

## The Role of GeoGebra in Determining Conceptual Mistakes in Geometry Questions

Mehmet Fatih ÖÇAL\*

Received date: 08.08.2017

Accepted date: 07.12.2017

### Abstract

It is possible for teaching materials used in geometry courses to involve knowledge and questions with conceptual mistakes. These might result in students' mistakes and misconceptions during learning geometry. Considering that the teachers and pre-service teachers as future's teachers need to recognize these mistakes and take necessary precautions, the purpose of this study was to investigate pre-service teachers' processes of realizing the geometry questions which involves the conceptual mistakes by means of GeoGebra constructions and their opinions towards the geometric constructions they generated for these questions. This study was single case study. The participants of this study composed of 32 pre-service teachers who received GeoGebra training and enrolled in a university located at East Anatolian Region. The data collection tools were three-tier Geometry Mistake Recognition Test (GHIT), GeoGebra files involving the constructions of questions in GHIT, GeoGebra Construction Comparison Test (GİKT) which participants were to compare their answers, Opinion Questionnaire (GA) and semi-structured interviews. The content analysis method was used in the data analysis. In addition, descriptive statistics involving frequency and percentage tables were also utilized. According to the findings of the study, it was observed that none of the pre-service teachers could recognize the conceptual mistakes in the static environment, whereas in the comparison test, at least three-fourth of pre-service teachers noticed such mistakes by means of GeoGebra. In this context, it can be stated that GeoGebra was useful software for determining the mistakes that may lead to misconceptions among students.

**Keywords:** Conceptual mistakes, geometry, geogebra, geometric constructions

\* Ağrı İbrahim Çeçen University, Faculty of Education, Department of Science and Mathematics Education, Ağrı, Turkey; fatihocal@gmail.com

# Geometri Sorularındaki Kavramsal Hataları Belirlemede GeoGebra'nın Rolü

Doi numarası: 10.17556/erziefd.333638

**Mehmet Fatih ÖÇAL\***

**Geliş tarihi: 08.08.2017**

**Kabul tarihi: 07.12.2017**

## Öz

Geometri derslerinde kullanılan öğretim materyallerinde kavramsal hatalara sahip bilgi ve soruların bulunması mümkündür. Bunlar ise geometri öğreniminde, öğrencilerin hatalara ve kavram yanlışlarına düşmesine sebep olabilir. Öğretmenlerin ve geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının bu hataları fark edip gerekli tedbirleri alması gerektiği düşünüldüğünde, bu çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının kavramsal hatalar içeren geometri sorularını GeoGebra yardımı ile fark etme süreçlerini ve bu sorulara için oluşturdukları geometrik inşalara yönelik görüşlerini incelemektir. Bu çalışma tekli durum çalışması özelliğine sahiptir. Çalışmanın katılımcılarını Doğu Anadolu'da bir üniversitede GeoGebra eğitimi alan 32 matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmanın veri toplama araçlarını, üç boyutlu Geometri Hata Tespit Testi [GHTT], testteki soruları inşa ettikleri GeoGebra dosyaları, çözümlerindeki cevapları karşılaştırdıkları GeoGebra İnşaları Karşılaştırma Testi [GİKT], Görüş Anketi [GA] ve yarı yapılandırılmış mülakatlardan oluşmaktadır. Veri analizinde içerik analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır. Ayrıca frekans ve yüzde tabloları içeren betimsel istatistiklerden de yararlanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, statik ortamda öğretmen adaylarının hiçbiri kavramsal hataları fark edemedikleri, buna karşın karşılaştırma testinde öğretmen adaylarının en az dörtte üçünün GeoGebra yardımı ile hataları fark ettikleri gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, GeoGebra'nın öğrencilerde kavram yanlışlarına sebep olabilecek hataları belirlemede faydalı bir yazılım olduğu söylenebilir.

**Anahtar kelimeler:** Kavramsal hatalar, geometri, geogebra, geometrik inşalar

\* Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Ağrı, Türkiye; fatihocal@gmail.com

## 1. Giriş

Matematik ve geometri öğretiminin yapıldığı tüm öğrenim kademelerinde en temel amaçlardan birisi öğrencilerin konuları anlamlı öğrenmelerini sağlamaktır. Sınıf ortamında öğretmenler bu amaca ulaşmak için birçok yöntem, teknik ve öğretim materyalleri kullanmaktadır. Özellikle içerdiği kavramlar ve işlemlerden dolayı matematiğin soyut doğası (Beckmann, Thompson ve Rubenstein, 2010), matematik derslerinde öğretim materyallerinin kullanımının önemini arttırmıştır. Öğretim materyallerinin kullanımı, matematik ve geometri içeriğini öğrencilerin kavramalarını kolaylaştırma ve anlamlı öğrenmeyi sağlama noktalarında farklı yollar ve ortamlar sunmaktır (Heinich, Molenda ve Russell, 1993).

Yazılı materyal olarak değerlendirilen ders kitapları hem öğretmenler hem de öğrenciler için en temel öğretim materyalleri olarak kabul edilmektedir (Son ve Hu, 2016; Sood ve Jitendra, 2007). Öğretmenler derslerini seçilen bu ders kitaplarına göre planlamaktadır. Ayrıca öğrenciler bu kitapları öğretilen içerik için en güvenilir kaynak olarak değerlendirmektedirler (Kilpatrick, Swafford ve Findell, 2001). Bu yazılı materyaller öğrencilerin öğrendikleri içerikleri pekiştirmeleri için de kullanılmaktadır (Kerpiç ve Bozkurt, 2011). Kitaplar dışında kullanılan ve öğrencilerin öğrenilen konuları daha iyi kavramalarına yardımcı olan farklı öğretim materyalleri de bulunmaktadır. Özellikle geometri dersi için GeoGebra yazılımı bunlardan biridir (Pierce ve Stacey, 2011). GeoGebra yazılımı ile hazırlanan materyaller günümüzde sıklıkla kullanılan görsel öğretim materyali olarak görülmektedir (Kutluca ve Zengin, 2011). GeoGebra gibi yazılımların kullanımı gerek ulusal gerekse uluslararası öğretim programlarında desteklenmektedir (Common Core State Standards Initiative [CCSSI], 2010; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013a; 2013b; 2017; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Öğretmenlerin sınıfta öğretimi zenginleştirmek için GeoGebra yazılımını öğretim aktivitelerine doğru şekilde entegre etmesi öğrenciler için faydalı olacağı literatürde birçok çalışmada görüşmüştür (Öçal, 2017a; Özçakır, Aytakin, Altunkaya ve Doruk, 2015; Selçik ve Bilgici, 2011; Zengin, Furkan ve Kutluca, 2012). Öğretim esnasında kullanılan bu tür materyaller, öğrenciler arasında sıklıkla karşılaşılan öğrenme hataları ve kavram yanlışlarını engelleme veya azaltma amacıyla kullanılmaktadır (İnan, 2006).

Kullanılan materyallerin öğrenme-öğretme aktivitelerine yönelik ulaşılmak istenen bu amaçlar için farklı faydalar sunma noktasında alan yazındaki çalışmalar olumlu yönde ipuçları vermektedir (Hoi-Cheung, 2011; Kabaca, Çontay ve İymen, 2011; Önal ve Demir, 2013). Ama bunu sağlarken doğru materyallerin, doğru öğretim ortamında doğru şekilde sunulması ve kullanılması gerekliliği de bu amaçlara ulaşmak için önem arz etmektedir. Kavramsal olarak hatalı içeriklere sahip her türlü öğretim materyalinin sınıfta aktif olarak kullanılması öğrendikleri içeriğe yönelik hata veya kavram yanlışlarına sebep olması muhtemeldir. Matematiğin yığılmalı, yani bilgilerin birbiri üzerine kurularak öğrenildiği düşünüldüğünde (Yeşildere, 2004) öğrenme ortamında elde edilen hata veya kavram yanlışları öğrencilerin gelecekteki öğrenmelerini olumsuz yönde etkileyeceği açıktır (Kajader ve Lovric, 2009). Özellikle eğitim sistemimizdeki sınavların öneminden dolayı farklı yayınevleri birçok ders ve yardımcı kitaplar yayınlamaktadırlar. Bu bir yarış haline geldiği için test kitaplarında birçok hata veya kavram yanlışına sebep olabilecek durumlar içermektedir.

Bu bağlamda, çalışmanın amacı yazılı materyallerde bulunan ve kavramsal hata içeren iki geometri sorusunun matematik öğretmen adayları tarafından fark edilme sürecinde görsel öğretim materyallerinden olan GeoGebra yazılımının kullanımının rolü incelenmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının bu süreçte GeoGebra yazılımının rolüne yönelik görüşleri irdelenmiştir.

### 1.1. Teorik Çerçeve

Matematik ve geometri öğretiminde teknolojinin derslerde kullanılmasını hem ulusal hem de uluslararası öğretim programları desteklemektedir (CCSSI, 2010; MEB, 2013a; 2013b; 2017; NCTM, 2000). Ulusal matematik öğretim programlarımız göz önüne alındığında, bilgi iletişim teknolojilerinin kullanılması öğrencilere kazandırılması beklenen temel beceriler arasında

gösterilmektedir. Ayrıca özellikle geometri konusundaki bazı kazanımların kazandırılması için “uygun bilgi ve iletişim teknolojileri ile yapılacak etkileşimli çalışmalara yer verilebilir” (MEB, 2017, s. 39) ifadesi bulunmaktadır. GeoGebra yazılımı bir dinamik matematik yazılımı olarak değerlendirildiğinden dolayı (Hohenwarter ve Jones, 2007) özellikle geometri derslerinde öğrenciler ve öğretmenler için etkileşimli bir ortam sunar (Karakuş, 2014).

