliklerinde yer aldığı araştırmalara ise 2.2.2. Dinamik Geometri Yazılımı ile Gerçekleştirilen Çalışmalar başlığında ve 2.2.3. Geometrik İnşa ile İlgili Çalışmalar başlığında yer verilmiş ve çalışmalar ilgili başlıklarda detaylandırılmıştır.

Kaplan ve Hızarcı (2005) matematik öğretmen adaylarının üçgen kavramı ile ilgili bilgi düzeylerini incelemiştir. Matematik öğretmen adaylarının üçgenin tanımlamasına yönelik yaşadıkları sıkıntıları ve buradan hareketle üçgen ile ilgili bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla, üniversite üçüncü sınıfta öğrenim gören 45 öğretmen adayıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak matematik öğretmen adayları beklenen tanımla çoğunlukla ifade edebilmişlerdir; ancak üçgene ait bazı aksiyom ve özellikleri tanım sandıkları da araştırmanın sonuçlarında yer almaktadır.

Akuysal (2007) ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin geometrik kavramlardaki yanlışlarını incelediği çalışmasının bir bölümünde üçgen kavramı ve üçgende açı-kenar ilişkisine yer verdiği sorular yer almaktadır. Yedinci sınıflarda okuyan 300 öğrenciyle gerçekleştirilen çalışmada, araştırmaya katılan öğrencilerin % 48'inin üçgen çizilebilmesi hakkında doğru görüş bildirdiği, fakat tüm öğrencilerin % 22'sinin doğru açıklama getirdiği, açı-kenar ilişkisi ile ilgili olarak da öğrencilerin % 39'unun doğru açıklama getirdiği bulgularda yer almaktadır.

İç ve Demirkol (2008) ortaöğretim öğrencilerinin üçgenler konusundaki temel hatalarını ve kavram yanlışlarını inceledikleri çalışmalarını lise ikinci sınıf 95 (40 öğrenci fen şubelerinden, 55 öğrenci eşit ağırlık şubelerinden) öğrenci üzerinde incelemiştir. Araştırmada öğrencilere 10 açık uçlu soru yöneltilmiştir ve bu soruların bazılarında üçgen eşitsizliği ve açı-kenar ilişkileri yer almaktadır. Araştırmanın sonuçları arasında fen şubelerindeki öğrencilerin, eşit ağırlık şubelerindeki öğrencilere göre daha başarılı oldukları belirtilmiştir. Tüm öğrencilerin sorulara verdikleri yanıtlar kapsamında ise öğrencilerin doğrudan açılar, üçgende açılar ve açı-kenar konularında birçok hata yaptıkları

çalışmada yer almaktadır. Öğrencilerin üçgenin açı özelliklerini, açı-kenar ilişkisini yorumlamakta kullanmadıkları araştırmanın sonuçlarında yer almaktadır.

Türnüklü (2009) çalışmasında 12 (4 kız, 8 erkek) 8. sınıf öğrencisinin üçgen eşitsizliğini keşfederken sergiledikleri davranışları incelemiştir. Öğrenciler her grupta 4 öğrenci bulunan üç gruba ayrıldıktan sonra öğrencilere çalışma yaprakları ve uzunlukları 5 cm ile 25 cm arasında değişen çubuklar verilmiş ve uygulamalara geçilmiştir. Araştırmanın sonuçları arasında gruptaki öğrencilerin davranışlarının benzerlik gösterdiği ve öğrencilerin üçgen inşa etmek için birbirine yakın uzunluklarda çubukları seçtikleri yer almaktadır. Bu durumun sebebinin üçgen konusunda öğrencilerin eşkenar üçgen ve ikizkenar üçgen ile ilgili düşüncelerinin ağır basmasının olabileceği belirtilmiştir. Öğrencilerin, kapalı olmayan şekillere ve çubukların uçlarını birleştirmeden oluşturdukları bazı şekillere de üçgen dedikleri yine araştırmada yer almaktadır. Ayrıca araştırma için tasarlanan aktif öğrenme ortamında üçgenin inşa edilmesinin, üçgen eşitsizliğinin anlaşılmasını sağlayacağı ifade edilmiş fakat beklenen sonuçlara ulaşamadığı belirtilmiştir.

Konyalıoğlu (2013) matematik öğretmen adaylarının üçgen eşitsizliği konusundaki bilgi düzeylerini 34 (20 kız, 14 erkek) öğretmen adayı ile betimsel bir çalışmada incelemiştir. Öğretmen adaylarına iki farklı soru tipi içeren 4 soruluk açık uçlu test uygulanmıştır. Bu testteki soruların tamamı araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Soruların ikisi hatalı ifadelerle yazılmış, diğer ikisi ise hatalı bir şekilde çözülmüş sorulardır. Öğretmen adaylarından bu sorulardaki hataların tespitini yapmaları istenmiştir. Bu şekilde öğretmen adaylarının üçgen eşitsizliği konusundaki alan bilgileri incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda, öğretmen adaylarının soru ifadelerindeki ve soru çözümlerindeki hataları bulmada zorlandıkları dolayısıyla üçgen eşitsizliği konusundaki alan bilgilerinin yeterli olmadığı belirtilmektedir.

Gül (2014) ortaokul sekizinci sınıf 134 öğrencinin üçgenler konusundaki başarıları ile Van Hiele Geometri Düşünme Düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmada Van Hiele düzeylerine göre sekizinci sınıf öğrencilerinin 2. düzeyde olması gerektiği; ancak katılan öğrencilerden yalnızca 13 öğrencinin bu düzeyde olduğu, 9 öğrencinin hiçbir düzeyde olmadığı belirtilmiştir. Araştırma sonuçları arasında; üçgen konusundaki matematik başarısı ile Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri arasında pozitif yönlü

güçlü bir ilişkinin bulunduğu yer almaktadır. Ayrıca araştırmada üçgen eşitsizliğinin öğrenciler tarafından kavranamadığı belirtilmiştir.

Samur (2015) üçgenler konusunda dinamik geometri yazılımı kullanmanın 8. sınıf öğrencilerinin başarılarına ve tutumlarına etkisini araştırdığı deneysel çalışmasında 36 (18 deney grubu, 18 kontrol grubu) öğrenci ile bir uygulama gerçekleştirmiştir. Uygulamalar 2012-2013 eğitim-öğretim yılında ve 16 ders saatinde gerçekleştirilmiştir. Veri toplamak için öğrencilere uygulanan testlerden geometri başarı testinde toplamda 18 soru bulunmaktadır ve bu sorulardan üçgen eşitsizliği ve üçgen açı-kenar ilişki ile ilgili dörder soru yer almaktadır. Diğer sorular Pisagor Teorem'i ve üçgenin yükseklik, açıortay ve kenarortayı ile ilgili sorulardır. Araştırmanın sonucunda dinamik geometri yazılımı ile uygulamaların gerçekleştirdiği deney grubunun başarı testinden kontrol grubuna göre daha yüksek puanlar aldığı, dinamik geometri yazılımlarının geometri dersine yönelik tutumları olumlu etkilediği, dinamik geometri ile görsel sunumların ilişkileri anlamaya yardım ettiği araştırmanın sonuçlarında yer almaktadır. Dinamik geometri yazılımı GeoGebra ile etkinlikleri geçiren deney grubunun üçgenin kenarları ve üçgenin açıları ve kenarları arasındaki ilişkileri içeren soruları daha başarılı bir şekilde yanıtladığı araştırmanın sonuçlarından çıkarılmaktadır.

Tsamir, Tirosh, Levenson, Barkai ve Tabach (2015) okul öncesi öğretmenlerinin kavramları tanımlamaları üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarının bir bölümü üçgen kavramı ile ilgilidir. Araştırmanın verileri farklı programlara katılan öğretmen gruplarından toplandığından anketler aynı sayıda öğretmen tarafından doldurulmadığı araştırmada belirtilmiştir. Çalışmanın üçgen ile ilgili bölümlerine 18 öğretmen katılmıştır ve öğretmenlerden üçgen olan ve olmayan örnekleri belirlemeleri ve tanımlamaları istenmiştir. Araştırmanın sonucunda okul öncesi öğretmenlerinin çoğunun doğru sınıflandırma yaptığı belirtilmiştir. Üç öğretmenin yuvarlak köşeli şekli üçgen olarak belirlediği, bir öğretmenin de kapalı olmayan bir şekli üçgen olarak belirlediği araştırmanın bulgularında yer almaktadır. Öğretmenlerin üçgen olan örnekleri belirlemede üçgen olmayan örnekleri belirlemeye göre daha başarılı oldukları araştırmanın sonuçlarında yer almaktadır. Üçgeni tanımlama konusunda ise araştırmaya katılan öğretmenlerin matematiksel dil kullanmasının yanında üçgenle ilgili kritik özellikleri de belirttikleri araştırmanın sonuçlarında belirtilmektedir.

Uygun ve Akyüz (2016) ortaokul matematik öğretmeni adaylarının üçgenler konusunda tanım oluşturma sürecini ve bu süreçteki öğrenmelerini inceledikleri çalışmalarında üçüncü sınıfta okuyan 22 (13 kız, 9 erkek) öğretmen adayı ile bir durum çalışması gerçekleştirmiştir. Araştırmanın verileri öğretmen adaylarının üçgen tanımlarıyla ilgili etkinlik çalışma kağıtlarından ve sınıf ortamında öğretmen adaylarının konu üzerinde tartışmalarından toplanmıştır. Araştırmada öğretmen adayları üçgeni tanımlayabilmek için üçgen inşa etme süreçlerinde bulunmuş ve bu sayede üçgeni tanımlamak için gerekli kritik şartları ve ilişkileri belirlemişlerdir. Öğretmen adaylarının tartışma ortamında üçgeni tanımlama aşamasında zorlandığı fakat bu durumun düşüncelerin paylaşılıp tartışılmasıyla aşıldığı araştırmada belirtilmektedir. Araştırmanın sonucunda; üçgeni ve üçgen çeşitlerini tanımlamak için geometrik inşalar yapılması ve sınıf içinde tanımların tartışılmasının tanımları doğru ve etkili bir şekilde ifade etmeyi sağladığı belirtilmektedir.

Genel olarak; yapılan araştırmalardaki katılımcıların verilerine göre; üçgen konusunda net bilgilere sahip olunmadığı, üçgenin üç kenar uzunluğunun birbirleriyle ilişkisinin yani üçgen eşitsizliğinin ve açı-kenar ilişkilerinin açıklanmasında katılımcıların ilişkileri ifade etmekte yetersiz kaldıkları söylenebilir. Ayrıca, üçgen kavramının ve ilişkilerinin iyi bilinmesinin diğer geometrik konuların anlaşılmasına ve geometrik düşünme düzeylerine olumlu etkilerinin olacağı araştırmalarda yer almaktadır.

### **2.2.2. Dinamik Geometri Yazılımı ile Gerçekleştirilen Çalışmalar**

Jones (2001) dinamik geometri yazılımı kullanmanın öğrencilerin matematiksel açıklamalarına etkisini araştırmıştır. 12 yaşındaki 28 öğrenciye, haftada 50 dakikalık dersler ile 4 adet dinamik geometri yazılımı (Cabri 1) dersi vermiştir. Öğrencilerin tümü Van Hiele testinden geçirilerek öğrencilerin çalışacağı fazlar belirlenmiştir. Çalışmada öğrencilere kendi yorumları ile çokgen oluşturma sürecinde gerçekleştirdikleri eylemlere açıklamalar getirmeleri istenmiştir. Araştırma sonucunda, dinamik yazılım kullandıkça öğrencilerin açıklamalarının daha matematikselleştiği, dinamik yazılımın özelliklerinin açıklamalarla belirginleştiği ve yazılımın sürüklenme özelliğinin öğrencilerin açıklamalarında etkili olduğu belirtilmiştir.

Furinghetti ve Paola (2002) Cabri Geometri yazılımını kullanarak 10. sınıf 21 İtalyan öğrencinin dörtgenleri inşa etmeleri ve tanımlama aktiviteleri üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Öğrencilerden bir dörtgen inşa etmelerini istemiş ve bu dörtgenin sürüklenme testine tutulduğunda özelliklerini kaybetmemesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Öğrencilerin mikro dünyalarında (Cabri) teorik düşünme yaklaşımlarını sergileme imkânı buldukları ve bu sürecin anlamlı bir aktiviteye dönüştüğünü saptamışlardır. Öğrencilere sunulan durumların ardından tartışmalar gerçekleştirilmiş ve öğrencilerin bakış açılarının zenginleştiği araştırmada tespit edilmiştir.

Sulak (2002) matematik dersinde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarı ve tutumlarına etkisinin incelediği çalışmasını 76 öğrenciyle (38 deney, 38 kontrol grubu) gerçekleştirilmiştir. Açılar ve üçgenler konusu, deney grubuna teknoloji destekli öğretim yapılarak, kontrol grubuna geleneksel yöntemle öğretim yapılarak ikişer haftada, 40 dakikalık 6 ders boyunca işlenmiştir. Sonuç olarak deney grubundaki öğrencilerin başarı düzeyi aynı konuyu geleneksel yöntemle öğrenen öğrencilerin başarılarına göre daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca deney grubunun derse yönelik tutumları, kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur.

Güven ve Karataş (2003); Cabri Geometri'nin sağladığı dinamik ortamda iki farklı okuldan 20'şer toplamda 40 sekizinci sınıf öğrencisine, haftada 2 saat, 7 hafta boyunca geometrik özelliklerin ve ilişkilerin araştırıldığı etkinlikler yaptırmıştır. Çalışmanın sonuçlarında matematik ve geometri dersleri hakkında sıkıcı, formüller yığını, zor gibi düşünceleri olan öğrenciler; dinamik geometri yazılımlarıyla gerçekleştirilen etkinlikler sonrasında fikirlerini zevkli, eğlenceli, bulmaca gibi olarak belirtmişlerdir. Dinamik geometri yazılımlarından önce geometriyi ezber gerektiren, öğretmenlerin sorularda verdiği sayıların formüllerde yerine yazıldığı, öğretmenin anlatıp öğrencilerin dinlediği bir ders olduğunu zanneden öğrenciler, yazılımla gerçekleştirilen süreçlerden sonra geometriyi keşfedilerek öğrenilen, insanın beynini çalıştıran, bulmaca gibi bir ders olarak algılamışlardır.

Laborde (2003), matematik öğretiminde bilgiler arası bağ kurmak için teknoloji destekli öğretim yapılmasını sekizinci sınıf (13-14 yaş) 10 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada incelemiştir. Araştırmada dinamik yazılımlardan Cabri Geometri kullanılmıştır. Bu araştırma teknoloji ile öğrenmeyi geliştirici ortamların hazırlanmasının gerekliliğini savunmaktadır. Araştırma sonucunda; matematik öğretilirken ortamı hazırlayan ve yöneten kişinin önemli olduğu, öğrencilere uygulanacak etkinliklerde verilecek rolün sırasıyla tuşlara basmak olduğunda öğrencilerin matematiksel ilişkilerden uzaklaşabileceği, belirtilmiştir.

Baki ve diğeri (2004); 10 matematik öğretmeni adayına 3 hafta sürede toplam 10 saat Cabri Geometri'yi tanıttıktan sonra, adayları Archimedes'in parabol ile kiriş arasında kalan alanının bulunması ve Brahmagupta Dörtgeninin özelliklerinin keşfedilmesi etkinliklerine Cabri Geometri Yazılımı kullanarak dahil etmiştir. Cabri Geometri ile keşfederek öğrenmek için güçlü bir köprü kurulduğunu; matematikçi gibi davranma fırsatı verildiğinde, öğretmen adaylarının matematiği kendilerinden uzak algılamadığını ve bu sayede varsayımda bulunma, genelleme, test etme gibi yüksek düzey zihinsel etkinlikleri gerçekleştirdiklerini bulmuşlardır. Bu durumun da öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin gelişmesine doğrudan katkı sağlayacağını belirtmişlerdir.

Clark (2004), bilgisayar destekli geometri öğretiminin, lise öğrencilerinde Florida Yetenek Başarı Testine etkisini incelediği çalışmasında 25 öğrenci üzerinde çalışmıştır. Öğrencilerin 9. sınıftaki geometri başarıları ön test olarak kabul edilmiş ve 10. sınıf boyunca teknoloji destekli öğretim verilmiştir. 10. sınıf geometri başarıları da son test olarak alınmıştır. Çalışma sonucunda, teknoloji destekli eğitimin geometri başarılarını anlamlı derecede arttırdığı görülmüştür.

Güven ve Karataş (2005) Cabri Geometri kullanarak öğrenci merkezli öğretimin gerçekleştirilmesini amaçladıkları çalışmalarında iki okuldan seçtikleri 8.sınıf 40 öğrenci ile 2 ay süreli bir etkinlik süreci geçirmişlerdir. Öğrencilerin yazılım ortamında deneyime girme, varsayımda bulunma, test etme, özümseme ve genelleme süreçlerini bulgularında yansıttıkları çalışmanın sonucunda çalışmada ortaya konan tasarım ile öğrencilerin araştırma, keşfetme aktivitelerine girdiği, tümevarımsal sonuçlara ulaştıkları belirtilmiştir. Bu şekilde ders tasarımları yapabilen öğretmenlerin sınıflarında devrim niteliğinde bir yenilik getireceklerini söylemektedirler.

Aydoğan (2007) Cabri Geometri ortamında, çokgenler ve çokgenlerde eşlik-benzerlik konusunu öğrenmenin, 6. sınıf öğrencilerinin performansları üzerine etkisini incelemiştir. Araştırmanın deney grubunu 66, kontrol grubunu 68 öğrenci oluşturmaktadır. Deney grubuna Cabri ile, kontrol grubuna ise geleneksel yöntem ile öğretim yapılmıştır. Gruplara ön test, son test ve kalıcılık testi uygulanmıştır. Ön test skorlarının birbirine yakın olduğu, son test ve kalıcılık testinde ise deney grubu lehine belirgin bir iyileşme olduğu çalışmada belirtilmektedir.

Hollebrands (2007), lise matematik öğrencilerinde dinamik geometri yazılımı kullanılmasının geometri stratejilerindeki rolünü araştırmıştır. Geometrik dönüşüm konusunda 10. sınıftaki 16 öğrenciyle 7 haftalık bir süreç yürütülmüştür. Araştırmada Geometer's Sketchpad dinamik yazılımı kullanılmıştır. Sonucunda, dinamik geometri yazılımından alınan geri bildirimler ile öğrencilerin bir sonraki eyleme kendiliğinden geçtiği belirlenmiştir. Öğrencilerin yazılımı kullanırken uyguladıkları farklı stratejileri tanımlamış ve bu stratejilerin matematiksel kavramların öğrenilmesine yardımcı oldukları savunulmuştur.

Vatansever (2007) yüksek lisans tez çalışmasında ilköğretim 7. sınıf geometri konularından Açılar ve Çokgenler ünitesinin dinamik geometri yazılımlarından Geometer's Sketchpad ile öğrenmenin öğrenci başarısına ve öğrenme kalıcılığına etkisini araştırmıştır. Araştırma; 21 kişi deney grubunu, 21 kişi kontrol grubunu oluşturmak üzere iki grup üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda dinamik geometri yazılımı kullanılan deney grubu öğrencilerin başarılarının kontrol grubu öğrenci başarılarına göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca dinamik geometri yazılımı kullanarak geometri öğretimi yapılan deney grubunun geometri öğrenmedeki kalıcılık düzeyi, kontrol grubuna göre daha yüksek olmuştur.

Güven ve Kosa (2008), dinamik geometri yazılımı Cabri 3D'nin matematik öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada 40 öğretmen adayı üzerinde çalışmıştır. Çalışmanın sonucunda, bilgisayar destekli etkinliklerin matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini pozitif yönlü etkilediği, dinamik geometri yazılımları sayesinde öğrencilerin geometrik kavramları daha kolay öğrendiği ve geometrik ilişkileri daha kolay keşfettiği belirtilmiştir.

Filiz (2009), Geogebra ve Cabri dinamik geometri yazılımlarının web destekli ortamlarda kullanılmasının öğrenci başarısına etkisini ve bu süreçteki öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini incelediği deneysel çalışmasında, 25 sekizinci sınıf öğrencisi ile (12 deney grubu, 13 kontrol grubu) çalışmıştır. Deney grubu öğrencilerine, dinamik geometri yazılımlarını içeren bir web sitesi ve konuyla ilişkisi çalışma yaprakları hazırlamış ve uygulamıştır. Kontrol grubuna ise geleneksel eğitim verilmiştir. Araştırmada, uygulanan başarı testi sonuçlarına göre deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu belirtilmiştir. Üçgenin kenar ilişkileri, açı-kenar bağıntıları ve Pisagor Teoremi ile ilgili başarı testleri



puanları incelendiğinde, deney grubunun puanlarının daha yüksek olduğu araştırmada yer almaktadır.

Güven ve Karataş (2009) dinamik geometri yazılımlarından Cabri ile Karadeniz Teknik Üniversitesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği 1. sınıfta okuyan öğretmen adaylarıyla (45 öğretmen adayı deney grubu, 35 öğretmen adayı kontrol grubu) bir çalışma gerçekleştirmiştir. Geometrik yer konusu için geliştirilen çalışmalar deney grubuna Cabri yazılımı ile kontrol grubuna ise geleneksel ortamda 4 hafta boyunca uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda açık uçlu 8 sorudan oluşan bir değerlendirme sınavı iki gruptaki öğretmen adaylarına uygulanmış ve değerlendirme sonucunda dinamik geometri yazılımlarının öğrencilerin genelleme, tahmin, soyut düşünme, matematiksel açıklama yapma ve ispat becerilerini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir. Deney grubundaki öğretmen adaylarının geometrik yer problemlerindeki puanlarının kontrol grubundaki öğretmen adaylarına göre anlamlı ölçüde yüksek çıktığı araştırmanın sonuçlarında yer almaktadır.

Barutcu Akyar (2010) dinamik geometri yazılımlarından Geometer's Sketchpad kullanarak on birinci sınıf 61 öğrencinin (31 deney grubu, 30 kontrol grubu) geometriye yönelik tutumlarını ve akademik başarılarını incelemiştir. Deney ve kontrol grubuna haftada 2 saat olmak üzere 5 haftalık uygulamalar gerçekleştirildikten sonra açılar ve üçgenler başarı testi, geometriye yönelik tutum ölçeği ve özel dörtgenler ve özellikleri başarı testi uygulanmıştır. Uygulama sonucunda deney ve kontrol grubu başarı puanları arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı fakat tutum ölçeği sonuçlarında deney grubu lehine anlamlı farklılığın olduğu çalışmada yer almaktadır.

Hangül ve Üzel (2010), ilköğretim sekizinci sınıf geometrik cisimler konusunu, teknoloji destekli öğretim yaparak öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarını ve bilgisayar destekli öğretime yönelik görüşlerini incelemiştir. 53 (25 deney grubu, 28 kontrol grubu) sekizinci sınıf öğrencisiyle gerçekleştirilen çalışmada; ön test-son test kontrol gruplu deneysel desen uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, derse yönelik tutumlarda deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunduğu, bilgisayar destekli eğitimin daha ilgi çekici ve eğlenceli olduğu, bilgisayar destekli eğitim ile konuların anlaşılmasının daha kolay gerçekleştiği yer almaktadır.

İçel (2011) 8. sınıf öğretim programında yer alan üçgen ve Pisagor Bağıntısı konusunda GeoGebra yazılımı kullanmanın öğrenci başarısına etkisini araştırdığı çalışmasında 40 öğrenci üzerinde (20 deney grubu, 20 kontrol grubu) deneysel bir çalışma yapmıştır. Ön-test puanları ile gruplar arasında bir fark olmadığı görülmüş ve aynı zamanda öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyleri belirlenmiştir. Kontrol grubu resmi müfredata iki haftalık süreyle devam etmiş, eş zamanlı olarak deney grubu öğrencilerine GeoGebra etkinlikleri içeren kurs planlanmıştır. Etkinlikler sonunda öğrencilere son-test ve hatırlama testi yapılmıştır. Araştırma sonucunda, GeoGebra ile etkinlikler yürüten deney grubu lehine matematik başarılarında anlamlı derecede pozitif yönlü bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Hatırlama testi sonuçlarına göre de deney grubundaki öğrenmelerin daha kalıcı olduğu araştırmanın bir başka sonucu olarak çalışmada yer almaktadır. Araştırmada yeterli sayıda elemanı verilen üçgeni çizer kazanımına ait sorular yer almaktadır. Ön-test puanlarında bu kazanıma uygun olarak yapılan puantaj sonucunda farklılık bulunmadığı, son-test ve hatırlama testinde kazanıma uygun sorulara doğru yanıtlar verildiği, istatistiksel açıdan anlamlı bir farkın bulunmadığı fakat deney grubunun daha başarılı bir performans gösterdiği araştırmanın bulgularında yer almaktadır. Üçgen çizimi için yer alan bir soruda, deney grubundaki bir öğrenci kağıt üzerindeki çözümü, aynı yazılım ortamındaki gibi gerçekleştirmiştir. Kontrol grubundaki hiçbir öğrencinin çemberleri kullanarak bir çözüm gerçekleştirmediği araştırmada belirtilmiştir. Üçgenin kenar uzunlukları ile bu kenarların karşısındaki açıların ölçüleri arasındaki ilişkileri belirleme konusunda istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamasının yanında her iki grubun da yeterli başarı gösteremediği araştırmanın bulgularında yer almaktadır. Üçgen eşitsizliği konusundaki yöneltilen soruda deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuş, son test ve hatırlama testinde deney grubunun daha başarılı olduğu görülmüştür. Ayrıca çalışmanın sonuçları arasında üçgendeği açı-kenar ilişkileriyle ilgili bir açıklamaya ulaşamadığı belirtilmiştir.

