

Pergel-Çizgeç ve Geogebra İnşaları Üzerine: Öğretmenlerin Geometrik İnşa Süreçleri ve Görüşleri

On the Compass-Straightedge and Geogebra Constructions: Teachers' Geometric Construction Processes and Perceptions

Mehmet Fatih ÖÇAL¹, Mertkan ŞİMŞEK²

¹Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü,
Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, fatihocal@gmail.com

²Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü,
Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, mertkans@gmail.com

Makalenin Geliş Tarihi: 11.10.2016

Yayına Kabul Tarihi: 29.12.2016

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, öğretmenlerin farklı araçlar kullanarak (pergel-çizgeç inşaları [PCİ] ve dinamik geometri yazılımı olarak Geogebra inşaları [Gİ]) temel geometrik inşa problemlerini çözüme süreçlerini ve bu konudaki görüşlerini incelemektir. Çalışma nitel durum çalışması şeklinde olup katılımcıları dört ortaokul matematik öğretmeninden oluşmaktadır. Veri toplama aracı olarak, Öklid'in "Elementler" kitabından yararlanılarak araştırmacılar tarafından hazırlanmış "Temel Geometri İnşaları Testi (TGİT)" öğretmenlere uygulanmıştır. Ayrıca, öğretmenlerin bu konudaki görüşlerini almak üzere, yarı yapılandırılmış görüşme formu verilmiştir. Son olarak da, öğretmenlerle odak grup görüşmesi yapılmıştır. Veriler içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Görüşme formundan ve odak grup görüşmelerden elde edilen veriler üç ana tema üzerinden incelenmiş ve tartışılmıştır. Öğretmenlerin, pergel-çizgeç ve Geogebra inşaları karşılaştırıldığında Geogebra'nın deneme yanılmaya imkan sağlamasından dolayı pergel-çizgeç ile yapamadıkları bazı inşaları Geogebra ile yapabildikleri görülmüştür. Ayrıca, inşalar arasındaki karşılaştırmaya yönelik görüşlerinde farklılıklar bulunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Pergel-çizgeç, geogebra, öklid geometrisi inşaları

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate teachers' problem solving processes of basic geometry constructions with various physical tools (compass-straightedge constructions [PCİ]) and dynamic geometry software (Geogebra constructions [Gİ]) and their perceptions about this issue. This study is a qualitative case study whose participants are composed of four elementary school mathematics teachers. As data collection tool, "Basic Geometry Constructions Test (TGİT)", which was prepared by the researchers by benefiting from Elements book by Euclid, was applied to teachers. In addition, teachers were subjected to semi-structured interview forms in order to gather their perceptions about this issue. Lastly, focus group interview was conducted with the

teachers. The data were analyzed with content analysis method. It was found that teachers' achievements were low while trying to complete the tasks with different tools. Findings gathered from interview forms and focus group interviews were analyzed and discussed according to three main themes. Comparing PCI and GI, since Geogebra allows teachers to do trial and error, it was observed that some of the constructions teachers could not perform with compass and straightedge were performed via Geogebra. In addition, there were differences in teachers' opinions about the comparison of construction types.

Keywords: *Compass-straightedge, geogebra, euclidian geometry constructions*

GİRİŞ

Yaklaşık 2300 yıl önce Öklid'in "Elementler" kitabında karşılaştığımız ve o zamanlarda matematiğin en temel konusu olarak nitelendirebileceğimiz pergel ve çizgeç kullanılarak yapılan inşalar Öklid geometrisinin temelini oluşturmaktadır (Martin, 2012). Geometrik bir çalışma, geometrik şekillerin veya kavramların görselleştirilmesini, çizilmesini (oluşum) ve genelleme yapılmasını içerir (Köse, 2008). Pergel-çizgeç inşaları oluşum sürecinde yer alır. Bu inşalar Öklid'den ismini alarak Öklid inşaları olarak isimlendirilmesinin yanında bazı kaynaklarda pergel-cetvel inşaları (Çiftçi ve Tatar, 2014), pergel-çizgeç inşaları (Erduran ve Yeşildere, 2010) veya temel geometri inşaları olarak da adlandırılırlar. Her ne kadar pergel-cetvel inşaları şeklindeki kullanımlara rastlansa da cetvel kelimesi yerine birimsiz (ölçsüz) cetvel veya düz çizgi çizme aracı olarak tanımlanabilecek olan çizgeç kelimesini kullanmak daha doğru olacaktır. Çünkü esas olan inşa sürecinde cetvelin üzerindeki ölçü işaretlerinin kullanılmamasıdır. Günümüzde bilgisayar yazılımları, açölçerler gibi değişik araçlarla farklı inşalar yapılabilmesine karşın pergel ve çizgeç ile yapılan inşalar Öklid geometrisindeki aksiyomlar ile ortaya çıkan inşalara denk geldiğinden, zihinde geometrik inşaların olgunlaşmasını sağlayacağından önemlidir (Sezen, 2007). Öyle ki bilgisayar yazılımları da incelendiğinde aynı aksiyomlar temel alınarak inşaların sıralı işlemler silsilesi şeklinde yapıldığı görülebilir. Bu bağlamda, Duval (1994; akt. Tapan-Brouin, 2016) geometrik şekillerin farklı yönlerden kavranmasını ve matematiksel işlemlerin yapılmasını etkileyen farklı kavrama türlerinin olduğundan bahsetmektedir. Bunlar algısal, işlevsel, sıralı ve söylemsel kavrayışlardır. Algısal kavrayıştan kasıt, ilk bakıldığında görülen şeklin veya cismin geçmiş algılardan kaynaklı yorumlanması ile ilgilidir. Mesela, yan yana iki doğru parçasına paralel olduğu özelliği verilmemesine rağmen görünüşüne bakarak paralel olduğunu düşünmek bu kavrayışla ilgilidir. İşlevsel kavrayışta ise verilen bir şekil üzerinde şeklin özelliklerini kaybetmeden zihinsel bazı değişiklikler yapabilme ile ilgilidir. Mesela, paralelkenarın alanını, bunu dikedörtgen haline getirerek bulma işlevsel kavrayış ile açıklanmaktadır. Söylemsel kavrayış, şekilden yorum yapmak mümkün değil iken şeklin özelliklerinin sözel olarak ifade

etmeyi gerektirir. Örneğin, özdeş iki ikizkenar üçgenin taban tabana birleşmesiyle oluşan şekil eşkenar dörtgen olarak algılanabilecek iken, sözel olarak bu şeklin paralelkenar olduğunun ifade edilmesi söylemsel kavrayış ile açıklanmaktadır. Sıralı kavramada bir inşa oluşturulurken inşanın elemanları belli bir sıraya göre inşa edilir. Sıralı kavrayışa örnek vermek gerekirse, bir eşkenar üçgenin çiziminde kenarlardan birinin verilen uzunlukta inşası, yarıçapı bu uzunluk ve merkezi bu doğru parçasının bir ucu olan bir çemberin inşası gerekir. Aynı işlemin, merkezi doğru parçasının diğer ucu olacak şekilde de yapılması gerekir. Daha sonra iki çemberin kesişim noktası üçgenin diğer köşesini oluşturacak şekilde diğer kenarlar çizilir. Yapılan geometrik inşaların ispat niteliği taşıyıp herkes için geçerli inşalar olabilmesi için inşaları yapanların sıralı kavrayışa sahip olmaları gerekir. Sıralı kavrayış ise bu adımların belirli bir sırayla yapılmasını gerektirir (Duval, 1994; akt. Tapan-Broutin, 2016). Şekillerin inşalarında sıralama yaparken birçok sınırlılıklar bulunmaktadır. En önemlisi yapılan işlemin matematiksel boyutunu temel almasının yanı sıra şekil inşasında kullanılacak malzemenin de (pergel-çizgeç ile veya dinamik geometri yazılımları ile) sınırlılıkları önem arz etmektedir.

Geometrinin anlamlı olarak öğrenilmesinde, geometrik inşaların yapılması önem arz etmektedir (Martin, 2012). Geometrik inşaların, öğretim programındaki yeri incelendiğinde, 2005 yılında yayınlanmış olan ilköğretim matematik öğretim programında pergel-çizgeç inşaları yer almaktayken (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005a), 4+4+4 sistemine geçiş ile 2013 yılında yayınlanmış olan ortaokul matematik öğretim programında pergel-çizgeç inşaları ile ilgili 8. sınıf seviyesinde açığortay, kenarortay ve yüksekliğin inşasına yönelik bir kazanım bulunmaktadır (MEB, 2013a). Bunun yanı sıra, 2013 yılı ve önceki yıllarda yayınlanmış ortaöğretim matematik öğretim programlarında ise pergel-çizgeç inşalarına geniş bir şekilde yer verilmiştir (MEB, 2005b). Bununla birlikte programda inşa sürecinde dinamik geometri yazılımlarının bilgi iletişim teknolojileri becerilerinin gelişmesi doğrultusunda kullanılması önerilmektedir (MEB, 2013b). Bunun yanında pergel vb. araçların kullanımı ile psikomotor becerilerin kazandırılması öğretim programlarının ortak

hedeflerindedir. Benzer şekilde NCTM standartları incelendiğinde hem ortaokul hem de ortaöğretim düzeyinde pergel-çizgeç inşalarına yer verilirken (NCTM, 2000), Common Core State Standards programı incelendiğinde yalnızca ortaöğretimde pergel-çizgeç inşalarına yer verilmektedir (Common Core State Standards Initiative [CCSSI], 2015). Diğer yandan öğretim programlarının uygulayıcıları olan öğretmenlerin, öğretmen eğitimlerinde matematiksel araç-gereçleri kullanmaya yönelik zorunlu iki ders aldıkları görülmektedir. Bunlar özel öğretim yöntemleri ve öğretim teknolojileri ve materyal tasarlama dersleridir (Yüksek Öğretim Kurumu [YÖK], 2007). Ayrıca, öğretmen yetiştirme programlarında seçmeli dersler ile bazı özelleştirmeler yapılabilmektedir. Örneğin, geometrik çizimlere yönelik “Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi” dersinde hem dinamik geometri yazılımlarından hem de bunların temeli olan geleneksel araçlardan faydalanılabilir. Bunlara ek olarak, üniversitelerde farklılıklar göstermekle beraber, alan öğretimine yönelik seçmeli dersler bulunmaktadır. Ancak bunlar, merkezi öğretmen yetiştirme programlarında bulunmadığından o üniversite özelinde kalmaktadır. Özellikle zorunlu dersler alana yönelik kapsamlı ve genel içeriğe sahip olduklarından ve pergel-çizgeç veya dinamik geometri yazılımlarının gösterilmesi gibi konular bu yüzden derslerde çok sınırlı ele alındığından bu derslerin ne kadar yeterli olabileceği tartışmalıdır.

Ulusal ve uluslararası öğretim programlarında (örn., CCSSI, 2015; MEB, 2005a; MEB, 2013a; NCTM, 2000) özellikle vurgulanan teknolojinin gelişimi her alanda kendini gösterdiği gibi son yıllarda matematik eğitiminde de ağırlığını hissettirmeye başlamış, hatta bir gereksinim haline gelmiştir (Köksal ve Yaman, 2012). Matematik eğitiminde teknoloji kullanımını genel teknolojik araçlar, matematik yapma araçları ve matematik öğretimi teknolojik araçları olmak üzere 3 kategoride inceleyebiliriz (Köse, 2008). Genel teknolojik araçlar internet tabanlı iletişim ve etkileşim araçları gibi teknolojilerdir. Moodle uzaktan eğitim sistemi bu tip araçlara örnektir (Aydın ve Biroğul, 2008). Matematik yapma araçlarına, matematiksel hesaplamaları yapmak için kullanılan Excel örnek olarak verilebilir. Matematik eğitiminde teknoloji kullanımına yönelik olup pergel-çizgeç çalışmalarının yapılabileceği platformlar ise üçüncü kategori

içerisine değerlendirilebilir (Sherman, 2010). Matematik öğretimi teknoloji araçları, dinamik geometri yazılımları ve bilgisayar cebir sistemleri olmak üzere iki kategoride incelenebilir. Dinamik geometri yazılımları 2 ve 3 boyutlu ortamda geometri inşaları yapmayı sağlayan yazılımlardır. Geometers' Sketchpad, Cabri 2D-3D bu tür programlara örnek olarak verilebilir. Bilgisayar cebir sistemleri sayı, sembol ve ifadeler ile ilgili matematiksel işlemleri yapmayı sağlayan yazılımlardır. Bu yazılımlara Mathematica, Maple gibi örnekler verilebilir. Literatür incelendiğinde matematik yapma aracı olarak nitelendirilen hesap tabloları yazılımlarının matematik öğretiminde kullanılmasıyla ilgili çalışmalara da rastlanmaktadır (Işıksal ve Aşkar, 2003; Kutluca ve Baki, 2013). Bu kategorilere göre Geogebra yazılımı dinamik geometri yazılımı özelliğini ve bilgisayar cebir sistemleri özelliğini bir arada bulundurduğundan birleşik özellikli bir yazılım olarak nitelendirilebilir (Aktümen, Horzum, Yıldız ve Ceylan, 2010; Zengin ve Tatar, 2014). Bu bağlamda, pergel-çizgeç çalışmalarının yanında birçok matematiksel çalışmanın hem öğretmenler hem de öğrenciler açısından nitelikli olarak yapılabilmesine olanak sağlamaktadır (Tatar, 2012; Zengin, Furkan ve Kutluca, 2012).