GeoGebra'nın dinamik matematik yazılımı olarak adlandırılmasının sebebi hem bilgisayar cebir sistemlerindeki hem de dinamik geometri yazılımlarındaki özelliklerini birlikte kullanıcılara sunmasıdır (Hohenwarter ve Jones, 2007; Öçal, 2017b). Yazılımda farklı pencerelerle çalışılabilmektedir. Bu pencerelerden biri iki ya da üç boyutta inşa penceresi iken diğeri cebir penceresidir. Bu pencereler etkileşimli olarak çalışmaktadır. Örneğin, inşa penceresinde yapılan sürükleme hareketindeki tüm değişiklikler cebir penceresinde cebirsel olarak görülmektedir. Yani inşa edilen bir üçgenin bir köşesinde yapılan sürükleme ile ortaya çıkan o noktaya bağlı doğru parçaları, açı ve diğer bağımlı öğelerde değişiklikler hem inşa protokolünde hem de cebir penceresinde gözlemlenebilmektedir. Cebir penceresinde belirtilen doğru parçaları ve açı matematiksel simgeler olarak görülmektedir. Bunların uzunluk, açı ve diğer bağımlı matematiksel yapılardaki değişiklikler sayısal olarak incelenebilmektedir.

GeoGebra yazılımı üzerinde yapılan uygulamalara “geometrik çizim”den ziyade “geometrik inşa” (Karakuş, 2014; Öçal ve Şimşek, 2017) ya da “geometrik oluşum” (Köse, Tanışlı, Erdoğan ve Ada, 2012; Köse, Uygun ve Özen, 2012) denmesi daha uygundur. Dinamik ortamda yapılan inşalar ile kağıt üzerinde yapılan çizimler bazı noktalardan farklılık gösterir. Kağıt üzerine yapılan çizimler statik özelliğe sahiptir ve değişikliğe uğramazlar (Tapan-BROUTIN, 2016). Dolayısıyla bu çizimlerdeki olası yanıltıcı durumları fark etmek zordur. Diğer taraftan, dinamik ortamda bir geometrik şeklin inşası yapıldıktan sonra herhangi bir parçasının değiştirilmesi ile istenilen geometrik şeklin özelliklerini kaybetmesi muhtemeldir (Tapan-BROUTIN, 2014). Ama gerekli önlemler alınırsa dinamik ortamdaki inşalar geometrik olarak hatalı veya yanıltıcı durumları içermezler. Geometrik inşalarda beklenen, inşası yapılan geometrik şekildeki herhangi bir öğesinin hareket ettirilmesi o şeklin geometrik özelliğine etkide bulundurmamasıdır. Yani her türlü sürükleme ve öge hareketlerinde o şeklin geometrik özelliklerini koruması esastır. Laborde (2004) geometrik inşalar yapılırken iki boyuta dikkat edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Öğretmenlerin öğrencilerden bir geometrik şekil inşasında öncelikle o geometrik şeklin geometrideki teorik ve uzay-grafiksel (*spatio-graphical*) özellikleri içermesi gerekmektedir. Yani bir karenin inşa edilmesi istenildiğinde teorik olarak tüm kenarların eşit ve ardışık iki kenar arasındaki açılarının  $90^\circ$  olması gerektiği gibi uzay-grafiksel özellikler olan karşılıklı iki kenarın birbirine paralel olması ve ardışık iki kenarın birbirine dik olması beklenmektedir. Buna rağmen öğrencilerin inşalarında bu özelliklere dikkat etmeme eğilimi daha ağır basmaktadır. Öğrenciler daha çok görsel olarak şeklin özelliklerini sağlayıp sağlamamasıyla ilgilenirler (Laborde, 2004). Dinamik ortamlarda yapılan inşalarda da Laborde'nin (2004) belirttiği özellikleri her türlü sürükleme ve öge değişikliği durumlarında koruması beklenmektedir. Aslında dinamik ortamların temel aldığı nokta Öklid'in Elementler kitabında kullandığı yöntemlere dayanmaktadır (Öçal ve Şimşek, 2017). Pergel ve çizgeç yardımıyla yaptığı farklı birçok çizim geometrik özellikleri sağlaması bakımından ispat özelliği taşımaktadır. Geometrik inşalarda, Laborde'nin (2004) belirttiği özellikler ile Öklid'in kullandığı yöntemler bu yönüyle birbiriyle örtüşmektedir.

Kağıt üzerinde yapılan geometrik çizimlerde tüm teorik ve uzay-grafiksel özellikler tutarlı olmalıdır. Kağıt üzerinde statik olarak yapılan çizimlerde kontrol mekanizması olmaması sebebiyle uyumsuzlukların olma ihtimali bulunmaktadır. Bu durumda çizimler kavramsal hatalar içermiş olurlar. Zaman zaman ders veya yardımcı kitaplarda bu tür hatalı çizimlere rastlamak mümkündür. Bu uyumsuzluklar ise dinamik geometri veya matematik ortamlarında eğer Laborde'nin (2004) belirttiği özellikler dikkate alınmışsa bulunması imkansızdır. Dinamik ortam bu noktada kullanıcılara kontrol mekanizması sunmaktadır (Tatar, Okur ve Tuna, 2008). Bunun sebebi GeoGebra gibi dinamik ortamlar gerçek değerlerle çalışmaktadır (Pierce ve Stacey, 2011). Açı, uzunluk ve geometrideki diğer teorik özellikler arasında uyumsuzluk olması durumunda iki

durum ortaya çıkar. Ya bu özelliklere sahip bir üçgen var olamaz ya da geometrik inşa sırasında bu uyumsuzluk dinamik ortamda kendini farklı şekillerde gösterir.

Ders veya yardımcı kitaplarda karşılaşılabilen bu tür uyumsuzlukların fark edilmediği ve gerekli düzeltmelerin yapılmadığı zaman ise kavram yanlışlarına sebep olabilir ki bu öğrencilerin gelecekte öğrendikleri ile çelişme ihtimali bulunmaktadır (Kajader ve Lovric, 2009). Benzer durumdaki hataları düzeltmek büyük ölçüde öğretmene düşmektedir. Öğretmenler karşılaşılan hatalı durumlara karşı devamlı temkinli olmalı ve bunlara yönelik önlemler almalıdırlar. Derslerini de bu hatalardan arındırarak planlamaları gerekmektedir.

## **1.2. Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmada, birbiriyle çelişen geometri kurallarını içeren geometri sorularının Geogebra ile inşası sırasında öğretmen adaylarının bu hataları fark etme süreçleri incelenmektedir. Geogebra eğitimi verilen öğretmen adaylarına kavramsal olarak hatalı olan ancak cevabı bu kavramsal hatadan doğrudan etkilenmeyen iki soru sorulmuştur. Bu bağlamda, çalışmanın amacı yazılı materyallerde bulunan ve kavramsal hata içeren iki geometri sorusunun matematik öğretmen adayları tarafından fark edilme sürecinde görsel materyallerinden olan Geogebra yazılımının kullanımının rolünü incelemektir. Çalışmanın amaçlarına uygun olarak aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır.

- 1- Kağıt üzerinde sorulan kavramsal olarak hatalı geometri sorularında matematik öğretmen adayları hataları ne derecede fark etmişlerdir?
- 2- Bu soruların öğretmen adayları tarafından GeoGebra ile inşa edilmesi sonucunda öğretmen adayları sorularda bulunan hataları ne derecede fark etmişlerdir?
- 3- Bu sorulardaki kavramsal hataları fark etme noktasında GeoGebra'nın rolüne yönelik öğretmen adaylarının görüşleri nelerdir?

## **2. Yöntem**

Bu çalışmada çizimi hatalı olsa da çözümü bu hatadan direk etkilenmeyen geometri sorularının Geogebra ile inşası sırasında öğretmen adaylarının hataları fark etme süreçleri ile bu bağlamda yaptıkları inşalara yönelik görüşleri incelenmektedir. Nitel araştırmalar bireylerin davranışlarını ve düşüncelerini kendi doğal ortamlarında farklı açılardan bakarak incelemeyi ve anlamayı hedeflediği (Yıldırım ve Şimşek, 2011) için, bu çalışmada nitel paradigmadan yararlanılmıştır. İncelenen durumlar geometrik olarak çelişkili kuralları içeren özel bir durumu incelemesi bakımından, çalışma nitel araştırma yöntemlerinden tekli durum çalışması olarak benimsenmiştir. Durum çalışmaları, incelenecek özel durum derinlemesine incelenmesini (Creswell, 2013) ve elde edilen veriler arasındaki ilişki neden sonuç bağlamında değerlendirme fırsatı sağlar (Fraenkel ve Wallen, 2009).

### **2.1. Örneklem**

Yapılan çalışmanın örneklemi Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 32 ilköğretim matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adayları, ÖA1, ÖA2, ... ÖA32 şeklinde kodlanmış ve bulgularda bahsi geçen öğretmen adayları bu şekilde belirtilmiştir. Çalışmanın örneklem seçiminde kolay ulaşılabilir örneklem seçim metodu kullanılmıştır (Fraenkel ve Wallen, 2009). Öğretmen adayları seçmeli bir derste iki grup halinde dinamik matematik yazılımlarından GeoGebra eğitimi almaktadırlar. Bu eğitim, öncelikle GeoGebra yazılımının temel özellikleri ve kullanımı ile başlamaktadır. Daha sonra, matematik derslerinde kullanabilecekleri GeoGebra ile hazırlanmış materyalleri oluşturma ve matematiksel ispatların geometrik gösterimleri gibi durumlar incelenmekte ve öğrencilerden bunları GeoGebra yazılımı üzerinden yapmaları beklenmektedir. Ayrıca yazılımın özelliklerinden dolayı matematiksel yapıların cebirsel ve görsel temsilleri arasındaki ilişkileri içeren özellikler öğretmen adaylarına gösterilmektedir. Çalışma için verilerin toplanması verilen eğitimin sonunda yapıldığı için

öğretmen adaylarının GeoGebra kullanımı noktasında eksikliklerinin olmadığı varsayılmaktadır. Ayrıca öğretmen adaylarının tamamı birinci sınıfta Geometri dersini başarıyla tamamlamışlardır. Dolayısıyla çalışma için gerekli olan üçgenlerde benzerlik, Pisagor ve Kosinüs teoremlerini bildikleri varsayılmaktadır.