Selçik ve Bilgici (2011) GeoGebra yazılımının öğrenci başarısına etkisini inceleyen bir çalışma gerçekleştirmiştir. 32 öğrenciye (17 deney, 15 kontrol grubu) çeşitli konularda hazırlanmış etkinlikler 11 ders saati süreyle uygulanmıştır. Araştırma sonucunda GeoGebra ile öğretim yapılan deney grubunun puanlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Ardından yapılan izleme testi sonucunda da; deney grubundaki öğrencilerin öğrenmelerinin daha kalıcı olduğu araştırmada belirtilmiştir.

Başaran Şimşek (2012), dinamik geometri yazılımı kullanmanın 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve uzamsal yeteneklerine etkisini incelemiştir. Araştırma, on yedişer öğrenciden oluşan deney ve kontrol grubu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, bilgisayar destekli öğretim uygulaması kullanılmasının deney grubunun akademik başarısını ve uzamsal yeteneklerini geliştirdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca araştırmanın nitel bulgularında deney grubu öğrencilerinin Cabri 3D ile geometri öğrenmeyi eğlenceli, dikkat çekici, öğrenmeyi kolaylaştırıcı, anlamlı ve kalıcı öğrenme sağlayıcı buldukları belirtilmiştir.

Uzun (2013) geometrik cisimler konusunun dinamik geometri yazılımı (Cabri 3D) ve akıllı tahta ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında öğretiminin, öğrenci başarısına, uzamsal görselleştirme becerisine etkisinin ve bu beceriye ilişkin tutumların incelenmesi amacıyla 33 (16 kız, 17 erkek), (16 (8 kız 8 erkek) deney grubu 17 (7 kız, 10 erkek) kontrol grubu) altıncı sınıf öğrencisi ile bir çalışma gerçekleştirmiştir. Veri toplama aracı olarak başarı testi, uzamsal görselleştirme testi ve uzamsal düşünme tutum anketi kullanmıştır. Araştırma sonucunda, Cabri 3D ve akıllı tahta ile öğrenim gören deney grubunun akademik başarılarının ve uzamsal becerilerinin daha yüksek olduğu bulunmuş fakat tutumlara yönelik etkisinin olmadığı çalışmada belirtilmiştir.

Akgül (2014) ortaokul altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin Cabri 3D yardımıyla geometrik cisimlerin alan ve hacim hesabı ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmiştir. Cabri 3D ile etkinliklerin yönetilmesinin öğrenci başarısına ve matematiğe yönelik tutumlara etkisi 96 öğrenci ile (6. sınıf: 30, 7. sınıf: 28 ve 8. sınıf: 38 öğrenci) incelenmiştir. Her grup kendi içinde eş iki gruba ayrılarak deney ve kontrol grupları oluşturulmuş ve gruplara başarı testi ile tutum ölçeği uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, Cabri 3D ile ilgili konunun öğretiminin öğrenci başarısına ve tutumlarına olumlu yönde etki ettiği bulunmuştur.

Hacısalıhoğlu Karadeniz ve Akar (2014), dinamik geometri yazılımının açıortay ve kenarortay öğretiminde meslek lisesi bilgisayar bölümünde okuyan onuncu sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisini inceleyen başka bir çalışmada, 25 öğrenciye (12 öğrenci kontrol grubu, 13 öğrenci deney grubu) hazırladıkları testi uygulayarak, test puanlarını karşılaştırmıştır. Deney ve kontrol grubuna uygulanan testin sonuçları incelendiğinde, deney grubuna uygulanan bilgisayar destekli öğretimin, kontrol grubuna uygulanan geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu sonucu ortaya çıkarılmıştır.

Verilen araştırmalar incelendiğinde genel olarak, dinamik geometri yazılımları ile gerçekleştirilen çalışmalarda; dinamik geometri yazılımları ile geometri ve matematik renmenin retmen adayları tarafından daha zevkli, eğlenceli ve kolay olarak ifade edildiği (Güven ve Karataş, 2003), dinamik geometri yazılımları ile yapılan ön test- son testli deneysel çalışmalarda deney grubu lehine çalışılan konu üzerinde akademik başarıların arttığı (Aydoğan, 2007; Başaran şimşek, 2012; Clark, 2004; Filiz, 2009; İçel, 2011; Selçik ve Bilgici, 2011; Vatansever, 2007), dinamik geometri yazılımı kullanıldığında genelleme yapma, test etme, akıl yürütme, problem çözme, keşfetme gibi becerilerin geliştiği (Furinghetti ve Paola, 2002; Güven ve Karataş, 2005; Güven ve Karataş, 2009; Jones, 2001; Hollebrands, 2007) ortaya konulmuştur.

### **2.2.3. Geometrik İnşa ile İlgili alışmalar**

Erduran ve Yeşildere (2010) 3 retmen ile pergeli ve izge kullanımı ile geometrik yapıların inşa edilmesi üzerine örnek olay çalışması yapmıştır. retmenlerin gerçek ortamlarında pergeli ve izgeci nasıl kullandıklarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Pergeli ve izgecin renme ortamına nasıl dahil edildiğini derinlemesine araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, retmenlerin pergeli ve izge kullanılarak verilen inşaların gerçekleştirilmesi konusunda alan bilgilerinin az olduğu, retmenlerin bu materyalleri renme ortamını destekleyen bir araç değil, rencileri eğlendiren birer materyal olarak kullandıkları belirtilmiştir. retmenlerin; araçları, kavramsal anlamayı gerçekleştirme şeklinde kullanmadıkları araştırmada görölmüştür.

Cheung (2011) geometrik inşalar aracılığıyla rencilerin geometri renmedeki ilgisini ve yeteneğini arttırmaya yönelik gerçekleştirdiği çalışmasında, 15 yaş civarındaki 18 çocukla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Sonucunda, inşa etkinliklerinin iyi bir renme aracı olduğunu, rencilere deneyim kazandırarak, rencilerin kendi geometrik bilgilerini oluşturduklarını belirtmiştir. Ayrıca rencilerin inşa etkinliklerini ilgi çekici bulduğu, bu etkinliklerin rencileri motive ettiği, etkinlikler süresince birbiriyle tartışan rencilerin iletişim becerilerinin geliştiği araştırmada yer almaktadır.

Yavuzsoy Köse ve diğerleri (2012), ilköğretim matematik retmeni adaylarının teknoloji destekli geometri dersindeki geometrik inşa edinimlerini, ilköğretim matematik retmenliği 1. sınıf 77 renci ile nitel bir çalışma yaparak araştırmışlardır. Çeşitli geometrik inşalar içeren 6 üretim etkinliğini rencilerle gerçekleştirmişlerdir (2 üçgen etkinliği, 4 dörtgen etkinliği). Verileri, her biri 3 sorudan oluşan açık uçlu sorulardan ön-

test ve son-test aracılığıyla toplayarak elde etmişlerdir. Ön-test uygulanırken; pergeli, cetveli, iletken ve gönyeden oluşan çizim araçları, son-test uygulamalarında Cabri Geometry II kullanmışlardır. Araştırma sonucunda; öğrencilerin geometrik inşaları ön-test uygulamasında, yapamadıkları ya da hatalı yaptıkları; son-test uygulamasında ise tümevarımsal muhakemeler yaparak teorik inşalar gerçekleştirdikleri görülmüştür. Ayrıca; dinamik yazılım ortamında gerçekleştirilen inşaa etkinliklerinde, öğrencilerin sürüklemeye yapabilmelerinin, geometrik ilişkileri; algılama, keşfetme ve keşfettikleri ilişkileri doğrulama konusunda etkili olduğu araştırmada belirtilmiştir.

Duatepe Paksu (2013) sınıf öğretmeni adaylarının geometrik yapılara ilişkin çizim becerilerini 140 sınıf öğretmeni adayı ile incelemiştir. Öğretmen adaylarına 5 ve 6 eş birim küpten oluşan yapılar çizmeleri söylenmiş ve öğretmen adaylarının çizimleri boş, doğru ve yanlış olma durumlarına göre sınıflandırılmıştır. Araştırmada; 44 öğretmen adayının hiçbir çizim yapmadığı veya yapmadığı, 34'ünün doğru çizimler yaptığı, 62'sinin hatalı çizimler yaptığı belirtilmiştir. Araştırmanın sonucunda, doğru çizim gerçekleştiren öğretmen adaylarından yalnızca 5'inin tek satır veya sütun kullanmadan çizim gerçekleştirdiği dolayısıyla sınıf öğretmeni adaylarının uzamsal düşünme becerilerinin düşük olduğu ve sınıf öğretmeni adaylarının çizim becerilerinin yetersiz olduğu belirtilmiştir.

Karakuş (2014) ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının geometrik inşaa etkinliklerine yönelik görüşlerini belirlemek için bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu amaçla; öğretmen adaylarının pergeli ve cetveli kullanarak geometrik inşalara yönelik geçmiş deneyimlerini, öğretmen adaylarının inşaa etkinliklerine ve inşaa etkinliklerinin konuların öğrenilmesi üzerine yönelik düşüncelerini, inşaa etkinliklerinde karşılaşılan problemleri belirlemeye çalışmıştır. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun geçmiş yaşantılarında pergeli ve ölçsüz cetveli ile geometrik inşaa çalışmaları yapmadıklarını, büyük çoğunluğunun inşaa etkinliklerine yönelik olumsuz düşünceye sahip olduğunu, öğretmen adaylarının yarısının inşaa etkinliklerinin anlamlı öğrenmeye yardımcı olduğunu düşündüğünü ve çalışmaya katılan öğretmen adaylarının yaklaşık %85'nin pergelle çizim yapmakta güçlük çektiğini belirtmiştir. Bunun nedeni olarak, öğretmenlerin öğretim ortamlarında farklı öğretim araçlarına yer vermemeleri, geometrik inşaa çalışmalarının amacı ve anlamını bilmemeleri ve öğretim programlarının inşaa etkinlikleriyle doğrudan ilişkili olmaması olabileceği araştırmada dile getirilmiştir.

Yıldız (2016), dokuzuncu sınıf (15 yaşında) 6 üstün yetenekli (3 kız, 3 erkek) öğrencinin geometrik inşa yeteneklerinin, gerçek yaşam problemlerinin çözümüne nasıl yansıdığı üzerine bir durum çalışması gerçekleştirmiştir. Katılımcılar amaçsal örnekleme yaklaşımı ile seçilmiş bilim sanat merkezi öğrencileri olmakla beraber 5 öğrenci 10 yaşından beri 1 öğrenci 11 yaşından beri bilim sanat merkezi öğrencisidir. Bu öğrenciler, akademik başarıları yüksek ve GeoGebra yazılımını kullanmayı bilen öğrencilerdir. Her öğrenci ile klinik mülakatlar yapılmış ve bu görüşmeler yaklaşık 1 saat sürmüştür. Öğrenciler inşa problemlerine önce kağıt-kalem ortamında, ardından yazılım ortamında dahil edilmiştir. Araştırmada öğrencilerin problem durumlarını yazılım ortamında doğru bir şekilde modellediği görülmüştür. GeoGebra kullanıldığında üstün yetenekli öğrencilerin, problem çözümünde GeoGebra'nın fonksiyonelliği sayesinde daha yaratıcı olduğu, GeoGebra'nın öğrencilerin düşünme yeteneklerini geliştirdiği, öğrencilerin kağıt-ortamında yaptıkları hataları yazılım ortamında fark ettikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin kavramları keşfetmesinin dinamik yazılım kullanmanın doğal bir sonucu olduğunu savunulmaktadır. Öğrencilerin inşa etkinlikleri ile deneyim kazanmalarının derinlemesine düşünme konusunda daha fazla imkân verdiği araştırmada yer almaktadır.

Gür ve Kobak Demir (2017) pergel ve cetvel kullanılarak gerçekleştirilen temel geometrik yapı çizimlerinin geometri düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlara etkisini inceledikleri çalışmalarında; 72 öğretmen adayı ile haftada 2 saat olmak üzere, 5 haftalık bir araştırma yürütmüştür. Tek gruba Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyleri Testi ve Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeğini uygulamışlardır. Ön test- son testli deneysel çalışmanın sonucunda pergel, cetvel gibi araçların etkinliklerde kullanılmasının geometrik düşünmenin gelişmesinde yarar sağladığı, öğretmen adaylarının matematiğe yönelik olumlu düşüncelerini arttırdığı bulunmuştur. Ayrıca, çalışmada öğretmen adaylarının inşa etkinliklerine nereden başlayacağına karar veremedikleri ve araçları kullanmakta zorlandıkları belirtilmiştir.

Öçal ve Şimşek (2017), öğretmenlerin çeşitli araçlar kullanarak (pergel-çizgeç ve bilgisayar ortamında GeoGebra) temel geometrik inşa problemlerini çözme süreçleri ve bu konudaki görüşleri üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. 4 ortaokul matematik öğretmeniyle yaklaşık 30 dakika süren görüşmeler gerçekleştirerek nitel bir çalışma yürütülmüştür. Öğretmenlere Öklid'in Elementler kitabından geliştirmiş oldukları 7 soruluk temel geometri inşaları testini uygulamışlardır. Bu testin bir sorusu a uzunluğundaki bir

eşkenar üçgeni inşa etmek ile ilgilidir. Sonuç olarak öğretmenlerin pergel-çizgeç ve GeoGebra inşaları karşılaştırıldığında; GeoGebra'nın deneme-yanılmaya imkân vermesi ile pergel-çizgeç kullanarak gerçekleştirilemeyen inşaları gerçekleştirdikleri, GeoGebra ile inşaların daha kolay yapılabildiği görülmüştür. Ayrıca; sınava yönelik eğitim-öğretim yapan öğretmenlerin, inşa etkinliklerine yeterli önemi vermediği düşünülmektedir.

Özetle; geometrik yapıları inşa etkinliklerinde bulunmanın matematiğe yönelik tutumları olumlu etkilediği (Gür ve Kobak Demir, 2017), inşa etkinliklerinin öğrenme etkinliği süresince öğrencileri motive ettiği (Cheung, 2011) araştırmalarda yer almaktadır. Ayrıca; pergel-cetvel ile yürütülen inşa etkinliklerinde araştırma gerçekleştirilen gruplarda bu araçların kullanımında zorlanıldığı (Erduran ve Yeşildere, 2010; Karakuş, 2014; Öçal ve Şimşek, 2017) belirtilmiştir. Pergel-cetvel kullanarak gerçekleştirilemeyen bazı inşaların dinamik yazılım ortamında gerçekleştirildiği (Öçal ve Şimşek, 2017; Yıldız, 2016); fakat ister pergel-cetvel ile ister yazılım ortamında inşa etkinliklerinde yer almanın akıl yürütmeyi, problem çözmeyi, geometrik yapıların özelliklerini kavramayı arttırdığı (Cheung, 2011; Yavuzsoy Köse ve diğ., 2012) araştırmalarda görülmektedir. Ek olarak; dinamik ortamda düzgün ve doğru şekiller çizmenin öğrencilerin güven duygusunu arttırdığı ve bu durumun kuralları ve ilişkileri doğru anlamayı sağladığı, öğrencilerin kendi fikirlerini kanıtlamak için girişimlerde bulunduğu Yıldız'ın (2016) çalışmasında yer almaktadır. Ayrıca çizim etkinlikleri içeren çalışmalar incelendiğinde, araştırmaların katılımcılarını oluşturan grupların çizim becerilerinin zayıf olduğu, geometrik yapıların çizimlerinin ister araçlarla ister elle beklenen düzeylerde gerçekleştirilemediği görülmektedir.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, katılımcılar, verilerin nasıl toplandığı ve toplanan verilerin nasıl analiz edildiğine dair bilgiler yer almaktadır.

### 3.1. Araştırmanın Modeli

Nitel paradigmaya sahip çalışma bütüncül çoklu durum çalışmasıdır. Nitel araştırmanın en önemli özelliği, çalışma gerçekleştirilen grubun düşüncelerinin derinlemesine aktarılması olarak söylenebilir (Ekiz, 2009). Durum çalışması; bir olgunun normal koşullarında ele alındığı, olgu ve içerik arasındaki sınırların net bir şekilde belli olmadığı, birden fazla kanıt veya veri kaynağının olduğu durumlarda kullanılan bir araştırma yöntemidir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Çepni'ye (2012) göre durum çalışması; ne, nasıl, niçin gibi soruların yöneltildiği ve cevaplarının arandığı çalışmalarda kullanılması ile pek çok araştırma yönteminden ayrılmaktadır. Durum çalışmalarının türlerinden biri olan çoklu durum çalışmaları (Creswell, 2013; Merriam, 2013; Yin, 2003) ise birden fazla durumun kullanılarak verilerin toplandığı ve analiz edildiği çalışmalardır (Merriam, 2013). Yin'e (2003) göre çoklu durum çalışmalarını iç içe geçmiş ve bütüncül olarak ikiye ayırmaktadır. Birden fazla tekli durumun ele alındığı ve karşılaştırılarak analiz edildiği çalışmalar bütüncül çoklu durum çalışmalarıdır. Araştırma da iki öğrenci ile yürütülmüş kağıt-kalem ve GeoGebra destekli öğrenme ortamını ele alarak bunları karşılaştırması bakımından bütüncül çoklu durum çalışması niteliğindedir. Çalışmada her bir durum kendi başına bütüncül olarak ele alınmıştır, analiz edilmiştir ve daha sonra bu farklı durumlar karşılaştırılarak bulgularda sunulmuştur (Yin, 2003).

Durum çalışmalarında en önemli aşamalardan bir tanesi analiz biriminin belirlenmesidir. Analiz birimi hem durum çalışmasının türünü belirler hem de analiz sürecinin geçerlilik ve güvenilirliğini arttırmada önemli bir çalışmadır (Yin, 2003). Bütüncül çoklu durum çalışması ile yönetilen bu çalışmada analiz birimi üçgen inşa sürecindeki düşüncelerdir. İki öğrenci ile kağıt-kalem ve GeoGebra destekli öğrenme ortamları araştırmanın çoklu durumlarını temsil etmektedir. Aynı zamanda üçgen inşa sürecinde bir kenar ve iki açısı, iki kenar ve aralarındaki açısı, üç kenarı bilinen üçgenler için üçgen inşa etme için gerekli ön koşullar araştırmanın çoklu durumlarını temsil etmektedir.



### 3.2. Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını oluşturan öğrenciler, üçgen kavramının yapılandırılması ile ilgili kazanımla daha önce karşılaşmamış, dinamik geometri yazılımını yeterli verimlilikte kullanabilmesi için 10 haftalık eğitime tabi tutulmuş ve bu eğitimin sonunda bir değerlendirme sınavı ile değerlendirilmiş öğrencilerdir (Ek-A; Ek-B). Değerlendirme sınavında en yüksek performans gösteren iki yedinci sınıf öğrencisi araştırmanın katılımcıları olarak belirlenmiştir. Araştırmanın katılımcıları olan iki öğrenci; Afyon ilinin, Çay ilçesinde araştırmacının görev yaptığı ortaokulda yedinci sınıfta öğrenim görmekte olan 14 öğrenci arasından amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Öğrenciler yeterli sayıda elemanının ölçüleri verilen bir üçgeni çizebilmek için gerekli GeoGebra bilgisine ve matematiksel altyapıya sahip olabilmeleri için 2015-2016 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde, haftada iki saat olacak şekilde daha önceden oluşturulan "GeoGebra Planına" göre 10 haftalık bir eğitimden geçirilmiştir (Ek-B). Öğrencilere ilk hafta GeoGebra ve temel özellikleri tanıtılmıştır. Sonraki haftalarda ise; araştırmanın bilgisayar ortamında gerçekleştirilecek üçgen inşa etkinliklerinde kullanılma ihtiyacı oluşacak araçlar, farklı uygulamalar ile kullandırılarak eğitim tamamlanmıştır. Bu eğitimin sonunda yapılan değerlendirme sınavında başarı gösteren 6 öğrenci araştırmaya katılmıştır (4 kız, 2 erkek). Bu öğrenciler ikili gruplandırılmıştır. Eğitim sürecinde ve değerlendirme sınavında en iyi performans gösteren Efe ile Aslı araştırmanın gerçekleştirileceği grup olarak belirlenmiş, diğer öğrenciler rastgele eşleştirilerek pilot uygulama grupları olarak belirlenmiştir. Efe ile Aslı isimleri katılımcıları gizlemek adına araştırmacı tarafından belirlenen isimlerdir.

Bu araştırmanın odağı olan kazanım 8. sınıf kazanımıdır. Ancak uygulamaların yapıldığı öğrenciler 7. sınıf öğrencileridir. Bu durumun sebebi üçgen inşa edilmesiyle ilgili süreçlerle ilk kez karşılaşan öğrencilerin kağıt-kalem ve GeoGebra ortamında üçgen inşa etmelerinin nasıl olduğunun, daha net ortaya konulmak istenmesidir. Öğrenciler daha önce belirtildiği gibi araştırmacının görev yaptığı okulda öğrenim gören öğrencilerdir. Dolayısıyla araştırmacı öğrenciler hakkında detaylı bilgiye sahiptir. Ortaokul 7. sınıfta öğrenim gören bu öğrenciler akademik başarı düzeyleri yüksek ve üçgen yapılandırılmasıyla ilgili bu uygulamalarda veri toplamaya uygun olduğu araştırmacı tarafından düşünülmüştür. Bu durum alandaki uzmanlar ile görüşülmüş ve öğrenciler ile üçgen inşa süreçleri içeren bu uygulamanın gerçekleştirilmesi uygun görülmüştür.

### 3.3. Veri Toplama Aracı

Nitel çalışmalar yapısı itibariyle birden fazla veri toplama aracı gerektirmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Araştırmanın verileri katılımcılar ile tek bir oturumda Görev Temelli Görüşme Formu (Ek-C), öğrencilerin kağıt-kalem ortamında üzerinde çalıştıkları kağıtları, üçgen inşa süreçlerinin gerçekleştiği ortamın ve bilgisayar ortamında gerçekleştirilen süreçlerin ekran video kaydı ile elde edilmiştir. Koichu ve Harel'a (2007) göre görev temelli görüşmeler; katılımcıların ve görüşmecinin bir görev üzerinde etkileşim halinde bulunduğu, görevin bazı normlar ve kurallar ile düzenlendiği görüşme türü olarak ifade edilmektedir. Nitel araştırmalarda görev temelli görüşmelerin, çalışma grubunun akıl yürütmelerini, matematik bilgilerini ve kavrayışlarını anlamak için kullanılabileceği belirtilmektedir (Koichu, 2009; Maher ve Sigley, 2014). Görev temelli görüşme gerçekleştiren araştırmacı, bu süreci bir katılımcı veya daha fazla katılımcıyla yürütebilmektedir (Goldin, 2000). Yapılan çalışmada, görüşme süreci iki katılımcıyla gerçekleştirilmiştir. Görev temelli görüşmelerde katılımcıların görev durumları ile ilk defa ya da daha önce karşılaşmış olabileceği belirtilmektedir (Goldin, 2000; Koichu ve Harel, 2007; Maher ve Sigley, 2014). Yapılan çalışmada öğrenciler üçgen inşası ile ilgili görevlerle ilk defa karşılaşmışlardır.

Araştırmada veriler çeşitli dokümanlar aracılığıyla toplanmıştır. Doküman, araştırma konusunda bilgi sağlayan her türlü yazılı veya kayıtlı materyallerdir (Merriam, 2013; Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu araştırmanın dokümanları; öğrencilerin üçgen inşa süreçlerini içeren video kayıtları, yazılı kağıtları ve GeoGebra dosyalarıdır. Merriam'a (2013) göre; bu araştırma gerçekleştirilirken oluşturulan üçgen inşa dosyaları ve video kayıtları görsel doküman, yazılı kağıtlar ise şahsi doküman olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca çalışmanın veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından görev temelli görüşme formu geliştirilmiştir (Ek-C). Yapılan çalışmada öğrencilerin kağıt-kalem ve GeoGebra ile üçgen inşa süreçlerinin nasıl olduğu incelendiğinden görev temelli görüşme formu kağıt-kalem ortamında ve GeoGebra ortamında olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Görüşme formu oluşturulurken alanyazın dikkate alınmış ve iki uzmanın görüşlerine başvurulmuştur. Görüşme formunun son hali gerçekleştirilen iki pilot uygulamanın ardından oluşturulmuştur.