Yapılan çalışma bağlamında, pergel-çizgeç özelliklerini temel alan Geogebra gibi dinamik geometri yazılımlarında tıpkı kağıt üzerinde yapılan geometrik inşaları dinamik ortamda gerçekleştirmek mümkündür (Çiftçi ve Tatar, 2014). Geogebra inşaları dinamik inşalar olarak isimlendirilmektedir. Dinamik inşalar ile kağıt üzerinde yapılan inşalar karşılaştırıldığında, dinamik inşaların harekete dayanıklılık ilkesine sahip olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Laborde, 1994; akt. Tapan-Broutin, 2016). Harekete dayanıklılık ilkesi, bir şeklin geometrik özelliklerini bir bütün olarak koruması ve inşadaki bütün geometrik elemanların buna uyumlu olması anlamına gelmektedir. Diğer bir ifadeyle, inşa edilen şekil tanımlanan özelliklerini bütün durumlarda korur. Örneğin, bir ABC eşkenar üçgeni çizildiğinde A noktasını hareket ettirdiğimizde üçgenin eşkenar üçgen özelliğini koruması gerekmektedir. Yani inşaların Öklid'in "Elementler" kitabındaki inşa yöntemleri doğrultusunda yapılması gerekliliğini ortaya çıkarır. Harekete dayanıklılık ilkesi ile öğrenciler çizimler üzerinde muhakeme ve

genelleme yapabilirler. Yine bu sayede öğrenciler kendi hatalarını tespit etme imkanına sahip olurlar (Tapan-Broutin, 2014).

Cheung (2011) çalışmasında ortaokul üçüncü sınıfta öğrenim gören öğrencilerin (15 yaş civarı) pergel-çizgeç inşaları ile yapılan etkinlikleri eğlenceli bulduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte bu etkinlikler öğrencilerin ispat yeteneklerini geliştirmeye yardımcı olmuş ve geometri öğrenmeye ilgilerini artırmıştır. Sınıf ortamında Geogebra'nın kullanılmasına yönelik yapılan çalışmalarda, Kabaca, Aktümen, Aksoy ve Bulut (2010) ve Prenier (2008) Geogebra'nın kolayca kullanılabilir bir araç olduğunu, öğretim ortamının zenginleştirilmesini ve teknoloji kullanım potansiyelini artırabileceğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Sarracco (2005) dinamik geometri inşalarının derslerde kullanılmasının, sekizinci sınıf öğrencilerinin geometrik ilişkileri keşfetmelerine yardımcı olduğunu belirtmiştir. Gülcü'nün (2013) çalışmalarında ise öğrenciler, bilgisayar destekli matematikten faydalanmanın zamandan tasarruf sağlama, görselleştirme gibi avantajlarının yanında kullanımda zorlanma ve bazı programların dil desteğinin olmaması gibi dezavantajları olduğunu söylemişlerdir.

Karakuş (2014) pergel-çizgeç ile geometrik inşa yapılmasına yönelik çalışmasında, öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun daha önce pergel-çizgeç etkinliği ile karşılaşmadığını ve bu etkinlikleri ilgi çekici, eğlenceli, kalıcı ve anlamlı öğrenme sağlayan etkinlikler olarak gördüklerini ortaya koymuştur. Ayrıca, Çiftçi ve Tatar (2014) pergel-çizgeç kullanımı ile dinamik geometri yazılımı kullanımının öğretmen adaylarının başarılarına etkisini inceleyen çalışmalarında, bu iki inşa yönteminin kullanımının öğretmen adaylarının başarılarına etkisine yönelik anlamlı bir fark olmadığını belirtmiştir. Diğer taraftan, öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımı kullanmanın karışık şekillerde etkili olduğunu ve zaman tasarrufu sağladığını, pergel-çizgeç kullanmanın ise zevkli olduğu söylemişlerdir. Buna ek olarak, Geogebra kullanmanın kolay olduğu ve kalıcı öğrenme sağladığı şeklinde görüşleri olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, geometrik oluşum problemlerinin çözümlerinde kullanılan pergel-çizgeç ve hesap makinesi-geometrik inşa araçlarının kullanımının öğretmen adaylarının muhakeme becerilerine etkisini inceleyen Köse, Tanışlı, Erdoğan ve

Ada'nın (2012) çalışmasında, grafik çizer hesap makinesi ile desteklenmiş öğretim sürecinin, öğretmen adaylarının muhakeme ve problem çözme stratejilerinde gelişim gösterdiği bulunmuştur. Yine öğretmen adayları ile yapılan çalışmada, Pandiscio (2002) dinamik geometri yazılımları ile yapılan geometrik inşalarda, öğretmen adayları verilen problem ile teorem arasındaki anahtar noktadaki ilişkileri keşfetmeye yardımcı olacağını söylemişlerdir. Bunu destekleyen Kondratieva'nın (2013) çalışmasında, üniversite seviyesinde geometrik inşaları dinamik ortamda yapmanın, basitten karmaşık inşalar oluşturmaya ve basit benzetimlerden genellemeler yapmaya olanak sağlayacağı belirtilmiştir.

Kabaca, Aktümen, Aksoy ve Bulut'un (2010) çalışmasında öğretmenlere, Geogebra ve Geogebra'nın sınıfta kullanılmasına yönelik bir eğitim verilmiştir. Öğretmenlerden alınan görüşlere göre, öğretmenler bu yazılımı farklı sebeplerle sınıf ortamında uygulayabileceklerini belirtmişlerdir. Bu sebeplerden bazıları geometrik inşaların yapılabilme kolaylığı ve sürüklenme özelliğinden dolayı yapılan inşalarda öğrenciler için interaktif bir ortam oluşturmasıdır. Erduran ve Yeşildere (2010) öğretmenlerin pergel-çizgeç inşalarını öğretmen merkezli, yönergelerin öğrenciler tarafından takip edilecek şekilde yaptırmaya çalıştığını ve ortaya çıkan inşaların nedeni hakkında herhangi bir tartışma gerçekleştirilmediğini belirtmiştir. Ayrıca bazı öğretmenlerin çizgeç yerine cetvel kullandığı ve bunun öğrencilerin de cetvel kullanmasına sebep olduğu ifade edilmiştir. Öğretmenlere yapılan çalıştay sonrasında Premier (2008), öğretmenlerin Geogebra ile hazırlanan materyallerin öğretim esnasında etkili şekilde kullanabildiklerini belirtmiştir. Ayrıca, bu etkinliklerin farklı matematik ve geometri konularında kolaylıkla uygulanabileceğini, bunların arasında geometrik inşalarında önemli yer aldığını belirtmiştir. Stylianides ve Stylianides (2005) ve Köse, Uygan ve Özen (2012) öğrencilerin dinamik geometri yazılımının sürüklenme özelliğini kullanarak inşalarda keşfetme ve doğrulama imkânı bulduklarını ifade etmişlerdir.

Ülkemizde ortaöğretimini tamamlamış olan birçok bireyin geometrik inşaları bilmediği, bunun sebebinin ise öğretmenler tarafından bu konuların işlenmemesi ya da işlense bile öğretmen merkezli öğretim yapılması olduğu görülmektedir (Erduran ve Yeşildere

2010; Karakuş, 2014). Bu bağlamda öğretmenlerin pergeli çizgeç inşalarını somut materyal veya dinamik geometri yazılımı ile yapabiliyor olmaları ve konuyla ilgili düşünceleri önem arz etmektedir. Bu durumun tespit edilmesi, öğretmenlerin bu konuya gereken özeni göstermesine yönelik çözüm önerileri sunulmasına imkan sağlayacaktır. Öğretim programı bağlamında, her ne kadar MEB (2013a) ortaokul matematik öğretim programında teknolojiye ve diğer ders araçlarından sınıf ortamında yararlanılması gerekliliğine vurgu yapılmış olsa da, öğretmenlerin genellikle bu araçları öğretim esnasında etkili kullanamadıkları bilinmektedir (İnan, 2006; Pamuk, Ergun, Çakır, Yılmaz ve Ayaş, 2013). Bu çalışmanın amacı doğrultusunda, özellikle geometrik inşalarda kullanılan araçlarla ilgili öğretmen görüşlerinin ortaya çıkması, bu eksikliklerin giderilmesine yönelik durumların belirlenebilmesi yönünden önemlidir. Ayrıca, öğretmenlerin inşa süreçlerinde kullandıkları geleneksel ve teknolojik araçları kullanma eksiklikleri de ortaya çıkacaktır. Bu bağlamda, çalışmada öğretmenlerin pergeli-çizgeç veya dinamik geometri yazılımı kullanarak temel geometrik inşa problemlerini çözme süreçlerinin incelenmesi, konu ve ilgili araçlara yönelik görüşlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik araştırma problemleri şunlardır:

1. Öğretmenler pergeli-çizgeç ve dinamik geometri yazılımı kullanarak temel geometrik inşaları nasıl oluşturmaktadırlar?
2. Hem pergeli-çizgeç hem de dinamik geometri yazılımı kullanarak aynı inşaları yapmayı deneyen öğretmenlerin, bu iki aracın karşılaştırılmasıyla ilgili görüşleri nelerdir?
3. Öğretmenlerin temel geometrik inşalar konusuyla ilgili görüşleri nelerdir?

YÖNTEM

Bu araştırma, nitel paradigmaya sahip olup bütüncül tekli durum çalışması desenini benimsemiştir. Durum çalışmalarında, genellikle bir kişi, bir sınıf veya toplum olabilecek birimlerin karakteristik özellikleri gözlemlenir ve incelenir (Cohen, Manion ve Morisson, 2000). Bu çalışmalar, bir konunun veya durumun “nasıl” ve “niçin” soruları ile derinlemesine incelenmesini sağlar. Tekli durum çalışmalarında ise, tek bir kişi veya aynı özelliğe sahip bir sınıfın incelenmesi hedeflenmektedir. Bu tür çalışmanın önemi, kritik bir durumun detaylı açıklanmasına imkan sağlamasıdır (Yin, 2013). Öğretmenlerin matematik konuları arasında önemli bir yer tutan geometrik çizimler ile ilgili durumlarının incelenmesi bu yönde bir tekli durum çalışması özelliği göstermektedir. Ayrıca bu desen, aynı durumu açıklayan alternatif açıklamalara olanak sağlamaktadır (Yin, 2013). Dolayısıyla, geometrik inşalarda yapılan farklılıklara alternatif açıklamalar getirilebilecektir.

Katılımcılar

Bu çalışmanın katılımcıları dört matematik öğretmeninden oluşmaktadır. Araştırmanın amacına uygun olarak, dört öğretmen bütüncül bir durum olarak ele alınmıştır. Burada tüm öğretmenlerin, geometrik inşa süreçlerindeki karakteristik özellikleri bütüncül olarak incelenmesi hedeflenmiştir. Öğretmenleri çalışmalara dâhil etme konusunda farklı zorluklarla karşılaşıldığı için kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Katılımcılara, araştırmanın amacından bahsedilmiş olup gönüllülük esasına göre katılım onayları alınmıştır. Katılımcıların tamamı farklı üniversitelerin eğitim fakültelerinin ilköğretim matematik öğretmenliği bölümü mezunudur. Katılımcıların tümü Doğu Anadolu Bölgesindeki bir ilde bulunan farklı ortaokullarda matematik öğretmenliği yapan kişilerdir.