## 2.2. Veri Toplama Süreci ve Aracı

Veri toplama süreci beş bölümden oluşmaktadır. Bu süreç Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışma için veri toplama süreci

Veriler GeoGebra eğitiminin verildiği bilgisayar laboratuvarlarda gerçekleşmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde üç basamaklı Geometri Hata Tespit Testi (GHTT) uygulanmıştır. Bu test araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Test, Peşman ve Eryılmaz'ın (2010) kavram yanlışlarını belirlemek için geliştirdikleri üç basamaklı test sisteminden uyarlanarak oluşturulmuştur. Testte kavramsal olarak hatalı olan ama cevabı bu hatadan doğrudan etkilenmeyen iki soru sorulmuştur. Bu sorulardan bir tanesi Temel Eğitimden Ortaöğretime Geçiş (TEOG) sınavında sorulan bir soru iken diğeri ise sınava hazırlık kitaplarından alınmıştır. İlk soruda üçgende Pisagor ve benzerlik kuralları arasında bir uyumsuzluk var iken ikinci soruda ise bu uyumsuzluk Kosinüs teoremi ve benzerlik kuralları arasındadır. İçerdikleri kavramsal hatadan dolayı aslında verilen şekiller istenilen özelliklerde çizilemezler. Ama sorularda ölçümlere dikkat edilmediği için doğru sorulmuş bir soru olarak değerlendirilip öğrencilerden çözmeleri beklenmiştir. Sorular çoktan seçmeli olarak sorulmuştur. İkinci aşamasında cevaplarını açıklamaları istenmiştir. Üçüncü aşamasında ise verdikleri cevaptan emin olup olmadıkları sorulmuştur. Bu test matematik alanında iki uzman tarafından değerlendirilmesi sağlanmıştır. Bu uzmanlardan biri matematik eğitiminde öğretim üyesi iken diğeri beş yıl deneyime sahip bir matematik öğretmenidir. Uzmanların verdikleri geri dönüşlere göre testin son hali verilmiş ve öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Test 15 dakika sürmüştür. Süre sonunda cevap kağıtları toplanmış ve aynı soruları içeren GeoGebra İnşaları Karşılaştırma Testi (GİKT) dağıtılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde öğretmen adaylarından verilen soruları GeoGebra yazılımı üzerinde inşa etmeleri ve çözümünü GeoGebra yazılımı yardımıyla çözmeleri istenmiştir. İnşa esnasında Laborde'nin (2004) belirttiği teorik ve uzay-grafiksel özellikleri taşıyan inşalar yapmaları beklenmiştir. Öğretmen adaylarına uygulama öncesi GeoGebra eğitimi sırasında bu özelliklere uygun geometrik inşalar yapmaları kavramsal olarak hatasız sorular üzerinden gösterilmiş ve bu tür soruları inşa etmeleri beklenmiştir. Hangi durumların bu özellikleri ihlal edeceği gösterilmiş ve örnekler üzerinden tartışılmıştır. Sorulan sorular kavramsal olarak hatalı olduğundan GeoGebra üzerinde inşaların hatalı olması ve öğretmen adaylarından bu hatayı fark etmeleri beklenmektedir. Bu süreç toplamda 60 dakika sürmüştür. Öğretmen adayları GeoGebra inşalarını GeoGebra dosyası olarak kaydetmiştir. Araştırmacı öğretmen adaylarının kaydettikleri dosyaları taşınabilir harici bellek yardımıyla toplamıştır.

Veri toplama sürecinin üçüncü bölümünde, öğretmen adaylarından, GİKT sorularının GeoGebra üzerindeki inşaları ile GHTT'ye verdikleri cevapları karşılaştırmaları istenmiştir. GİKT'de her sorunun altında "GeoGebra çözümünüzle çözüm kağıdınıza verdiğiniz cevabı ayrıntılı karşılaştırarak açıklayınız" ifadesi bulunmaktadır. Bu süreç 25 dakika sürmüştür. Öğretmen adayları bu süre sonunda cevap kağıtlarını araştırmacıya teslim etmiştir.



Üçüncü bölümde GİKT toplandıktan sonra, araştırmanın dördüncü aşamasında, öğretmen adaylarına soruların hatalı olduğu ve bu hatanın nerenden kaynaklandığı açıklanmıştır. Sorular hatalı olduğundan dolayı da GeoGebra ile şekli belirtilen özelliklerle çizilmesinin imkansız olduğu açıklanmış ve hatalı inşalara örnekler gösterilmiştir. Bu aşamada daha sonra tek bir sorudan oluşan Görüş Anketi (GA) dağıtılmıştır. Bu veri toplama aracında öğretmen adaylarına GeoGebra'nın hatalı sorulan geometri sorularını belirlemedeki rolünün ne olduğu sorulmuştur. Öğretmen adaylarına 15 dakika süre verilmiştir. Süre sonunda anketler toplanmıştır.

Son aşamada, öğretmen adayları arasında amaçlı olarak seçilen altı kişi ile yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Bu seçimde sorularda hatayı fark eden, fark etmeyen ve hatayı fark etmesine rağmen soruların hatasız olacağını düşünen kişiler eşit sayıda alınmıştır. Mülakatlarla öğretmen adaylarından hatayı fark edip etmemeleri veya fark ettilerse nasıl fark ettikleri, bu süreçte GeoGebra'nın etkisinin nasıl olduğu, GeoGebra'nın kavramsal hataları fark etme noktasında ne gibi katkılar sağlayacağına yönelik sorular sorulmuştur. Mülakatlar 14 – 26 dakika aralığında sürmüştür. Yarı yapılandırılmış mülakatlar ortalama 18,5 dakika sürmüştür. Mülakatlar daha çok veri toplama araçlarından elde edilen verilerin desteklemesi ve güvenilirlik uyumunu değerlendirmek için kullanılmıştır.

### **2.3. Veri Analizi**

Verilerin analizinde genel olarak içerik analizi metodundan yararlanılmıştır. Verileri zenginleştirme adına frekans ve yüzde tabloları sunularak betimsel istatistikten de yararlanılmıştır. İçerik analizinde elde edilen verileri açıklamak için uygun kavram ve ilişkilere ulaşma hedefi vardır (Creswell, 2013). İçerik analizi sürecinde, öncelikle elde edilen veriler kavramsallaştırılır, daha sonra mantıksal olarak veriler organize edilir ve genel temalar belirlenerek veriler açıklanmaya çalışılır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). İçerik analizi metodu özellikle GHTT'ten, GİKT'ten, GA'dan ve yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen bulguların analizinde kullanılmıştır. İçerik analizlerinde katılımcıların düşüncelerini sunmak için kullanılan direk alıntılardan (Yıldırım ve Şimşek, 2011) bu çalışmada yararlanılmıştır. Öğretmenlerin teste verdikleri cevaplardan, GeoGebra inşalarından ve mülakatlarda verdikleri cevaplardan direk alıntılar yapılmıştır.

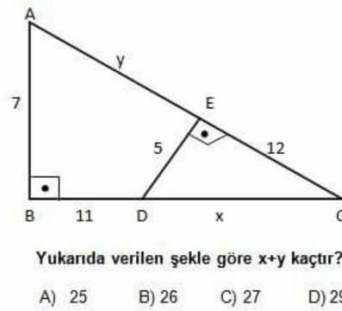
Bu çalışmada GHTT, GeoGebra dosyaları, GİKT, GA ve mülakattan elde edilen veriler birlikte analiz edilmiş ve tutarlılıkları göz önünde tutulmuştur. Bu sayede iç geçerlilik yöntemlerinden çeşitleme yapılmıştır (Fraenkel ve Wallen, 2009). Ayrıca bu veri toplama araçlarından yararlanılarak bulgular kısmında direk alıntılara yer verilerek dış geçerlilik sağlanmaya çalışılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Güvenirlik için ise Miles ve Huberman'ın (1994) değerlendiriciler arasındaki uyum yüzdesi yöntemi kullanılmıştır. Verilerin analizinde rastgele 10 katılımcıdan elde edilen tüm verileri (GHTT, GeoGebra dosyaları, GİKT, GA ve mülakat) biri araştırmanın dışında diğer ise araştırmacı olmak üzere toplamda iki araştırmacı tarafından analiz edilmiştir. Analiz öncesinde, değerlendiriciler çalışmanın amacından ve analizi hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda, veri toplama araçları için elde edilen uyum yüzdeleri sırasıyla %93, %85, %91 ve %78'dir. İki araştırmacı arasında yapılan tartışma sonucunda fikir birliğine varılarak analize devam edilmiştir. Bu değerler ise araştırmanın güvenilirliği için yeterli değerlerdir (Miles ve Huberman, 1994).

### **3. Bulgular**

Araştırmada elde edilen veriler, bu bölümde araştırma alt problemlerine göre yorumlanarak sunulmuştur. Bulgular, klasik olarak sorulan geometri sorularında öğretmen adaylarının hataları fark etme düzeylerine, GeoGebra inşaları sonunda öğretmen adaylarının hataları fark etme düzeylerine ve hataları fark etmede GeoGebra yazılımının rolüne yönelik öğretmen adaylarının görüşlerine ait bulgular başlıkları altında sunulmuştur.