### 3.4. Pilot Çalışma

Pilot çalışmalarda katılım gösteren 4 (3 kız, 1 erkek) öğrenci, araştırmanın katılımcılarından farklı olup, GeoGebra öğretimi sürecinde başarı gösteren, yine amaçlı örnekleme yaklaşımına göre seçilmiş öğrencilerdir. Öğrenciler rastgele olacak şekilde ikili gruplandırılmıştır. İlk pilot çalışmanın ardından, görüşme formunda yer alan ifadeler yeniden düzenlenmiştir (Ek-D). Ardından ikinci pilot çalışma gerçekleştirilerek görüşme formunun ve üçgen inşa görevlerinin son hali verilmiştir. Pilot uygulamalar farklı günlerde, tek oturumla, uygulamanın gerçekleştirildiği sınıfta yapılmıştır. Uygulamalar öncesinde üçgen inşa süreçlerinin ilk olarak kâğıt-kalem ortamında daha sonra yazılım ortamında gerçekleştirilmesi planlanmıştır ve pilot uygulamalar bu şekilde gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamalarda bu sıranın veri toplama açısından uygunluğu alandaki uzmanlar ile tartışılmış ve çalışmadaki üçgen inşa süreçlerinin ilk olarak kağıt-kalem ortamında ardından GeoGebra ortamında gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. Öğrencilerle gerçekleştirilen ilk uygulamada sadece yeterli sayıda elemanın ölçüsü verilen görev durumları verilmiştir. Öğrencilere bu görevlerinin verilmesinin yanında, inşası mümkün olmayan üçgen görevlerinin verilmesine ilk pilot uygulamanın ardından karar verilmiştir ve ikinci pilot uygulama inşası mümkün olmayan üçgen görevlerinin eklenmesiyle yapılmıştır. Bu uygulamada da iki kenar uzunluğu ve bu kenarların arasındaki açısı bilinen görev için verilen inşası mümkün olmayan durumun ( $180^\circ$  den fazla açı verilmesi) kolay fark edilmesi üzerine, araştırmada bu görev durumu için hata yapılabilecek (hata yapılması muhtemel) bir görev durumu verilmesine karar verilmiştir. Pilot uygulamalardan önce öğrencilerin kağıt-kalem ortamındaki süreçlerinde farklı kağıtlar üzerinde, bilgisayar ortamında ise aynı bilgisayar üzerinde çalışmaları, matematik ve GeoGebra alanında bir uzman ile görüşülerek planlanmıştır ve pilot uygulamalar ile bu durumun veri toplamaya uygun olduğu görülmüş ve araştırma da bu şekilde gerçekleştirilmiştir. Kağıt-kalem ortamında ve yazılım ortamında gerçekleştirilen inşa görevlerinin sıralaması; yine matematik ve GeoGebra alanındaki uzman ile tartışılarak belirlenmiştir. Pilot uygulamalarda bu sıralamanın veri toplamaya uygun olduğu görülmüş ve araştırmada yer alan görevlerin sıralamasına karar verilmiştir.

### 3.5. Verilerin Toplanması

Çalışmaya başlamadan önce araştırma grubunu oluşturan öğrenciler yapılan araştırma hakkında bilgilendirilmiştir. Çalışma gerçekleştirilirken; okulun ya da

öğrencilerin ders işleme faaliyetlerine herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Araştırma pilot uygulamaların da yapıldığı okuldaki boş bir sınıfta gerçekleştirilmiş ve araştırmanın verileri aynı gün, tek oturumla toplanmıştır. Öğrenciler üçgen inşa etme görevlerini ilk olarak kağıt-kalem üzerinde ardından GeoGebra ortamında gerçekleştirmiştir. Veriler öğrencilerin üçgen inşa süreçlerinin incelenmesiyle toplanmıştır. Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programında (MEB, 2013) kazanım 8.3.1.4'te yer alan üçgen inşaları; bir kenarı ve iki açısı bilinen üçgen, iki kenarı ve bu kenarların arasındaki açısı bilinen üçgen, üç kenar uzunluğu bilinen üçgen şeklindedir. Öğrenciler ile gerçekleştirilen uygulamalar 2015-2016 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminin ilk yarısındaki aylarda gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin ortaokuldaki üçgen konusundaki bilgileri 5. ve 6. sınıflarda yer alan üçgen ile ilgili kazanımlar çerçevesindedir.

### 3.5.1. Kağıt-Kalem Ortamı

Öğrenciler üçgen inşaları için hazırlanan görüşme formuna göre görev sürecine kağıt-kalem ortamında başlamışlardır. İki açısı ve bu açılar arasındaki kenar uzunluğu verilen üçgenin inşası için ilk olarak inşası mümkün olan Görev-1'in uygulaması yapılmıştır. Ardından iki açısı ve bu açılar arasındaki kenar uzunluğu verilen üçgen için inşası mümkün olmayan üçgen görev durumu Görev-2'ye geçilmiştir. İnşa süreçlerinin ardından,

1. Çizdiğiniz üçgen tek (bir tane) midir?
2. Üçgenin açı ölçüleri ile kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki olabilir?

soruları yöneltilerek yanıtlar not edilmiştir. Daha sonra iki kenar uzunluğu ve bu kenarların arasındaki açı ölçüsü verilen üçgenin inşa edilmesi için görev durumu Görev-3'e geçilmiştir. Görev-3'ün tamamlanmasının ardından iki kenar uzunluğu ve bu kenarların arasındaki açı ölçüsü bilinen üçgenin inşa edilmesi için inşa sırasında hata yapılabilecek Görev-4'e geçilmiştir. Bu süreçte üçgen inşası mümkün olmayan durum, verilen açı ölçüsünün  $180^\circ$  den fazla olduğu durumdur. Pilot uygulamada bu durum öğrenciler tarafından kolay fark edildiğinden veri toplamaya uygun olmadığı uzmanlar ile tartışılarak görüşülmüş ve hata yapılması muhtemel bir inşa görevine yer verilmesine karar verilmiştir. Görev-4'ün tamamlanmasından sonra veriler kaydedilmiş ve ardından;

1. Çizdiğiniz üçgen tek (bir tane) midir?
2. Üçgenin açı ölçüleri ile kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki olabilir?

soruları yöneltilerek yanıtlar not edilmiştir. Ardından üç kenar uzunluğu verilen üçgen için inşa edilmesi mümkün olan Görev-5'e geçilmiştir. Daha sonra üç kenar

uzunluğu verilen üçgen için inşası mümkün olmayan görev durumu Görev-6'ya geçilmiştir ve ardından;

1. Çizdiğiniz üçgen tek (bir tane) midir?
2. Üçgenin açı ölçüleri ile kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki olabilir?
3. Üçgenin kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki olabilir?

soruları sorularak yanıtları not edilmiştir. Kağıt-kalem ortamındaki üçgen inşa süreçleri yaklaşık 50 dakika sürmüştür ve sürecin sonunda öğrencilerin kağıtları araştırmacı tarafından toplanmıştır. Bu süreçte öğrencilerin davranışları, söylemleri, karşılaştıkları güçlükler gözlemlenerek hem yazılı hem de video olarak kaydedilmiştir.

### 3.5.2. GeoGebra Ortamı

Yazılım ortamındaki görev sıralaması kağıt-kalem ortamında verilen görev sıralamasıyla aynı şekilde verilmiştir. Yazılım ortamındaki süreçlerin yönetilmesi öğrencilerin kendi aralarındaki iletişimine bırakılmıştır. Farenin ve bilgisayarın kontrolü bir öğrencide iken diğeri de sürecin takipçisi ve hangi araçların kullanılacağı konusunda süreci destekleyen konumdadır. İnşa sürecinde öğrenciler aklına gelen fikirleri test etmek amacıyla atıldıkları girişimlerde fare ve bilgisayar kontrolünü birbirlerine devretmişlerdir. Sonuç olarak tek bilgisayar iki öğrenci tarafından inşa süreçlerinde bir bütün halinde kullanılmıştır. GeoGebra ile kağıt-kalem ortamında olduğu gibi ilk olarak iki açısı ve bu açılar arasındaki kenar uzunluğu bilinen üçgen yani Görev-1 inşa edilmiştir. Kenar uzunluğu ve açı ölçüleri sürgülere bağlanmıştır. Ardından Görev-2'de verilen değerler sürgülerin hareket ettirilmesiyle ayarlanmış ve görev durumu inşa edilmiştir. Bu süreçlerin ardından öğrencilerin iki açısı ve bu açılar arasındaki kenar uzunluğu bilinen üçgenin inşası ile ilgili kağıtlar öğrencilere geri verilerek karşılaştırmaları sağlanmıştır. Ardından;

1. Çizdiğiniz üçgen tek (bir tane) midir?
2. Üçgenin açı ölçüleri ile kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki olabilir?

soruları yönelttilerek öğrenci yanıtları ve gözlemler not edilmiştir. Daha sonra yeni bir GeoGebra sayfasında iki kenar uzunluğu ve bu kenarların arasındaki açı ölçüsü bilinen Görev-3'ün inşasına geçilmiştir. Görev-3'ün tamamlanmasının ardından Görev-4'te yer alan kenar ve açı değerleri sürgüler ile ayarlanarak Görev-4'te yer alan üçgen inşa edilmiştir. Ardından öğrencilerin kağıt-kalem ortamındaki inşaları öğrencilere geri verilerek karşılaştırmaları istenmiştir. Ardından;

1. Çizdiğiniz üçgen tek (bir tane) midir?

## 2. Üçgenin açı ölçüleri ile kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki olabilir?

sorularına verilen öğrenci yanıtları ve gözlemler not edilmiştir. GeoGebra ortamında gerçekleştirilen son inşa görevleri üç kenar uzunluğu bilinen üçgen için Görev-5 ve Görev-6'dır. Öğrenciler yeni bir GeoGebra sayfasında üç kenar uzunluğu bilinen üçgeni inşa etmek için inşa edilmesi mümkün olan Görev-5'e geçilmiştir. Daha sonra öğrenciler Görev-6'da yer alan kenar uzunluğu değerlerini sürgüleri değiştirerek oluşturmuşlar ve öğrencilere kağıt-kalem ortamındaki kağıtları geri verilerek karşılaştırmaları sağlanmıştır. Üç kenar uzunluğu bilinen üçgenin kağıt-kalem ortamında inşa edilmesinin ardından olduğu gibi;

1. Çizdiğiniz üçgen tek (bir tane) midir?

2. Üçgenin açı ölçüleri ile kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki olabilir?

3. Üçgenin kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki olabilir?

soruları yöneltmiş, öğrenci yanıtları ve gözlemler not edilmiştir. Bilgisayar ortamındaki inşa süreçleri yaklaşık 80 dakika sürmüştür. Bu durumun sebebi olarak öğrencilerin GeoGebra ile fikirlerini test etme imkânı bulmaları, kendi aralarında tartışarak yöneltilen sorulara cevap bulmak için girdikleri aktivitelerin sayısının fazla olması gösterilebilir.

### 3.6. Verilerin Analizi

Araştırmada toplanan verilerin analizinde betimsel analiz yaklaşımı kullanılmıştır. Betimsel analizde; görüşülen bireylerin görüşlerinden doğrudan alıntılar yapılarak veriler betimsel bir şekilde sunulmaktadır (Kümbetoğlu, 2005). Bu yaklaşıma göre, elde edilen veriler, daha önceden belirlenen temalara göre özetlenir ve yorumlanır. Betimsel analizde amaç elde edilen bulguları düzenlenmiş ve yorumlanmış bir şekilde okuyucuya sunmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Betimsel analiz Yıldırım ve Şimşek'e (2011) göre dört adımda gerçekleşir.

1. Betimsel analiz için çerçeve oluşturma: Araştırma sorularından, araştırmanın kavramsal çerçevesinden ya da görüşme ve gözlemler sonucu ortaya çıkan boyutlarla bir çerçeve oluşturulur.
2. Kavramsal çerçeveye göre verilerin işlenmesi: Oluşturulan kavramsal çerçeveye göre veriler okunur ve düzenlenir. Bu bölümde veriler anlamlı ve mantıklı bir şekilde bir araya getirilir. Bazı veriler oluşturulan çerçeveye göre dışarıda kalabilir veya önemli olmayabilir.

3. Bulguların tanımlanması: Son aşamada düzenlenen veriler tanımlanır ve gerekli durumlarda doğrudan alıntılar ile desteklenir.
4. Bulguların yorumlanması: Tanımlanan bulguların açıklanması ve ilişkilendirilmesi yapılır. Bulgular arasında neden-sonuç ilişkilerinin açıklanması ve gerekirse farklı olgular ile karşılaştırılması araştırmacı için yorumun daha nitelikli olmasını sağlar.

Araştırmada; konu ile ilgili alanyazın taraması sonucunda bir kavramsal çerçeve belirlenmiştir (Buchberger, 1990; Drijver, Kieran ve Mariotti, 2010; Heid, 1997; Papert, 1980; Pea, 1985). İki pilot uygulama ile temaların görülme durumlarına bakılmış ve bazı temalar çıkarılarak boyutların son hali verilmiştir (Tablo 3.1). Elde edilen veriler okunmuş ve bu kavramsal çerçeveye göre organize edilmiştir. Bulgular doğrudan alıntılar ile desteklenmiştir ve ardından bulgular yorumlanmıştır. Araştırmada; dinamik geometri ortamında çalışan öğrencilerin mikro dünyalarının *dinamikliğinin* neler sağladığı, yazılımın nasıl *yükseltici* ve *yeniden düzenleyici* olduğu, bu süreçte yazılım altında yatan matematiğin farkında olup olunmadığına (*beyaz kutu-kara kutu*) bağlı olarak nasıl gerçekleştiği belirlenen kavramsal çerçeve ışığında incelenmiş ve toplanan veriler analiz edilmiştir. Araştırmada yazılımın dinamikliğinin neler sağladığı, yazılımın hangi durumlarda yükseltici ve yeniden düzenleyici olduğu ve beyaz kutu-kara kutu olan durumlar alıntılarla desteklenerek yorumlanmıştır ve bu durumun üçgen kavramı ile ilgili teklik, açı-kenar ilişkisi ve üçgen eşitsizliği ilişkilerinin anlaşılmasına nasıl hizmet ettiği açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışma için belirlenen temalar ve bu temaların ilişkili olduğu durumlar Tablo 3.1'de sunulmuştur.

Tablo 3.1.

*Temalar ve Temaların İlişkili Olduğu Durumlar*

Temalar	Temaların İlişkili Olduğu Durumlar
Dinamiklik	İnşa ederek oluşturduğu şekilleri; 1) Taşıma, 2) Hareket ettirme, 3) Döndürme, 4) Şeklini değiştirme, 5) Sürüklenme
Yükseltici	1) Bir durum hakkında birden fazla örneğe hızlı erişim sağlaması, 2) Yazılımın insan aklının limitlerini aşan hesaplamalar ve ölçümler yapması
Yeniden Düzenleyici	Yazılımdaki eylemlerin ardından ekrandaki görüntülere göre süreci gözden geçirip, yanlış eylemdeyse doğru eyleme yönelme, yazılımdan alınan geri bildirimlere göre bilgisini düzenleme
Beyaz Kutu	Yazılım ortamında yürütülen matematiğin farkında olunması durumu
Kara Kutu	Yazılım ortamında yürütülen matematiğin farkında olunmaması durumu

**3.7. Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları**

Merriam'a (1990) göre geçerlik ve güvenilirlik kavramları bir araştırmada verilerin toplanmasında, analizinde ve bulguların sunulmasında önemle üzerinde durulması gereken kavramlardır.

**3.7.1. Geçerlik**

Bir araştırmanın geçerliği araştırma sonuçlarının doğruluğu ile ilişkilidir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu araştırmada öğrencilerin kağıt-kalem ortamında ve GeoGebra ile üçgen inşa etme süreçlerinin nasıl olduğu incelenmiştir. Bu üçgen inşa etme süreçleri veri kaybı yaşanmaması adına video kaydına alınmıştır ve verilerin analizinde yazılı doküman haline getirilmiştir. Ayrıca GeoGebra ile bilgisayar ortamında yürütülen süreçler ekran kayıt programı ile kaydedilmiştir. Bu araştırmanın katılımcılarını, araştırmacının öğretmen olarak görev yaptığı okuldaki öğrenciler oluşturmaktadır. Bu anlamda araştırmacı katılımcılar hakkında detaylı bilgiye sahiptir. Dolayısıyla oluşturulan görev temelli görüşme formu öğrencilerin durumları dikkate alınarak veri toplamaya imkân verecek şekilde oluşturulmuştur. Ayrıca bu form hazırlanırken iki uzmanın görüşlerine



başvurulmuş ve formun geçerliği artırılmıştır. Öğrencilerle yapılan görüşmeler öğrencilerin öğrenim görmekte olduğu okulda, süre kısıtlaması olmadan gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla veri toplanması için yeterli zaman oluşturulmuştur. Ayrıca bu araştırmada veriler doğrudan alıntılar ile aktarılmıştır. Yıldırım ve Şimşek'e (2011) göre verilerin ayrıntılı bir şekilde aktarılması geçerliğin önemli özellikleri arasında yer almaktadır.

### 3.7.2. Güvenirlilik

Bir araştırmanın güvenirliliği verilerin analizinin tekrar tekrar yapılmasının ardından bu analizlerinin aynı sonuçları yansıtmasıyla ilişkilidir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Nitel araştırmaların yapısı nedeniyle her araştırmacının verileri yorumlaması ve olayları algılaması farklı olabilmektedir. Bu araştırmanın verileri araştırmacı tarafından ve matematik eğitiminde doktorasının son senesinde olan bir akademisyen tarafından analiz edilmiştir. Kodlayıcılar arası güvenirlilik için, Miles ve Huberman'ın (1994) kodlayıcılar arası güvenirlilik formülü kullanılmıştır. Miles ve Huberman'a (1994) göre kodlayıcılar arası güvenirlilik:  $[Görüş Birliği / (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı)] \times 100$  formülü ile hesaplanmaktadır. İyi bir nitel analiz güvenirliliği için % 80 uyumun olması gerekmektedir. Bu araştırmada üçgen inşa etme süreçlerinin GeoGebra ortamındaki süreçleri daha önceden belirlenmiş temalara göre iki kodlayıcı tarafından analiz edilmiştir ve kodlayıcılar arasında % 82'lik bir uyum belirlenmiştir.

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM:**

### **BULGULAR ve YORUM**

Bu bölümde, öğrencilerin kâğıt-kalem ve yazılım ortamındaki etkinlikleri yer almaktadır. Öğrenciler uygulama sırasında kâğıt-kalem ortamındaki süreçlerini tamamladıktan sonra bilgisayar ortamındaki uygulamalara geçmiştir. Fakat bu bölümde, bulguları karşılaştırarak yorumlayabilmek adına üçgen inşa etme süreçleri tek tek ele alınmıştır. Süreç boyunca öğrencilerin kâğıt-kalem ya da yazılım ortamındaki etkinliklerinden alıntılarla bulgular desteklenmiştir. Görev temelli görüşmeler sonucu elde edilen veriler aşağıda yer almaktadır. Görev temelli görüşmelerde katılımcılara verilen görevlerde yer alan üçgenler; köşe noktaları A, B ve C olan bir ABC üçgenine ait kenar uzunlukları ve açı ölçüleri verilmiştir.

#### **4.1. İki Açısının Ölçüsü ve Bu Açılar Arasındaki Kenar Uzunluğu Verilen Üçgenin İnşasına İlişkin Bulgular**

##### **4.1.1. İki Açısının Ölçüsü ve Bu Açılar Arasındaki Kenar Uzunluğu Verilen Üçgenin Kağıt-Kalem Ortamında İnşası**

Öğrencilere iki açısının ölçüsü ve bu açıların arasındaki kenar uzunluğu verilen üçgenin inşa edilmesi için Görev-1 sunulmuştur.

**Görev-1:** AB doğru parçasının uzunluğu 5 cm, A açısının ölçüsü  $50^\circ$  ve B açısının ölçüsü  $70^\circ$  olan üçgeni çiziniz.

Görüşme formundaki yönergeleri takip eden öğrenciler, ilk olarak 5 cm uzunluğundaki AB doğru parçasını çizmiştir, ardından A ve B noktalarında yer alacak açı ölçülerini açı ölçer ile  $50^\circ$  ve  $70^\circ$  olarak belirleyerek üçgeni inşa etmişlerdir. Üçgenin inşasının ardından öğrencilere üçgen ile ilgili sorular yöneltmiş ve öğrenciler ile geçen diyalog aktarılmıştır:

Araştırmacı: "*Çizdiğiniz üçgen tek (bir tane) midir?*"

Efe: "*İkimiz de aynı üçgeni çizdik. Bir tanedir.*"

Aslı: "*Evet. Efe'nin çizdiği ile benim çizdiğim aynı. Dolayısıyla bir tanedir.*"

Araştırmacı: "*Çizdiğin üçgenin kenar uzunlukları ve açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki vardır?*"

Aslı: "*Üçgenin iç açıları toplamı  $180^\circ$  idi.  $50^\circ$  ve  $70^\circ$  yi toplayıp  $180$ 'den çıkarırsak diğer açısı  $60^\circ$  olur. Ölçtüğümde de  $60^\circ$  çıktı.*"

Araştırmacı: "*Peki kenarlar için ne düşünüyorsun?*"

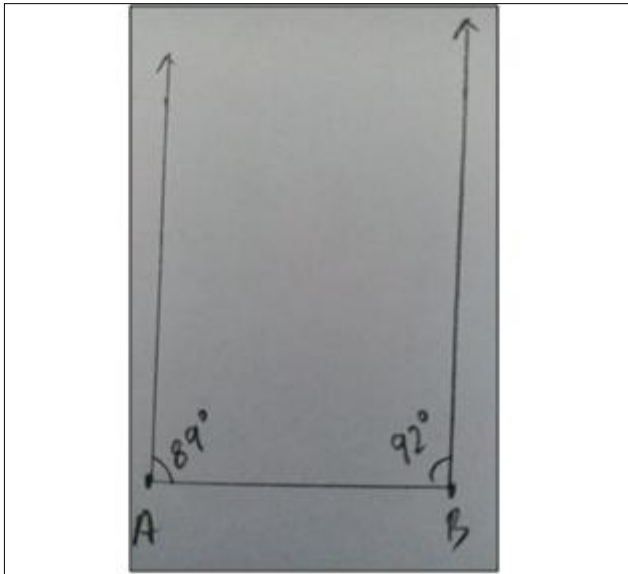
Aslı: "Kenarları ise 5 cm zaten verilmişti. Öbürlerini de cetvelle ölçtüğümde 5,4 cm ve 4,4 cm olarak buldum."

Efe: "Benim de aynısı."

Ardından, iki açısının ölçüsü ve bu açıların arasındaki kenar uzunluğu bilinen üçgen için inşası mümkün olmayan görev durumu verilmiştir.

**Görev-2:** AB doğru parçasının uzunluğu 4 cm, A açısının ölçüsü  $89^\circ$  ve B açısının ölçüsü  $92^\circ$  olan üçgen çizilebilir mi?

Öğrenciler çizim sürecinde 4 cm uzunluğunda bir AB doğru parçası çizdikten sonra A köşesinde yer alan  $89^\circ$  lik açıyı ardından B köşesinde yer alan  $92^\circ$  lik açıyı açı ölçerleri ile oluşturduktan sonra Şekil 4.1'deki gibi inşayı gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin ikisi de aynı şekilde inşa gerçekleştirdiğinden bir tanesi verilmiştir ve öğrenciler ile geçen konuşmalar aktarılmıştır. Öğrenciler, verilen görev durumundaki üçgenin kağıda sığmadığını, kenar uzunluklarının kağıt sınırlarının dışında ileride bir noktada kesişerek üçgen oluşturacağını ifade etmişlerdir.



Şekil 4.1. Kağıt-kalem ortamında Görev-2'nin inşası

Araştırmacı: "Çizdiğiniz şekilde üçgen nerede?"

Efe: "Işıklar sonsuza gider, biraz birbirlerine doğru duruyorlar, dolayısıyla illa bir yerde kesişmeliler. Burada kağıda sığmadığı için gözükmüyor."

Aslı: "Bence de. İlerde bir yerlerde illa ki denk geliyorlardır."

Öğrencilerin ikisi de Şekil 4.1'deki çizimi gerçekleştirmişlerdir. Açı ölçülerinin toplamının  $180^\circ$  yi aştığını fark edememişler, bu yüzden bu ölçüler ile üçgen oluşacağını

iddia etmişlerdir. Oysa ki, bir önceki görev durumunda üçgenin iç açıları ölçüleri toplamının  $180^\circ$  olması bilgisini kullanmışlardır.

#### 4.1.2. İki Açısının Ölçüsü ve Bu Açıların Arasındaki Kenar Uzunluğu Verilen Üçgenin GeoGebra Ortamında İnşası

Kağıt-kalem ortamında verilen Görev-1 GeoGebra ortamına geçildiğinde yine görev olarak öğrencilere sunulmuştur. Görev-1'in GeoGebra ortamında inşa edilmesi için görüşme formundaki yönergeleri takip eden öğrenciler; ilk olarak sürgüleri oluşturmuşlar daha sonra bu sürgülere bağlı doğru parçasını ve açı ölçülerini kendi aralarında fikir alışverişi yaparak Görev-1'deki üçgen inşasını gerçekleştirmişlerdir. Bu fikir alışverişi; öğrencilerin yönergede yer alan bir ifadeden sonra yazılımda hangi aracın kullanılmasına karar vermesi çerçevesinde gerçekleşen fikir alışverişidir. Örneğin, "a uzunluğunda doğru parçasını oluşturunuz" ifadesi yönergelerde yer alan bir ifadedir. Bu ifadeden sonra öğrenciler, yazılım ortamında "verilen uzunlukta doğru parçası" aracını kullanmalıdır. Bu gibi durumlarda görüşme sürecinde öğrencilerin birbirleriyle yardımlaşmaları görülmüştür. Görev-1'in GeoGebra'da inşa edilmesinin ardından açık uçlu sorular yöneltilmiştir.

Araştırmacı: *"Çizdiğiniz üçgen tek (bir tane) midir? (Üçgeni tutup sürükleyebilirsiniz.)"*

Efe: *"Evet. Kağıtta da bilgisayarda da aynısını çizdim. Demek ki bir tane."*

Aslı: *"Bence de. Üçgeni taşıyınca da zaten değişmiyor."*

Araştırmacı: *"Çizdiğiniz üçgenin kenar uzunlukları ve açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki vardır?(Sürgüler ile açı ölçülerini ve kenar uzunluğunu değiştirip gözlemleyiniz.)"*

Aslı: *"Açıyı büyüttüğümüzde üçgen de büyüyor."*

Efe: *"Kenarı değiştirince açılar değişmiyor ama açıyı değiştirince AC ve BC kenarı değişiyor."*

Öğrencilerin Görev-1 için GeoGebra ile inşa süreçleri incelendiğinde Aslı'nın "Üçgeni taşıyınca da değişmiyor" ifadesinden GeoGebra'nın dinamiklik özelliği sayesinde teklik hakkında bir sonuca ulaştığı görülmektedir. Ayrıca, Aslı'nın "Açıyı büyüttüğümüzde üçgen de büyüyor" ifadesi ile Efe'nin "Kenarları değiştirince açılar değişmiyor ama açıyı değiştirince AC ve BC kenarları değişiyor" ifadesinden yine GeoGebra'nın dinamik özellikleri sayesinde yapılan keşifler olduğu söylenebilir.