Öğretmenlere çalışmada takma isimler verilmiştir. Bu isimler, Ahmet, Barış, Cihan ve Doğan'dır. Bunlardan Ahmet ve Barış iki yıldır devlet ortaokullarında 2 yıllık deneyime sahip iken, Cihan'ın 5 yıl ve Doğan'ın 3 yıl öğretmenlik tecrübesi bulunmaktadır. Bu öğretmenler arasında sadece Cihan, pergel-çizgeç inşalarını öğretim programının (MEB,

2005a) beklediği kadarını sınıf ortamında yapmıştır. Öğretmenler farklı sınıf seviyelerinde (5., 6., 7. ve 8. sınıflar) öğretime devam etmekle beraber, çalışmaya katılan tüm öğretmenler 8. sınıf öğrencilerinin dersine girmektedirler. Çalışma 2015-2016 öğretim yılında yapılmış olup, 8. sınıf öğrencileri 2005 yılında yayınlanan öğretim programını (MEB, 2005a) takip etmektedirler. Bu programda ise temel geometri inşaları ile ilgili kazanımlar bulunmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışma, üç basamaktan oluşmuştur. İlk aşamada, öğretmenlerin temel geometri inşaları incelenmiştir. Öncelikle, (MEB, 2013a; 2013b) ortaokul ve ortaöğretim matematik öğretim programından ve Öklid'in "Elementler" kitabında bulunan temel inşalardan (Sezen, 2007) yararlanılarak temel geometri inşalarını içeren ve 7 açık uçlu sorudan oluşan "Temel Geometri İnşaları Testi" (TGİT) (Ek 1) hazırlanmıştır. İçerik olarak testte, pergeli-çizgeç kullanarak oluşturabilecekleri "a birim uzunlukta C merkezli çember", "verilen doğru parçasının orta noktası", "verilen açının açıortay doğrusu", "belirli bir noktadan geçen ve verilen doğruya dik doğru" vb... inşalarını gerektiren sorular bulunmaktadır. Test hazırlandıktan sonra, matematik eğitiminde iki öğretim üyesi ile iki matematik öğretmenin uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşlerine göre son düzenlemeler yapıp uygulamaya geçilmiştir. Bu aşamada, her öğretmenin hem pergeli-çizgeç inşası hem de Geogebra inşası yapmaları istenmiştir. Başlangıçta, rastgele iki öğretmen pergeli-çizgeç inşası ile soruları çözmeye başlamıştır. Ayrıca, öğretmenlerden verilen soru kâğıtlarına inşalarını nasıl yaptıklarını açıklamaları da istenmiştir. Diğer iki öğretmenden ise Geogebra yazılımı kullanarak soruları çözmeleri istenmiştir. Çözümlerini kayıt altına almak için bilgisayarlara yapılan işlemleri video formatında kayıt yapabilecek yazılım yüklenmiştir. Böylelikle, öğretmenlerin inşalarını yaparken hangi adımları takip ettikleri ve çözümlere hangi aşamalardan sonra ulaştıkları kayıt altına alınmıştır.

Standart Geogebra yazılımında birçok inşa aracı hazır halde bulunmaktadır. Ama araştırmanın amacına uygun olacak şekilde, öğretmenler tube.geogebra.org internet sayfasından sadece istenen inşa araçlarını içeren bir platformda çözümlerini yapmaları

sağlanmıştır. Bu araçlar, araştırmacılar tarafından hazırlanmış olup sadece pergel-çizgeç yardımı ile yapılabilecek şekilde seçilmiştir. Bu araçlar, “nokta”, “kesişim noktası”, “doğru”, “doğru parçası”, “çember” ve “pergel” çizme araçlarından oluşmaktadır. Böylece öğretmenlerin yazılımın karmaşık kısımlarından kurtulması ve yazılımı kullanma ile ilgili zorluk çekmemeleri sağlanmıştır. Uygulama esnasında öğretmenlerin sadece bu araçları kullanabilmeleri sağlanmıştır. Geogebra kullanımı ile, pergel-çizgeç inşalarından farklı olarak, öğretmenler yazılımın sürüklemeye özelliğini kullanarak şekillerin farklı durumlarını inceleme fırsatına sahip olmuşlardır. Bu ise, öğretmenlere deneme-yanılma imkanı sağlar. Şekil 1, öğretmenlerin kullandıkları Geogebra uygulama sayfasını göstermektedir. Kullanabildikleri araçlar ise dikdörtgen içerisinde gösterilmiştir.



Şekil 1. Öğretmenlerin Kullandıkları Geogebra Uygulama Sayfası

Öğretmenler daha önce Geogebra eğitimi almadıkları için öğretmenlere hangi araçları nasıl kullanacakları uygulama öncesinde gösterilmiştir. Ayrıca öğretmenlere, yazılıma uyum sağlamaları amacıyla kendilerinin farklı inşalar yapmaları için zaman tanınmıştır. Öğretmenlerden gelen yazılımla ilgili sorular cevaplanmıştır. Bu süreç yaklaşık bir saat sürmüştür. Daha sonra uygulama aşamasına geçilmiştir. Yazılımda, sadece pergel-çizgeç özelliklerini kullanacakları araçların bulunması, öğretmenlerin yazılımı kullanmalarını kolaylaştırmıştır. Öğretmenler pergel-çizgeç inşalarını ve Geogebra inşalarını tamamladıktan sonra yer değiştirmiştir. Yani pergel-çizgeç inşaları ile

başlayan iki öğretmen Geogebra inşalarına, Geogebra inşaları ile başlayan öğretmenler ise pergel-çizgeç inşalarına geçmiştir. Aynı süreç tekrar edilmiştir. Her bir aşama için öğretmenlere 30 dakika süre verilmiştir. Öğretmenler ise hem pergel-çizgeç hem de Geogebra inşalarını bu süre dolmadan tamamlamıştır. Böylelikle veri toplama sürecinin ilk aşaması tamamlanmıştır.

İkinci aşamada, öncelikle öğretmenlere hem pergel-çizgeç inşaları ile hem de Geogebra inşaları ile verilen testte sorulan sorulara yönelik doğru inşa yolları gösterilmiştir. Daha sonra ise yarı-yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır. Bu formda, pergel-çizgeç inşaları ile Geogebra inşalarını farklı açılardan (öğretici, akılda kalıcı, eğlenceli, kullanım kolaylığı) karşılaştırılmasına, bu inşalarda karşılaştıkları zorluklara ve öğrencilerin geometri öğrenmesi öncesinde temel geometri inşalarının gerekliliğine yönelik sorular nedenleri ile sorulmuştur. Bu formun uygulanmasındaki amaç, öğretmenlerin yukarıda belirtilen konularla ilgili görüşlerini ortaya çıkartmaktır. Bu form, alanda bulunan çalışmalar taranarak ve taranan çalışmalar doğrultusunda araştırmanın amacına uygun olarak hazırlanmıştır. Alan taramasında sıklıkla karşılaşılan ve Öklid'in "Elementler" kitabında bulunan temel geometrik inşalar seçilerek form oluşturulmuştur. Bu formdaki maddeler hazırlandıktan sonra, matematik eğitimi alanında uzman iki kişi (biri ortaokul matematik öğretmeni diğeri matematik eğitiminde öğretim üyesi) tarafından incelenmiştir. Yaptıkları eleştiriler dikkate alınarak formun son hali verilmiştir. Böylece form, uygulamanın yapılmasına hazır hale getirilmiştir. İkinci aşamanın başında doğru cevapların gösterilmiş olması, öğretmenlerin kendilerini değerlendirmelerine imkan tanımış ve görüşmelerde bu yönde de veriler elde edilmesi sağlamıştır. Öğretmenler bu formu 18 ile 26 dakika arasında tamamlamıştır.

Son aşamada ise çalışmaya katılan tüm öğretmenlerle odak grup görüşmesi yapılmıştır. Odak grup görüşmesinin yapılma amacı, öğretmenlerin bireysel görüşme formunda ortaya çıkmayan görüşlerini ortaya çıkarmak ve görüşme formundaki görüşleri tartışmalarını sağlamaktır. Yarı-yapılandırılmış soruları içerecek şekilde inşa türlerini karşılaştırılmasına (öğreticiliği, akılda kalıcılığı, kullanım kolaylığı, eğlenceliliği açısından), inşa türlerine yönelik öğretmen görüşlerine, inşa türlerinde karşılaşılan

zorluklara ve öğrencilerin geometri öğrenmesinde temel geometri inşalarının gerekliliğine yönelik genel sorular sorulmuştur. Görüşmede sorulan sorular, bireysel görüşme formunda sorulan sorularla paralellik göstermiş olup gerektiğinde yarı-yapılandırılmış görüşmelerin amacına uygun olacak şekilde, verilerin derinleştirilmesine yönelik “Neden?”, “Nasıl?” gibi sondalar kullanılmıştır. Görüşme ses kaydına alınmıştır ve yaklaşık 34 dakika sürmüştür.

Verilerin Analizi

Araştırmanın, birinci alt problemine yönelik TGİT öğretmenlere uygulanmıştır. Öğretmenlerin testteki sorular için oluşturdukları pergel-çizgeç ve Geogebra inşaları içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Öğretmenlerin her soru için oluşturdukları pergel-çizgeç ve Geogebra inşaları karşılaştırılmış ve ortak paydada değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, öğretmenlerin soru kâğıtlarına verilen cevaplar ile video kaydına alınan Geogebra inşaları analiz edilmiştir. Öğretmenlerin temel inşaları çözme yöntemleri ve pergel-çizgeç inşaları ile Geogebra inşaları arasındaki farklılıklar incelenmiştir. Bu inceleme, Duval’ın (1994; akt. Tapan-Broutin, 2016) geometrik inşaların yorumlanmasında bahsedilen sıralı kavrama türü üzerinden yapılmıştır. Dinamik geometri inşalarının doğruluğunda ise Laborde’nin (1994; akt. Tapan-Broutin, 2016) harekete dayanıklılık ilkesi göz önünde bulundurulmuştur. Yani, öğretmenlerin Geogebra ile geometrik inşalarının doğruluğu, sürüklenme yapılsa da inşanın istenilen özellikleri kaybetmemesi yönüyle değerlendirmiştir.

Öğretmenlerin, yarı yapılandırılmış görüşme sorularına verdikleri cevaplar ile odak grup görüşmesinde ortaya çıkan veriler üç ana kategori altında düzenlenmiştir. Veriler içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu yöntem, elde edilen verileri açıklamak için uygun kavram ve ilişkiler bulmayı amaçlar (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Yapılan analiz sonucunda, ana temalar “pergel-çizgeç ile Geogebra inşalarının karşılaştırılması”, “pergel-çizgeç ile Geogebra inşalarında karşılaşılan zorluklar” ve “temel geometri inşalarının gerekliliği” şeklinde oluşmuştur. Araştırmanın amacı göz önünde bulundurularak, veriler incelenmiş, birbiriyle ilişkili kavramlar ve kodlar bu ana temalar altında düzenlenmiştir.

Verilerin analizi öncesinde, odak görüşme transkript edilmiştir. Analizin geçerliliği için iç ve dış geçerlilikler göz önünde bulundurulmuştur. İç geçerliliği sağlamak için TGİT'den elde edilen verilerin kontrolü katılımcı teyidi ile yapılmıştır (Fraenkel ve Wallen, 2008). Ayrıca, birbirine paralellik gösteren görüşme formlarından ve odak görüşmesinden elde edilen veriler kullanılarak çeşitleme (triangulation) (Cohen, Manion ve Morrison, 2000) yapılmıştır. Dış geçerlilik için ise öğretmenlerin TGİT'ye pergel-çizgeç yardımı ile forma verdikleri cevaplardan ve Geogebra video kayıtlarından alınan ekran görüntülerden örnekler bulgular kısmında sunulmuştur. Ayrıca, görüşme formundan ve odak görüşmelerden elde edilen direk alıntılara da bulgular kısmında yer verilmiştir. Güvenirlik için ise her üç veri toplama aracından elde edilen veriler araştırmacılar tarafından ayrı ayrı analiz edilmiş olup, fikir birliği sağlandıktan sonra sunum aşamasına geçilmiştir (Fraenkel ve Wallen, 2008).