### 3.1. Klasik Olarak Sorulan Geometri Sorularında Öğretmen Adaylarının Kavramsal Hataları Fark Etme Düzeyleri

Öğretmen adaylarının klasik olarak geometri sorularına verdikleri cevaplar ayrı ayrı sunulmuştur. İlk soru sıklıkla karşılaşılan Pisagor teoremi veya Pisagor teoreminin özelleşmiş hali olan özel üçgenler (5-12-13 ve 7-24-25) ile çözülebilecek bir sorudur. Sorudaki görsel, bu teorem ile üçgenlerde benzerlik kuralı çelişmesinden dolayı gerçek ölçüleri kullanılarak çizilemeyecektir. Dolayısıyla soru kavramsal hata içermektedir. Özel üçgenlerdeki ölçüler geometri sorularının çözümünde sıklıkla karşılaşıldığı için öğretmen adaylarından bu soruyu hatasız kabul edip çözmeleri beklenmiştir. GHTT’de sorulan ilk soru Şekil 2’de sunulmuştur. Öğretmen adaylarından soruya yönelik cevaplarını açıklamaları ve çözümlerinden emin olup olmadıklarını belirtmeleri istenmiştir. Elde edilen bulgular bu beklenti ile uyusmaktadır.



Şekil 2. GHTT’de sorulan birinci soru

Hiçbir öğretmen adayı sorudaki kavramsal hatayı belirleyememiştir. Verdikleri cevaplara yönelik bulgular Tablo 1’de özetlenmiştir.

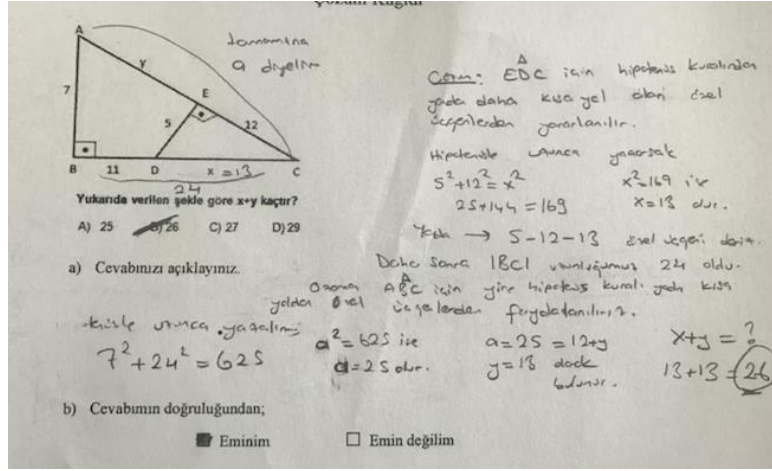
Tablo 1. Öğretmen adaylarının GHTT’deki birinci soruya verdikleri cevaplar

Verilen Cevaplar	Hatalı Cevapları Bulma Yöntemi	Frekans (n)	Yüzde (%)	Cevaptan Emin (n)	Cevaptan Emin Değil (n)
26	Pisagor Teoremi ile	8	25	8	-
	Özel Üçgenler ile (5-12-13 ve 7-24-25 Üçgenleri)	18	56	18	-
	Pisagor Teoremi ve Özel Üçgenleri Beraber Kullanarak	5	16	5	-
242/25	Üçgenlerde Benzerlik Kuralı ile	1	3	1	-

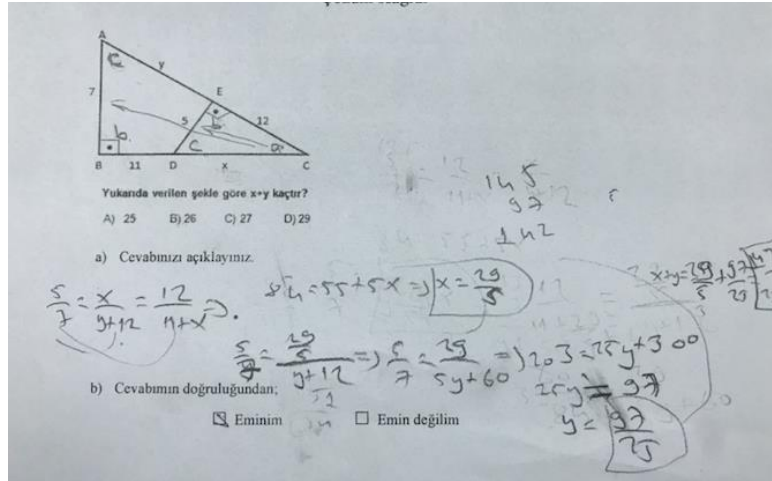
Öğretmen adaylarından biri hariç tümü ( $n=31$ , %97) sorunun birinci basamağında “26” cevabını vermişlerdir. Üçgende benzerlik kuralını kullanarak sonuca giden bir öğretmen adayı (%3) ise şıklardan hiçbirini seçmeyerek “242/25” cevabını vermiştir. İkinci basamakta ise Pisagor teoremi ( $n=8$ , %25), bu teoremin özelleşmiş halini içinde barındıran özel üçgenleri ( $n=18$ , %56) veya bu kuralların ikisini de belirterek ( $n=5$ , %16) çözüme gitmişlerdir. Sorunun üçüncü basamağında tüm cevaplama türleri için tüm öğretmen adayları cevaplarından emin olduklarını belirtmişlerdir. Sorunun üçüncü basamağına verdikleri cevaplar ile öğretmen adaylarının aslında sorudaki kavramsal hatayı fark etmedikleri ortaya çıkmıştır.

Şekil 3 ve 4’de öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevaplar görülmektedir. Şekil 3’de görüldüğü gibi öğretmen adayı öncelikle özel üçgenlerle çözümü yapmıştır. Daha sonra bu çözümünü Pisagor teoremini kullanarak teyit etmiştir. Ayrıca verdiği cevabın doğruluğuna emin olduğunu belirtmiştir. Şekil 4’de ise öğretmen adayı üçgenlerde benzerlik kuralı kullanarak çözüme gitmiştir. Benzer şekilde bu öğretmen adayı cevabının doğruluğundan emin olduğunu belirtmiştir.



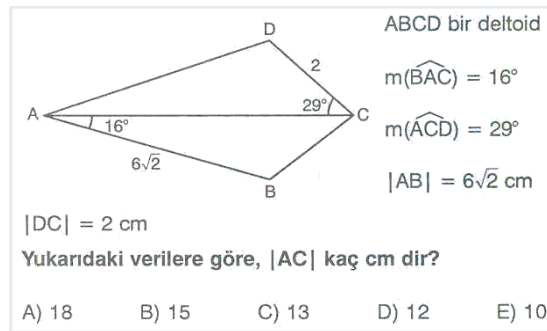


Şekil 3. Bir öğretmen adayının Pisagor teoremi ve özel üçgenler kullanarak verdiği cevap



Şekil 4. Bir öğretmen adayının üçgende benzerlik kuralını kullanarak verdiği cevap

GHTT'nin ikinci sorusu, üçgenlerde açılar konusunda sıklıkla yer verilmeyen Kosinüs teoreminin kullanımı ile ilgilidir. Test kitabında sorulan bu sorunun cevabı kosinüs teoremi kullanılarak bulunması öngörülmüştür. Yalnız soru incelendiğinde Kosinüs teoremi ile üçgenlerde benzerlik kuralı çizimde uyuşmamaktadır. Dolayısıyla soru kavramsal hata içermektedir. Öğretmen adaylarından bu soruda hata görmeyip özellikle kosinüs teoremini kullanarak çözüme gitmeleri beklenmiştir. GHTT'de sorulan ikinci soru Şekil 5'de görülmektedir. Benzer şekilde, öğretmen adaylarından soruya yönelik cevaplarını açıklamaları ve çözümlerinden emin olup olmadıklarını belirtmeleri istenmiştir.



Şekil 5. GHTT'de sorulan ikinci soru

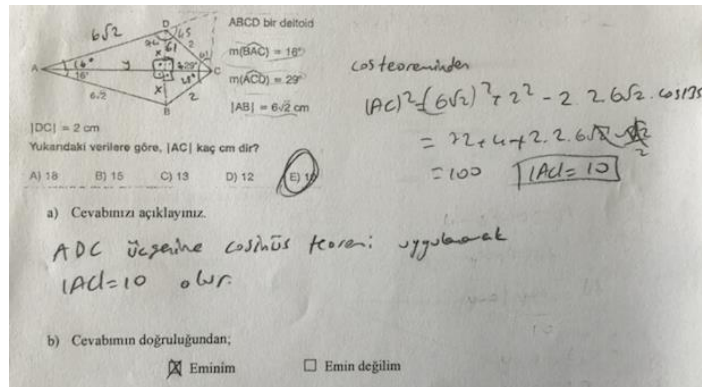
İlk soruda olduğu gibi hiçbir öğretmen adayı soruda kavramsal hatayı fark edememiştir. Verdikleri cevaplara yönelik bulgular Tablo 2’de özetlenmiştir.

**Tablo 2. Öğretmen adaylarının GHTT’deki ikinci soruya verdikleri cevaplar**

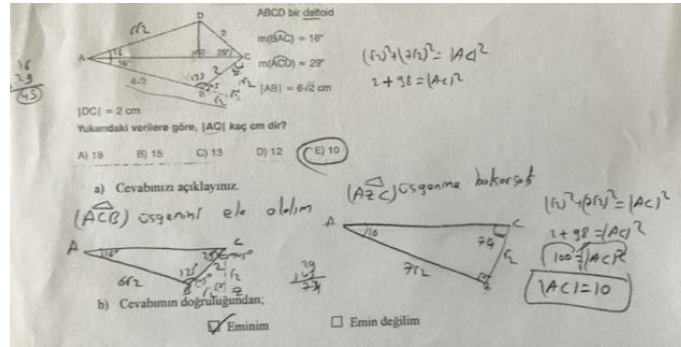
Verilen Cevaplar	Hatalı Cevapları Bulma Yöntemi	Frekans (n)	Yüzde (%)	Cevaptan Emin (n)	Cevaptan Emin Değil (n)
10	Kosinüs Teoremi ile	9	28	8	1
	Pisagor Teoremi ile	8	25	6	2
	Açıklama Yok	2	6	-	2
12	Kosinüs Teoremi ile	3	9	1	2
	Pisagor Teoremi ile	1	3	-	1
13	Açıklama Yok	1	3	-	1
	Pisagor Teoremi ile	2	6	1	1
Cevap Yok	Kosinus Teoremi ile	1	3	-	1
	Pisagor Teoremi ile	3	9	-	3
	Açıklama Yok	2	6	-	2