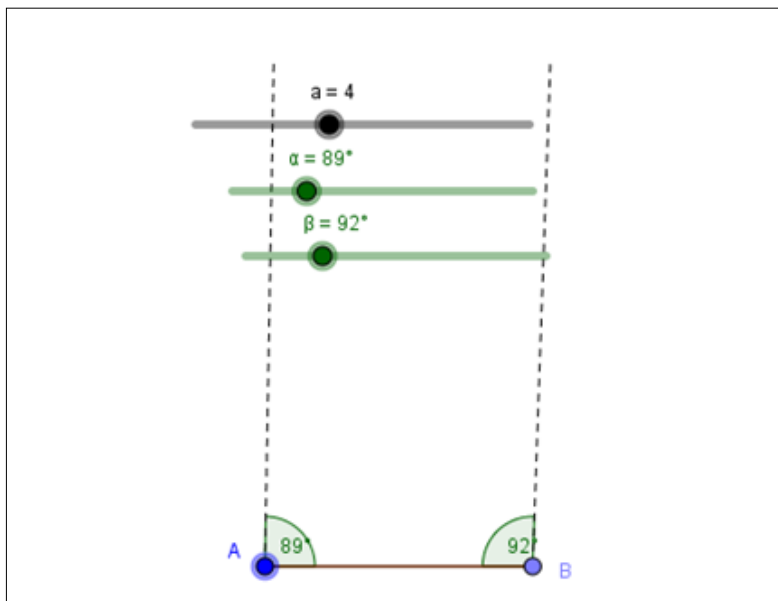
GeoGebra ortamında sürgülerle açı ölçüsünü değiştirip üçgen üzerindeki değişiklikleri gözlemek GeoGebra'nın yükseltici olduğunu göstermektedir. Aslı'nın "Açıyı büyüttüğümüzde üçgen de büyüyor" ile Efe'nin "Kenarları değiştirince açılar değişmiyor ama açıyı değiştirince AC ve BC kenarları değişiyor" ifadelerinden

öğrencilerin çok sayıda üçgeni gözlemlendiği ve bu sayede böyle bir sonuca ulaştıkları görülmüştür.

Öğrencilerin inşa sürecinde GeoGebra'nın araçları arasında geçiş yapmayı unutmaları veya hatalı tıklamaları sonucunda istemedikleri eylemleri gerçekleştirdikleri görülmüştür. Örneğin bu inşa sürecinde üçgeni taşımak için GeoGebra'nın taşı aracının seçili olması gerekmektedir. Bu seçim yapılmadan şekil taşınmaya kalkıldığında GeoGebra hangi araç seçiliyse o aracın eylemini gerçekleştirmektedir. Örneğin; "Yeni nokta koy" aracı seçili durumdaysa yazılım tıklama sonucu yeni bir nokta koyar. Bu gibi ufak hatalar yazılımın yeniden düzenleyici olmasıyla düzeltilmiştir. Birçok programda olduğu gibi GeoGebra'da da "Geri Al" komutu yer almaktadır.

Öğrencilerden Aslı'nın "*Açıyı büyüttüğümüzde üçgen de büyüyor*" ile Efe'nin "*Kenarları değiştirince açılar değişmiyor ama açıyı değiştirince AC ve BC kenarları değişiyor*" ifadeleri için durumun kara kutu olduğu söylenebilir. Burada açı büyütüldüğünde kenar uzunluklarının neden değiştiği öğrenciler tarafından bilinmemektedir. Bu matematik bilgisi yazılımın arka planında yatan bir bilgidir. Dolayısıyla bu ifadelerde beyaz kutu olma durumu bulgu olarak yer almamaktadır.

Ardından yazılım ortamında sürgüler ile üçgene ait değerleri değiştirerek Görev-2'de durumu inşa etmeleri istenmiştir ve öğrenciler sürgü değerlerini değiştirerek Görev-2'deki şekli GeoGebra ile oluşturmuş, Şekil 4.2 ile karşılaşmışlardır. Yazılım ortamında Görev-2'de üçgen oluşmadığı doğrudan gözlemlenebilmiştir.



Şekil 4.2. Görev-2'nin GeoGebra görüntüsü

Efe: "*Üçgen kayboldu. Kağıtta olur demiştim.*"

Araştırmacı: "*Peki neden kayboldu?*"

Aslı: "*Çünkü 180°'yi aşıyor.*"

Efe: "*Evet. 180°'yi aşıyor.*"

Araştırmacı: "*Kağıt ortamındaki süreçleriniz ile bilgisayardaki süreçlerinizi düşündüğümüzde neler söylersiniz?*"

Efe: "*Bilgisayarda kendimi daha güvende hissettim. Daha doğru geldi bana. Bilgisayar üçgen olmadığında söylüyor ama kağıtta yanlış çizmişim.*"

Aslı: "*Bence kağıt daha güzel. Ben de kendimi bilgisayarda rahat hissetmedim. Üçgen oluşmadığını kağıtta göremedim, bilgisayarda gördüm ama eskiden beri kağıda alıştığım o daha kolay geldi. Kağıtta kendimi daha rahat hissediyorum ama bilgisayar da daha doğru çiziyor. Hangisi iyi bilemedim.*"

Öğrencilerin Görev-2 için GeoGebra süreçleri incelendiğinde GeoGebra'nın dinamikliği ile açı ölçüleri ve kenar uzunluğu değiştirilerek görevde yer alan durum oluşturulmuştur. Sürgü değerlerindeki değişiklikler ile açılar değiştirilmiş ve kenarlar bu açılara göre hareket ederek Görev-2'deki durum oluşturulmuştur (Şekil 4.2). Efe'nin "*Üçgen kayboldu.*" ifadesinde üçgen oluşmadığı durumun GeoGebra'nın dinamik olması sayesinde doğrudan gözlenebildiği görülmektedir.

Görev-2 üçgen inşası mümkün olmayan durum, öğrencilerin kağıt üzerindeki düşüncelerinin ötesinde bir durumdur. Öğrenciler kağıt üzerinde ışınların ileride kesişip üçgen oluşturacağını söylemiştir. GeoGebra'nın yükseltici olması ile yazılım tarafından hesaplanarak ekrana yansıtılmıştır.

Aslı'nın "*Çünkü 180°'yi aşıyor.*" keşfinin GeoGebra'dan alınan geri bildirim sayesinde gerçekleştiği söylenebilir. Açı değerleri ayarlandıktan sonra üçgenin kaybolması geribildirimini alan Aslı bu konudaki bilgilerini gözden geçirerek bilgisini yeniden düzenlemiştir.

Efe'nin "*Üçgen kayboldu*" ifadesinden üçgenin kaybolmasının Efe için kara kutu olduğu söylenebilir. Çünkü verilen açılarda üçgenin oluşmaması ve kaybolması GeoGebra'nın matematiksel bilgisidir. Efe üçgenin neden kaybolduğunu Aslı'nın "*Çünkü 180°'yi aşıyor*" ifadesinden sonra anlamıştır. Öğrenciler sürecin sonunda GeoGebra'nın neden üçgeni göstermediğini anlamasıyla durum öğrenciler için beyaz kutuya dönüşmüştür.

İki açı ölçüsü ve bu açılar arasındaki kenar uzunluğu verilen üçgenin kağıt-kalem ve GeoGebra ortamındaki süreçleri incelendiğinde, öğrencilerin Görev-1'de yer alan üçgenleri başarılı bir şekilde inşa ettikleri görülmüştür. Kağıt-kalem ortamında üçgenin

açıları ile kenarları arasındaki ilişkinin anlaşılma durumunu ortaya çıkarmak için sorulan soruyu anlamadıkları, bu soruya açı ölçülerini ve kenar uzunluklarını söyleyerek yanıt verdikleri görülmüştür. GeoGebra ortamında ise üçgene ait açı ölçülerini ve kenar uzunluklarını sürgüler ile değiştirerek açı-kenar ilişkisini sezdikleri ancak istenen şekilde ifade edemedikleri görülmüştür. Öğrenciler Görev-2'de verilen üçgen oluşturmayan durum için kağıt-kalem ortamında üçgen oluşacağını ifade etmişlerdir. Ancak süreç GeoGebra ortamına taşındığında öğrencilerin üçgen oluşmadığını yazılımın dinamik, yükseltici ve yeniden düzenleyici olması ile keşfettiği, üçgenin kaybolma durumunun kara kutudan beyaz kutuya dönüştüğü görülmektedir.

## 4.2. İki Kenar Uzunluğu ve Bu Kenarların Arasındaki Açının Ölçüsü Verilen Üçgenin İnşasına İlişkin Bulgular

### 4.2.1. İki Kenar Uzunluğu ve Bu Kenarların Arasındaki Açının Ölçüsü Verilen Üçgenin Kağıt-Kalem Ortamında İnşası

Kağıt-kalem ortamındaki diğer üçgen inşa etme görevi; iki kenar uzunluğu ve bu kenarların arasındaki açının ölçüsünün bilindiği üçgenin inşa edilmesidir. Bu uygulama için öğrencilere Görev-3 verilmiştir.

**Görev 3:** AB doğru parçasının uzunluğu 5 cm, AC doğru parçasının uzunluğu 3 cm ve BAC açısının (A açısının) ölçüsü  $60^\circ$  olan üçgeni çiziniz.

Görüşme formundaki yönergeler ile etkinliğe nasıl başlayacaklarını kestiremeyen öğrencilerin, girişimleri desteklenerek inşalara başlamaları sağlanmıştır. Örneğin; "*60° lik bir açı oluşturunuz.*" ifadesi yönergede yer almaktadır. Bu ifadenin ardından ne yapacaklarına karar veremedikleri görülen öğrencilerden Aslı'nın "*Işın mı çizeceğiz? Ne yapacağız şimdi?*" sorusuna yanıt olarak açının tanımı öğrencilerin ikisine de hatırlatılmış ve ışın çizerek göreve başlamaları sağlanmıştır. Ardından öğrenciler cetvel kullanarak açının bir kolu üzerinde 5'er cm'lik doğru parçaları çizmişlerdir. Bu adımı yönergeden bağımsız kendilerine göre gerçekleştirmişlerdir. Çünkü yönergede bu adım için pergeli kullanılması gerektiği yer almaktadır. Göreve odaklanan öğrenciler pergelsiz 5'er cm lik doğru parçalarını oluşturmuşlardır. Efe yönergeye geri dönerek pergeli kullanmaya karar vermiş ve pergeli 3 cm ayarlayarak açının iki kolunu birden kesmiştir. Daha sonra 5 cm açarak şekilden bağımsız bir yay çizimi daha gerçekleştirmiştir (Şekil 4.4). Aslı ise pergeli kullanmadan diğer kolu 3 cm cetvelle ölçerek üçgeni çizmiştir. Üçgenlerin inşa

edilmesinin ardından öğrencilere üçgenin tüm açı ölçülerinin ve tüm kenar uzunluklarının bulunmaları söylenmiştir. Bu süreçte öğrenciler ile geçen diyalog şöyledir:

Aslı: "Çizdiğim üçgenin kenar uzunlukları; 3, 5 ve 4,5 cm çıktı. Açıları  $96^\circ$ ,  $60^\circ$  ve  $36^\circ$  çıktı."

Efe : "Benim  $38^\circ$  çıktı. Diğeri zaten  $60^\circ$ . Öbür açığı da  $180$ 'den çıkarırsam  $82^\circ$  çıkar. Kenarları da aynı Aslı'nunki gibi çıktı."

Araştırmacı: "Peki neden böyle oldu? İki kenarı ve bu kenarların arasındaki açısı bilinen üçgen farklı farklı çizilebilir mi?(Üçgen tek midir?)"

Aslı: "Çeşit çeşit üçgenler vardır. Çünkü benim çizdiğim ile Efe'ninki farklı."

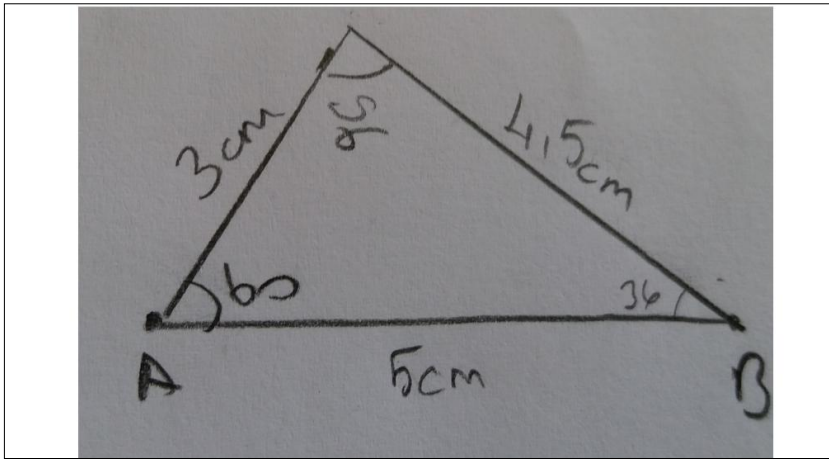
Efe: "Biz yanlış ölçtük."

Araştırmacı: "Neden yanlış ölçtüğünü düşünüyorsun?"

Efe: "Bilmiyorum."

Araştırmacı: "Peki Aslı çizdiğin üçgende bir şey fark ediyor musun?"

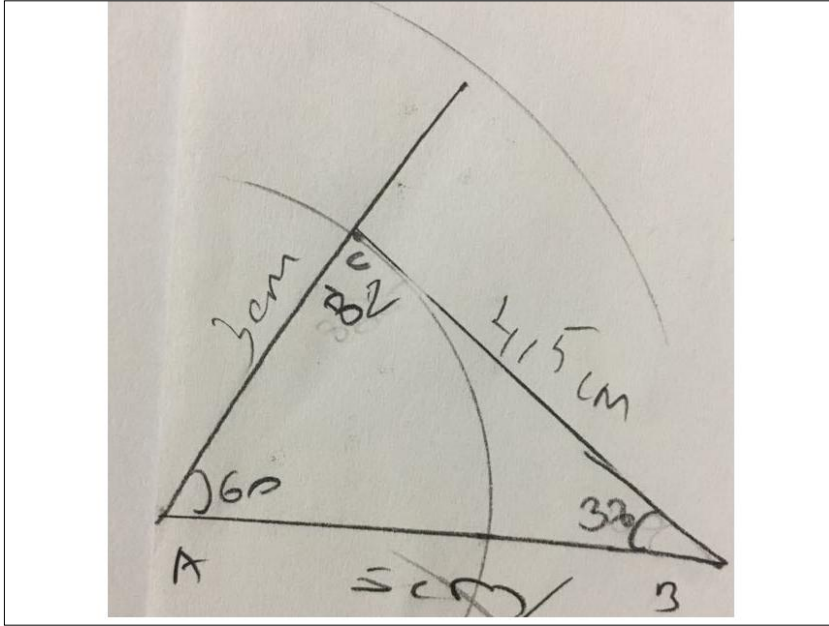
Aslı: "Demek ki bir şey fark etmem gerekiyor ama şu an onun ne olduğunu göremiyorum."



Şekil 4.3. Görev-3'ün Aslı tarafından inşası

Öğrencilerin üçgen inşa etme süreçleri incelendiğinde Aslı'nın pergeli kullanmadan üçgeni inşa ettiği, Efe'nin ise pergelini kullanma amacını tam olarak anlamadığı görülmektedir. Çünkü Efe AB doğru parçasının uzunluğunu 5 cm olarak cetvel yardımıyla belirlemiştir. Fakat pergelini yine de 5 cm'lik açarak şekilden bağımsız bir çember yayı çizmiştir (Şekil 4.4). Süreç üçgeni oluşturmak açısından incelendiğinde doğru kabul edilebilir olsa da çizimlerinden öğrencilerin kavramsal bazı eksikliklerinin olduğu görülmektedir.



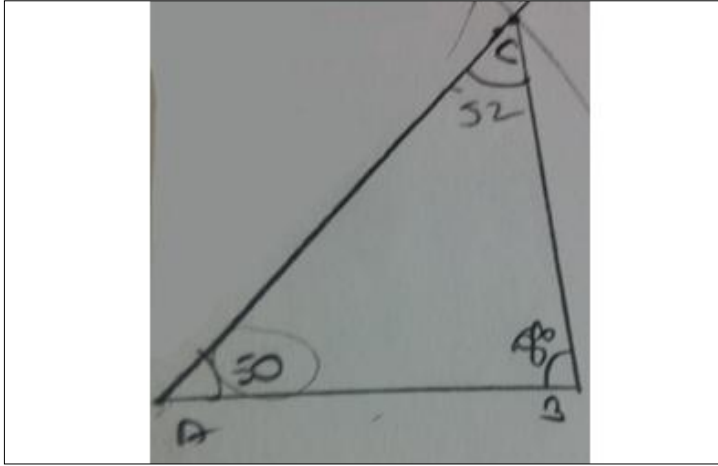


Şekil 4.4. Görev-3'ün Efe tarafından inşası

Bu süreçlerin ardından Görev-4'e geçilmiştir. Öğrencilere iki kenar uzunluğu ve bu kenarların arasındaki açısı bilinen üçgen için inşası mümkün olmayan durum sunmak yerine, çizim sürecinde hata yapabilecekleri bir durum verilmiştir. Bu duruma yapılan pilot uygulamaların ardından karar verildiği üçüncü bölümde açıklanmıştır. Öğrencilere sunulan Görev-4 aşağıda verilmiştir.

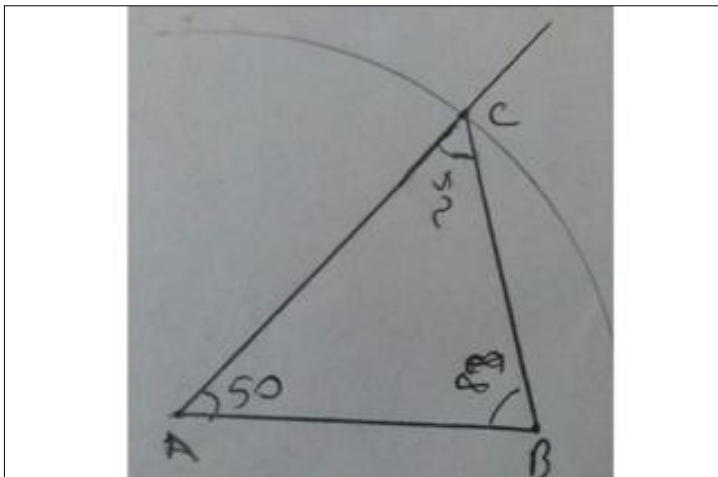
**Görev 4:** AB doğru parçasının uzunluğu 4 cm, AC doğru parçasının uzunluğu 5 cm ve BAC açısının ölçüsü  $50^\circ$  olan üçgeni çiziniz.

Öğrenciler Görev-3'ün çiziminden getirdikleri deneyim ile sürece  $50^\circ$  lik açıyı inşa ederek başlamıştır. İki öğrenci de AB doğru parçasının uzunluğunu yine cetvel kullanarak belirlemiştir. Ancak bu sefer C noktasının yerini belirlemek için iki öğrenci de pergeli kullanmıştır. Açının bir kolunu 5 cm uzunlukla kesen öğrenciler üçgeni oluşturmak için gerekli üç noktaya ulaşmışlar ve üçgenleri inşa etmişlerdir.



Şekil 4.5. Görev-4'ün kağıt-kalem ortamında Efe tarafından inşası

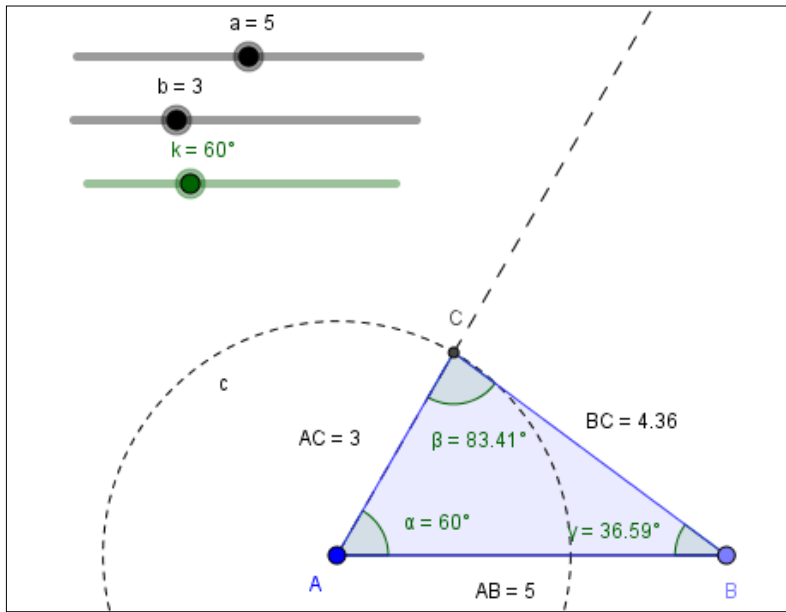
Şekil 4.5'teki üçgen incelendiğinde; Efe'nin kağıt-kalem ortamındaki üçgen çizimi görülecektir. Efe'nin çizdiği üçgenin açıları toplandığında, açıların ölçüleri toplamının  $190^\circ$  olduğu ve gerçekte var olması mümkün olmayan bir üçgen çizdiği görülmektedir. Efe üçgenin açılarını  $50^\circ$ ,  $52^\circ$  ve  $88^\circ$  olarak belirlemiştir. Efe'nin önceki görevlerde üçgenin iç açıları ölçüleri toplamının  $180^\circ$  olduğu bilgisini kullanmasına rağmen burada toplama çıkarmada veya açıyı ölçmesinden kaynaklı bir yanlışlık yaptığı söylenebilir. Aslı da benzer bir çizim gerçekleştirmiş, açıları önce  $50^\circ$ ,  $52^\circ$  ve  $88^\circ$  olarak belirlemiş ardından  $88^\circ$  lik açının ölçüsünü  $83^\circ$  olarak değiştirmiştir. Öğrencinin yaptığı bu işlem Şekil 4.6'dan da anlaşılacaktır. Öğrenci açıyı tekrar ölçüp açı değerini düşürmesine rağmen açı ölçüleri toplamının  $185^\circ$  olduğunun ve üçgen olamayacağını farkına varamamıştır.



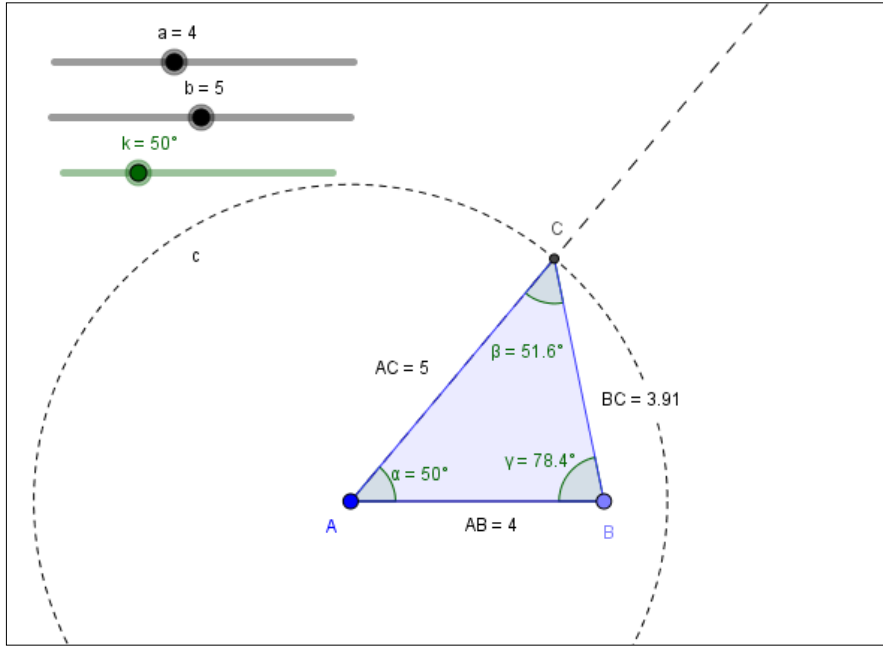
Şekil 4.6. Görev-4'ün kağıt-kalem ortamında Aslı tarafından inşası

#### 4.2.2. İki Kenar Uzunluğu ve Bu Kenarların Arasındaki Açının Ölçüsü Verilen Üçgenin GeoGebra Ortamında İnşası

İki kenar uzunluğu ve bu kenarların arasındaki açısı bilinen üçgenin GeoGebra ortamındaki inşa süreci, bir kenarı ve iki açısı bilinen üçgenin inşa sürecinden kazanılan tecrübe ile öğrenciler tarafından kolaylıkla gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler yine ilk olarak sürgüleri oluşturmuşlardır. Ardından sürgülerin yöneteceği üçgen elemanlarını yönergelere göre oluşturup, çokgen aracını kullanarak üçgen inşasını tamamlamışlardır. Görev-3'ün ve Görev-4'ün yazılım ortamındaki görüntüleri Şekil 4.7'de ve Şekil 4.8'de sırasıyla verilmiştir.