BULGULAR

Bu çalışmanın bulguları, çalışmanın alt problem durumlarına bağlı olarak üç başlık altında sunulacaktır. Öncelikle, öğretmenlerin “Geometride Temel İnşalar Testi”ndeki sorulara verdikleri cevaplara yönelik bulgular sunulacaktır. İkinci bölümde, öğretmenlerin PCI ve GI karşılaştırılmasına yönelik görüşlerine yönelik bulgular sunulacaktır. Son olarak ise, öğretmenlerin, temel geometri inşalarının gerekliliğine yönelik görüşleri irdelenmiştir.

Geometride Temel İnşalar Testine Verilen Cevaplara Yönelik Bulgular

Öğretmenlerin, GTÇT'de temel geometri inşalarına yönelik sorulan soruları hem pergel-çizgeç ile hem de Geogebra yazılımı ile çözmeleri istenmiştir. Bu bölümde, yaptıkları inşalar incelenmiştir. Tablo 1, öğretmenlerin istenen inşaları doğru yapıp yapmadıklarını göstermektedir.

Tablo 1. Öğretmenlerin, GTÇT Sorularına, Pergel-Çizgeç ve Geogebra İnşaları ile Verdikleri Cevaplara Ait Bulgular

Öğretmenler	1. Soru		2. Soru		3. Soru		4. Soru		5. Soru		6. Soru		7. Soru	
	PCİ	Gİ	PCİ	Gİ	PCİ	Gİ	PCİ	Gİ	PCİ	Gİ	PCİ	Gİ	PCİ	Gİ
Ahmet	+	*	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-
				**										
Barış	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cihan	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+
Doğan	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

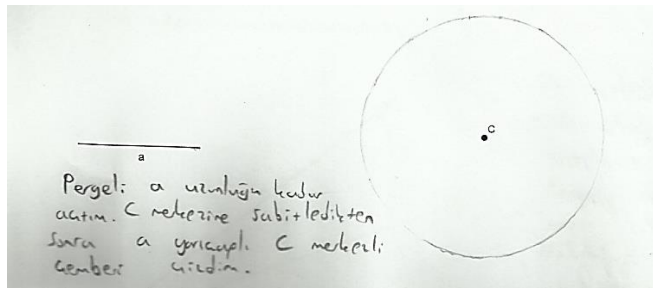
* İlgili öğretmenin, ilgili soruyu doğru çözdüğünü göstermektedir.

** İlgili öğretmenin, ilgili soruyu hatalı çözdüğünü göstermektedir.

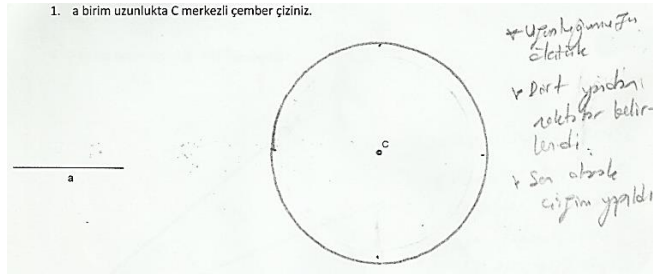
Tablo 1 incelendiğinde, özellikle iki öğretmenin (Barış ve Doğan) hem PCİ hem de Gİ’de fazlasıyla hata yaptığı görülmektedir. Buna karşın, Ahmet temel inşalardan bazılarını yapabiliyor iken, Cihan’ın tüm soruları cevapladığı görülmektedir. Cihan’ın pergel-çizgeç ile hatalı yaptığı inşaları, Geogebra yardımı ile doğru yaptığı görülmüştür. Cihan’ın inşaları incelendiğinde açıortay ve paralel doğru inşalarında (4. ve 7. sorular), pergel-çizgeç ile yaptığı inşalar hatalı iken Geogebra ile yaptığı inşanın doğru olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, Ahmet’in verilen doğrunun orta noktasını bulmaya yönelik pergel-çizgeç inşası hatalı iken, Geogebra ile yaptığı inşası doğrudur. Bu öğretmenlerin Geogebra inşalarının videoları incelendiğinde, ilk denemeleri tıpkı pergel-çizgeç ile yaptıkları inşalardaki gibi başarısız olmuşlardır. Ama sonraki denemelerinde doğru sonuca ulaştıkları görülmüştür. Ayrıca, öğretmenlerin pergel-çizgeç inşalarında doğru cevapladıkları tüm soruları Geogebra ile de doğru cevapladıkları görülmüştür. Bu duruma tek istisna, Ahmet’in “verilen doğru parçasının orta noktası”nı bulma sorusundaki inşalarında görülmektedir.

Sorular incelendiğinde, ilk soruda “a br. uzunlukta ve C merkezli bir çember” çizmeleri istenmiştir. Sıralı kavrayışa göre öğretmenlerin bu şekli inşa sürecinde önce pergeli a birim uzunlukta açıp merkezi C noktası olacak şekilde çemberi inşa etmeleri beklenmektedir. Tüm öğretmenler bu soruyu doğru cevaplamışlardır. İki farklı çözüm stratejisi görülmüştür. Öğretmenlerden pergeli verilen “a uzunluğundaki doğru parçası” kadar açmaları ve merkezi C noktası olarak almaları ve çemberi çizmeleri beklenmiştir. Ahmet ve Cihan bu şekilde inşayı tamamlarken, Barış ve Doğan, çizgeçte “a uzunluğu” kadar bir referans noktası alıp aynı uzunluğu C noktasını başlangıç noktası olarak bir

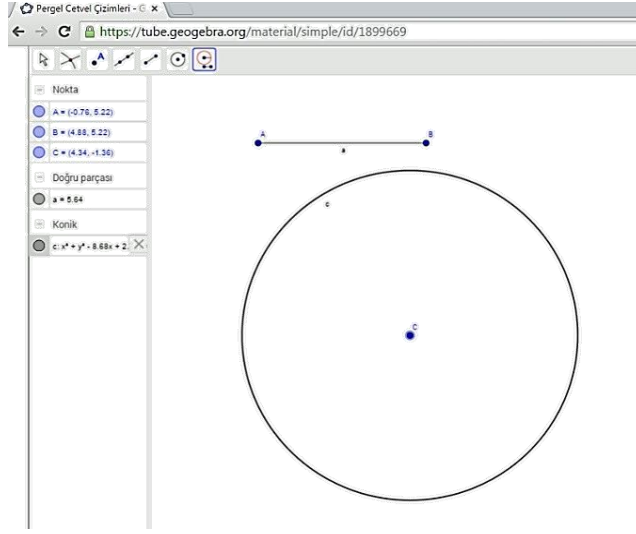
doğru parçası çizmişler ve pergel yardımı ile a uzunluğunda yarıçaplı çemberi çizmişlerdir. Bu iki stratejiye yönelik Ahmet ve Barış'ın pergel-çizgeç inşaları Şekil 2 ve Şekil 3'te gösterilmiştir. Geogebra kullanımında ise tüm öğretmenler bu soruyu doğru cevaplamışlardır. Pergel aracını kullanarak doğru parçasını seçmiş ve bu yarıçaplı çemberi C noktasına sabitlemişlerdir. Ayrıca Şekil 4'te Cihan'ın Gİ ile verdiği cevap bulunmaktadır. Hem PCİ hem de Gİ'de öğretmenlerin, Duval'in (1994; akt. Tapan-BROUTIN, 2016) sıralı kavrayışına bu soruda dikkat ettikleri söylenebilir.



Şekil 2. Ahmet'in Birinci Soruya PCİ ile Verdiği Cevap



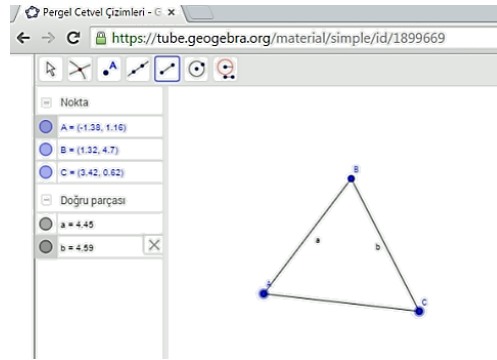
Şekil 3. Barış'ın Birinci Soruya PCİ ile Verdiği Cevap



Şekil 4. Cihan'ın Birinci Soruya Gİ ile Verdiği Cevap

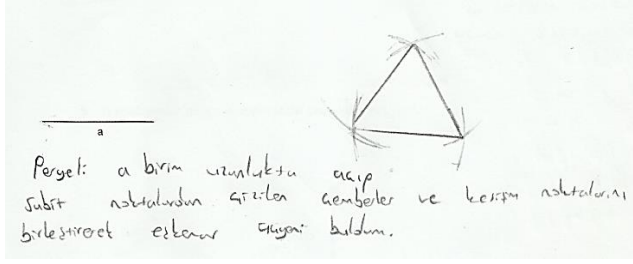
İkinci soruda, öğretmenlerin “bir kenarı a birim uzunluğunda eşkenar üçgen” çizimleri istenmiştir. Duval'in(1994; akt. Tapan-Broutin, 2016) sıralı kavrayışına göre, pergeli çizgeç inşalarında beklenen, öğretmenlerin pergeli a birim kadar açıp bir doğru parçası çizmeleri ve daha sonra bu doğru parçasının iki uç noktasından a yarıçapında iki çember çizmeleridir. Üçgenin uç noktaları olarak doğru parçasının uç noktaları ile çemberlerin kesişim noktaları olarak belirleyip bu noktaları birleştirmeleridir. Benzer şekilde, Geogebra inşalarında da bu sıralamaya öğretmenlerin dikkat etmeleri beklenmektedir. Yani, pergeli ve çizgece özdeş olan araçlardan doğru parçası ve çember aracı kullanılarak bu çizimde tıpkı pergeli-çizgeç inşası adımlarını yapmaları gerekmektedir. Ahmet ve Cihan hem pergeli-çizgeç inşalarında hem de Geogebra inşalarında bu yolu takip etmişlerdir. Yalnız Barış ve Doğan, hem PCİ hem de Gİ inşalarında çizgeç ile a birimi ölçüp göz kararı diğer kenarları da çizme yolunu denemişlerdir. Burada belirtilen öğretmenler ilk aşamayı atladıkları için sıralılığı göz ardı etmişlerdir. Buna ek olarak, Geogebra inşalarında, çizdikleri kenarların uzunluğunu “Cebir Penceresi”nden kontrol ederek inşalarını tamamlamaya çalışmışlardır. Dolayısıyla pergeli-çizgeç inşalarında atladıkları adımı Geogebra penceresinde kontrol etmeye çalışmışlardır. Yalnız burada

da hem Duval'in (1994; akt. Tapan-Broutin, 2016) sıralılığını hem de Laborde'nin (1994; akt. Tapan-Broutin, 2016) harekete dayanıklılık ilkesini ihlal etmişlerdir. Bu yolun, temel inşalarda yeri olmadığı için doğru olarak değerlendirilmemiştir. PCİ'de doğru yapıp Gİ'de hatalı bulunan tek inşaya, Ahmet'in bu soruya verdiği inşada karşılaşılmıştır. Ahmet'in "a birimindeki eşkenar üçgen" inşasına yönelik cevabı pergel-çizgeç ile doğru iken Geogebra ile yaptığı inşaya hatalıdır. Bu durum istisnai durum olarak karşımıza çıkmıştır. Ahmet'in, PCİ inşasında doğru kullandığı stratejiyi Geogebra yazılımında yanlış uygulamasından dolayı hataya düştüğü görülmüştür. Geogebra inşasında a br. yarıçapta bir çember kullanmıştır. Ama üçgenin uç noktalarını doğru parçasının uç noktaları olarak seçmek yerine göz kararı üç nokta çizme yoluna gitmiştir. Yine sıralı kavrayış ihlali Geogebra inşasında gözlemlenmiştir. Şekil 5'de Barış, Gİ'de göz kararı çizilen A, B ve C noktalarını birleştirerek eşkenar üçgeni çizmeye çalışmıştır.

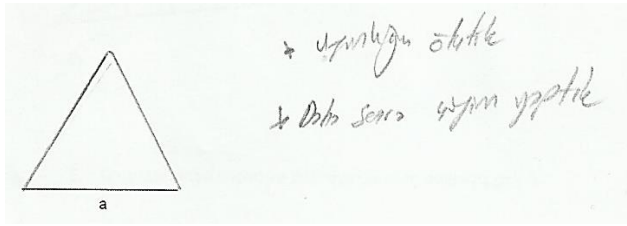


Şekil 5. Barış'ın İkinci Soruya Gİ ile Verdiği Cevap

Ayrıca, Şekil 6 ve Şekil 7'de pergel-çizgeç inşasındaki doğru (Cihan'ın inşası) ve yanlış inşalar (Barış'ın inşası) görülmektedir.