Tablo 2 incelendiğinde öğretmen adaylarının çoğunluğunun (n=19, %53) verdiği cevap ile test kitabının doğru olarak kabul ettiği cevap uyusmaktadır. Öğretmen adaylarının yarısından fazlası “10” cevabını vermiştir. Bu cevabı veren öğretmen adayların büyük bir çoğunluğu (n=14) cevaplarının doğru olduğuna inanmaktadırlar. Bu çözüm için öğretmen adayları Kosinüs teoremi (n=9, %28) ile Pisagor teoremi (n=8, %25) kullanmışlardır. Verilen farklı cevaplarda öğretmen adaylarının birçoğu kosinüs teoremini kullanmıştır. “12” cevabını veren öğretmen adaylarından üçü (%9) Kosinüs teoremini çözüm için kullanmıştır. Bu soruya cevap vermeyen 6 öğretmen adayından (%18) biri de Kosinüs teoremini kullanarak cevaba ulaşmaya çalışmıştır. Test kitabının doğru olarak kabul ettiği “12” cevabı dışında cevap veren öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu yaptıkları çözümlerden emin değildir (n=11). Verdikleri cevaplar incelendiğinde emin olmamalarının sebebi sorunun hatalı olduğundan değil, beklenen cevabı bulmada emin olmadıklarından dolayı olduğu gözlemlenmiştir. Çözümlerinde Kosinüs teoremini denedikleri belirlenmiştir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının hiçbiri klasik olarak sorulan bu sorunun kavramsal hata içerdiğini fark edememişlerdir.

Şekil 6 ve 7 kitabın beklediği cevaba (10 cevabı) yönelik çözümleri görülmektedir. Kosinüs ve Pisagor teoremi ile doğru uyguladıklarında bu cevaba ulaşmışlardır.



**Şekil 6. Bir öğretmen adayının Kosinüs teoremi kullanarak verdiği cevap**



Şekil 7. Bir öğretmen adayının Pisagor teoremini kullanarak verdiği cevap

Her iki soru için bulgular incelendiğinde, öğretmen adaylarının kavramsal hataları fark edemedikleri gözlemlenmiştir. Öğretmen adayları soruları hatasız olarak değerlendirip cevaplama yoluna gitmişlerdir. Klasik olarak sorulan sorulara öğretmen adayları, daha çok test kitaplarının beklentileri doğrultusunda cevap verdikleri görülmüştür.

### 3.2. GeoGebra İnşaları Sonunda Öğretmen Adaylarının Kavramsal Hataları Fark Etme Düzeyleri

Araştırmanın ikinci aşamasında öğretmen adaylarından Laborde'nin (2004) belirttiği özelliklere göre soruları GeoGebra yazılımı üzerinde inşa etmeleri istenmiştir. Bu ilkelere göre öğretmen adayları sorularda verilen tüm bilgileri inşa sürecinde kullanması ve tüm ölçümler gerçek ölçüleri oranıyla inşa edilmesi gerekiyor. Ayrıca GeoGebra'nın cebir penceresi ile oluşan açı ve doğru parçalarının gerçek değerleri görülebilmektedir. Dolayısıyla kavramsal olarak hatalı olan bu sorular kağıt üzerindeki çizimlerden farklı oluşması beklenmektedir. Ayrıca araştırmanın üçüncü aşamasındaki karşılaştırma testiyle cevapları karşılaştırmaları istenmiştir.

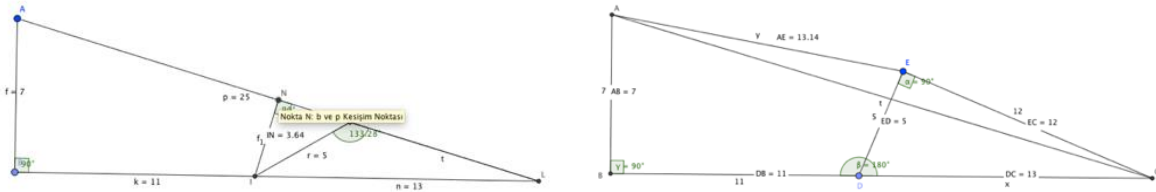
GHTT'de sorulan sorulara yönelik öğretmen adaylarının hatayı fark etme düzeyleri ayrı ayrı incelenmiştir. Birinci soruya yönelik öğretmen adaylarının kavramsal hatayı fark etme düzeyleri Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3. Öğretmen adaylarının birinci sorudaki hatayı fark edip etmemelerine yönelik bulgular

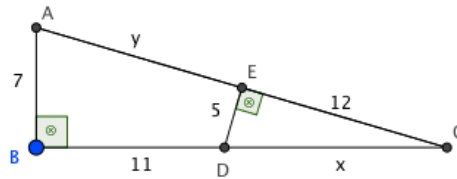
GeoGebra ile Hatayı Farketme Durumu	Yapılan İnşalar ve/veya Açıklamalar	Frekans (n)	Yüzde (%)
Fark Edenler	DEC açısı/D noktasında AC doğru parçasına olan dikmede oluşan uyumsuzluk	13	41
	Hipotenüsün inşasında oluşan uyumsuzluk	6	19
	x ve y uzunluklarında oluşan uyumsuzluk	3	9
	Dik kenar/doğru parçalarında oluşan uyumsuzluklar	3	9
<b>Toplam</b>		<b>25</b>	<b>78</b>
Hatalı İnşayı Göz Ardı Edenler	Yuvarlama yaparak sonuca ulaşma	4	13
Fark Etmeyenler	Şekli birebir benzetme yoluyla	2	6
Cevap Vermeyenler	-	1	3

Tablo 3 incelendiğinde öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (n=25, %78) sorunun hatalı olduğunu karşılaştırma testinde belirtmişlerdir. Sorular hatalı olduğundan GeoGebra ile verilen şeklin inşası imkansızdır. Öğretmen adaylarının GeoGebra dosyalarındaki inşalar incelendiğinde teorik ve uzay-grafiksel özellikler uygulandığında farklı uyumsuzluk türleri ortaya çıkmıştır. Bu uyumsuzluklar şeklin inşası sırasında başlanılan parça ile alakalıdır. GeoGebra dosyalarındaki inşa protokolleri şeklin hangi parçası ile başladığını göstermektedir. Öğretmen adayları farklı parçalardan başladığı için uyumsuzluklar da farklı yerlerde ortaya çıkmıştır. Bunlardan daha çok

şekildeki DEC açısı/D noktasından AC doğru parçasına olan dikme ( $n=13$ , %41) ve hipotenüsün inşası sırasında ( $n=6$ , %19) ortaya çıkmıştır. Öğretmen adaylarından dördünün (%13) aslında inşaları hatalar içermesine rağmen sorunun hatalı olacağı gerçeğini göz ardı etmişlerdir. Açıklamalarında “yuvarlama” yoluyla doğru bir inşa olacağını belirtmişlerdir. Geometrik teorik ve uzay-grafiksel özellikleri ihlal ederek sadece şekli benzetmeye çalışan iki (%6) öğretmen adayı bulunmaktadır. Şekil 8a ve 8b’de en çok gözlemlenen iki uyumsuzluk türüne yönelik öğretmen adaylarının GeoGebra inşalarına örnekler verilmiştir. Hatalı bir inşa yapan ama sorunun hatalı olacağını göz ardı eden bir öğretmen adayının GeoGebra inşasına yönelik örnek Şekil 9’da sunulmuştur. Şekil 10’da ise GeoGebra inşalarında beklenen ilkeler ihlal edilerek verilen ve hatanın fark edilmediği cevaba yönelik bir örnek bulunmaktadır.



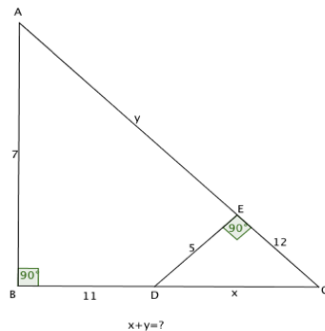
**Şekil 8a ve 8b. DEC açısı/D noktasından AC doğru parçasına olan dikme ve hipotenüsün inşasında çıkan uyumsuzluk nedeniyle hatayı fark eden öğretmen adaylarının cevapları**



Yukarıda verilen şekle göre  $x+y$  kaçtır?

Verilen  $x$  ve  $y$  uzunluklarını ölçtüğümüz zaman  $y = 12.52$  yuvarladığımız zaman 13 çıkıyor. Ve  $x$  te 13 çıkıyor buradan  $x+y$  yi 26 buluruz.

**Şekil 9. Hatayı fark edip bunu göz ardı eden bir öğretmen adayının inşası**



ÇÖZÜM:

5-12-13 özel üçgeninden  $x=13$  br dir.

7-24-25 özel üçgeninden  $y+12=25$  br dir.  
 $y=13$  olur.

$x+y=13+13=26$  bulunur.