Şekil 4.7. Görev-3'ün GeoGebra görüntüsü



Şekil 4.8. Görev-4'ün GeoGebra görüntüsü

Sürecin yazılım ortamında gerçekleştirilmesinin ardından kağıt-kalem çizimleri öğrencilere geri verilmiş ve iki sürecin karşılaştırılması istenmiştir. Öğrenciler ile geçen diyaloglar şöyledir:

Araştırmacı: "Kağıt-kalem ortamındaki üçgenleriniz ile bilgisayar ortamındaki üçgenlerinizi karşılaştırıp düşüncelerinizi aktarır mısınız?"

Efe: "Kağıtta yaptıklarım ile bilgisayardakiler farklı çıkmış."

Araştırmacı: "Bilgisayarda gördüğün açılar ile çizdiğin açıları karşılaştırır mısın?"

Efe: "Farklı çıkmış."

Araştırmacı: "Kağıtta ve bilgisayarda çizdiklerin hakkında ne düşünüyorsun?"

Efe: "Yani, bilgisayar bu. O doğru çizmiştir. Bilgisayardaki doğru olduğuna göre benimki yanlış."

Araştırmacı: "Çizdiğiniz üçgen tek (bir tane) midir?"

Efe ve Aslı: "Değildir."

Araştırmacı: "İnşa ettiğiniz üçgenle oynayın biraz. Sürgü değerlerini değiştirin."

Efe: "Tektir! Bilgisayarda kenarları, açığı değiştirip tekrar 4 cm, 5 cm ve 60° yaptığımda bilgisayar yine aynısını çiziyor. Değişmediğine göre tektir."

Araştırmacı: "Aslı, sen ne düşünüyorsun?"

Aslı: "Biz kağıtta nasıl farklı çizdik onu düşünüyorum."

Araştırmacı: "Evet. Sence bunun sebebi ne olabilir?"

Aslı: "Bilgisayar virgüline kadar ölçüyor. Ben nasıl yapabilirim ki kağıtta o şekilde? Oradan kaynaklanıyor bence."

Öğrencilerin Görev-3 ve Görev-4'te verilen üçgen inşa etme görevlerindeki süreçleri incelendiğinde, üçgen tekliği ile ilgili soruya yazılımın dinamikliği sayesinde bir yanıt buldukları görülmüştür. Efe'nin "Bilgisayarda kenarları, açığı değiştirip tekrar 4 cm, 5 cm ve 60° yaptığımda bilgisayar yine aynısını çiziyor. Değişmediğine göre tektir."

ifadesinden sürgüler ile üçgenin kenar ve açı değerlerini değiştirdiği ve bu değişimi GeoGebra'nın dinamikliği sayesinde gözleyip yorumladığı anlaşılmaktadır.

Efe'nin "*Bilgisayarda kenarları, açığı değiştirip tekrar 4 cm, 5 cm ve 60° yaptığımda bilgisayar yine aynısını çiziyor.*" ve Aslı'nın "*Bilgisayar virgülüne kadar ölçüyor.*" ifadeleri GeoGebra'nın yükseltici olduğu durumlar olarak aktarılabilir. Efe'nin sürgüler ile üçgene ait değerleri değiştirerek çok sayıda örneği incelemesi GeoGebra'nın yükselticiliği sayesinde gerçekleşmiştir. Aynı zamanda Aslı'nın, GeoGebra'nın, kendisinin gerçekleştirmeyeceği hesaplamaları ve ölçümleri yaptığını ifade etmesi yazılımın yükseltici olarak gözlemlendiği bir diğer durumdur.

Efe'nin "*Değişmediğine göre tektir.*" ifadesinden GeoGebra sayesinde üçgen tekliği konusundaki bilgisini yeniden düzenlediği söylenebilir. Efe, üçgene ait kenar uzunluklarını ve açı ölçülerini değiştirip tekrar görev durumunda verilen değerlere ayarlamış ve bu sayede üçgen tekliği konusunda yöneltilen soruyu yazılımdan aldığı geri bildirimler doğrultusunda yanıtlamıştır. Ek olarak, Aslı'nın "*Biz kağıtta nasıl farklı çizdik onu düşünüyorum.*" ifadesinden Aslı'nın GeoGebra'dan aldığı geri bildirimler ile üçgen inşa sürecini yeniden gözden geçirdiği söylenebilir.

Efe'nin "*Yani, bilgisayar bu. O doğru çizmiştir.*" ve "*Bilgisayarda kenarları, açığı değiştirip tekrar 4 cm, 5 cm ve 60° yaptığımda bilgisayar yine aynısını çiziyor.*" ifadeleri kara kutu olan durumları temsil etmektedir. Efe'nin bilgisayarın (GeoGebra) doğru çizdiğini düşünmesi GeoGebra'nın arka planda yürüttüğü matematik bilgisinden kaynaklanmaktadır. Değerleri değiştirip tekrar ilk görevdeki gibi ayarladığında "*yine aynısını çiziyor*" ifadesinden bu işlemin Efe için yine kara kutu olduğu görülmektedir. İki kenar uzunluğu ve bu kenarların arasındaki açı ölçüsü bilinen üçgenin GeoGebra ortamında yürütülen süreçlerinde beyaz kutu durumu ile karşılaşılmamıştır.

İki kenar uzunluğu ve bu kenarların arasındaki açı ölçüsü bilinen üçgenin kağıt-kalem ve yazılım ortamı süreçleri karşılaştırıldığında, Aslı'nın Görev-3 için inşa ettiği üçgen (Şekil 4.3) incelendiğinde, Aslı'nın 96°, 60°, 36° lik açılara sahip bir üçgen çizdiği ve bu açı ölçülerinin toplamın ise 192° olduğu görülmektedir. Aslı'nın inşa ettiği üçgenin iç açılarının ölçüleri toplamının 180° den fazla olduğunun farkına varamadığı süreçte gözlemlenmiştir. Bunun yanında, kağıt-kalem ortamındaki Görev-3'ten sonra geçen diyalogdan öğrencilerin farklı üçgenler inşa etmelerinin üçgen tekliği konusunda

kararsızlığa düşürdüğü söylenebilir. Ancak, GeoGebra ortamında yazılımın dinamikliği, yükseltici ve yeniden düzenleyici özelliklerinin üçgen tekliği konusunda verilen yanıtlara destek olduğu görülmüştür.

### 4.3. Üç Kenar Uzunluğu Verilen Üçgenin İnşasına İlişkin Bulgular

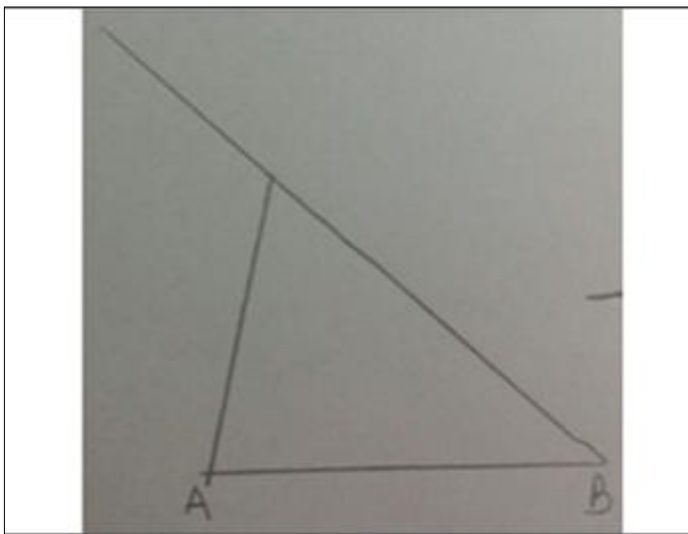
Üçgen inşası için yönetilen diğer görev süreci, üç kenar uzunluğu bilinen üçgenin kağıt-kalem ortamında çizim süreci ve ardından GeoGebra ortamında gerçekleşen inşası sürecidir.

#### 4.3.1. Üç Kenar Uzunluğu Verilen Üçgenin Kağıt-Kalem Ortamında İnşası

Öğrencilere önceki iki uygulamada olduğu gibi üç kenar uzunluğu bilinen üçgen çizimi için Görev-5 verilmiştir.

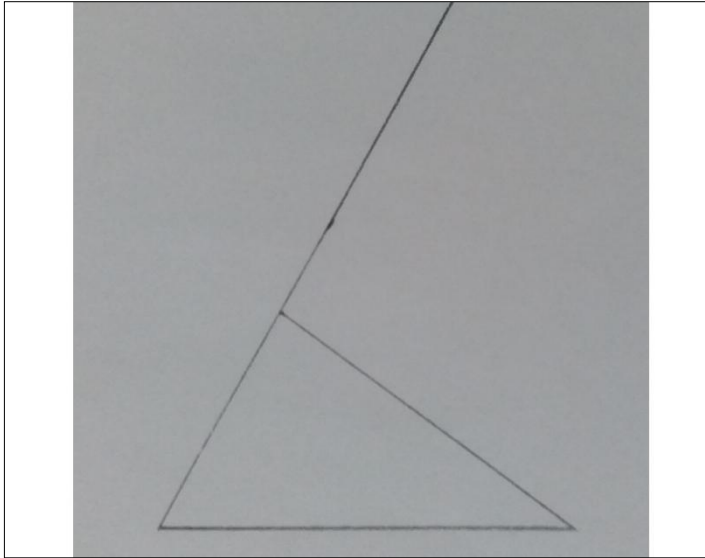
**Görev 5:** AB doğru parçasının uzunluğu 4 cm, BC doğru parçasının uzunluğu 5 cm ve AC doğru parçasının uzunluğu 7 cm olan üçgeni çiziniz.

Öğrenciler verilen üçgeni inşa etme sürecinde rastgele açılara göre kenar uzunluklarını cetvel ile birleştirmeye çalışmışlar ve hatalı çizimler yapmışlardır. Bunun yanında üçgen inşa sürecinin bitip bitmediği konusunda bir fikirleri yoktur. Öğrencilerin üçgenleri inşa etmeye çalışırken "*Oldu mu şimdi bu?*", "*Şimdi ne yapacağım?*" gibi ifadeler dile getirmişlerdir. Öğrencilerden Efe'nin inşa ettiği üçgen Şekil 4.9'da, Aslı'nın inşa ettiği üçgen ise Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



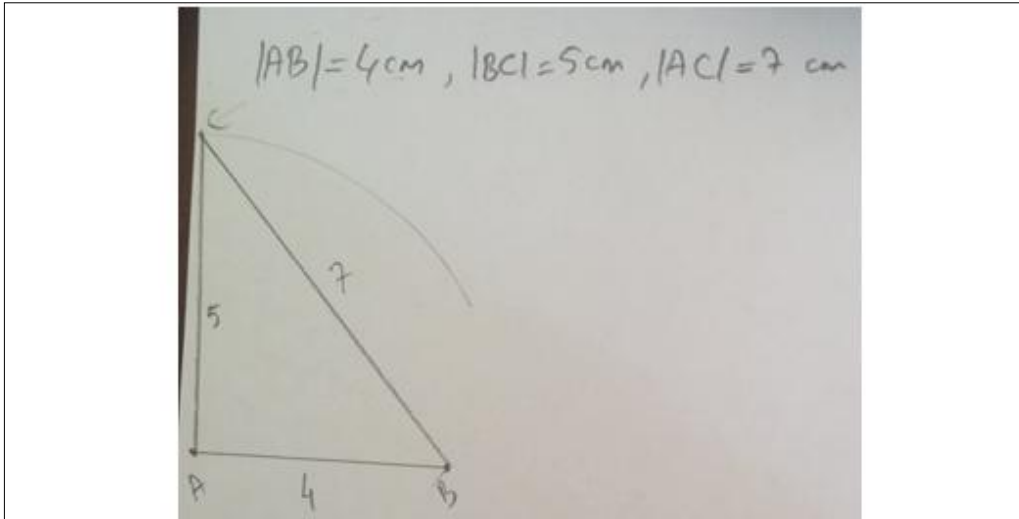
Şekil 4.9. Üç kenar uzunluğu bilinen üçgenin kağıt-kalem ortamında Efe tarafından inşası

Bir üçgenin üç kenar uzunluğu biliniyorsa bu üçgen inşa edilebilir. Burada öğrencilerin yönergeler olmadan kağıt-kalem ortamında neler yapacakları incelenmek istenmiştir. Şekil 4.9 ve Şekil 4.10 çizimlerinin ardından öğrenciler yönergeler yardımıyla üç kenar uzunluğu bilinen üçgeni inşa etme sürecine dahil edilmiştir.



Şekil 4.10. Üç kenar uzunluğu bilinen üçgenin kağıt-kalem ortamında Aslı tarafından inşası

Öğrenciler ilk olarak 4 cm uzunluğunda AB doğru parçasını çizmiştir. Ardından Efe pergeli 5 cm açarak A merkezli bir çember, 7 cm açarak B merkezli bir çember oluşturduktan sonra kesim noktasını işaretleyip üçgeni cetvel yardımıyla birleştirmiş, Aslı ise 5 cm yarıçaplı çemberin merkezini B noktası, 7 cm yarıçaplı çemberin merkezini ise A noktası olarak çizimi gerçekleştirmiştir. İlk hatalı girişiminden sonra süreçte yeni çizim kağıdına geçen Efe, kağıdın kenarlarına çok yakından üçgeni inşaaya başladığından hatalı çizim gerçekleştirmiştir. Yani kağıt ortamının sınırlı olması öğrencilerin çizimde hata yapmalarına sebep olmuştur. Efe'nin Görev-5 için inşa ettiği üçgen Şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Görev-5'in kağıt-kalem ortamında Efe tarafından inşası

Şekil 4.11'de Efe verilen görevi yerine getirmek için doğru bir çizim yapmak yerine yanlış ölçülerin üzerine Görev-5'te verilen ölçüleri yazmıştır. Şekil 4.11'deki üçgenin kenarları ölçüldüğünde BC doğru parçasının uzunluğunun gerçekte 6,6 cm olduğu, Efe tarafından 7 yazıldığı görülmüştür. Bu durum öğrenciye sorulduğunda geçen diyalog verilmiştir.

Efe: "Kâğıdın azıcık dışına denk geliyordu. Bir daha çizmemek için bu şekilde çiziverdim."

Araştırmacı: "Peki, neden böyle yaptın?"

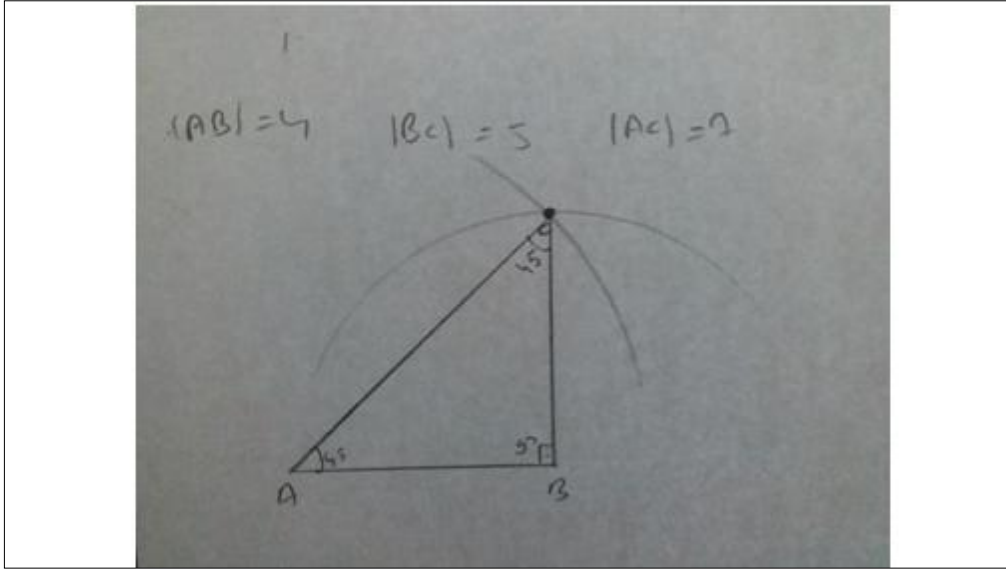
Efe: "Kenardan başlayınca kafama göre küçülttüm."

Araştırmacı: "Peki daha büyük kenarlara sahip bir üçgen verilseydi o zaman nasıl çizerdik?"

Efe: " O zaman şekil kağıda sığmazdı ve üçgeni çizemezdik."

Aslı ise kenar uzunlukları 4 cm, 5 cm, 7 cm olan üçgeni Şekil 4.12'deki gibi inşa etmiştir.





Şekil 4.12. Görev-5'in kağıt-kalem ortamında Aslı tarafından inşası

Kağıt üzerindeki üçgen inşaları daha önce de bahsedildiği gibi öğrencilerin el becerileri ile yani cetvel ve pergel kullanma yeteneği ile sınırlıdır. Aslı'nın inşa ettiği üçgen incelendiğinde açılarının ölçüleri  $45^\circ$ ,  $45^\circ$  ve  $90^\circ$  olan ikizkenar bir dik üçgen çizdiği görülmektedir. Oysa ki verilen kenar uzunlukları çeşitkenar bir üçgen olduğunu anlamak için yeterlidir. Aslı kendi çizimi sebebiyle bir ikizkenar üçgen elde etmiştir. Görev-5'in kağıt-kalem ortamındaki üçgen inşalarının tamamlanmasının ardından öğrencilere üçgen tekliği hakkındaki soru yöneltilmiştir ve öğrenciler ile geçen diyaloglar aktarılmıştır.

Araştırmacı: "Çizdiğiniz üçgen tek (bir tane) midir?"

Efe: "Değildir. Bilmiyorum."

Aslı: "Hayır, tek değildir!"

Araştırmacı: "Neden?"

Aslı: "Benim çizdiğim üçgen sağa doğru dayalı, Efe ise sola dayalı çizdi. Yani bir öyle bir böyle çizildiğine göre tek değildir."

Araştırmacı: "Üçgenin kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki olabilir?"

Efe: "Anlamadım."

Araştırmacı: "Örneğin, ben size 3 tane farklı uzunlukta çubuk versem, bunlarla her zaman üçgen oluşturabilir misiniz?"

Efe: "Bilmem oluşur herhalde."

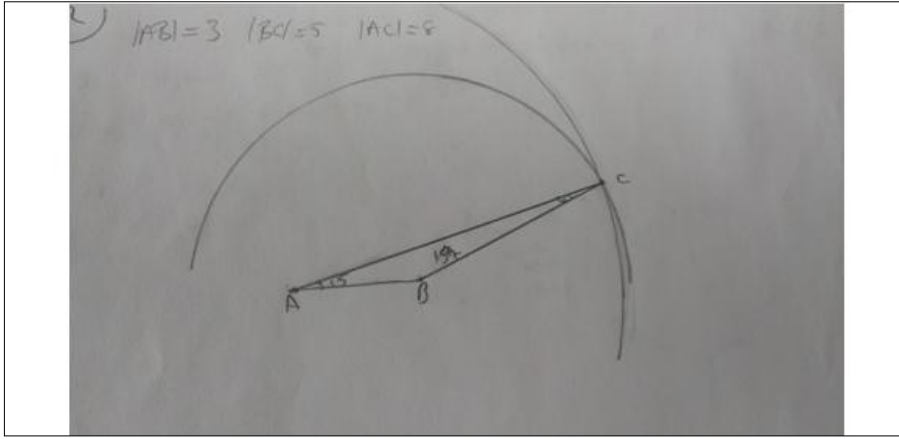
Aslı: "Oluşur...mu? Bilmiyorum kafam karıştı." (Onay bekliyor)

Öğrencilerin Görev-5'in ardından düşünceleri alıntılarla aktarılmıştır. Öğrencilerin yürüttükleri süreçten emin olmadıkları, her yaptıklarını onaylamak istercesine bir tutum içerisinde oldukları süreçlerde görülmüştür. Bu güvensizliğin öğrencilerin kağıt üzerinde üçgeni inşa etmek için kullandıkları araçlar ile yeterli etkileşimi oluşturamadıklarından

kaynaklandığı söylenebilir. Ardından öğrencilere verilen üç kenar uzunluğu ile inşası mümkün olmayan üçgen görevi Görev-6 sunulmuştur.

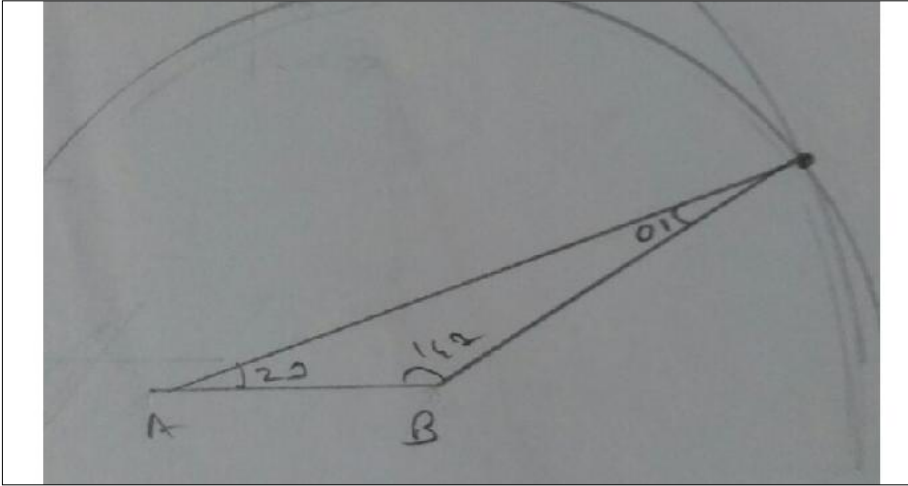
**Görev-6:** AB doğru parçasının uzunluğu 3 cm, BC doğru parçasının uzunluğu 5 cm ve AC doğru parçasının uzunluğu 8 cm olan üçgen çizilebilir mi?

Üç kenarı verilen üçgenin inşa edilmesi için daha önce bahsedilen üçgen eşitsizliğini sağlaması gerekmektedir. Görev-6'da verilen kenar uzunlukları bu durumu sağlamamaktadır. Dolayısıyla bu uzunluklar ile üçgen çizilemez. Ancak öğrenciler pergelin açıklığını kendilerine göre değiştirerek bir üçgen elde etmişlerdir. Aslı'nın inşa ettiği üçgen Şekil 4.13'te gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Görev-6'nın kağıt-kalem ortamında Aslı tarafından inşası

C noktasını bulmak için yapılan çember çizimlerinde pergelin açıklığını iki öğrenci tarafından da benzer şekilde değiştirilmiş ve çemberler üçgen oluşturacak bir noktada kesiştirilmiştir. İnşası mümkün olmayan durum için Aslı'nın  $157^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $10^\circ$  lik açılara sahip ve açılarının ölçüleri toplamı  $182^\circ$  olan bir şekil çizdiği, Efe'nin ise  $147^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $10^\circ$  lik açılara sahip ve açılarının ölçüleri toplamı  $177^\circ$  olan bir şekil çizdiği görülmektedir. Efe'nin inşası Şekil 4.14'te gösterilmiştir.



Şekil 4.14. Görev-6'nın kağıt-kalem ortamında Efe tarafından inşası

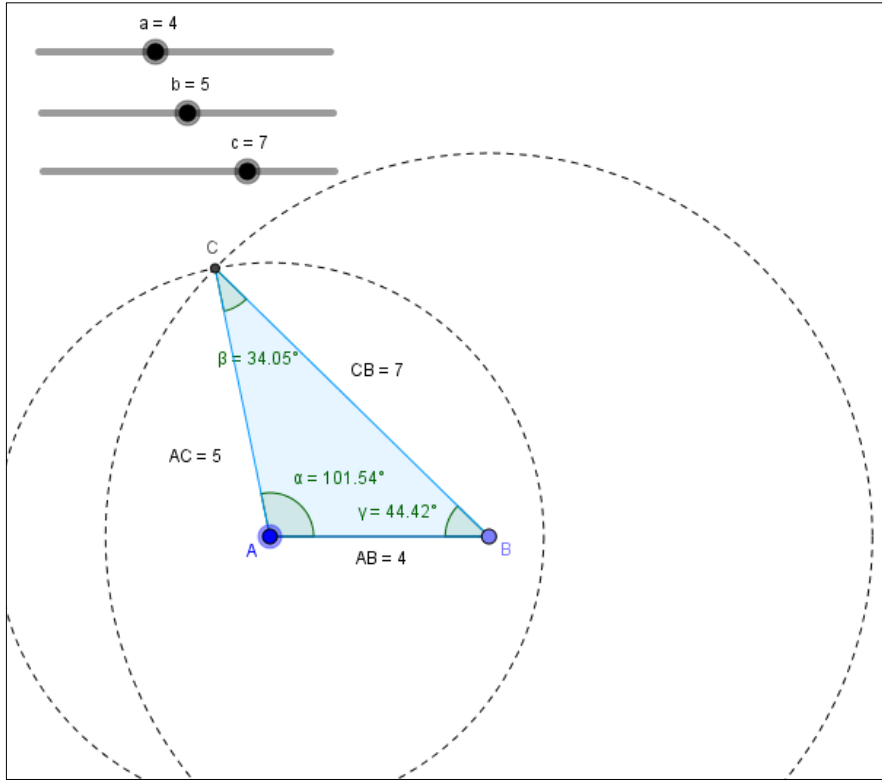
Görev-6'nın kağıt-kalem ortamındaki inşa etkinlikleri bittikten sonra GeoGebra ortamındaki uygulamalara geçilmiştir. Burada gerçekleştirilen süreçler ve yansımaları olan bulgular GeoGebra ortamındaki süreçlerin aktarılmasıyla beraber sunulacaktır.