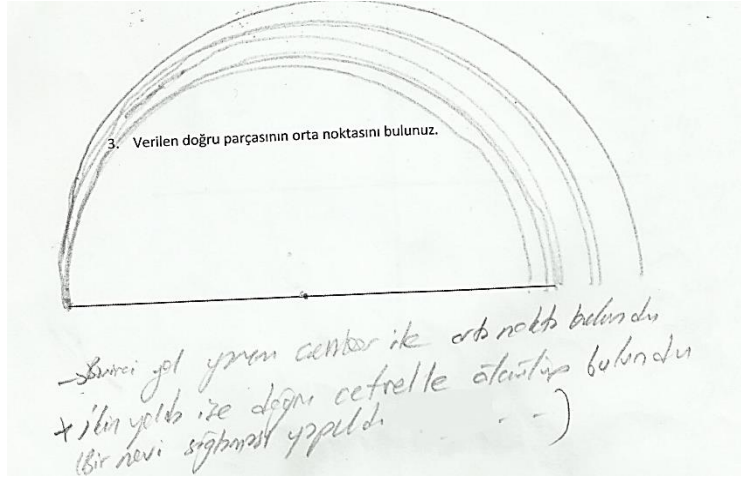
Şekil 6. Cihan'ın İkinci Soruya PCİ ile Verdiği Cevap



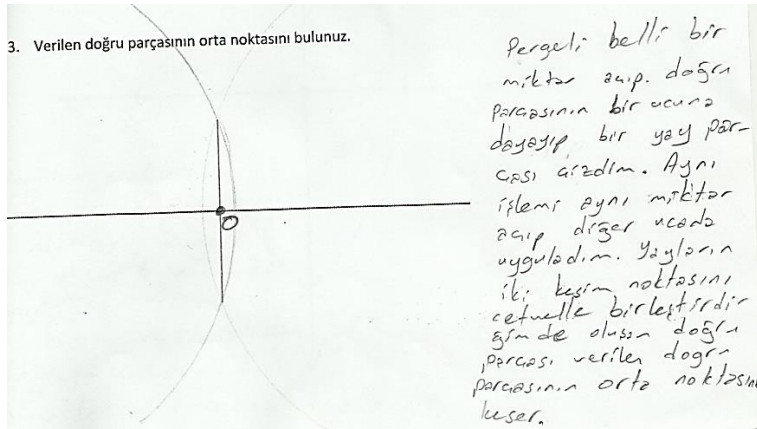
Şekil 7. Barış'ın İkinci Soruya PCİ ile Verdiği Cevap

Üçüncü soruda, öğretmenlerden verilen doğru parçasının orta noktasını bulmaları istenmiştir. Öklid'in "Elementler" kitabında bu inşa, pergeli verilen doğru parçasının yarı uzunluğundan daha uzun açıp her iki uç noktadan çemberler çizerek yapılmaktadır. Çemberlerin kesişim noktalarını birleştiren doğru parçasının, verilen doğru parçası ile kesişim noktası orta noktayı vermektedir. Bu şeklin inşasında Öklid çizimleri Duval'in (1994; akt. Tapan-Broutin, 2016) sıralılığıyla örtüşmektedir. Ahmet ve Cihan pergeli-çizgeç inşalarında bu yöntemi kullanmışlardır. Ahmet aynı işlemi Geogebra inşasında da yaparken, Cihan çemberleri çizerken yarıçap olarak doğru parçasının tamamını alma yolunu kullanmıştır. Her ikisi de G1'de başarılı olmuştur. Doğru çizimler incelendiğinde, hepsinin sıralı kavrayışa sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, öğretmenlerin Geogebra inşasında harekete dayanıklılık ilkesi de geçerlidir. Buna karşın, Barış çizgeçten yararlanarak göz kararı orta noktasını bulmaya çalışmıştır. Doğan ise göz kararı orta noktalar belirleyip pergeli ile yarım çemberler çizmiştir (Şekil 8). Pergelin diğer ucunun, verilen doğru parçasının uç noktalarına denk gelip gelmediğini araştırmıştır. Bu inşalar, orta noktayı bulmaya yönelik ispat değeri

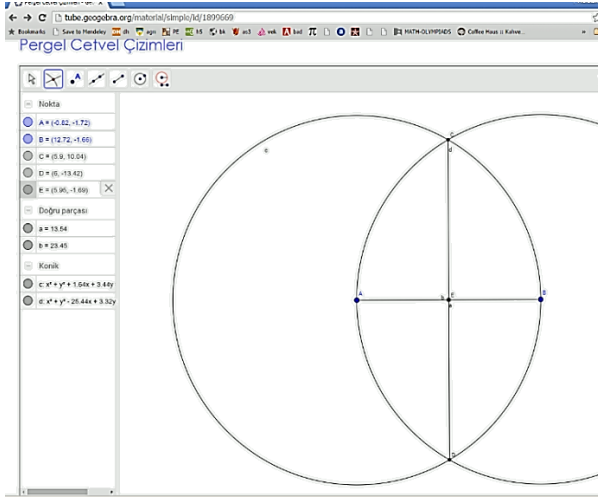
taşımadığından hatalı olarak değerlendirilmiştir. Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11'de öğretmenlerin bu soru için, doğru ve hatalı inşalarına yönelik pergeli-çizgeç inşaları ile Geogebra inşa örnekleri verilmiştir.



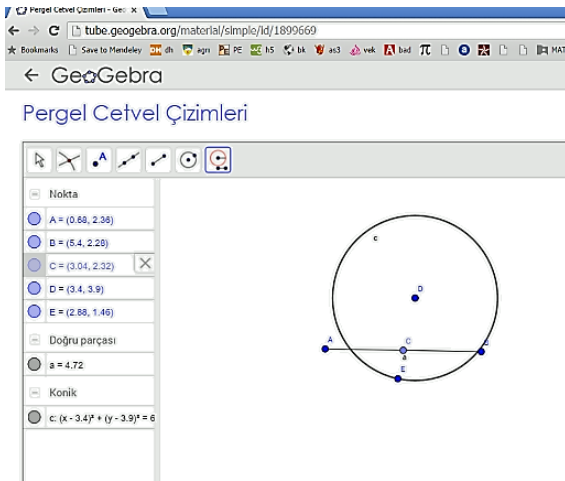
Şekil 8. Doğan'ın Üçüncü Soruya PCI ile Verdiği Cevap



Şekil 9. Cihan'ın Üçüncü Soruya PCI ile Verdiği Cevap



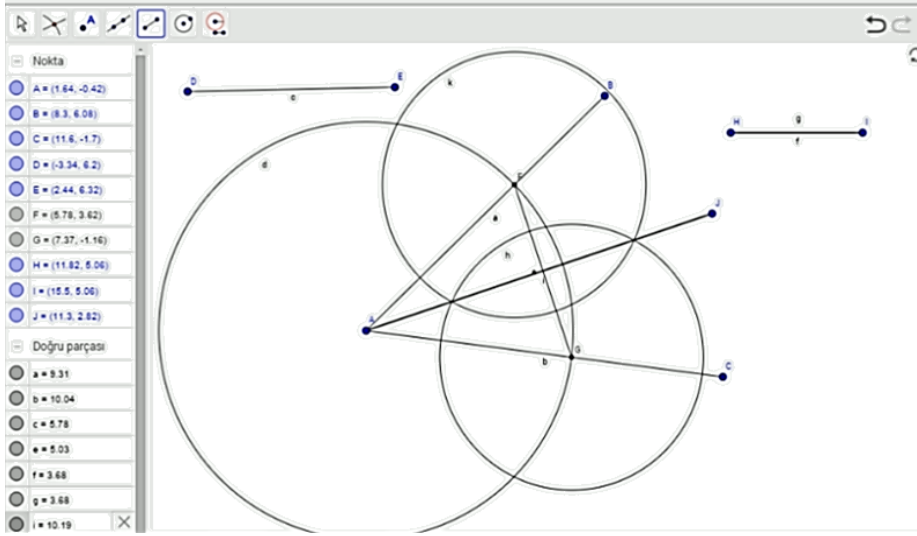
Şekil 10. Ahmet'in Üçüncü Soruya Gİ ile Verdiği Cevap



Şekil 11. Doğan'ın Üçüncü Soruya Gİ ile Verdiği Cevap

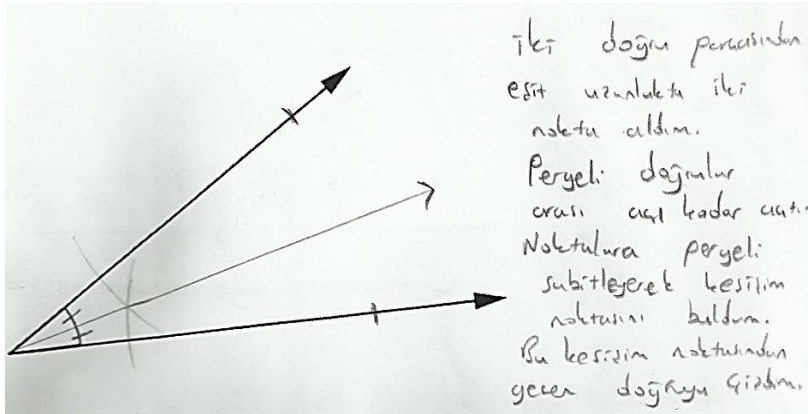
İki doğru parçasının oluşturduğu açının açılırtayını bulmak için yine Öklid'in "Elementler" kitabından yararlanılmıştır. Ayrıca sıralı kavrayış ile çözüme gidilebileceği aşikardır. İki doğru parçasının oluşturduğu açılırtayı hem pergel-çizgeç hem de Geogebra ile inşa aşamasında belirli bir sıranın ve adımların takip edilmesi

gerekmektedir. Herhangi bir açının açıortayını bulmak teorik olarak, orta noktayı bulma ile aynı mantığı taşımaktadır. Kesişim noktasından keyfi bir çember çizilir. Her iki doğru parçasında, çemberin kestiği noktalar ile doğru parçalarının kesişim noktaları eşit mesafededir. Pergel yardımı ile bu noktalardan aynı yarıçaplı iki çember inşası ile çemberlerin kesişim noktaları bulunur. Çemberlerin kesişim noktaları ile açının uç noktasının birleşimi açıortayı verir. Bu geometrik inşayı Duval'in (1994; akt. Tapan-Brouin, 2016)teorik çerçevesi (sıralı kavrayış) göz önünde bulundurulursa, pergel-çizgeç yardımı ile sadece Ahmet doğru yapabilmıştır. Buna karşın, Barış, Cihan ve Doğan, pergel-çizgeç inşalarında göz kararı bir açıortay çizmeye çalışmışlardır. Dolayısıyla, beklenen sıranın bazı adımları tamamen göz ardı edilmiştir. Tahmini bir noktadan, doğru parçalarının birleştiği noktaya bir doğru parçası çizerek oluşan açılardan eşit olduğunu varsaymışlardır. Geogebra inşalarında ise yazılımın farklı bir stratejiye olanak sağlaması Ahmet'in inşasında gözlenmiştir. Bu stratejide, geometri bilgisini kullanan Ahmet, öncelikle soruda verilen doğru parçalarının kesişim noktasını merkez alan rastgele bir çember çizmiştir. Çember ile doğru parçalarının kesişim noktalarını birleştirerek ikizkenar üçgen oluşturmuştur. Daha sonra yeni oluşan doğru parçasının orta noktasını bulma yolunu denemiştir. Bu strateji ile doğru sonuca ulaşmıştır. Ahmet'in bu inşasında harekete dayanıklılık ilkesinin geçerli olduğu gözlemlenmiştir. Pergel-çizgeç ile denedikleri stratejiyi Barış ve Doğan, Geogebra inşalarında da denemiştir. Yalnız bu öğretmenlerin inşalarında sıralı kavrayışın ihlali gözlemlenmiştir. Farklı olarak, Cihan Geogebra inşalarında Öklid'in inşalarına benzer bir yol kullanılmıştır. Yardımcı doğru parçaları (Şekil 12'de DE ve HI doğru parçaları) yardımıyla açıortayı bulmuştur. Şekil 12'de Cihan'ın Gİ ile yaptığı inşaya görülmektedir.