**Şekil 10. Hatayı fark edemeyen bir öğretmen adayının cevabı**

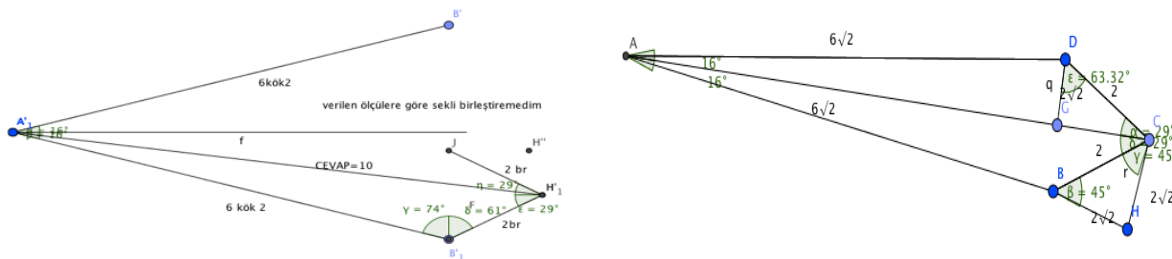
GHTT'de sorulan ikinci soru geometri sorularında çok fazla rastlanmayan Kosinüs teoremi ile ilgilidir. İlk soruda olduğu gibi klasik olarak sorulduğunda bu soruda da öğretmen adayları hatayı fark edememişlerdir. Bu soruya yönelik öğretmen adaylarının kavramsal hatayı fark etme düzeyleri Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 4. Öğretmen adaylarının ikinci sorudaki hatayı fark edip etmemelerine yönelik bulgular

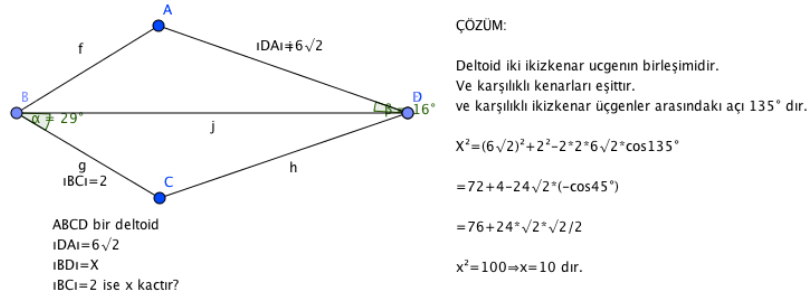
GeoGebra ile Hatayı Farketme Durumları	Yapılan İnşalar ve/veya Açıklamalar	Frekans (n)	Yüzde (%)
<b>Fark Edenler</b>	AD-DC ve/veya AB-BC doğru parçalarında (kısa ve uzun kenarlarda uzunluk farklılığı/kesişmeme) oluşan uyumsuzluk	14	44
	Açıların inşasında oluşan uyumsuzluk	7	22
	Köşegenin inşasında (uzunluk farklılığı/kesişmeme) oluşan uyumsuzluklar	5	16
	<b>Toplam</b>	<b>26</b>	<b>82</b>
<b>Hatayı Göz Ardı Edenler</b>	Yuvarlama yaparak sonuca ulaşma	2	6
<b>Fark Etmeyenler</b>	Şekli birebir benzetme yoluyla	2	6
<b>Cevap Vermeyenler</b>	-	2	6

Tablo 4 incelendiğinde birinci soruda olduğu gibi öğretmen adayların büyük çoğunluğu (n=26, %82) sorudaki hatayı GeoGebra inşaları yardımıyla fark etmişlerdir. Bu öğretmen adaylarının GeoGebra inşalarında genel anlamda üç uyumsuzluk türüne rastlanmıştır. Bu uyumsuzluklar daha çok şeklin AD-DC ve/veya AB-BC doğru parçalarının inşası (n=14, %44) ile ilgilidir. GeoGebra dosyalarındaki inşa protokolleri incelendiğinde, uyumsuzlukların çeşitlenmesinin sebebi şeklin inşasında başlanılan parça ile ilgilidir. Yani köşegen ile başlanıyorsa öğretmen adayları kenarların birinin inşasında hata çıkması muhtemeldir. Diğer taraftan bir kenar ile başlanması sonucunda köşegenin, açıların ya da diğer kenarların inşasında hata çıkacaktır. Öğretmen adaylarının ikisi (%6) hatayı fark etmesine rağmen sorunun hatasız olduğunu düşünmektedir. Benzer şekilde belirtilen ilkeleri ihlal ederek inşa yoluna giden iki öğretmen adayı (%6) sorudaki şekli birebir çizmeye çalışmıştır.

Şekil 11a ve 11b'de hatayı fark eden öğretmen adaylarının, dış kenar ve açıların inşası sırasında ortaya çıkan uyumsuzluğa yönelik verdikleri cevaplara örnekler bulunmaktadır. Ayrıca hatayı fark etmeyen bir öğretmen adayının belirtilen ilkeleri ihlal ederek sadece şekle birebir benzetmek için yaptığı inşa Şekil 12'da sunulmuştur.



Şekil 11a ve 11b. AD-DC ve/veya AB-BC doğru parçaları ile bunları oluşturdukları açıların inşasında çıkan uyumsuzluk nedeniyle hatayı fark eden öğretmen adaylarının cevapları



### Şekil 12. Hatayı fark edemeyen bir öğretmen adayının cevabı

Her iki sorudaki GeoGebra inşalarına bağlı olarak öğretmen adaylarının cevaplarını karşılaştırmaları istenmiştir. Elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının en az dörtte üçü GeoGebra inşaları yapmaları ile sorularda hataların olduğunu farkına varmıştır. Bu hatalar inşalar sırasında sorulara göre farklı uyumsuzluklara sebep olmuştur. Aşağıda sorulardaki hataları fark eden öğretmen adaylarının karşılaştırma testine verdikleri bazı yorumlar bulunmaktadır.

ÖA4: *GeoGebra ile çizdiğimde sonuçlar çıkmıyor. Bence bilgiler yanlış verilmiş.*

ÖA12: (GeoGebra ile şekil) *Eksiksiz çizilemiyor. Kağıt üzerindeki çizimler yanlıtıcı olabiliyor zaten.*

ÖA14: *Bu verilerle çizilmesi mümkün değil. Kağıt çizimlerinde öyle olduğu varsayılıyor. Ama GeoGebra ile olmuyor.*

ÖA15: *GeoGebra ile şeklin aynısını çizemiyorum. Çizmeye çalıştığım da ortadaki çizginin oluşturduğu açı dik çıkıyor. (Birinci soru için)*

ÖA23: *Uzunluklar birbirini tutmuyor. Soru yanlış olmalı. (İkinci soru için)*

ÖA29: *İstenilen uzunluklarda köşegeni çizmeye çalıştığım da köşeler birleşmiyor. Birleştirdiğim de uzunluk farklı çıkıyor. Sorudaki uzunluklarla açılar arasında çelişki var. Soru hatalı. (İkinci soru için)*

### 3.3. GeoGebra Yazılımının Kavramsal Hataları Fark Etmedeki Rolüne Yönelik Öğretmen Adaylarının Görüşleri

Öğretmen adaylarına, hatalı geometri sorularını fark etmede GeoGebra'nın rolünün ne olduğu sorulmuştur. Öğretmen adaylarının GA'ya verdikleri cevaplar kategoriler halinde Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 5. Öğretmen adaylarının GeoGebra'nın hataları fark etmedeki rolüne yönelik görüşleri

Kategori	Kod	Frekans (n)	Yüzde (%)
İspat aracı olarak GeoGebra	Gerçek değerlerle ölçüm yapıyor	13*	41
	Hassas ölçüm yapıyor	12	38
	Varsayımlara dayanmıyor	7	22
	Verilen bilgilerde tutarlılık gerekiyor	6	19
	Bir tür ispat yapıyor	6	19
	Kağıt çizimlerindeki yanlıtıcı durumları içermez	3	9
	Eksiksiz çizim yapılabilir	16	50
Doğrulama	Çizimler kontrol edilebilir	11	34



## *Geometri Sorularındaki Kavramsal Hataları Belirlemede GeoGebra'nın Rolü*

Karşılaştırma yapılabilir	11	34
Uygulamaya fırsat veriyor	5	16
Çizimler daha net görülüyor	3	9

\*Bir öğretmen adayı birden fazla kod için cevap vermiş olabilir.

Verdikleri cevaplara göre öğretmen adayları, benzer hataları fark etme noktasında GeoGebra'yı bir tür ispatlama ya da doğrulama aracı olarak görmektedirler. Tablo 5 incelendiğinde, farklı sebeplerden dolayı öğretmen adayları GeoGebra'yı ispat aracı olarak değerlendirdiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının 13'ü (%41) geometrik inşalarda gerçek ölçümler yapıldığını belirtirken, 12'si (%38) bu inşalarda hassas ölçümler yapıldığını belirtmiştir. Ayrıca 7 öğretmen adayı (%22) GeoGebra inşalarının varsayımlara dayanmadığını belirtmiştir.

Benzer şekilde öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu GeoGebra'yı doğrulama aracı olarak ta gördükleri gözlemlenmiştir. 16 öğretmen adayı (%50) geometrik inşaların GeoGebra ile eksiksiz yapıldığını söylemişlerdir. Ayrıca 11 öğretmen adayı (%34) GeoGebra inşaları ile çizimlerinin doğruluğunu kontrol edebildiklerini söylerken yine 11 öğretmen adayı (%34) kağıt çizimleri ile GeoGebra inşaları arasında karşılaştırma yaparak çizimleri inceleyebildiklerini belirtmişlerdir.

GeoGebra'yı ispat aracı olarak gören öğretmen adaylarından bazılarının cevapları aşağıdaki gibidir. Öğretmen adaylarının farklı sebeplerle GeoGebra'yı ispat aracı olarak gördükleri bu alıntılarla görülmektedir.

*ÖA 14: Verilen açılar ve uzunluklarla GeoGebra programında bir deltoit olmuyor çizim. Verilen açılarla bu şekil GeoGebra'da elde edilemiyor. Şeklin aslında bir deltoit olmadığı ortaya çıkıyor. Gerçek uzunluk ve açı değerleri bu şekli sağlamıyor.*

*ÖA16: Program daha hassas sonuçlar veriyor. GeoGebra'da verilen ölçüde açı, verilen uzunlukta doğru parçası ve pergel uygulamalarını kullanarak sorunun çizimini ve çözümünü yaptığımda ABC yerine ABCDE beşgeni elde ettim. Bu ise çizimin yanlışlığını gösteriyor.*

*ÖA9: Geometrik çizimlerin bir tür ispat olduğunu düşünüyorum. Çizimler GeoGebra ile hatasız çiziliyor. Bize sorulan sorulardaki gibi hatalı soruların çizimleri GeoGebra'da hatalar veriyor.*

*ÖA25: Soruları çözerken, kağıt-kalem çözümlerinde öyle olduğunu varsayarak çiziyoruz. Ama GeoGebra bu hatalara izin vermiyor.*

Benzer şekilde GeoGebra'yı doğrulama aracı olarak gören öğretmen adaylarının verdiği cevaplardan bazıları aşağıdaki gibidir.