#### 4.3.2. Üç Kenar Uzunluğu Verilen Üçgenin GeoGebra Ortamında İnşası

Üç kenar uzunluğu verilen üçgen için GeoGebra ortamındaki inşa edilmesine geçildiğinde; kağıt-kalem ortamındaki uygulamalar ve bilgisayar ortamındaki diğer iki uygulama ile deneyim kazanan öğrenciler, yazılım ortamındaki üçgen inşa sürecine görüşme formundan bağımsız başlamak istemişlerdir. Uygulama ve eğitim öncesi üçgen inşa etme ile ilgili hiçbir bilgisi olmayan öğrenciler geçirilen süreçlerin ardından GeoGebra'daki gerekli araçları doğru bir şekilde kullanarak üçgenleri inşa etmişlerdir. GeoGebra'nın öğrencilerin motivasyonunu arttırdığının kanıtı olarak gösterilebilir.

*Aslı: "Bu sefer kâğıda bakmadan başlayabilir miyiz?" (Görüşme formundan bağımsız hareket etmek istiyorlar. İstekli ve heyecanlılar.)*

Öğrenciler GeoGebra ortamındaki yine sürgüleri oluşturarak başlamışlardır. Daha sonra a sürgüsüyle kontrol edilecek doğru parçasını oluşturmuşlar, ardından bu doğru parçasının A noktasını merkez kabul eden b yarıçaplı çemberi ve B noktasını merkez kabul eden c yarıçaplı çemberi oluşturmuşlardır. Üçgeni inşa etmek için üçüncü noktayı belirleyen öğrenciler çokgen aracını seçip üçgeni inşa etmişlerdir. Görev-5 tamamlandıktan sonra, kağıt üzerinde inşa edilen üçgenler öğrencilere geri verilerek öğrencilerin karşılaştırmaları sağlanmıştır. Kenar uzunlukları 4 cm, 5 cm, 7 cm olan üçgenin GeoGebra görüntüsü Şekil 4.15'te verilmiştir.



Şekil 4.15. Görev-5'in GeoGebra görüntüsü

Aslı: "Benim çizdiğim üçgen başka bir üçgenmiş, bilgisayarda gerçek değerleri gördüm."

Efe: "Ben de yanlış çizmişim. Zaten bir kenarını sığmıyor diye çizivermişim."

Aslı: "Bilgisayar küsuratına kadar ölçüyor. Şuraya bak mesela 44,42°. Ben bunu nasıl ölçebilirim ki?"

Araştırmacı: "Peki çizdiğiniz üçgen tek midir?"

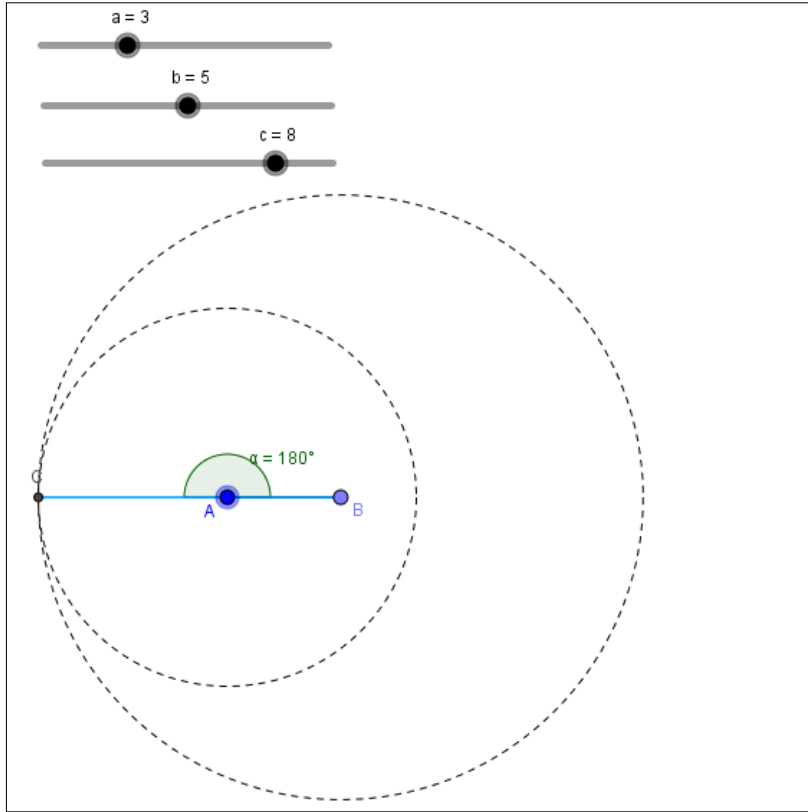
Efe: "Bir öncekinde tek demiştim. O zaman bunda da tektir."

Araştırmacı: "Açıları ile kenarları arasında nasıl bir ilişki vardır?"

Efe: "Kenarı değiştirdince açı da değişiyor."

Aslı: "Fareyi versene. Evet değişiyor."

Ardından öğrenciler üçgen belirtmeyen kenar uzunlukları uygulamasına yani Görev-6'nın uygulamasına geçmiştir. Kenar uzunlukları 3 cm, 5 cm ve 8 cm olarak düzenlendiğindeki ekran görüntüsü Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16. Görev-6'nın GeoGebra görüntüsü

Yazılımdaki görüntü ile kendi çizimlerini karşılaştıran öğrenciler ile yaşanan diyalog aktarılmıştır:

Araştırmacı: "Bu üçgen oluşmuyor, peki kağıt ortamında nasıl çizdiniz?"

Efe: "Kâğıtta olmayacağı hiç aklıma gelmedi. İlla ki olacaktır diye biraz biraz kaydırıp çizdim. Ama olmuyormuş, bilgisayarda çizince gördüm."

Araştırmacı: "Aslı sen nasıl çizdin?"

Aslı: "Benim de olmayacağı hiç aklıma gelmedi. Herhalde böyle oluyordur diye çiziverdim."

Araştırmacı: "Şimdi bu üçgen ne zaman var ne zaman yok? Değişkenler (sürgüler) ve üçgen ile oynayarak gözlemlerinizi söyleyiniz."

Aslı: "Baksana 8 olduğunda kayboluyor. 7,9 yapınca bile var ama 8 oldu mu gidiyor. Hocam demek ki bir denge var bunların arasında."

Efe: "2,1'de görülmeye başlıyor, tam 8 ve 2'de dümdüz oluyor."

Aslı: "Her sayıyı tek tek denemek istiyorum."

Öğrenciler sürgü değerlerini değiştirirken dördüncü dakikanın içinde iki kenar uzunluğu toplamının diğer kenar uzunluğuna eşit olduğu anda üçgenin oluşmadığını keşfetmeye başlamışlar, yedi dakikanın sonunda ise üçgen eşitsizliğini ifade edebilmişlerdir. Öğrenciler keşfetmenin verdiği heyecanla birlikte keşiflerini

anlatmışlardır. İkisinin de üçgen eşitsizliğini keşfettiği, araştırmacı tarafından anlaşılmıştır fakat düşüncelerini ifade etmesi için Efe'ye söz verilmiştir.

Araştırmacı: "*Bir üçgenin kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki olabilir?*"

Efe: "*a ile b'nin uzunlukları toplamı c olduğunda üçgen kayboluyor.*"

Araştırmacı: "*Üçgenin kaybolduğu başka bir durum var mı?*"

Efe: "*Bir de farkları c olduğunda üçgen kayboluyor.*"

Araştırmacı: "*Peki ne zaman üçgen görünüyor?*"

Efe: "*a ile b'nin toplamı c'den büyük olduğunda üçgen görünüyor, farkı da c den küçük olduğunda üçgen görünüyor. Evet, bu şekilde.*"

Araştırmacı: "*Kenar uzunlukları arasındaki ilişkiyi kağıt-kalem ortamında neden fark edemediniz?*"

Efe: "*Bilgisayarda hemen kenarları değiştiren yeni üçgen çiziliveriyor, ama kâğıtta her şeyin baştan yapılması lazım. Çok zaman gider o zaman da.*"

Aslı: "*Bilgisayar daha hızlı, kâğıtta bir tane çizdiğimi bile kaç dakikada çizmiştim. Bilgisayarda hemen çiziliyor.*"

Araştırmacı: "*Sizce hangisi daha iyiydi, kağıt-kalem mi yoksa bilgisayar mı?*"

Aslı: "*Ben bu şekilde çizerim, başkası kendine göre çizer. O yüzden herkes kendi çizdiği üzerinden konuşur. Onu doğru zanneder. Ama bilgisayarda herkes aynı şekli çizer. O yüzden bilgisayar daha iyi.*"

Efe: "*Kâğıt ortamında kenar uzunlukları arasındaki ilişkiyi görmem imkânsızdı. Bilgisayarda değişkenlerin üzerinde yazan sayılar sayesinde ilişkiyi anladım. Bence bilgisayarda daha iyi yani, oyun gibi daha eğlenceli.*"

Aslı: "*Bir de bilgisayarda yanlış çizme şansın çok düşük.*"

Öğrencilerin GeoGebra ile üç kenar uzunluğu bilinen üçgeni inşa etme süreçleri ve bu süreçlerde yaşanan diyaloglar aktarılmıştır. Efe'nin "*Kenarı değiştirenince açı da değişiyor.*" ve Aslı'nın "*Fareyi versene. Evet değişiyor.*" cümlelerini GeoGebra'nın dinamiklik özelliği sayesinde kurdukları söylenebilir. Ayrıca, Görev-6'da verilen durumda üçgenin kaybolmasını gözlemleyebilmeleri yine dinamiklik özelliği sayesinde olmuştur. Bu doğrultuda öğrencilerin, Görev-6'da sürgülerle oynayarak üçgeni 7,9 ve 2,1 değerlerinde görülmeye başlamasını gözlemleyebilmesi de dinamiklik özelliği sayesinde. Paralel olarak Efe'nin "*tam 8 ve 2'de dümdüz oluyor*" ve "*Bilgisayarda hemen kenarları değiştirenince yeni üçgen çiziliveriyor.*" ifadelerinde GeoGebra'nın dinamikliği görülmektedir. GeoGebra'nın dinamikliği üçgen eşitsizliğinin keşfedilmesini sağlayan durumlardan biridir. Öğrenciler kenar uzunluklarındaki değişimi ve bu değişimin üçgende yansımalarını GeoGebra'nın dinamikliği sayesinde gözlemleyebilmiştir. Ayrıca Efe'nin kağıt üzerinde kenardan başlamasından kaynaklanan hatalı üçgen çizimi GeoGebra'nın dinamikliği ile bilgisayar ortamındaki süreçlerde yaşanmamıştır. Çünkü öğrenciler kağıt üzerinde bir düzlem parçası üzerinde çalışmaktadır, ancak GeoGebra'da üçgen inşalarının gerçekleştirildiği ortam bir düzlemdir.

Aslı'nın "*Şuraya bak mesela 44,42°. Ben bunu nasıl ölçebilirim ki?*" ifadesi GeoGebra'nın yükselticiliğini ön plana çıkararak durumlarından birisidir. Ayrıca yine Aslı'nın "*7,9 yapınca bile var ama 8 oldu mu gidiyor. Hocam demek ki bir denge var bunların arasında.*" ifadesinden Aslı'nın çok sayıda üçgen oluşturup bu üçgenleri gözlemleyebildiği anlaşılmaktadır. Aslı "*Her sayıyı tek tek denemek istiyorum.*" ifadesiyle de GeoGebra'nın yükseltici olmasını kullanmak istediğini belirtmiştir. "*Bilgisayar daha hızlı, kâğıtta bir tane çizdiğimi bile kaç dakikada çizmişim. Bilgisayarda hemen çiziliyor.*" cümlesinden de yine Aslı'nın hızlı bir şekilde çok örneğe temas etmesinin bilgisini yükseltmesinde önemli olduğu anlaşılmaktadır. Aynı zamanda Efe'nin kenarları değiştirdiğinde açının da değiştiğini gözlemleyebilmesi yine çok sayıda üçgeni gözlemlemesi sonucunda gerçekleşmiştir. Benzer şekilde "*2,1'de görülmeye başlıyor, tam 8 ve 2'de dümdüz oluyor.*", "*a ile b'nin uzunlukları toplamı c olduğunda üçgen kayboluyor.*", "*Bir de farkları c olduğunda üçgen kayboluyor.*" şeklinde ifadeleri yine GeoGebra'nın yükseltici olarak görüldüğü durumlardır.

Öğrenciler GeoGebra ile diğer üçgen inşa etme sürecinde olduğu gibi bu süreçte de hatalı bazı işlemler gerçekleştirmişlerdir. Bu durumlar yazılımın yeniden düzenleyiciliği ile giderilmiştir. Örneğin, bu süreçte çemberlerin kesim noktası üçgeni inşa etmek için bilinmesi gereken üçüncü noktadır. Bu noktanın yeri belirlenirken çemberlerin ikisinin birden seçili görüldüğü anda yeni nokta konulmalıdır. Fakat öğrenciler ilk denemelerinde C noktasının doğru yere konulmadığını yazılımdan aldıkları geri bildirim ile fark etmiş ve hatayı düzelterek doğru noktayı belirlemiştir. Ayrıca, üçgen eşitsizliğinin de yazılımdan alınan geri bildirimler sayesinde gerçekleştiği görülmüştür. Öğrenciler, her denemelerinin ardından GeoGebra'dan geri bildirim almışlar ve üçgen eşitsizliği konusundaki ilişkileri bu geri bildirimler sayesinde fark etmişlerdir.

Aslı'nın üç kenar uzunluğu bilinen üçgeni GeoGebra ile inşa etme görevinden önce "*Bu sefer kâğıda bakmadan başlayabilir miyiz?*" ifadesinden GeoGebra ile yürütülecek üçgen inşa sürecinin bilindiği yani beyaz kutuya dönüştüğü söylenebilir. Öğrenciler GeoGebra ile Görev-5'teki üçgeni başarılı bir şekilde inşa etmişlerdir. Ancak Görev-6'ya geçildiğinde kenar uzunlukları sürgüler ile ayarlandığında üçgen kaybolmuştur. Öğrenciler üçgenin neden kaybolduğunu bilmediklerinden bu durum öğrenciler için kara kutudur. Üçgenin kaybolması GeoGebra'nın arka planında yer alan matematik bilgisinden kaynaklanmaktadır. GeoGebra'nın dinamiklik, yükseltici ve yeniden düzenleyiciliği

sayesinde eşitsizliği keşfedilmiş, dolayısıyla üçgeni gösterme şartı öğrenciler için beyaz kutuya dönüşmüştür.

Öğrencilerin üç kenar uzunluğu bilinen üçgen için kağıt-kalem ve GeoGebra ortamındaki inşa süreçleri karşılaştırıldığında; öğrencilerin kağıt-kalem ile farklı üçgenler inşa etmelerinin üçgen tekliği ile ilgili öğrencileri kararsızlığa düşürdüğü söylenebilir. Ancak GeoGebra ile oluşturulan üçgenin görüntüsünün bir tane olması bu konu hakkında yöneltilen sorulara verilen yanıtları etkilemiştir. Öğrencilerin kağıt üzerinde ve GeoGebra ile çalışırken doğru süreci izleyip izlemediği hakkında onay bekleyen bir yapıda oldukları görülmüştür. Ancak yazılım ortamında bu durumun kısmen de olsa daha az görüldüğü söylenebilir. Öğrenciler GeoGebra'dan aldığı geri bildirimler doğrultusunda üçgen inşa sürecindeki etkileşimlerini arttırmışlardır, bu sayede sürecini yeniden gözden geçirip bir sonraki eylemleri hakkında dönüt almışlardır. Aslı'nın kağıt-kalem ortamında üç kenar uzunluğu bilinen üçgen için inşa ettiği üçgen incelendiğinde kenar uzunlukları 4 cm, 5 cm ve 7 cm olan bir ikizkenar dik üçgen inşa ettiği görülmektedir. Bu durum, kağıt-kalem ortamında öğrencilerin "kendi doğrularını" oluşturduklarını göstermektedir. Çizimler ve ölçmeler öğrencilerin araçları kullanma becerilerine bağlı olduğundan hatalı çizimler gerçekleştirilmiş; bu durumun sonucu olarak da kenar uzunlukları farklı olan ikizkenar bir üçgen inşası gerçekleştirmişlerdir. GeoGebra'da ise yazılımın altında yatan matematik bilgisi sayesinde farklı kenar uzunluklarına sahip bir üçgen oluşturulduğunda, açılarının da farklı olduğu görülmüştür. Öğrencilerin kağıt-kalem ortamında inşası mümkün olmayan durum (Görev-6) için bulguları incelendiğinde, yine öğrencilerin kendi doğrularını oluşturdukları görülmektedir. GeoGebra ise; üçgen belirtmeyen uzunluklarda üçgeni göstermemiştir. Öğrenciler aldıkları bu geri bildirimler sayesinde "üçgenin inşa edilemediği durumlar olabilir" şeklinde üçgen konusundaki bilgilerini yeniden düzenlemiştir.

#### 4.4. Bulguların Özeti

Öğrencilerin kağıt-kalem ve GeoGebra ortamında üçgen inşa etme süreçlerinin nasıl olduğu doğrudan alıntılar ile aktarılmıştır. Öğrencilerin kağıt-kalem ortamındaki üçgen inşalarının, öğrencilerin pergel, cetvel, açı ölçer kullanma ve çizim becerileriyle sınırlı olduğu görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin üçgen inşa sürecinde yaptıkları eylemlerin onaylanmasını istedikleri görülmüştür. Öğrenciler, Görev-1'de verilen üçgeni başarılı bir şekilde inşa etmişler ancak diğer görevlerde verilen görev durumlarını inşa etmekte ve yorumlamada bazı sorunlar yaşamışlardır. Öğrenciler, inşası mümkün olmayan



üçgenleri inşa ettiklerini iddia etmişler (Şekil 4.1, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14) veya inşası mümkün olan üçgenleri Şekil 4.9 ve 4.10'daki gibi hatalı ya da eksik bir şekilde gerçekleştirmişlerdir.

Öğrenciler Görev-2'de üçgen belirtmeyen durumu yorumlayamamışlar, üçgen oluşacağını iddia etmişlerdir. Öğrenciler, üçgenin iç açıları ölçüleri toplamının  $180^\circ$  olduğunu bilmesine rağmen öğrencilerin bu bilgiyi inşa ettikleri üçgenlerde zaman zaman kullanmadıkları görülmüştür. Ek olarak öğrenciler kağıt-kalem ortamında Görev-6'da verilen inşası mümkün olmayan durumu üçgen oluşturacak şekilde sonuçlandırdıkları bulgularda görülmektedir. Öğrencilerin kağıt-kalem ortamında oluşturdukları üçgen inşalarının ardından yöneltilen sorulara yanıt vermekte zorlandıkları görülmüştür. Öğrencilerin kağıt-kalem ortamında üçgenin açı-kenar ilişkisi ile ilgili yöneltilen soruyu anlamadıkları, üçgen eşitsizliğini keşfedemedikleri, üçgen tekliği konusunda ise değişken fikirlere sahip oldukları söylenebilir.

Öğrencilerin GeoGebra ortamında geçirdikleri üçgen inşa etme süreçleri dinamiklik, yükseltici, yeniden düzenleyici, beyaz kutu-kara kutu bağlamlarında incelenmiş ve görevlerde karşılaşılan durumlar bulgularla aktarılmıştır. Öğrencilerin GeoGebra'nın dinamikliği sayesinde kendi fikirlerini test etme imkânı buldukları, bu uygulamalar sonucu üçgende değişiklikleri gözlemleyerek düşüncelerini kanıt göstererek ifade ettikleri görülmüştür. Öğrenciler açı-kenar ilişkisini tam olarak ifade edemeseler de GeoGebra'nın dinamikliği sayesinde bu ilişkinin sezildiği görülmektedir. Öğrencilerin açı ölçülerini değiştirmelerin kenar uzunluğunu etkilediğini veya üç kenar uzunluğu bilinen görev sürecinde kenar uzunluklarının değiştirilmesinin açı ölçülerini değiştirdiğini söylemeleri bu duruma kanıt olarak gösterilebilir. Ayrıca öğrencilerin üçgen eşitsizliğini GeoGebra'nın diğer rollerinin yanında dinamikliği ile de ifade edebildiği bulgulara yer almaktadır. GeoGebra ortamındaki üçgen inşalarında, öğrencilerin düşünce sınırlarının ötesindeki durumları GeoGebra'nın yükseltici olması ile yorumlayabildikleri görülmüştür. Bunun yanında sürgülerle açı ölçüleri veya kenar uzunluklarını değiştirerek çok sayıda üçgeni gözlemlemişler bu üçgenleri farklı açılardan inceleyerek üçgen konusundaki bilgilerini yükseltmişlerdir. Ayrıca GeoGebra'nın detaylı hesaplamalar ve ölçmeler yapması üçgen inşa süreçlerinde yükseltici olarak yer aldığı bir başka durumdur. Üçgen inşa süreçlerinde öğrencilerin yaptıkları adımlara geri bildirimler alabilmesi, öğrencilerin bir sonraki adıma doğru hamlelerle geçmelerini sağlamıştır. GeoGebra ortamında

gerçekleştirilen hatalı bir işlem sonrasında öğrenciler ekrandaki görüntüden bir şeylerin yanlış veya eksik gittiği konusunda dönüt almışlar, süreçlerini gözden geçirip işlemlerini düzeltmişlerdir. Öğrenciler üçgen inşa etme süreçlerinde bazı durumları GeoGebra'nın altında yatan matematik bilgisi ile gözlemlemişlerdir. İnşası mümkün olmayan görev durumlarında üçgenin kaybolma sebebi öğrenciler için GeoGebra'nın yürüttüğü matematiksel bir bilgi yani kara kutu iken; üçgenin kaybolma durumunun yorumlanarak keşfedilmesi ile bu matematiksel bilgi öğrenciler için beyaz kutu olmuştur. Üçgen eşitsizliği de başta öğrenciler için kara kutuyken yazılımın diğer özellikleri ile beraber yapılan incelemeler sonucu beyaz kutuya dönüşmüştür. Ayrıca üçgenin açı-ölçüleri ile kenar uzunlukları arasındaki ilişkinin sezilmesi yine GeoGebra'nın arka planda yürüttüğü matematik bilgisi sayesinde gerçekleşmiştir. Öğrenciler açı ölçülerindeki veya kenar uzunluklarındaki değişimlerin birbirini etkilediğini gözlemlemişler fakat sebebini ifade edememişlerdir. Yani bu durum öğrenciler için kara kutu olarak kalmıştır.

Öğrencilerin hem kağıt-kalem hem de GeoGebra ile gerçekleştirdikleri üçgen inşa süreçleri incelendiğinde Görev-1'in her iki ortamda da başarılı bir şekilde inşa edildiği görülmüştür. Görev-2'de üçgen belirtmeyen durumun ise kağıt-kalem ortamında fark edilmediği, GeoGebra ile inşasının gerçekleştirilmesi ile fark edildiği görülmüştür. Görev-3 ve Görev-4'te kağıt-kalem ile inşa edilen üçgenlerin GeoGebra ile inşa edilen üçgenlerden farklı olduğu, kağıt-kalem ortamında inşa edilen üçgenlerin iç açı ölçüleri toplamının  $180^\circ$  den fazla olduğu görülmüştür. Aynı şekilde Görev-5'te kağıt-kalem ortamında inşa edilen üçgenlerin yine GeoGebra ile gerçekleştirilen inşalardan farklı olduğu görülmüştür. Görev-6'da üçgen belirtmeyen durumun kağıt-kalem ortamında fark edilmediği, GeoGebra ile fark edildiği görülmüştür. Ek olarak Görev-6'da üçgen oluşmaması GeoGebra ortamında incelenebilmiş ve üçgen eşitsizliği bu şekilde anlaşılabilmiştir. Öğrencilerin iki ortamdaki süreçlerde de kullanılan araçları istenen düzeyde kullanamadıkları söylenebilir. İki ortamdaki üçgen inşa süreçleri süre olarak kıyaslandığında bilgisayar ortamındaki süreçlerin daha uzun sürdüğü görülmüştür. Bu durumun, öğrencilerin GeoGebra ile fikirlerini test etme imkânı bulmaları ve aralarında tartışarak üçgeni inşa etmeye çalışmalarından kaynaklandığı söylenebilir. Öğrencilerin hem kağıt-kalem ortamında hem de GeoGebra ortamındaki üçgen inşa süreçlerinin ardından üçgen tekliğini anlamadığı söylenebilir. Öğrenciler iki ortamda da üçgen tekliği konusunda değişken tutumlar sergilemiştir. Bu durumun, öğrencilerin üçgen tekliği kavramıyla daha önce karşılaşmamaları sebebiyle bu ifadeye yabancı olmaları veya bu

kavramı anlamlandırabilmek için yeterli zihinsel gelişim düzeyinde bulunmamalarından kaynaklandığı söylenebilir. Dolayısıyla üçgen teklifi kavramının öğrenciler için kara kutu olduğu söylenebilir. Ancak öğrenciler GeoGebra ortamında yazılımın dinamik, yükseltici ve yeniden düzenleyici olmasıyla inşa ettikleri üçgeni incelemişler ve üçgen teklifi hakkında daha mantıklı yorumlar yapabilmıştır.

Özetle, GeoGebra dinamik yapısının yapılandırmacı öğrenme ortamına uygun, etkili bir öğrenme ortamı oluşturduğu, yazılımın yükseltici, yeniden düzenleyici, beyaz kutu-kara kutu olma durumlarının üçgen inşa sürecinde nasıl görüldüğü bulgularında yer almaktadır. Bu süreçlerin sonunda kağıt-kalem ortamında yorumlanamayan bazı durumların GeoGebra ortamında anlaşıldığı görülmüştür. Öğrencilerin üçgen eşitsizliğini GeoGebra ortamında tam anlamıyla keşfedebildikleri, açı-kenar ilişkisini fark ettikleri fakat tam olarak açıklayamadıkları, üçgen teklifi hakkında ise kağıt-kalem ortamına göre daha mantıklı yorumlar yaptıkları görülmüştür. Öğrencilerin hem kağıt-kalem hem de GeoGebra ortamındaki üçgen inşa süreçlerindeki motivasyonlarının yüksek olduğu söylenebilir.