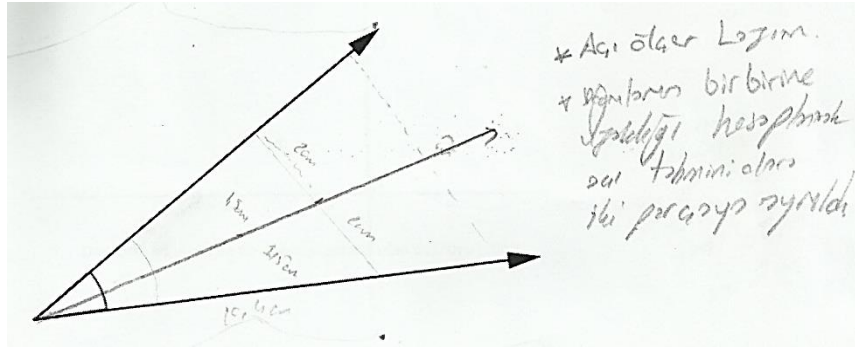


Şekil 12. Cihan'ın Dördüncü Soruya Gİ ile Verdiği Cevap

Şekil 13 ve Şekil 14'te doğru ve hatalı pergeli-çizgeç inşaları görülmektedir.



Şekil 13. Ahmet'in Dördüncü Soruya PCİ ile Verdiği Cevap



Şekil 14. Doğan'ın Dördüncü Soruya PCİ ile Verdiği Cevap

Verilen doğru parçası üzerindeki bir noktadan ve doğru parçası dışında bir noktadan, bu doğru parçasına bir dik doğru (veya doğru parçası) çizmeye yönelik beşinci ve altıncı sorular yaklaşık aynı yöntem ile çözülebilmektedir. Aslında bu soruların temelinde orta noktayı bulma yöntemi de bulunmaktadır. Tıpkı orta noktayı bulma sorusunda olduğu gibi altıncı ve yedinci sorularda istenen geometrik inşalarda belirli adımların takip edilmesi beklenmektedir. Orta noktayı bulmak için gerekli olan adımlara ek olarak, öğretmenlerin geometrik inşaları yaparken bazı ek adımları takip etmeleri beklenmektedir. Sıralı kavrayış özelliklerine göre, bu geometrik inşaların oluşturulmasında verilen doğru parçası üzerinde veya doğru parçasının dışındaki nokta merkez alınarak doğru parçasını kesen bir çember çizilir. Kesim noktaları merkez alınacak şekilde biraz daha uzun yarıçaplı iki çember çizilir. Bu çemberlerin kesim noktalarını birleştiren doğru parçası verilen doğru parçasına dik olacaktır. Duval'in(1994; akt. Tapan-Broutin, 2016) belirttiği sıralılığa göre çizim mantığını kavrayan Cihan her iki soruyu hem PCİ hem de Gİ ile doğru cevaplamıştır. Çözümlerinde ise Öklid'in inşa yöntemindeki adımları takip ederek çözüme gitmiştir. Buna karşın, diğer öğretmenler pergeli-çizgeç inşalarında, bu noktaları temel olarak çizgeç yardımıyla göz kararı bir dik doğru çizmeye çalışmışlardır. Yani geometrik inşalarda beklenen adımları takip etmedikleri gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bu sorularda Ahmet, Barış ve Doğan'nın sıralı kavrayışa sahip olmadıkları gözlemlenmiştir. Bunu yaparken Ahmet, çizgecin dik parçasını kullandığını söylemiştir. Doğan ise çizgeç ile

sayfanın sağ ve sol uzunluklarının eşit olup olmadığını ölçerek dik doğru çizdiğini ispat etmeye çalışmıştır. Referans olarak alınan çizgeçteki dik kısım ile sayfaların hatalı olması durumunda inşalar da hatalı olacaktır. Bu inşalar, Öklid'in inşaları ve sıralı kavrayış ile çeliştiğinden dolayı cevaplar hatalı kabul edilmiştir. Aynı hatalar Geogebra inşalarında da bulunmaktadır. Doğru parçası aracı yardımı ile verilen doğruya dik ve istenen noktadan geçen bir doğru parçası çizilmeye çalışılmıştır. Yalnız yapılan inşaların harekete dayanıklılık ilkesi ile çeliştiği gözlemlenmiştir. Ahmet ise Geogebra inşasında öncelikle diğer öğretmenlerin takip ettiği yolu denemiştir. Daha sonra ise Öklid'in inşasına ve sıralı kavrayış ilkesine uygun geometrik inşa yapmıştır. Öklid'in inşalarında, verilen doğru parçalarının orta noktasını bulmak için kullanılan yöntem bu sorular içinde kullanılmaktadır.

Son olarak ise, öğretmenlerden verilen bir doğru parçasına paralel bir doğru parçası çizmeleri istenmiştir. Bu işlem aslında beşinci veya altıncı sorunun iki defa tekrarlanması ile bulunabilecek bir sorudur. Sıralı kavrayış teorik çerçevesi düşünüldüğünde öğretmenlerin bu soru için yaptıkları geometrik inşalarda fazladan adımları takip etmeleri beklenmektedir. Yani verilen doğru parçasına dik bir doğru parçası çizilir. Daha sonra bulunan bu doğru parçasına tekrar bir dik doğru parçası çizilir ise cevaba ulaşılır. Pergel-çizgeç inşalarında hiçbir öğretmen doğru sonuca ulaşamamıştır. Ahmet, Cihan ve Doğan, verilen doğru parçasına dik bir doğru çizdiklerini kabul etmiş ve bu doğru parçasının aynı uzunluğunda başka bir dik doğru parçası çizmişlerdir. Daha sonra bu doğru parçalarının uç noktalarını birleştirmeleri ile sonuca ulaştıklarını düşünmüşlerdir. Eğer çizdikleri doğru parçaları, verilen doğru parçasına dik olduğu kesin olsa izledikleri yol doğru sonuca ulaşacaklardır. Ama referans aldıkları doğru parçaları göz kararı çizildiği için “verilen doğru parçasına diktir” denilemez. Aslında geometrik inşada takip edilmesi gereken bir adım atlanmıştır. Dolayısıyla, verdikleri cevaplar hatalı olarak kabul edilmiştir. Bu ise öğretmenlerin bu soru için sıralı kavrayışa sahip olmadıklarını göstermektedir. Öğretmenler, pergel-çizgeç yardımı ile yaptıkları inşalarda kullandıkları yöntemi “Cebir Penceresi”ni kullanarak verilen doğruya paralel doğru parçası çizmeye çalışmışlardır. Ama sıralı

kavrayışın gerekliliği olarak takip edilmesi gereken önce verilen doğruya dik doğru çizmek ve bunu tekrar ederek verilen doğruya paralel doğru parçası inşa etme adımları göz ardı edilmiştir. Göz kararı yapılan inşalar hatalı sonuçlar vermiştir. Öğretmenler yaptıkları inşalardaki noktaları sürükleyerek hatalı sonuca ulaştıklarını da görmüşlerdir. Dolayısıyla, öğretmenlerin geometrik inşalarında harekete dayanıklılık ilkesinin ihlal edildiği gözlemlenmiştir. Sadece Cihan, bu sorunun doğru cevabına Geogebra inşası ile ulaşabilmiştir. Öncelikle diğer öğretmenler gibi göz kararı paralel doğru parçası çizmeye çalışmıştır. Daha sonra ise yardımcı bir doğru parçası üzerinden pergel aracı ile çember çizmiştir. Beşinci soruda kullandığı yöntemle dik doğru parçası çizmiştir.

Genel olarak, öğretmenler temel geometri inşalarında başarısız oldukları gözlemlenmiştir. Sadece Cihan tüm soruları doğru cevaplayabilmiştir. Yine tüm öğretmenler değerlendirildiğinde, Geogebra ile yapılan inşalarda daha başarılı sonuçlar gözlemlenmiştir. Genel olarak, Cihan'ın istenen geometrik inşaları yaparken Duval'ın (1994; akt. Tapan-Broutin, 2016) belirttiği sıralı kavrayışa sahip olduğu gözlemlenmiştir. Öğretmenler, pergel-çizgeç ile inşaları üzerinde pek deneme yapma şansları olmadığı halde Geogebra ile inşalarda çoğu kez deneme yanılma yöntemini kullanarak çözüme gitmeyi denemişlerdir. Laborde'nin (1994; akt. Tapan-Broutin, 2016) belirttiği dinamik ortamlarda yapılan geometrik inşalarda harekete dayanıklılık ilkesi göz önünde bulundurulduğunda, bu denemeler bazı durumlarda öğretmenlerin doğru inşalar yapmalarına yardımcı olmuştur. Ayrıca öğretmenlerin, Ahmet'in açığortay inşasında görüldüğü gibi farklı stratejiler kullanma fırsatları da olmuştur.

Öğretmenlerin Pergel-Çizgeç ve Geogebra İnşalarının Karşılaştırılması Hakkındaki Görüşlerine Yönelik Bulgular

Öğretmenlere, pergel-çizgeç ve Geogebra inşalarını tamamladıktan sonra, farklı açılardan PCİ ve Gİ karşılaştırmaları istenmiştir. Yarı yapılandırılmış sorularda, öğretmenlerin PCİ ve Gİ arasında hangisinin daha öğretici, akılda kalıcı vb. olduğunu sebepleri ile belirtmeleri istenmiştir. Ayrıca, pergel-çizgeç ve Geogebra inşalarında öğretmenlerin karşılaştıkları güçlüklerde sorulmuştur. Tablo 2, öğretmenlerin, farklı açılardan PCİ veya Gİ'nden hangisini tercih ettiklerini göstermektedir.

Tablo 2. Öğretmenlerin PCİ ve Gİ'nin Karşılaştırılmasına Yönelik Görüşleri

Hangisi Daha...	Öğretmenler			
	Ahmet	Barış	Cihan	Doğan
Öğretici	Gİ*	PCİ**	Gİ	PCİ
Akılda Kalıcı	Gİ	PCİ	Gİ	Gİ
Kullanımı	Gİ	Gİ	Gİ	Gİ
Kolay				
Eğlenceli	Gİ	Gİ	Gİ	Gİ

* Karşılaştırmada, ilgili öğretmen Geogebra ile inşası, ilgili yönden daha tercih edilebilir bulmuştur.

** Karşılaştırmada, öğretmen Pergel-Çizgeç ile inşası, ilgili yönden daha tercih edilebilir bulmuştur.

Öğretmenlere, pergel-çizgeç ve Geogebra ile yaptıkları inşalardan sonra, hangisinin daha öğretici olduğu sorulmuştur. İki öğretmen PCİ'yi tercih ederken iki öğretmen ise Gİ'yi tercih etmiştir. Gİ'yi tercih eden öğretmenler, sebep olarak Gİ ile “daha çok alıştırma yapılabileceği”, Gİ'nin “daha görsel” ve “inşaların daha kolay” olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşın Doğan, öğrencilerin “bir uğraşta bulunacağı, bir eylemde bulunacağı” için PCİ'nin öğreticiliğinin Gİ ile karşılaştırıldığında daha avantajlı olacağını belirtmiştir. Ahmet ise her iki inşa yolunun olumsuz taraflarını belirtmiştir. Ama tercih olarak PCİ'yi tercih etmiştir. Ahmet bu konuda şunu söylemiştir:

“Dinamik geometride öğrenci, programı bilip gerekli komutları girdiğinde inşaları yapacaktır. Ama öğreticilik yanı pek olmayacaktır. Kalem, pergel ve çizgeç kullanımı sıkıcı, zaman alıcı olduğundan öğrenci yanaşmayacaktır. Ama daha öğretici olur.”

İnşa yollarından hangisinin daha akılda kalıcı olmasına yönelik soruda, üç öğretmen PCİ ile karşılaştırıldığında Gİ'nin daha akılda kalıcı olacağını belirtmişlerdir. Sadece, Barış bu konuda PCİ'yi tercih etmiştir. Gİ'yi tercih etme sebepleri, “çeşitli örnek ve alıştırma şansının fazla olması”, “daha zevkli” ve “görselliği”nin olması ve “az uğraş gerektirmesi” olarak sıralanabilir.

Kullanım kolaylığının karşılaştırılması istendiğinde, öğretmenlerin tümü Gİ'yi tercih etmişlerdir. Öğretmenlerin bu konu hakkındaki öne çıkan görüşleri şu şekildedir.