*ÖA5: Çizimleri GeoGebra ile yaparken şekiller eksiksiz çizilmiyor. Kağıttaki şekille çok farklılıkları var.*

*ÖA17: GeoGebra ile çizim yaptığımda bunu kağıt çizimi ile karşılaştırabiliyorum.*

*ÖA23: Çizimleri kendimiz yaptığımızdan hatanın nerede olduğunu uygulama esnasında fark edebildim. Böylelikle doğruluğunu bakabildim çizimlerin.*

## **4. Tartışma Sonuç ve Öneriler**

Öğretmen ve öğrencilerin matematik ve geometri derslerinde kullandıkları en önemli öğretim materyali ders kitabı ve yardımcı kitaplardır. Öğretmenler derslerini kullandıkları kitaplara göre planlar, sınıfta ve sınavlarda soracakları sorular için bu materyallerden yararlanırlar. Hem öğretmen hem de öğretmen adayları kullandıkları kitaplardaki bilgilerin ve soruların doğruluğunu pek sorgulamazlar. Özellikle geometri derslerinde, görsel içerikler ağırlıklı olarak bulunur. Kağıt üzerine yapılan çizimlerde de hatalar olsa da öğretmenler/öğrenciler içeriği doğru varsayarak öğretim/öğrenim faaliyetlerine devam ederler. Bu süreçte içerik hatalardan ve kavram yanlışlarına sebep olacak durumlar arındırılmış olarak sunulmalıdır. Özellikle geometri derslerinde, GeoGebra gibi dinamik yazılımlar bu tür durumları fark etmede öğretmenler için

yardımcı materyal olarak değerlendirilebilir. Bu çalışmada da çözümleri, içerdiği hatadan doğrudan etkilenmeyen ama incelendiğinde birbiri ile çelişen geometrik teorem ve kurallar içeren iki soruda, hataların öğretmen adayları tarafından GeoGebra inşaları ile fark edilme süreci incelenmiştir.

Bulgular incelendiğinde, kağıt üzerinde statik olarak çizilen her iki geometri sorusunda da öğretmen adaylarının hiçbiri içerdikleri kavramsal hatayı fark edememişlerdir. Daha çok sorunun hedeflediği ve doğru olarak kabul edilen çözüm yoluyla beklenen cevapları verdikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca bu cevapları veren öğretmen adayları, yaptıkları çözümden emin olduklarını da belirtmişlerdir. Geleceğin öğretmenleri olan günümüz öğretmen adaylarının sorgulayıcı olmaları ve bu çalışmada sorulan sorularda olduğu gibi karşılaştıkları durumlara eleştirel gözle bakmaları beklenmektedir (Duru ve Korkmaz, 2010). Bu beceriler matematik öğretim programlarında öğrencilerde geliştirmesi beklenen beceriler arasında bulunmaktadır (CCSSI, 2010; MEB, 2013a). Öğretmenlerin ya da öğretmen adaylarının bu özelliklere sahip olmaması durumunda öğrencilerinden bu becerileri geliştirmelerini beklemek çok gerçekçi değildir. Bulgulara göre ise öğretmen adayları sorgulamadan ve soruları kritik etmeden sonuca gitme yolunu seçmişlerdir. Özellikle öğretmen yetiştiren kurumlarda bu becerileri geliştirmeye yönelik uygulamalara ağırlık verilmelidir.

Bu çalışmanın bir diğer önemli sonucu, bilgi iletişim teknolojilerinden olan bir dinamik matematik yazılımı (GeoGebra) yardımıyla yapılan geometrik inşalar sayesinde, öğretmen adaylarının dörtte üçünden fazlası her iki soruda da bulunan hataları fark etmeleridir. GeoGebra kullanılarak yapılan geometrik inşalar ile hatalı sorulardaki uyuşmazlıklar gün yüzüne çıkmıştır. GeoGebra öğretmen adaylarına üzerinde çalıştıkları soruları etkileşimli ve derinlemesine inceleme fırsatı vermiştir. Öğretmen adayları deneme yanılma yoluyla birçok durumu inceleyip en sonunda sorunun hatalı olduğu fikrine sahip olmuşlardır. GeoGebra'nın kullanımının bu yönde olumlu etkiye sahip olduğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Erduran ve Yeşildere, 2010; Karakuş, 2014; Öçal, 2017a). GeoGebra, kullanıcılarının özellikle geometri konularında doğru çıkarımlar ve varsayımlar yapmalarına (Hohenwarter ve Fuchs, 2005), birçok durumu inceleme fırsatı ile ezberden çıkararak genellemelere ulaşmalarına (Baydaş, Göktaş ve Tatar, 2010) yardımcı bir yazılımdır. Öçal'ın (2017a) çalışmasında olduğu gibi GeoGebra, doğru olarak kabul edilen geometrideki bazı hataların ve kavram yanlışlarının belirlenmesinde öncü rol oynamaktadır. Bu bağlamda, matematik öğretim programlarının da kullanımını desteklediği GeoGebra gibi etkileşimli ve dinamik yazılımların öğretmen ve öğretmen adayları tarafından kullanımını öğrenmeleri önerilmektedir. Ayrıca bu yazılımları sınıf ortamlarında da kullanarak öğrencilerin de faydalanmaları desteklenmelidir. Böylelikle öğrencilerin ezbere çizimler yapmasının önüne geçilerek daha derinlemesine bir bakış açısı geliştirmelerine olanak sağlanır (Erduran ve Yeşildere, 2010).

Yine araştırmanın ikinci alt problemine yönelik bulgular incelendiğinde, az da olsa bazı öğretmen adayları sorulardaki hataları fark edememişlerdir. Öğretmen adayları daha çok şekli birebir çizmeye çalışmışlardır. Şeklen benzer olan inşaları doğru inşa olarak kabul edip sunmuşlardır. Bu geometrik inşalar ise Laborde'nin (2004) belirttiği teorik ve uzay-grafiksel özellikleri ihlal etmektedir. Öğretmen adaylarının geometrik inşalarda bu özellikleri her zaman sağlanmasının gerekliliğini bilmeleri gerekmektedir. Bu öğretmen adayları gelecekte doğrudan geometri öğrencileri olacağı düşünüldüğünde, bu öğretmen adaylarının dinamik ya da statik olarak oluşturulan geometrik inşalarda geometrik şekillerin içerdiği teorik ve uzay-grafiksel alt yapıyı korumaları gerekliliğini bilmemeleri düşündürücüdür. Özellikle öğretmen eğitimcileri geometri öğretimi dersinde bu noktaya önem vermelidirler. GeoGebra gibi dinamik yazılımlardan ve sunduğu olanaklardan yararlanmak, bu sorunu aşmak için değerlendirilebilecek yollardan biri olduğu söylenebilir.

Elde edilen bulgular ışığında, öğretmen adayları GeoGebra'nın hataları belirlemede iki role sahip olacağını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları, GeoGebra'yı ispat aracı olarak ve/veya doğrulama aracı olarak görmüşlerdir. Her ne kadar bu roller çalışmadaki özel durumlar için ortaya çıksa da

birçok farklı duruma da genellenebilir. GeoGebra'nın ispat aracı olarak kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Hoi-Cheung (2011) GeoGebra yardımıyla yapılan geometrik inşalar ile öğrencilerin geometrik ispat yeteneklerinin geliştiğini ve bu sayede geometrik ispatları daha iyi anlayabildiklerini belirtmiştir. Benzer şekilde GeoGebra yazılımının geometrik inşa sürecinde deneme yanılma olanaklarına imkan vermesi, öğrencilere oluşturulan inşalara farklı perspektiflerden bakma şansı vermektedir. Dolayısıyla öğrenciler inşa sürecindeki her adımı gözleme, inceleme, yaptıklarını karşılaştırma ve doğruluğunu kontrol etme şansı bulmaktadırlar (Kabaca, Çontay ve İymen, 2011; Öçal ve Şimşek, 2017).

Bu çalışmada geometri sorularında biri sıklıkla sorulan diğerine ise nispeten daha az yer verilen iki teorem (Pisagor ve Kosinüs Teoremleri) ve bu teoremlerin uyumsuzluk gösterdiği geometrik kurallar içeren iki soru üzerinde çalışılmıştır. Kullanılan teoremlerin sıklıkları ne olursa olsun öğretmen adaylarının kağıt ortamında hataları fark edemedikleri gözlemlenmiştir. Bu bulguların altta yatan sebeplerini bulmak adına soru çeşitliliği artırılarak yeni çalışmalar yapılabilir. Bu çalışmalar klinik mülakatlarla desteklenirse derinlemesine bilgi elde etmek mümkün olabilir.

## **Kaynaklar**

- Baydaş, Ö., Göktaş, Y. ve Tatar, E. (2013). The use of GeoGebra with different perspectives in mathematics teaching. *Çukurova University Faculty of Education Journal*, 42(2), 36-50.
- Beckmann, C. E., Thompson, D. R. ve Rubenstein, R. N. (2010). *Teaching and learning high school mathematics*. River Street Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Common Core State Standards Initiative [CCSSI]. (2010). *Common core state standards for mathematics*. Washington, DC: Author.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Los Angeles: Sage publications.
- Duru, A. ve Korkmaz, H. (2010). Öğretmenlerin yeni matematik programı hakkındaki görüşleri ve program değişim sürecinde karşılaşılan zorluklar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38, 67-81.
- Erduran, A. ve Yesildere, S. (2010). The use of a compass and straightedge to construct geometric structures. *Elementary Education Online*, 9(1), 331-345.
- Fraenkel, J. R. ve Wallen, N. E. (2009). *The nature of qualitative research. How to design and evaluate research in education* (7. Baskı). Boston: McGraw-Hill.
- Heinich, R., Molenda, M. ve Russell, J. D. (1993). *Instructional media and the new technologies of instruction* (4. Baskı.) NY: Macmillan Publishing Company.
- Hohenwarter, M. ve Fuchs, K. (2005). Combination of dynamic geometry, Algebra and Calculus in the software system GeoGebra. *Computer Algebra Systems and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Teaching Conference*. Pecs, Hungary.
- Hohenwarter, M. ve Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra, the case of GeoGebra. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 27(3), 126-131.
- Hoi-Cheung, L. H. (2011). *Enhancing students' ability and interest in geometry learning through geometric constructions*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), The University of Hong Kong, Hong Kong, Çin.
- İnan, C. (2006). Matematik öğretiminde materyal geliştirme ve kullanma. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7, 47-56.