## BEŞİNCİ BÖLÜM: TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

### 5.1. Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmanın amacı; ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin kağıt-kalem ve dinamik geometri yazılımı GeoGebra ortamında üçgen inşa süreçlerinin nasıl olduğunu derinlemesine incelemek, GeoGebra ortamında üçgen inşa etme sürecinin dinamik, yükseltici, yeniden düzenleyici, beyaz kutu-kara kutu bağlamlarında nasıl olduğunu ortaya çıkarmak, kağıt-kalem ve GeoGebra ortamındaki üçgen inşa süreçlerindeki benzerlik ve farklılıkların neler olduğunu ortaya koymak ve bu konuda öneriler geliştirmektir. Bu amaca yönelik olarak üçgen kavramının yapılandırılmasıyla ilişkisi olmamış 7. sınıfta okuyan 2 öğrencinin, kağıt-kalem ve GeoGebra ortamında üçgen inşa süreçlerinin nasıl olduğu incelenmiştir. Araştırma probleminin odağı; Matematik Dersi 5-8. Sınıflar Öğretim Programında (MEB, 2013) yer alan "8.3.1.4. Yeterli sayıda elemanın ölçüleri verilen bir üçgeni çizer." kazanımına yönelik olarak geliştirilmiş, öğrencilerin üçgen inşa süreçlerinin kağıt-kalem ve GeoGebra ortamında nasıl olduğu konusunda bulgular toplanmıştır. Öğrencilerin üçgen eşitsizliği, üçgende açı-kenar ilişkileri ve üçgen tekliği konusundaki ilişkilerin keşfedilerek anlaşılmasında GeoGebra'nın dinamik, yükseltici, yeniden düzenleyici, beyaz kutu-kara kutu olma durumlarının nasıl olduğuna dair bazı sonuçlara ulaşılmıştır.

Günümüzde etkili bir eğitim-öğretim yapmak için öğrencilere yaşantı yoluyla deneyim kazandırmak esastır. Bu bağlamda; yazılım ortamını öğrenciler için bir mikro dünyaya dönüştürmek ve mikro dünyalarındaki yaşantılarını, istedik davranışı göstermeye yönelik düzenlemek gerekmektedir. Mikro dünyalarında öğrenciler, zihinsel süreçlerinin dışı vurumunu gerçekleştirebilirler (Papert, 1980; Tall, 1990; Hoyles, 1995; Balacheff ve Kaput, 1996). Yapılan çalışmada, yapılandırmacılık yaklaşımına ve öğretim programında yer alan kazanıma en uygun öğrenmeyi gerçekleştirmek için öğrencilere yazılım ortamında dinamik bir mikro dünya penceresi açılmıştır. GeoGebra'nın dinamik, yükseltici, yeniden düzenleyici ve beyaz kutu-kara kutu olma durumlarının üçgenle ilgili ilişkilerin keşfedilerek öğrenilmesini sağladığı görülmüştür. Alanyazında dinamik geometri yazılımı ile gerçekleştirilen birçok çalışmada belirtildiği gibi, dinamik geometri yazılımları çalışılan konu üzerindeki ilişkilerin katılımcılar tarafından keşfedilerek öğrenilmesini sağladığı bu çalışmada da görülmüştür (Baki ve diğ., 2004; Güven ve Karataş, 2003, Güven ve Karataş,

2005, Hangül ve Üzel, 2010, İçel, 2011, Yavuzsoy Köse ve diğ., 2012; Yıldız, 2016). Hollebrands (2007) Geometer's Skecthpad dinamik yazılımını kullanarak gerçekleştirdiği çalışmasında, öğrencilerin dinamik yazılım kullanırken bir sonraki eyleme kendiliğinden geçtiklerini belirtmektedir. Yapılan araştırmada da öğrencilerin GeoGebra ile yönettikleri inşa süreçlerinde GeoGebra'nın yeniden düzenleyici olmasının sağladığı geri bildirimler ile bir sonraki eyleme geçebildikleri görülmüştür. Bu yönüyle çalışma Hollebrands'ın (2007) bulgularıyla örtüşmektedir.

Öğrenciler kağıt-kalem ortamında bazı üçgen inşa görevlerini yanlış ya da eksik bir şekilde gerçekleştirmiş ve bu durum, inşaları yanlış yorumlamalarına sebep olmuştur. Ancak GeoGebra ile aynı üçgen inşa etme süreçleri gerçekleştirilmiş, öğrencilerin kağıt-kalem ortamında gerçekleştiremediği inşaları GeoGebra ortamında yaptığı ve bu inşalar üzerinde yorumlarını düzelttikleri görülmüştür. Bu yönüyle çalışmanın alanyazındaki bazı çalışmalar ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Öçal ve Şimşek (2017) öğretmenlerin kağıt-kalem üzerinde pergel ve çizgeç, yazılım ortamında GeoGebra kullanarak geometrik inşa problemlerini incelediği çalışmasında, öğretmenlerin pergel-çizgeç kullanılarak gerçekleştiremedikleri bazı inşaları GeoGebra ile gerçekleştirdiklerini belirtmektedir. Yıldız (2016) ise üstün yetenekli öğrenciler ile gerçekleştirdiği çalışmasında öğrencilerin kağıt-kalem ortamında inşa edemedikleri yapıları GeoGebra ile oluşturduklarını belirtmiştir. Ayrıca aynı çalışmada öğrencilerin GeoGebra ortamında kağıt-kalem ortamında yaptıkları hataların farkına varıldığı yer almaktadır. Bu araştırmada da öğrenciler (Görev-1 hariç) inşa ettikleri üçgenler üzerindeki hataları GeoGebra ortamında inşa ettikten sonra fark etmiştir. Görev-2'de verilen üçgen belirtmeyen durumu GeoGebra ortamında inşa ettiğinde üçgen oluşmadığını görmüş ve bunun sebebini fark etmiştir. Benzer şekilde Görev-6'da verilen kenar uzunluklarının üçgen belirtmediği yine GeoGebra ortamında inşa edildikten sonra görülmüştür.

Öğrenciler, GeoGebra ortamındaki üçgen inşa etme süreçlerinin ardından GeoGebra'nın dinamikliği sayesinde kendi fikirlerini test etme fırsatı bulmuştur. Öğrenciler bu sayede üzerinde çalıştıkları görev durumlarını yorumlayabilmiş ve üçgene ait ilişkileri keşfetmiştir. Araştırma bu yönüyle Güven ve Karataş (2005) ve Yavuzsoy Köse ve diğerlerinin (2012) çalışmalarıyla örtüşmektedir. Güven ve Karataş (2005) dinamik geometri yazılımlarının öğrencilerin fikirlerini kanıtlayabilmek için elverişli ortamlar oluşturduğunu belirtmektedir. Yavuzsoy Köse ve diğerleri (2012) ise öğretmen

adaylarının yazılım ortamında inşa etkinliklerinde sürüklenme yapabilmelerinin geometrik ilişkileri anlamayı ve dinamik geometri yazılımlarıyla sürüklenme ve doğrulama imkânı çeşitliliğinin geometrik yapıları inşa etmeyi kolaylaştırdığını belirtmişlerdir.

Bir üçgenin inşa edilmesi için gerekli ve yeterli bilinmesi gereken elemanları ve hangi değerlere sahip elemanların bir üçgen belirtip belirtmeyeceği yazılım ortamındaki süreçlerden sonra anlaşılmıştır. Araştırma üçgen eşitsizliği konusunda İçel'in (2011) sonuçlarıyla örtüşmektedir. İçel (2011) 8. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmasında yeterli sayıda elemanı verilen üçgenin çizilmesiyle ilgili sorular içeren başarı testleri uygulamıştır. Kontrol gruplu deneysel çalışmanın bulgularında deney grubundaki öğrencilerin üçgen eşitsizliğini keşfederek ifade edebildikleri yer almaktadır. Yapılan araştırmada da öğrencilerin GeoGebra ortamında üçgen eşitsizliğini keşfederek ifade ettikleri görülmüştür. Dolayısıyla üçgen eşitsizliği konusunda İçel'in (2011) çalışmasının sonuçlarıyla yapılan çalışmanın paralellik gösterdiği söylenebilir. Fakat, aynı çalışmanın sonuçları arasında, öğrencilerin üçgenin açı-kenar ilişkilerine yönelik bir açıklama getirilemediği belirtilmiştir. Yapılan çalışmada ise öğrencilerden "büyük açının gördüğü kenar uzunluğu da büyüktür" ifadesi alınamamış olsa da "*Açıyı büyüttüğümüzde kenar da büyüyor.*" ifadesiyle bu ilişkinin fark edildiği kısmen de olsa söylenebilir. Bu yönüyle yapılan bu çalışma İçel'in (2011) çalışmasından ayrılmaktadır.

Kağıt-kalem ortamında inşa ettikleri üçgenlerin farklı olması sebebiyle öğrenciler üçgenlerin tekliği konusunda yanlış çıkarımlar yapmışlardır. Fakat GeoGebra ortamında programının dinamikliği sayesinde şekiller döndürülüp, sürüklenip incelenmiş ve aynı değerlere sahip üçgenlerin aslında aynı üçgenler olduğu öğrenciler tarafından olarak ifade edilmiştir. Ancak inşa edilen üçgenlerin tekliği konusunda öğrencilerin bazı doğru yanıtları ve eylemleri olsa da, üçgen tekliği konusunda net bir kavramsal bilgiye ulaşamadığı düşünülmektedir. Çünkü öğrencilerin üçgen tekliği konusundaki fikirleri süreçten sürece farklılık göstermiştir. Bu durumun altında; öğrencilerin 7. sınıf öğrencileri olması, dolayısıyla üçgen tekliği kavramının anlaşılması için yeterli zihinsel gelişim düzeyinde olmaması ve daha önceki yaşantılarında teklik kavramıyla karşılaşmamış olma durumlarının yattığı düşünülmektedir.

Öğrencilerin hem kağıt-kalem ortamında hem de GeoGebra ortamındaki üçgen inşa süreçlerinde görev durumlarında verilen üçgenleri inşa etmek için motivasyonlarının yüksek olduğu görülmüştür. Dolayısıyla yapılan bu araştırmanın alanyazında yer alan inşa

çalışmalarıyla paralellik göstermektedir (Cheung, 2011; Erduran ve Yeşildere, 2010; Gür ve Kobak Demir, 2017; Karakuş, 2014; Öçal ve Şimşek, 2017). Dolayısıyla eğitim-öğretim etkinliklerinde inşa çalışmalarına yer verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Genelde matematik özelde geometri etkinliklerinde, dinamik geometri yazılımları kullanmanın faydalı olduğuna bu araştırmanın sonuçlarında da yer verilebilir. Alanyazında yer alan dinamik geometri yazılımı kullanılarak yürütülen bazı çalışmaların çalışılan konu üzerindeki başarıları olumlu etkilediği ve dinamik geometri yazılımlarına yer verilmesinin faydalı olduğu belirtilmektedir (Aydoğan, 2007; Baki ve diğ., 2004; Başaran Şimşek, 2012; Clark, 2004; Filiz, 2009; Güven ve Karataş, 2009; Güven ve Kosa, 2008; İçel 2011; Selçik ve Bilgici, 2011; Sulak, 2002; Vatansever, 2007). Yapılan bu çalışmada üçgene ait anlaşılması beklenen özellikler GeoGebra ortamındaki üçgen inşa etme süreçlerinin sonrasında anlaşılmıştır.

Bu çalışmada; hem kağıt-kalem ortamında hem de GeoGebra ortamında üçgen inşa etmeye çalışan öğrencilerin matematik eğitimi için değerli olan becerileri sergiledikleri görülmüştür. Gür ve Kobak Demir (2017) pergel-cetvel kullanarak temel geometrik yapıları inşa etmelerinin geometrik düşünme düzeylerine etkisini öğretmen adayları ile yürüttükleri çalışmalarında incelemişler ve pergel-cetvel gibi geometrik araçların inşa etkinliklerinde kullanılmasının geometrik düşünmeye yarar sağladığını belirtmişlerdir. Cheung (2011) ise öğrencilerin inşa etkinliklerinde bulunmasının derse olan ilgiyi ve öğrencilerin öğrenme becerilerini geliştirdiğini savunmaktadır. Yapılan çalışma bu yönleriyle Gür ve Kobak Demir (2017) ve Cheung (2011) çalışmalarıyla örtüşen bazı sonuçlar içermektedir. İnşa etkinlikleri sayesinde öğrenciler öğrenme ortamında aktif rol almış ve üçgene ait ilişkileri keşfederek öğrenmişlerdir. Aynı zamanda öğrencilerin üçgen inşa etme süreçleri sırasında ve sonrasındaki heyecanlı tavırları derse yönelik ilgiyi artırdığına yönelik bir sonuç olarak düşünülmektedir.

Yapılan bu çalışmada öğrencilerin pergel, cetvel ve açı ölçeri kullanma bilgilerinin ve yeteneklerinin istenen düzeyde olmadığı görülmüştür. Görev-6'da inşası mümkün olmayan durumun öğrenciler tarafından inşa edilmesi bu duruma kanıt olarak gösterilebilir. Erduran ve Yeşildere (2010) çalışma grubunu üç öğretmenin oluşturduğu, temel geometrik yapıların inşa edilmesi ile ilgili çalışmalarında öğretmenlerin pergel-çizgeç kullanımı ile ilgili bilgilerinin az olduğunu belirtmiştir. Karakuş (2014) ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının büyük çoğunluğunun geçmiş yaşantılarında pergel-cetvel kullanarak inşa

etkinliklerinde bulunmadıklarını ifade etmektedir. Öğretmen adayları ve öğretmenlerle yapılan çalışmalarda dahi katılımcıların büyük çoğunluğunun geometrik araçları kullanmada zorlandıkları belirtilmiştir. Dolayısıyla yapılan bu araştırma Erduran ve Yeşildere'nin (2010) ve Karakuş'un (2014) çalışmalarıyla paralellik göstermektedir.

Bu çalışmada kağıt-kalem ve dinamik geometri yazılımı GeoGebra ile yönetilen üçgenin inşa etme süreçlerinin nasıl olduğu ortaya konulmuştur. Üçgen inşa etme sürecinde GeoGebra'nın nasıl dinamik, yükseltici, yeniden düzenleyici, beyaz kutu-kara kutu olduğu bulgularla açıklanmıştır. Sonuç olarak, öğrencilerin yapılandırmacılık kuramına uygun bir öğrenme ortamı olan mikro dünyalarında, üçgenin inşa sürecini yürütmelerinin, üçgen ile ilgili öğretim programında yer alan kazanımın ve üçgen ile ilgili ilişkilerin GeoGebra'nın dinamik, yükseltici, yeniden düzenleyici, beyaz kutu-kara kutu durumları ile keşfederek anlaşılmasını sağladığı görülmüştür. Öğrencilerin kağıt-kalem ortamına göre yazılım ortamında kendi fikirlerini test ettiği, yürüttükleri süreçte yazılımdan geri bildirimler alarak bir sonraki eyleme kendiliğinden geçtiği görülmüştür. GeoGebra ile üçgenin inşa sürecinin öğrenciler tarafından süreci yöneten bir rolde gerçekleştirilmesinin yapılandırmacılık kuramına uygun bir öğrenme ortamı oluşturduğu düşünülmektedir.

## 5.2. Öneriler

Ortaokul Matematik Dersi 5-8. Sınıflar Öğretim Programında yer alan "8.3.1.4. Yeterli sayıda elemanın ölçüleri verilen bir üçgeni çizer." kazanımına uygun, "7. Sınıf öğrencilerinin kağıt-kalem ve GeoGebra ortamında üçgeni inşa etme süreçleri nasıldır?" sorusunun incelendiği bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

- ✓ İnşa süreçlerinin kağıt-kalem ortamındaki etkinlikleri için öğrencilere pergel ile gerçekleştirilecek inşa eğitimi verilerek benzer bir uygulama yapılabilir.
- ✓ İnşa süreçlerindeki kağıt-kalem ve yazılım sıralaması iki farklı çalışma grubuyla çalışılarak uygulanabilir. Grupların birinde önce yazılım ortamında daha sonra kağıt-kalem ortamında inşa süreçleri, diğer grup ile önce kağıt-kalem ortamında daha sonra yazılım ortamında inşa süreçleri gerçekleştirilerek deneysel bir çalışma yapılabilir.
- ✓ Okullarda yürütülen matematik dersi uygulamaları için okullardaki bilişim teknolojileri sınıflarının kullanımını sağlayacak uygulamalar geliştirilerek, verilen



kazanıma uygun bir ders planı oluşturulabilir. Bu çalışmada üçgen inşa sürecinin araştırmada yer alan şekillerde derslerde yürütülmesi önerilmektedir.

- ✓ Üçgende açı-kenar ilişkisinin keşfedilmesini sağlayacak bir inşa süreci ile ilgili çalışma gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada açı-kenar ilişkisinin fark edildiği söylenebilse de net bir şekilde ifade edilmediği belirtilmiştir.
- ✓ Teknoloji ve matematiğin birlikte kullanılabilceği diğer kazanımlar hakkında benzer araştırmalar yapılabilir. Öğretim programında yer alan diğer kazanımlar için de bu çalışmadaki gibi öğrenme ortamları oluşturulabilir.
- ✓ Çalışmada 2 öğrencinin zihinsel süreçlerini yazılım ortamına yansıtılmaları sağlanmış ve bu ortamda yazılımın öğrenme sürecine nasıl hizmet ettiği anlaşılmaya çalışılmıştır. Araştırmanın katılımcıları genişletilerek benzer bir süreç yönetilip sürecin farklı boyutlarda incelenmesi yapılabilir.
- ✓ Bu çalışmada olduğu gibi motivasyonu yüksek tutan ders uygulamaları geliştirilerek, sınıflardaki teknoloji kullanımı artırılabilir.
- ✓ Öğretmenler dinamik geometri yazılımlarını sadece lise ve üniversitelerde, ileri derecede matematik gerektiren konuların öğretimi sırasında değil, ilkokul ve ortaokul çağında geometrik kavramların buluş yoluyla öğretimi için kullanmalıdırlar.
- ✓ Milli Eğitim Bakanlığının son dönemlerde üzerinde durduğu EBA (Eğitim Bilişim Ağı) platformunda, GeoGebra gibi dinamik yazılım uygulamalarına yer verilerek öğretmenlerin ve öğrencilerin derslerde teknoloji kullanma becerileri geliştirilebilir.
- ✓ Okulların teknolojik donanımı artırılarak öğrencilerin matematik yazılımlarını kullanmaları sağlanmalıdır.
- ✓ Öğrenciler dinamik geometri yazılımı kullanılan öğrenme ortamlarında süreci kendisi planlayan yani matematikçi gibi davranan etkin bir rolde olmalıdır.
- ✓ Günümüzde öğretim programlarındaki kuramlar değişse de sınıf yapılarından, ders kitaplarında yer alan etkinliklere kadar geleneksel yapının izlerinin taşındığı yadsınamaz bir gerçektir. Ayrıca teknolojinin bu kadar geliştiğinden söz edilmesine rağmen, bu gelişmenin sınıf ortamlarına yansımadağı görülmektedir ve sınıflarda gerekli teknolojik donanım olsa da nasıl kullanılacağı konusunda akıllarda birçok soru vardır. Yapılandırmacılık kuramı, günümüz öğretim programlarının felsefesine ışık tutmaktadır. Bu felsefeye göre, öğretim öğrenci merkezli yürütülmelidir. Yapılandırmacılık kuramına göre öğrenci merkezli eğitim değerlidir ve teknoloji, öğrenci merkezli öğrenme ortamları için güçlü bir araç olarak değerlendirilmelidir. Öğrencilerin matematik ile teması kitaplardaki soruların çözümü gibi uygulamalar ile

kısıtlı kalmamalıdır. Bu nedenle öğretim programlarındaki konuların kapsamı çerçevesinde teknoloji destekli ortamlarla yapılandırmacılık kuramına uygun, öğrencilerin kendi öğrenmelerini gerçekleştirebileceği mikro dünyalar yaratılmalıdır.

## KAYNAKÇA

- Akgül, A. (2014). Ortaokul 6, 7 ve 8. sınıflarda geometrik cisimlerin alan ve hacimlerinin öğretiminde Cabri 3D yazılımının öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi. (Yüksek lisans tezi) Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Akuysal, N. (2007). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin 7. sınıf ünitelerindeki geometrik kavramlardaki yanılgıları. (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Altun, M. (2010). *İlköğretim ikinci kademe matematik öğretimi*. İstanbul: Alfa Yayınları
- Aydoğan, A. (2007). Dinamik geometri yazılımlarının açık uçlu araştırmalarla birlikte altıncı sınıf düzeyinde çokgenler ve çokgenlerde eşlik-benzerlik üzerine etkisi. (Yüksek lisans tezi) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Baki, A. (2001). Bilişim teknolojisi ışığı altında matematik eğitiminin değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 149, 26-31.
- Baki, A., Güven, B. ve Karataş, İ. (2004). Dinamik geometri yazılımı cabri ile keşfederek matematik öğrenme. V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiri Kitabı, Cilt II, 884-891, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Balacheff, N., ve Kaput, J. J. (1996). Computer-based learning environments in mathematics. In A.J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, ve C. Laborde, (Ed.), *International Handbook of Mathematics Education* (429–501). Dordrecht: Kluwer.
- Barutcu Akyar, K. (2010). Öklid Geometrisi öğretiminde dinamik geometri yazılımları kullanmanın 11. sınıf öğrencilerinin geometriye yönelik tutumlarına ve akademik başarılarına etkileri. (Yüksek lisans tezi) Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Başaran Şimşek, E. (2012). Dinamik geometri yazılımı kullanmanın ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına ve uzamsal yeteneklerine etkisi. (Yüksek lisans tezi) Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Buchberger, B. (1990). Should students learn integration rules?, *Sigsam Bulletin*, 24(1), 10–17.
- Cheung, L. H. (2011). Enhancing students' ability and interest in geometry learning through geometric constructions. (Doktora Tezi) The University of Hong Kong, Hong Kong, Çin.
- Clark, D. L. (2004). The effect of using computer-aided instruction to assist high school geometry students achieve higher levels of success on the Florida Competency Achievement Test. (Yüksek lisans tezi) University Of Cincinnati, Ohio
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed method approaches*. Thousand Oaks California: Sage Publications.
- Çepni, S. (2012). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.

- Demirel, Ö., Seferoğlu, S. S. ve Yağcı, E. (2003). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Drijver P., Kieran, C. ve Mariotti M. A. (2010). Integrating technology into mathematics education: Theoretical perspectives. C. Hoyles and J. B. Lagrange (Ed.). *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain* (89-132). Boston: Springer
- Duatepe, A. (2000, Eylül). Van Hiele geometrik düşünme seviyeleri üzerine niteliksel bir araştırma. Sözel bildiri, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Duatepe Paksu, A. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının geometrik yapılara ilişkin çizim becerilerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(3), 827-840.
- Duval R., (1998). Geometry from a cognitive point a view. C. Mammana ve V. Villani (Ed.) *Perspectives on the teaching of geometry for the 21st Century* (37-52) Dordrecht/Boston: Kluwer Academic Publishers
- Ekiz, D. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Erduran, A. ve Yeşildere, S. (2010). Geometrik yapıların inşasında pergel ve çizgecin kullanımı. *İlköğretim Online*, 9(1), 331-345.
- Fey, J. T. (1984). *Computing and Mathematics: The Impact on Secondary School Curricula*. College Park: The University of Maryland.
- Filiz, M. (2009). Geogebra ve cabri geometri II dinamik geometri yazılımlarının web destekli ortamlarda kullanılmasının öğrenci başarısına etkisi. (Yüksek lisans tezi) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Furinghetti, F. ve Paola, D., (2003). To produce conjectures and to prove them within a dynamic geometry environment: a case study. *Proceedings of PME 27: Psychology of Mathematics Education 27th International Conference*, 2, 397–404, Honolulu, USA.
- GeoGebra Resmi İnternet Sitesi (2017). <https://www.geogebra.org/about>. sayfasından elde edilmiştir.
- Goldin, G. A. (2000). A scientific perspective on structured, task based interviews in mathematics education research. İçinde A. E. Kelly ve R.A. Lesh (Ed.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (517-545). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Gül, B. (2014). Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin üçgenler konusundaki matematik başarıları ile van Hiele geometri düşünme düzeyleri ilişkisinin incelenmesi. (Yüksek lisans tezi) Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Gür, H. ve Kobak Demir, M. (2017). Pergel-cetvel kullanarak temel geometrik çizimlerin öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeylerine ve tutumlarına etkisi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama Dergisi*, 13(1), 88-110.