“Geogebra ile istediğiniz boyutta inşaları çok rahatlıkla ve anlık oluşturabiliriz.”

“Geogebra kullanımı daha kolay. Hazır şekiller bulunuyor. .. Pergel-çizgeç inşasında ise uzun uzun inşa yapmak gerekiyor.”

“Geogebra’yı kullanmak ve kullandırmak, öğrenmeyi daha zevkli kılar ve öğrenmeyi kolaylaştırır.”

“Geogebra kullanmayı öğrendikten sonra kullanmak daha kolay olur. Pergel-çizgeç inşasında daha çok uğraş gerekir.”

Benzer şekilde, hangi inşa yolunun daha eğlenceli olduğu konusunda tüm öğretmenler Gİ’yi tercih etmişlerdir. Öğretmenler farklı yönlerden neden Gİ’nin daha eğlenceli olduğunu açıklamışlardır. Ahmet, “uygulama yapmada sınır olmadığı”ni söylerken, Barış “görseiliği”nden dolayı daha eğlenceli olduğunu söylemiştir. Aynı şekilde, Cihan Gİ’nin “daha görsel” olduğunu ve “inşaların daha kolay yapılabildiği”ni söylemiştir. Doğan ise birkaç sebepten bahsetmiştir. Nedenini şu şekilde açıklamıştır:

“Geogebra kullanımı daha eğlencelidir. Nedenleri, sürekli içli dışlı olduğumuz kâğıt, kalem, silgiden daha ilgi çekici olması, yapılan yanlışın düzeltilmesinin daha kolay olması, teknolojik araçların (öğrenci açısından) daha ilgi çekici olması.”

Tablo 3’ten ve yaptıkları açıklamalardan görüleceği üzere Gİ, farklı açılardan bakıldığında öğretmenlerin daha çok tercih edecekleri bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Her ne kadar, öğreticilik konusunda iki öğretmen PCI’nin daha öğretici olduğunu söylese de, her ikisi de derslerinde kullanmayı düşündüklerini belirtmişlerdir. Ayrıca tüm öğretmenler, her açıdan derslerinde her iki inşa yöntemini de kullanmanın yararlı olacağını belirtmişlerdir.

Öğretmenlere, PCI ve Gİ inşalarında karşılaştıkları zorluklar sorulmuştur. Tablo 3 karşılaşılan zorlukları özetlemektedir.

Tablo 3. Öğretmenlerin PCİ ve Gİ’de Karşılaştıkları Zorluklar

Pergel-Çizgeç İnşasında Karşılaşılan Zorluklar	Geogebra İnşasında Karşılaşılan Zorluklar
Geometri bilgisi eksikliği (Nasıl çizeceğini bilememe) Pergel kullanımına alışkın olmama İnşalarda kaymanın olması Bir şekilden diğerine geçerken ölçünün değişmesi Sınırlı sayıda deneme yapabilme	Geometri bilgisinin eksikliği Araçların kullanımında yaşanan zorluklar Programa aşına olmama

Geogebra kullanımında karşılaşılan zorluklar hakkında, iki öğretmen Geogebra kullanımında zorluk yaşamadığını, ama geometri alan bilgilerindeki eksiklikten dolayı inşaları yapamadığını belirtmiştir. Buna karşın, öğretmenler PCİ hakkında daha çok pergel kullanımında yaşadıkları zorluktan bahsetmişlerdir. Pergeli çok fazla kullanmadıklarından dolayı, kullanım esnasında kaymaların olmasını, inşalarda ölçülerin değişimini ve sınırlı sayıda deneme yapma şansları olmasını karşılaştıkları zorluklar arasında saymışlardır.

Temel Geometri İnşalarının Öğrenciler için Gerekliliği Hakkında Öğretmen Görüşlerine Yönelik Bulgular

Öğretmenlere, temel geometri inşalarını hangi seviyede yaptıkları ve gerekliliği hakkında sorular sorulmuştur. Bu bölümde, öğretmen görüşlerine yönelik bulgular sunulmuştur.

Öğretmenlerin temel inşaları öğretme aşamasını ne seviyede yaptıkları ve bu uygulamaların öğretim süreci esnasında gerekliliği açısından görüşleri Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Öğretmenlerin Temel Geometri İnşalarının Yapma Durumu ve Gerekliliği Hakkındaki Görüşleri

Öğretmenler	Sınıf-İçi Uygulama Durumları	Gerekliliğine Yönelik Görüşler
Ahmet	Hiç Uygulamadı	Gereksiz
Barış	Temel Seviyede	Gerekli
Cihan	Temel Seviyede	Gerekli
Doğan	Temel Seviyede	Gerekli

Tablo 4 incelendiğinde, öğretmenlerden üçü, temel geometri inşalarını temel seviyede uyguladıklarını belirtmişlerdir. Barış, öğrencilerin “tanım yapacak, izometrik kâğıtlarda inşa yapacak” seviyede uygulama yaptığını söylemiştir. Buna karşın Ahmet bu uygulamaları yapmadığını söylemiştir. Açıklaması şu şekildedir:

“Temel geometri inşaları müfredatta geçmekte ancak uygulama konusunda problemler olmakta ve birçok öğretmen tarafından kullanılmamaktadır.”

Temel geometri inşalarının öğrenciler için gerekliliği sorulduğunda, yine Tablo 5 göstermektedir ki, üç öğretmen pergel-çizgeç uygulamalarının gerekli olduğunu savunmuşlardır. Bu öğretmenler temel geometri inşalarının neden gerekli olduğunu şu şekilde açıklamışlardır.

“Matematik, geometri ve diğer bilimlerin içli dışlıdır. Öğrenci bu inşaları diğer disiplinlerde de kullanmaktadır. Anlamlı olarak bilmeleri gerekir. Ayrıca, (temel geometri inşaları) günlük hayatla da ilişkilidir. Bu inşalar ve hesaplamalar farklı meslek gruplarınca yeterince kullanılmaktadır.”

“Eğitimin öncelikli amacı, bireylerin günlük yaşamını kolaylaştırmak olduğu için gereklidir. Temel geometri inşaları günlük hayatta, eğitimlerine devam eden öğrenciler için başta geometri olmak üzere temel teşkil etmektedir.”

“Öğrenmeyi öğrenciler üzerinde yapılandırdığı ve kalıcı hale getirdiği için gereklidir.”

Buna karşın, temel geometri inşalarını sadece Ahmet farklı bir açıdan değerlendirmiştir. Sınav sistemine atıfta bulunarak şunu söylemiştir:

“Sınav sisteminde çok gerekmemektedir. Teog gibi sınavlarda böyle beceriler istenmediği için (temel geometri inşaları) geri planda kalmıştır. Uygulama yönünden de pek yer bulmamaktadır.”

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Araştırmanın bulguları incelendiğinde, araştırmaya katılan öğretmenler, Türkiye’deki sınav sistemi ve derslerin de bu sınav sistemine yönelik işlenmesinden kaynaklı olarak pergel-çizgeç etkinliklerini ya hiç yapmadıklarını ya da temel seviyede birkaç örnekle yaptıklarını belirtmişlerdir. Tüm öğretmenlerin 8. sınıf derslerini takip ettikleri düşünülürse, öğretmenlerin bu inşalara ağırlık vermemeleri dikkat çekicidir. Yine çalışmanın bulguları incelendiğinde, bir öğretmenin uygulamada çıkan problemler ve inşaların sınav sisteminin gereksinimleri ile çelişmesine yönelik yaptığı atıflar pergel-çizgeç inşalarına neden ağırlık verilmediğinin sebeplerini ortaya koymaktadır. Aslında bu sebepler, Ural’ın (2015) çalışmasının bulguları ile örtüşmektedir. Pergel-çizgeç inşaları ile matematik öğretiminde teknoloji kullanımının yetersizliğinin sebepleri arasında öğrenci beklentilerinin sınava yönelik olması ve uygulamaya dönük olarak zamanın kısıtlı olması, sınıf mevcudu gibi olumsuz durumlar sayılabilir (Ural, 2015).

Araştırmaya katılan öğretmenlerin pergel-çizgeç inşaları konusunda başarılı olmayışları, buna rağmen bu etkinlikleri ilgi çekici, kalıcı öğrenme sağlayan ve öğretici etkinlikler olarak ifade etmeleri Karakuş’un (2014) çalışması ile paralellik göstermektedir. Cheung (2011)’in çalışması göz önüne alındığında, öğrenciler bu tip etkinlikleri eğlenceli bulmaktadırlar ve bu etkinlikler öğrencilerin geometriye olan ilgisini arttırmaktadır. Bu bağlamda, öğretmenleri, matematik etkinliklerinin (çalışma özelinde pergel-çizgeç

inşalarının) doğal uygulayıcıları olarak düşünürsek Cheung'in (2011) bulguları, bu çalışmanın bulgularını destekleyici niteliktedir.

Her ne kadar Öklid inşaları ölçüsüz cetvel (çizgeç) ile yapılmayı öngörse de, uygulamaya katılan öğretmenler çizgeçte aldıkları referans noktalarına göre işlem yapmaya yani inşalarında ölçü kullanmaya ihtiyaç duymuşlardır. Benzer şekilde öğrenciler ile yapılan Erduran ve Yeşildere'nin (2010) çalışmasında, öğrencilerin cetvelin ölçü birimini kullanarak çizmeye çalıştıkları gözlemlenmiştir. Bu duruma birkaç noktadan bakılabilir. Öncelikle, istenilen görevlerde (mesela bir doğru parçasına dik ve belirli bir noktadan geçen doğru) bir inşa söz konusudur. Bu inşanın aşamaları doğru yapıldığı müddetçe, her durumda doğru yapılması gerekmektedir. Dolayısıyla yapılması gereken inşa ile teori arasında bir bağlantı kurulması gereklidir (Pandiscio, 2002). Belirli değerler üzerinden yapılan inşaların sadece örnek olarak değerlendirileceği düşünülürse, inşaların ölçüsüz olması önemlidir (Karakuş, 2014). İkinci olarak, öğrencilerden matematik öğrenimlerinde hep birimler üzerinden işlemler yapmaları istenmiştir. Karşılaştıkları sorularda ve girdikleri sınavlarda da bu beklenti devam etmiştir. Bu bağlamda, öğretmenlerin geometri inşalarda beklentinin daha önceki karşılaştıkları durumlardan farklı olduğu farkındalığını öğrencilere sunması beklenmektedir. Bunun önüne geçilmesi için bu tip etkinliklerde cetvelin ölçüsüz tarafının kullanılmasını söylemek yerine ölçüsüz çizgeçler kullanılması faydalı olabilir. Ayrıca, çalışmada kullanılan ve sadece pergel-çizgeç ile yapılabilecek inşaların uygulamalarını barındıran Geogebra etkinliklerinin kullanılması da bu amaca ulaşmada yardımcı olacaktır.

Öğretmenlerin inşa süreçleri incelendiğinde, ortaya çıkan aksaklıkların Öklid'in "Elementler" kitabındaki inşa yöntemleri ve yaklaşımlarına ters düştüğü görülmüştür. Bu yaklaşımlarda, geometrik inşaların yapılması için belirli sıranın takip edilmesi gerekmektedir. Aksaklıklar göz önünde bulundurulduğunda, yapılan hataların temelinde istenilen inşaların yapılış basamaklarında atlamalar veya bazı basamakların yapılış sırasında değişiklikler görülmüştür. Bu ise Duval'in (1994; akt. Tapan-BROUTIN, 2016) bahsettiği geometrik şekillerin kavranmasında sıralı kavramın gerekliliğini bir kez

daha doğrulamaktadır. Sıralı kavramaya göre bir geometrik inşanın ispat niteliği taşıması için geçerli adımların takip edilmesi gerekir. Mesela, verilen bir doğru paçasının orta noktasını Barış, Öklid'in yöntemi dolayısıyla beklenen adımları ihmal ederek göz kararı bulmaya çalışmıştır. Bu ise genellenebilir olmamakla beraber yapılan inşa da ispat niteliği taşımamaktadır. Buna karşın, Cihan'ın sıralı kavrayışa sahip olduğu, yaptığı geometrik inşalar incelendiğinde gözlemlenmiştir. Hem pergel-çizgeç hem de Geogebra inşalarının ispat niteliği taşıdığı görülmektedir.