- Kabaca, T., Çontay, E. G. ve İymen, E. (2011). Dinamik matematik yazılımı ile geometrik temsilden cebirsel temsile: parabol kavramı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(2), 101-110.
- Kajander, A. ve Lovric, M. (2009). Mathematics textbooks and their potential role in supporting misconceptions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(2), 173-181.
- Karakuş, F. (2014). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının geometrik inşa etkinliklerine yönelik görüşleri. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 7(4), 408-435.
- Kerpiç, A. ve Bozkurt, A. (2011). Etkinlik tasarım ve uygulama prensipleri çerçevesinde 7. Sınıf matematik ders kitabı etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 303-318.
- Kilpatrick, J., Swafford, J. ve Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Köse, N. Y., Tanışlı, D., Erdoğan, E. Ö. ve Ada, T. Y. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının teknoloji destekli geometri dersindeki geometrik oluşum edinimleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(3), 102-121.
- Köse, N., Uygan, C. ve Özen, D. (2012). Dinamik geometri yazılımlarındaki sürüklenme ve çeşitlerinin geometri öğretimindeki rolü. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 3(1), 35-52.
- Kutluca, T. ve Zengin, Y. (2011). Matematik öğretiminde GeoGebra kullanımı hakkında öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 160-172.
- Laborde, C. (2004). The hidden role of diagrams in students' construction of meaning in geometry In J. Kilpatrick, C. Hoyles and O. Skovsmose (Eds.), *Meaning in mathematics education* (s.159-180). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2013a). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı*. <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx?islem=2vekno=215> adresinden 12.07.2017 tarihinde erişilmiştir.
- MEB (2013b). *Matematik dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı* <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx?islem=2vekno=219> adresinden 12.07.2017 tarihinde erişilmiştir.
- MEB (2017). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=191> adresinden erişilmiştir.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis* (2. Baskı). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Öçal, M. F. (2017a). Asymptote misconception on graphing functions: Does graphing software resolve it? *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 21-33.
- Öçal, M. F. (2017b). The effect of GeoGebra on students' conceptual and procedural knowledge: The case of applications of derivative. *Higher Education Studies*, 7(2), 67-78.
- Öçal, M. F. ve Şimşek, M. (2017). On the compass-straightedge and GeoGebra constructions: Teachers' construction processes and perceptions. *Gazi University Journal of Gazi Education Faculty*, 37(1), 219-262.

- Önal, N. ve Demir, C. G. (2013). The effect of computer assisted geometry instruction on seventh grade school students' achievement. *Turkish Journal of Education*, 2(1), 19-28.
- Özçakır, B., Aytakin, C., Altunkaya, B. ve Doruk, B. K. (2015). Effects of using dynamic geometry activities on eighth grade students' achievement levels and estimation performances in triangles. *Participatory Educational Research*, 2(3), 43-54.
- Peşman, H. ve Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconception about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103, 208-222.
- Pierce, R. ve Stacey, K. (2011). Using dynamic geometry to bring the real world into the classroom. In L. Bu, & R. Schoen (Eds.), *Model-centered learning* (pp. 41-55). The Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Selçik, N. ve Bilgici, G. (2011). GeoGebra yazılımının öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(3), 913-924.
- Son, J. W. ve Hu, Q. (2016). The initial treatment of the concept of function in the selected secondary school mathematics textbooks in the US and China. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 47(4), 505-530.
- Sood, S. ve Jitendra, A. K. (2007). A comparative analysis of number sense instruction in reform-based and traditional mathematics textbooks. *The Journal of Special Education*, 41(3), 145-157.
- Tapan-Broutin, M. S. (2014). Matematiksel nesnelerin yapısı ve temsiller: Klasik semiyotik üçgenin geometri öğretimine yansımalarının incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1), 255-281.
- Tapan-Broutin, M. S. (2016). Çizim-geometrik şekil-geometrik nesne kavramları ışığında çizimlerin yorumlanmasını etkileyen faktörler. E. Bingölbali, S. Arslan ve İ. Ö. Zembat (Eds.), *Matematik Eğitiminde Teoriler içinde* (s. 307-323). Ankara: Pegem Akademi Yayınları
- Tatar, E., Okur, M. ve Tuna, A., (2008). Ortaöğretim matematiğinde öğrenme güçlüklerinin saptanmasına yönelik bir çalışma, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(2), 507-516.
- Yeşildere, S. (2004). Matematik öğretiminde oluşturmacı değerlendirme. *Eurasian Journal of Educational Research*, 16, 39-49.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Zengin, Y., Furkan, H. ve Kutluca, T. (2012). The effect of dynamic mathematics software GeoGebra on student achievement in teaching of trigonometry. *Procedia and Social Behavioral Sciences*, 31, 183-187.



## **Extended Summary**

### **1. Introduction**

One of the most prominent purposes of mathematics and geometry at all grade levels is to provide students with comprehensive understanding of the content taught. For this purpose, teacher and students use different teaching/learning materials, one of which is course or supplementary books. However, these teaching materials possibly involve conceptual mistakes that might result in possible misconceptions among students. At this point, teachers should be cautious about such situations and plan their instructions by taking necessary precautions. In fact, there are various available materials that teachers can benefit from to eliminate or at least diminish these mistakes or misconceptions. Among them, GeoGebra enriches the teaching/learning activities by providing a dynamic environment to students. Since it covers the properties of a computer algebra system and a dynamic environment, students can observe the effect of changes in one of algebra and construction views on another interactively.

The constructions made on paper and those made in a dynamic environment differ in some points. Paper-pencil constructions are static. Therefore, it is difficult to recognize the possible misleading situations in such constructions. Meanwhile, after making geometric construction in the dynamic environment, it is likely to lose desired geometric features by dragging any object in the construction. What is expected in the geometric constructions is that dragging any geometrically constructed element does not affect the geometric feature of that geometric shape. Similar to properties in the methods used in Euclidian constructions, Laborde (2004) asserted that the geometric constructions should satisfy two conditions; geometric theoretic and spatio-graphical properties. With these properties, geometric constructions with GeoGebra never contain any erroneous or misleading situations for the expected geometric shape.

With this respect, the purpose of this study was to investigate the level of pre-service teachers' awareness of such mistakes by means of GeoGebra constructions for the geometry questions which involve the conceptual mistakes but the solutions were not affected directly by them. Accordingly, the study seeks answers for the following sub-problems;

- 1- To what extent do pre-service mathematics teachers notice the conceptual mistakes found in the geometry questions asked on paper?
- 2- To what extent do they notice these mistakes by constructing these questions by means of GeoGebra?
- 3- What are their opinions about the role of GeoGebra in recognizing conceptual mistakes in these questions?

### **2. Method**

This study was a single case study. The participants of this study composed of 32 pre-service teachers who were receiving GeoGebra training and enrolled in a university located at East Anatolian Region. The data collection tools were three-tier Geometry Mistake Recognition Test (GHMT), GeoGebra files involving the constructions of questions found in the test, GeoGebra Construction Comparison Test (GCKT) which participants were asked to compare their answers, Opinion Questionnaire (OQ) to determine the role of GeoGebra in being aware of the conceptual mistakes in geometry from the point of pre-service mathematics teachers and semi-structured interviews. The content analysis methods were used in the data analysis. In addition, descriptive statistics involving frequency and percentage tables were also utilized.

### **3. Findings, Discussion and Results**

The findings gathered from data collection tools revealed that none of the pre-service teachers determined the conceptual mistake found in the geometry questions when they were asked to give answers on paper. Majority of the pre-service teachers responded to these questions in line



with the expectations of the books that contains them. While pre-service teachers used Pythagoras theorem that contradicts with the similarity rule of triangles in the first questions, they tried to solve the second one with Cosines theorem which again contradicts with the same rule. They were expected to construct the geometric shapes found in the questions on GeoGebra by relying on the properties that Laborde (2004) indicated (theoretical and spatio-graphical properties). According to the pre-service teachers' GeoGebra files and responses to the GİKT, more than three-fourth of them recognize the conceptual mistakes by indicating that the shapes cannot be constructed. At the end, pre-service teachers' responses to GA revealed that they considered the GeoGebra as a tool for proof and/or verification of constructions of geometric shapes.

Considering the findings of this study, pre-service teachers had tendency to solve the geometry questions by assuming that they are true. However, it is expected from teachers and pre-service teachers to question and criticize the situations they encounter. So they could provide opportunities for their students to develop such abilities. GeoGebra is a useful tool for this purpose. It helped majority of pre-service teachers to recognize the conceptual mistakes found in the questions. It is known that GeoGebra helps both students and teachers to make correct suppositions and inferences, reach deductive generalizations by getting rid of rote constructions. In addition, previous literature indicated that GeoGebra is a useful tool to recognize possible erroneous and misleading situations and misconceptions. Lastly, pre-service teachers considered the GeoGebra as a tool to prove and/or verify geometric constructions they made. With GeoGebra's dragging property, students have opportunities to make numerous trial and errors during their constructions. Therefore, they can observe their geometric constructions from different perspectives before reaching the correct one.