- Güven, B. (2002). Dinamik geometri yazılımı cabri ile keşfederek geometri öğrenme. (Yüksek lisans tezi) Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Güven, B ve Karatas, İ. (2003). Dinamik geometri yazılımı cabri ile geometri öğrenme: Öğrenci görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 2(2) , 67-78.
- Güven, B. ve Karataş, İ. (2005). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile oluşturmacı öğrenme ortamı tasarımı: Bir model. *İlköğretim Online*, 4(1),62-72.
- Güven, B. ve Karataş, İ. (2009). Dinamik geometri yazılımı cabri'nin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının geometrik yer problemlerindeki başarılarına etkisi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*. 42(1), 1-31.
- Güven, B. ve Kosa, T. (2008). The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualization skills. *The Turkish Online Journal of Educational Technology- TOJET*, 7(4), 100-107.
- Hacısalıhoğlu Karadeniz, M. ve Akar, Ü. (2014). Dinamik geometri yazılımının açıortay ve kenarortay öğretiminde meslek lisesi öğrencilerinin başarılarına etkisi. *Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 74-94.
- Hangül, T. ve Üzel, D. (2010). Bilgisayar destekli öğretimin (BDÖ) 8. sınıf matematik öğretiminde öğrenci tutumuna etkisi ve BDÖ hakkında öğrenci görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 154-176.
- Henson, K. T. (2003). Foundations for learner-centered educational: A knowledge base. *Education*, 124(1), 5-16.
- Heid, M. K. (1997). The technological revolution and the reform of school mathematics, *American Journal of Education*, 106(1), 5-61.
- Hollebrans, K. F. (2007). The role of a dynamic software program for geometry in the strategies high school mathematics students employ. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(2), 164-192.
- Hoyles, C. (1995). Thematic chapter: Exploratory software, exploratory cultures? A. Disessa, C. Hoyles ve R. Noss (Ed.), *Computers and exploratory learning* (199-219). Berlin: Springer.
- İç, Ü. ve Demirkol, T. (2008). Ortaöğretim öğrencilerinin üçgenler konusundaki temel hataları ve kavram yanlışları. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 3(3), 445-454.
- İçel, R. (2011). Bilgisayar destekli öğretimin matematik başarısına etkisi: Geogebra örneği. (Yüksek Lisans Tezi) Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Jones, K. (2001). Providing a foundation for deductive reasoning: Students' interpretations when using dynamic geometry software and their evolving mathematical explanations. *Educational Studies in Mathematics*, 44, 55-85.

- Kaplan, A. ve Hızarcı, S. (2005). Matematik öğretmen adaylarının üçgen kavramı ile ilgili bilgi düzeyleri. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 472-478.
- Karakuş, F. (2014). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının geometrik inşaa etkinliklerine yönelik görüşleri. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 7(4), 408-435.
- Kelly, B. (2003). The emergence of technology in mathematics education. İçinde G.M.A. Stanic ve J. Kilpatrick (Ed.), *A History of School Mathematics (1037–1081)*. Reston: NCTM.
- Kilpatrick, J. ve Davis, R. B. (1993). Computers and curriculum change in mathematics. İçinde C. Keitel ve K. Ruthven (Ed.), *Learning from computers (203-221)*. Berlin: Springer.
- Koichu, B. (2009, Mayıs). What can pre-service teachers learn from interviewing high school students on proof and proving?. *ICMI Study 19 Conference: Proof and Proving in Mathematics Education, Volume 2*, Taipei, Taiwan.
- Koichu, B., ve Harel, G. (2007). Triadic interaction in clinical task-based interviews with mathematics teachers. *Educational Studies in Mathematics*, 65(3), 349-365.
- Konyalıoğlu, A. C. (2013). Matematik öğretmen adaylarının geometri alan bilgilerinin hata yaklaşımı ile incelenmesi. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 45-62.
- Kümbetoğlu, B. (2005). *Sosyolojide ve antropolojide niteliksel yöntem ve araştırma*. İstanbul: Bağlam Yayınları
- Laborde, C. (2003). Technology used as a tool for mediating knowledge in the teaching of mathematics: the case of cabri geometry. W.C Yang, S.C. Chu, T. Alvis ve M.G. Lee (Ed.), *Proceedings of the 8th asian technolgt conference in mathematics (23-38)*. Taiwan: ROC
- Maher, C. A., ve Sigley, R. (2014). Task based interview in mathematics education. İçinde S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education (579-582)*. London: Springer.
- Merriam, S. B. (1990). *Qualitative research and case study applications in education*, San Francisco: Jossey-Bass.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber*. (S. Turan, Çev. Ed.) Ankara: Nobel Yayıncılık
- Miles, M. B., ve Huberman, A. M. (1994). *Quality data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013). Ortaokul matematik dersi 5, 6, 7 ve 8. sınıflar öğretim programı. <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx> sayfasından elde edilmiştir.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O. ve Foy, P. (2005). *IEA's TIMSS 2003 International report on achievement in the mathematics cognitive domains: Finding from a developmental project*. Boston: TIMSS ve PIRLS International Study Lynch School of Education.

- Öçal, M. F., ve Şimşek, M. (2017). Pergel-çizgeç ve geogebra inşaları üzerine: Öğretmenlerin geometrik inşa süreçleri ve görüşleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(1), 219-262.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Pea, R. (1985). Beyond amplification: Using the computer to reorganize mental functioning. *Educational Psychologist*, 20(4), 167-182.
- Samur, H. (2015). The effects of dynamic geometry use on eighth grade students' achievement in geometry and attitude towards geometry on triangle topic. (Yüksek lisans tezi) Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Selçik, N. ve Bilgici, G. (2011). GeoGebra yazılımının öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(3), 913-924.
- Sulak, S. A. (2002). Matematik dersinde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarı ve tutumlarına etkisi. (Yüksek lisans tezi) Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Tall, D. (1990). Inconsistencies in the learning of calculus and analysis. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 12(4), 49-63.
- Tsamir, P., Tirosh, D., Levenson, E., Barkai, R. ve Tabach, M. (2015). Early-years teachers' concept images and concept definitions: Triangle, circles and cylinders. *ZDM Mathematics Education*, 47, 497-509.
- Türk Dil Kurumu (2017). Geometri sözlük anlamı. <http://www.tdk.gov.tr>. adresinden elde edildi.
- Türnüklü, E. (2009). Some obstacles on the way of constructing triangular inequality. *Education and Science*, 34(152), 174-181.
- Uygun, T. ve Akyüz, D. (2016). Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının üçgenler konusunda tanım oluşturma sürecindeki öğrenmeleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(4), 2002-2022.
- Uzun, N. (2013). Dinamik geometri yazılımlarının bilgisayar destekli öğretim ve akıllı tahta ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamlarında kullanımının öğrencilerin akademik başarısına, uzamsal görselleştirme becerisine ve uzamsal düşünme becerisine ilişkin tutumlarına etkisi. (Yüksek lisans tezi) Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Vatansever, S. (2007). İlköğretim 7.sınıf geometri konularını dinamik geometri yazılımı geometer's sketchpad ile öğrenmenin başarıya, kalıcılığa etkisi ve öğrenci görüşleri. (Yüksek lisans tezi) Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Yavuzsoy Köse, N., Tanışlı, D., Özdemir Erdoğan, E. ve Yüzügüllü Ada, T. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının teknoloji destekli geometri dersindeki geometrik oluşum edinimleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(3), 102-121.

- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, A. (2016). The geometric construction abilities of gifted students in solving real-world problems: A case from Turkey. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 53-67.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, California: Sage Publications.



**EKLER**

**EK-A: GeoGebra Değerlendirme Soruları**

- 1- 1 br uzunluğunda bir doğru parçası oluşturunuz ve doğru parçasının serbest ucunu oynatınız. Bu uçtaki noktanın izini açınız (sağ tuş – izi aç). Hangi geometrik şekli elde ettiniz? Neden?
  
- 2- Koordinat sisteminde bir nokta oluşturunuz ve bu noktanın sırasıyla x-ekseni, y-ekseni ve  $y=x$  doğrusuna göre yansımasını alınız. Nokta ile oynayarak herhangi bir sıralı ikilinin yansıtılması halinde bileşenlerinin nasıl değiştiğini açıklamaya çalışınız.
  
- 3- Bir dörtgen oluşturarak iç açılarını belirleyiniz. Açı isimlerini özelliklerden a,b,c,d olarak değiştiriniz. Bu açıları giriş bölümünde toplayınız. Dörtgenin köşelerinin konumunu değiştirerek farklı dörtgenler oluşturunuz. Gözlemlerinizi ve vardığınız sonucu yazınız.
  
- 4- Hangi köşesinden tutularak sürüklenirse sürüklensin hep dikdörtgen olarak kalan bir şekil oluşturunuz. Bu tasarım ile oynayarak hangi şekil ya da şekilleri elde edebilirsiniz? Sebebini açıklayınız.
  
- 5- Noktaları ile oynadığımızda sürekli ikizkenar üçgen kalan bir üçgen çiziniz ve açılarını belirleyerek köşelerini oynatınız. Gözlemlerinizi yazınız.

## Ek-B: GeoGebra Eğitim Süreci İçin Belirlenen Haftalık Ders Kazanımları

### 1. Hafta:

- GeoGebra araçları tanıtıldı.
- Nokta, doğru, doğru parçası, ışın araçları kullanıldı.
- Çokgen aracı kullanıldı.
- Çember aracı kullanıldı.

### 2. Hafta:

- Bir doğruya paralel ve dik doğrular oluşturuldu.
- İki doğrunun, doğru parçasının ve ışının kesim noktaları belirlendi.

### 3. Hafta:

- Dikdörtgen, kare, üçgen oluşturuldu.
- Açı oluşturuldu.
- Çokgen oluşturup açıları ölçüldü.

### 4. Hafta:

- Çokgen oluşturulup kenar uzunlukları, alanları ve açı ölçüleri bulundu.

### 5. Hafta:

- Verilen uzunlukta doğru parçası oluşturuldu.
- Verilen ölçüde açı oluşturuldu.

### 6. Hafta:

- Geometrik şekillerin öteleme, yansıma ve dönme altındaki görüntüleri oluşturuldu.

### 7. Hafta:

- Metin ve resim eklendi. Yaptıkları işlemleri anlatan tasarımlar gerçekleştirildi.

### 8. Hafta:

- Farklı dörtgenler oluşturularak iç açıları toplamını gösteren tasarım yapıldı.
- Üçgenin iç açıları toplamını gösteren tasarımlar yapıldı.

### 9. Hafta:

- Sürgü tanıtıldı.
- Uzunluğu sürgülerle kontrol edilebilen doğru parçaları yapıldı.
- Açı ölçüsü sürgü ile kontrol edilebilen açılar oluşturuldu.
- Yarıçap uzunluğu sürgü ile kontrol edilebilen çember oluşturuldu.

### 10. Hafta:

- Öğrencilerin öğrendiklerini değerlendirmek amacıyla değerlendirme sınavı yapıldı.

## Ek C: Üçgen İnşaları İçin Hazırlanan Görev Temelli Görüşme Formu

### ÜÇGEN OLUŞTURMALARI

#### KAĞIT-KALEM ORTAMI

#### İki Açısı ve Bu Açıların Arasındaki Kenar Uzunluğu Bilinen Üçgen

##### Görev-1:

$|AB| = 5 \text{ cm}$  ,  $s(A) = 50^\circ$  ve  $s(B) = 70^\circ$  olan üçgeni çiziniz.

- $|AB| = 5 \text{ cm}$  olan doğru parçasını çiziniz.
- $s(A) = 50^\circ$  olan açıyı oluşturunuz.
- $s(B) = 70^\circ$  olan açıyı oluşturunuz.
- Oluşturduğunuz ışınların kesiştiği noktaya C noktası ismini verip üçgeni oluşturunuz.

##### Görev-2:

$|AB| = 4 \text{ cm}$  ,  $s(A) = 89^\circ$  ve  $s(B) = 92^\circ$  olacak şekilde üçgen çizilebilir mi? Neden?

##### Sorular:

- $|AB| = 5 \text{ cm}$  ,  $s(A) = 50^\circ$  ve  $s(B) = 70^\circ$  olan üçgen tek midir? Neden?
- Bir üçgenin kenar uzunlukları ile açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki olabilir?

## KAĞIT-KALEM ORTAMI

### İki kenarı ve Bu Kenarların Arasındaki Açısı Verilen Üçgen

#### Görev-3:

$|AB| = 5$  cm,  $|AC| = 3$  cm ve  $s(CAB) = 60^\circ$  olan üçgeni çiziniz.

- Köşe noktası A noktası olan  $60^\circ$  lik bir açı oluşturunuz.
- Pergeli 5 cm açarak uçunu A noktasına koyunuz ve açının bir kolunu kesiniz.
- Pergeli 3 cm açarak uçunu A noktasına koyunuz ve açının diğer kolunu kesiniz.
- Üçgeni oluşturunuz.

#### Görev-4:

$|AB| = 4$  cm,  $|AC| = 5$ cm ve  $s(CAB) = 50^\circ$  olan üçgeni çiziniz.

#### Sorular:

- $|AB| = 5$  cm,  $|AC| = 3$  cm ve aralarındaki açısı  $60^\circ$  olan üçgen tek midir? Neden?
- Bir üçgenin kenar uzunlukları ile açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki olabilir?

## KAĞIT-KALEM ORTAMI

### Üç Kenar Uzunluğu Verilen Üçgen

#### Görev-5:

$|AB| = 4$  cm  $|BC| = 5$  cm ve  $|AC| = 7$  cm olan üçgeni çiziniz.

- $|AB| = 4$  cm olan doğru parçasını çiziniz.
- Pergeli 5 cm açarak A noktasına koyup bir çember çiziniz.
- Pergeli 7 cm açarak B noktasına koyup bir çember daha çiziniz.
- İki çemberin kesiştikleri noktaya C noktası adını verip üçgeni oluşturunuz.

#### Görev-6:

$|AB| = 3$ ,  $|BC| = 5$  ve  $|AC| = 8$  cm olacak şekilde üçgen çizilebilir mi? Neden?

#### Sorular:

- $|AB| = 4$  cm  $|BC| = 5$  cm ve  $|AC| = 7$  cm olan üçgen tek midir? Neden?
- Bir üçgenin kenar uzunlukları ile açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki olabilir?
- Bir üçgenin kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki olabilir?

## BİLGİSAYAR ORTAMI

### İki Açısı ve Bu Açıların Arasındaki Kenar Uzunluğu Bilinen Üçgen

#### Görev-1:

Kağıt kalem ortamında yaptığımız  $|AB| = 5 \text{ cm}$  ,  $s(A) = 50^\circ$  ve  $s(B) = 70^\circ$  olan üçgeni çiziniz.

- 0 ile 10 arasında değişen bir değişken oluşturunuz ve ismi a olsun. 0 ile  $180^\circ$  arasında değişen iki açı değişkeni oluşturunuz ve isimleri k ve m olsun.
- a uzunluğunda doğru parçası yapınız.
- Doğru parçasının bir köşesinden k açılı bir açı oluşturunuz ve  $\overline{AC}$  çiziniz.
- Doğru parçasının diğer köşesinden m açılı bir açı oluşturunuz ve  $\overline{BC}$  çiziniz.
- İki ışının kesim noktasını bulunuz ve çokgeni oluşturunuz.

Değişkenler ile oynayarak ile oynayarak bir kenarı 5 cm ve uçarındaki açılar  $50^\circ$  ve  $70^\circ$  olan üçgeni oluşturunuz.

#### Görev-2:

$|AB| = 4 \text{ cm}$  ,  $s(A) = 89^\circ$  ve  $s(B) = 92^\circ$  olacak şekilde üçgen oluşturulabilir mi? Neden?

Değişkenler ile ve üçgenle oynayarak gözlemlerinizi söyleyiniz.

#### Sorular:

- $|AB| = 5 \text{ cm}$  ,  $s(A) = 50^\circ$  ve  $s(B) = 70^\circ$  olan üçgen tek midir? Neden?
- Bir üçgenin kenar uzunlukları ile açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki olabilir?

## BİLGİSAYAR ORTAMI

### İki kenarı ve Bu Kenarların Arasındaki Açısı Verilen Üçgen

#### Görev-3:

$|AB| = 5$  cm,  $|AC| = 3$  cm ve  $s(CAB) = 60^\circ$  olan üçgeni çizin.

- a ve b isimli ve 0 ile 10 arasında değişen iki değişken oluşturunuz. k isimli bir açı değişkeni oluşturunuz.
- a uzunluğunda bir doğru parçası oluşturunuz.
- Bu doğru parçasının bir ucundan k açılı bir açı oluşturunuz ve  $\overline{AC}$  çizin.
- A noktasından b yarıçaplı bir çember çizin ve ışın ile kesim noktasını bulunuz.
- Çokgeni oluşturunuz.

Değişkenler ile oynayarak  $|AB| = 5$  cm,  $|AC| = 3$  cm ve aralarındaki açı  $s(CAB) = 60^\circ$  olan üçgeni oluşturunuz.

#### Görev-4:

$|AB| = 4$  cm ve  $|AC| = 5$  cm olan ve aralarındaki açısı  $50^\circ$  olan üçgeni oluşturunuz.

#### Sorular:

- 1) Kenar uzunlukları  $|AB| = 5$  cm,  $|AC| = 3$  cm ve aralarındaki açı  $s(CAB) = 60^\circ$  olan üçgen ile oynayınız. Bu üçgen tek midir? Neden?
- 2) Bir üçgenin kenar uzunlukları ile açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki olabilir?



## BİLGİSAYAR ORTAMI

### Üç Kenar Uzunluğu Verilen Üçgen

#### Görev-5:

$|AB| = 4$  cm  $|BC| = 5$  cm ve  $|AC| = 7$  cm olan üçgeni çiziniz.

- a, b ve c isimli 0 ile 10 arasında değişen değişkenler yapınız.
- a uzunluğunda bir doğru parçası çiziniz.
- Yukarıdaki doğru parçasının bir ucunu merkez kabul eden b yarıçaplı bir çember çiziniz.
- Doğru parçasının diğer ucunu merkez kabul eden c yarıçaplı bir çember çiziniz.
- Sürgüler ile oynayarak çemberleri kesiştirin ve kesim noktasını oluşturunuz.
- Çokgeni seçerek üçgeni oluşturunuz.

Değişkenler ile oynayarak  $|AB| = 4$  cm,  $|BC| = 5$  cm ve  $|AC| = 7$  cm olan üçgeni oluşturunuz.

#### Görev-6:

$|AB|=3$ ,  $|BC|=5$  ve  $|AC| = 8$  cm olacak şekilde üçgen oluşturulabilir mi? Neden?

#### Sorular:

- $|AB| = 4$  cm  $|BC| = 5$  cm ve  $|AC| = 7$  cm olan üçgen tek midir? Neden?
- Bir üçgenin kenar uzunlukları ile açı ölçüleri arasında nasıl bir ilişki olabilir?
- Bir üçgenin kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki olabilir?

## Ek-D: İlk Pilot Uygulamadaki Görev Temelli Görüşme Formu

### ÜÇGEN OLUŞUMLARI

#### 1. KAĞIT-KALEM ORTAMI

##### ➤ Bir Kenarı ve İki Açısı Verilen Üçgen

- 1)  $|AB| = 5$  cm,  $s(A) = 50^\circ$  ve  $s(B) = 70^\circ$  olan üçgeni çiziniz.
- 2)  $|AB| = 5$  cm doğru parçasını çiziniz.
- 3)  $s(A) = 50^\circ$  açığı oluşturunuz.
- 4)  $s(B) = 70^\circ$  açığı oluşturunuz.
- 5) Oluşturduğunuz ışınların kesiştiği noktaya C noktası ismini verip üçgeni oluşturunuz.
- 6) Bir kenar uzunluğu verilen üçgenin çizilebilmesi için açılardan en az kaç tanesinin ölçüsü verilmelidir? Neden?
- 7)  $|AB| = 5$  cm ,  $s(A) = 50^\circ$  ve  $s(B) = 70^\circ$  olan üçgen tek midir? Neden?

➤ **İki kenarı ve Bu Kenarların Arasındaki Açısı Verilen Üçgenin Çizimi**

- 1)  $|AB| = 5$  cm,  $|AC| = 3$  cm ve  $s(CAB) = 60^\circ$  olan üçgeni çiziniz.
- 2)  $60^\circ$  lik köşe noktası A olan bir açı oluşturunuz.
- 3) Pergeli 5 cm açarak uçunu A noktasına koyunuz ve açının bir kolunu kesiniz.
- 4) Pergeli 3 cm açarak uçunu A noktasına koyunuz ve açının diğer kolunu kesiniz.
- 5) Üçgeni oluşturunuz.
- 6) İki kenar uzunluğu verilen bir üçgenin çizilebilmesi için kaç açıyı bilmeliyiz?
- 7)  $|AB| = 5$  cm,  $|AC| = 3$  cm ve aralarındaki açısı  $60^\circ$  olan üçgen tek midir? Neden?

➤ **Üç Kenar Uzunluğu Verilen Üçgenin Çizimi**

- 1)  $|AB|=4$  cm  $|BC|=5$  cm ve  $|AC|=7$  cm olan üçgeni çiziniz.
- 2)  $|AB|=4$  cm çiziniz.
- 3) Pergeli 5 cm açarak A noktasına koyup bir çember çiziniz.
- 4) Pergeli 7 cm açarak B noktasına koyup bir çember daha çiziniz.
- 5) İki çemberin kesiştikleri noktaya C noktası adını verip üçgeni oluşturunuz.
- 6) Çemberleri çizerken kullandığınız pergelin kolları arası uzaklık ile üçgenin kenar uzunlukları arasında nasıl bir ilişki olduğunu söyleyiniz.
- 7)  $|AB|=4$  cm  $|BC|=5$  cm ve  $|AC|=7$  cm olan üçgen tek midir? Neden?

## 2. BİLGİSAYAR ORTAMI

### ➤ Bir Kenarı ve İki Açısı Verilen Üçgen

Kağıt kalem ortamında yaptığımız  $|AB| = 5 \text{ cm}$  ,  $s(A) = 50^\circ$  ve  $s(B) = 70^\circ$  olan üçgeni çizin.

- 1) 0 ile 10 arasında değişen bir değişken oluşturunuz ve ismi a olsun. 0 ile  $180^\circ$  arasında değişen iki açı değişkeni oluşturunuz ve isimleri k ve m olsun.
- 2) a uzunluğunda doğru parçası yapınız.
- 3) Doğru parçasının bir köşesinden k açılı bir açı oluşturunuz ve AC ışınını çizin.
- 4) Doğru parçasının diğer köşesinden m açılı bir açı oluşturunuz ve BC ışınını çizin.
- 5) İki ışının kesim noktasını bulunuz ve çokgeni oluşturunuz.
- 6) Değişkenler ile oynayarak ile oynayarak bir kenarı 5 cm ve uçarındaki açılar 50 ve 70 olan üçgeni oluşturunuz. Üçgen oluştu mu? Neden?
- 7) Değişkenler ile ve üçgenle oynayarak gözlemlerinizi yazınız.
- 8) Buraya kadar yaptıklarınız ile pergeli-cetveli kullanarak yaptıklarınız arasında ne gibi benzerlikler var?

➤ **İki kenarı ve Bu Kenarların Arasındaki Açısı Verilen Üçgen**

$|AB| = 5$  cm,  $|AC| = 3$  cm ve  $s(CAB) = 60^\circ$  olan üçgeni çizin.

- 1) a ve b isimli ve 0 ile 10 arasında değişen değişkenler oluşturunuz. k isimli bir açı değişkeni oluşturunuz.
- 2) a uzunluğunda bir doğru parçası oluşturunuz.
- 3) Bu doğru parçasının bir ucundan k açılı bir açı oluşturunuz ve AC ışınını çizin.
- 4) A noktasından b yarıçaplı bir çember çizin ve ışın ile kesim noktasını bulunuz.
- 5) Çokgeni oluşturunuz.
- 6)  $|AB| = 5$  cm,  $|AC| = 3$  cm ve  $s(CAB) = 60^\circ$  olan üçgen oluştu mu? Neden?
- 7) Buraya kadar yaptıklarınız ile pergel-cetvel kullanarak yaptıklarınız arasında ne gibi benzerlikler var?

➤ **Üç Kenar Uzunluğu Verilen Üçgen**

$|AB| = 4$  cm  $|BC| = 5$  cm ve  $|AC| = 7$  cm olan üçgeni çiziniz.

1) a, b ve c isimli 0 ile 10 arasında değişen değişkenler yapınız.

2) a uzunluğunda bir doğru parçası çiziniz.

3) Yukarıdaki doğru parçasının bir uzunluğunu merkez kabul eden b yarıçaplı bir çember çiziniz.

4) Doğru parçasının diğer uçunu merkez kabul eden c yarıçaplı bir çember çiziniz.

5) Sürgüler ile oynayarak çemberleri kesiştiriniz ve kesim noktasını oluşturunuz.

6) Çokgeni seçerek üçgeni oluşturunuz.

7) Kenar uzunlukları  $|AB| = 4$  cm  $|BC| = 5$  cm ve  $|AC| = 7$  cm olan üçgen oluştu mu?  
Neden?

8) Buraya kadar yaptıklarınız ile pergel-cetvel kullanarak yaptıklarınız arasında ne gibi benzerlikler var?

9) a, b ve c kenarlarına sahip bir üçgeni elde etmek için ne yapmak gerekir?

10) Değişkenler ve üçgen ile oynayarak gözlemlerinizi söyleyiniz.

### Ek E: Özgeçmiş Formu

<b>Kişisel Bilgiler</b>	
Adı	Kazım Çağlar
Soyadı	ŞENGÜN
Doğum yeri ve tarihi	MUĞLA-07.01.1990
Uyruğu	T.C.
E-mail adresi	caglarsengun@gmail.com
<b>Eğitim</b>	
İlkokul	Kıbrıs İlköğretim Okulu
Ortaokul	Tek Mehmet Akif Ersoy İlköğretim Okulu
Ortaöğretim	Muğla Anadolu Öğretmen Lisesi
Yükseköğretim (Lisans)	Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü
<b>Yabancı dil</b>	
Yabancı dil adı –SINAV ADI-Sınavın Yapıldığı ay ve yıl	Alman puan
İngilizce-Yökdil	82.50
İngilizce- ÜDS	70.00
<b>(Varsa) Mesleki Deneyim</b>	
Yıl (lar)	Mesleki deneyim
2013-...	MEB- Matematik Öğretmeni