Geogebra ile yapılan inşalar, pergel-çizgeç ile yapılan inşalardan farklı olarak öğretmenlerin sıralı kavrayışlarını desteklemektedir. Pergel-çizgeç inşalarının durağan olması, bu inşaların sınırlılıkları ile alakalıdır. Geogebra ise inşalarda deneme yanılmaya imkan tanımakta ve öğretmenlere interaktif bir ortam sunmaktadır (Kabaca, vd., 2010). Bu ise öğretmenlerin yaptıkları inşaları farklı denemelerle beklenen adımları takip ederek yapmalarına olanak tanımıştır. Dolayısıyla Geogebra'nın, öğretmenlerin yaptıkları inşaları olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Mesela, Ahmet'in üçüncü soru için ve Cihan'ın dördüncü ve yedinci sorular için yaptığı geometrik inşaların, pergel-çizgeç ile yanlış yapılmasına rağmen Geogebra ile doğru yapıldığı gözlemlenmiştir.

Çalışmada, öğretmenler Geogebra yardımı ile yapılan temel geometri inşaların pergel-çizgeç yardımı ile yapılan inşalara göre daha kolay yapıldığını ifade etmiş ve daha eğlenceli olduğunu belirtmişlerdir. Bu açıdan çalışmanın sonuçları, Çiftçi ve Tatar'ın(2014) çalışmasının sonuçları ile örtüşmemektedir. Ortaya çıkan bu fark çalışmalara katılan katılımcıların farklılıklarından kaynaklanabileceği gibi görüşü alınan katılımcıların önceki deneyimleri ile de ilgili olabilir. Bu çalışmada yapılan son uygulamanın (son-test) her grup için kâğıt üzerine yapılması da farklılığın sebepleri arasında olabilir. Çiftçi ve Tatar'ın(2014) öğretmen adayı, Taşlıbeyaz ve Gülcü'nün (2013) öğrenci boyutunda elde ettiği bulguya paralel olarak görüşülen öğretmenler dinamik geometri yazılımının, zaman tasarrufu ve görselleştirme gibi faydalarının yanında kullanmayı bilmemekten kaynaklı zorluklarının olabildiği görülmüştür. Benzer bulgular Ural'ın(2015) öğretmenlerle yaptığı görüşmeler sonucunda elde ettiği sonuçlarla da benzerlik göstermektedir.

Araştırma bulgularına göre, Geogebra ile yapılan çalışmalarda sürüklenme ve değişiklik yapabilme imkânı, öğretmenlerin yapamadığı sorularda sonradan cevaba ulaşmasını sağlamıştır. Verilen görevleri (istenilen inşaları) tamamlamak amacıyla, birçok deneme yaparak doğru cevaba ulaşma noktasında Köse, Tanışlı, Erdoğan ve Ada(2012) ve Stylianides ve Stylianides(2005) ve Köse, Uygan ve Özen (2012) tarafından yapılan çalışmaların bulgularında da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Bu durum, Kondratieva'nın (2013) karmaşık inşaları öğrencilerin daha anlamlı öğrenmelerine yardımcı olduğu söylemi ile uyumaktadır. Doğru cevapların, dinamik ortamda sürüklenme özelliği kullanılsa da çizilen şekillerin geometrik özelliklerini koruduğu görülmüştür. Laborde'nin (1994; akt. Tapan-BROUTIN, 2016) harekete dayanıklılık ilkesi göz önüne alındığında, öğretmenlerin dinamik ortamı doğru kullandıkları ortaya konmuştur. Bu bulgular, geometrik işlemlerin anlamlı yapıldığını göstermektedir.

Literatürde önemi açıkça görülen geometrik inşalar konusu (örn., Cheung, 2011; Erduran ve Yeşildere, 2010; Martin, 2012), öğretmenler tarafından gerekli görülmele beraber öğretmenler, inşaları sadece temel seviyede, çok kısıtlı olarak öğretimde uyguladıklarını belirtmişlerdir. Buna sebep olarak da, uygulama aşamasında problemlerle karşılaşmalarını göstermişlerdir. Ayrıca pergel-çizgeç ve dinamik geometri yazılımları gibi araçları öğretmenlerin kullanma konusunda eksiklikleri vardır (İnan, 2006; Pamuk, vd., 2013). Etkili kullanımın sağlandığı durumlarda ise geometrik inşalarda öğrencilerin konuları anlamalarına yardımcı olduğu bilinmektedir (Prenier, 2008). Bu problemin hizmet öncesi eğitim sırasındaki eksikliklerden kaynaklanabileceği göz önünde bulundurulursa, öğretmen yetiştirme programlarında bu noktada uygulama yapılması önerilebilir. Bu çalışmanın devamı niteliğinde, öğrencilerin geometrik inşa problemlerini pergel-çizgeç veya Geogebra ile çözmelerinin incelendiği ve bu etkinliklerle ilgili görüşlerinin ortaya konduğu çalışmaların yapılması faydalı olabilir.

KAYNAKLAR

- Aktümen, M., Horzum, T., Yıldız, A. ve Ceylan T. (2010). *Bir dinamik matematik yazılımı: GeoGebra ve ilköğretim 6-8. sınıf matematik dersleri için örnek etkinlikler*, ISBN: 978-605-125-189-9.
http://mebk12.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/01/01/972511/dosyalar/2012_12/27011325_ekitap3.pdf adresinden 20.10.2015 tarihinde erişilmiştir.
- Aydın, C. Ç. ve Biroğul, S. (2008). E-öğrenmede açık kaynak kodlu öğretim yönetim sistemleri ve Moodle. *International Journal of Informatics Technologies*, 1(2), 31-36.
- Common Core State Standards Initiative [CCSSI]. (2015). *Common Core State Standards for mathematics*. http://www.corestandards.org/wp-content/uploads/Math_Standards.pdf adresinden 16.9.2015 tarihinde erişilmiştir.
- 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.
- Cohen, L., Manion, L., ve Morrison, K. (2000). *Research Methods in Education*. London: Routledge Falmer.
- Çiftci, O., ve Tatar, E. (2014). Pergel-cetvel ve dinamik bir yazılım kullanımının başarı etkilerinin karşılaştırılması. *Journal of Computer and Educational Research*, 2(4), 111-133.
- Erduran, A., ve Yeşildere, S. (2010). Geometrik yapıların inşasında pergel ve çizgecin kullanımı. *İlköğretim Online*, 9(1), 331-345.
- Fraenkel, J. R., ve Wallen, N. E. 2008. *How to design and evaluate research in education*. (7th Ed.) New York: McGraw-Hill.
- Işıksal, M., ve Aşkar, P. (2003). Elektronik tablola ve dinamik geometri yazılımını kullanarak çalışma yapraklarının geliştirilmesi. *İlköğretim Online*, 2(2), 10-18.
- İnan, C. (2006). Matematik öğretiminde materyal geliştirme ve kullanma. *D. Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7, 47-56
- Kabaca, T., Aktümen, M., Aksoy, Y., ve Bulut, M. (2010). Matematik öğretmenlerinin Avrasya GeoGebra toplantısı kapsamında dinamik matematik yazılımı GeoGebra ile tanıştırılması ve GeoGebra hakkındaki Görüşleri. *Türkiye Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(2), 148-165.

- Karakuş, F. (2014). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının geometrik inşa etkinliklerine yönelik görüşleri. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 7(4), 408-435.
- Kondratieva, M. (2013). Geometrical constructions in dynamic and interactive mathematics learning environment. *Mevlana International Journal of Education*, 3(3), 50-63.
- Köksal, M. F., ve Yaman, S. (2012). Öğretmen adaylarının eğitimde teknoloji kullanımına ilişkin algıları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(2), 221-237.
- Köse, N., Uygan, C. ve Özen, D. (2012). Dinamik geometri yazılımlarındaki sürüklenme ve çeşitlerinin geometri öğretimindeki rolü. *Türkiye Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(1), 35-52.
- Köse, N. Y. (2008). *İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin dinamik geometri yazılımı cabri geometriyle simetriyi anlamlandırılmalarının belirlenmesi: Bir eylem araştırması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- 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.
- Kutluca, T. ve Baki, A. (2013). İkinci dereceden fonksiyonlar konusunda geliştirilen çalışma yaprakları hakkında öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(3), 319-331.
- Martin, G. E. (2012). *Geometric constructions*. NewYork :Springer.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2005a). *İlköğretim matematik dersi (6-8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Basımevi.
- MEB. (2005b). *Ortaöğretim matematik (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) dersi öğretim programı ve kılavuzu*. Ankara: Devlet Kitapları Basımevi.
- MEB (2013a). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı*.
<http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx?islem=2vekno=215> adresinden 12.10.2015 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 12.10.2015 tarihinde erişilmiştir.

- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Pamuk, S., Ergun, M., Çakır, R., Yılmaz, H. B., ve Ayas, C. (2013). Öğretmen ve öğrenci bakış açısıyla tablet pc ve etkileşimli tahta kullanımı: FATİH Projesi değerlendirmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(3), 1799-1822.
- Preiner, J. (2008). *Dynamic mathematics software to mathematics teachers : The case of Geogebra*. Yayınlanmamış doktora tezi, University of Salzburg.
- Sarracco, L. (2005). *The effects of using dynamic geometry software in the middle school classroom*. EDT 896 Research Report, Iona College, NY.
- Sezen, N. (2007). *Öklid' in "Elementler" adlı eseri ve matematik eğitimindeki yeri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Sherman, M. (2010). A conceptual framework for using Geogebra with teachers and students, *Proceedings of the First North American GeoGebra Conference*, (s.205-213)July 27-28, Ithaca College, Ithaca, NY
- Stylianides, G. J., ve Stylianides, A. J. (2005). Validation of solutions of construction problems in dynamic geometry environments. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 10(1), 31-47.
- Tapan-Broutin, M. S. (2014). Matematiksel nesnelerin yapısı ve temsiller: Klasik semiyorik üçgenin geometri öğretiminde yansımalarının analizi. *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* (ss. 307-323). Ankara: Pegem Akademi Yayınları
- Taşlibeyaz, E., ve Gülcü, A. (2013). Ortaöğretim öğrencilerinin bilgisayar destekli matematik öğretimi hakkındaki görüşleri. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 6(3), 408-422.
- Tatar, E. (2012). The effect of dynamic mathematics software on achievement in mathematics: The case of trigonometry. *Energy education science and technology Part B: Social and educational studies*, 4(1), 459-468.
- Ural, A. (2015). Examining middle school mathematics teachers' use of information and communication technologies and psychomotor skills. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 6(1), 93-116.

- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara:Seçkin.
- Yin, R. (2013). *Case study research: Design and methods*. London: Sage.
- Yüksek Öğretim Kurulu [YÖK] (2007). *Öğretmen yetiştirme ve eğitim fakülteleri(1982-2007)*. Ankara: Yüksek Öğretim Kurulu
- Zengin, Y., Furkan, H., ve Kutluca, T. (2012). The effect of dynamic geometry software Geogebra on students' achievement in teaching of trigonometry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 31, 183-187.
- Zengin, Y., ve Tatar, E. (2014). Türev uygulamaları konusunun öğretiminde Geogebra yazılımının kullanımı. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(3), 1209-1228.

SUMMARY

Euclid geometry, getting its bases from Elements books written by Euclid, firstly generated from the construction with the compass and straightedge. While doing a geometric construction, it requires visualizing the concepts and shapes to draw the construction and generalizing what is drawn (Martin, 2012). The geometric constructions with compass and straightedge take an important place in geometry education, because these drawings constitute a comprehensive understanding in mind between the axioms in Euclidian geometry and respective geometric constructions (Sezen, 2007). In fact, students' geometric constructions in Euclidian geometry were emphasized in both national (Ministry of National Education [MoNE], 2005a; 2005b; 2013b) and international curricula (NCTM, 2000; CCSSI, 2015).

With the advent of technology, many interactive tools took place in mathematics and geometry education (Sherman, 2010). Among them, some software helped students to do Euclidian geometry constructions in interactive platform (Aktümen, Horzum, Yıldız, & Ceylan, 2010). For example, Geometer's Sketchpad and Geogebra software not only provide students with doing interactive compass and straightedge construction in computer screens but also allow students and teachers to do qualified mathematical activities (Tatar, 2012; Zengin, Furkan, ve Kutluca, 2012).

Many studies showed that both compass-straightedge constructions (Cheung, 2011) and respective Geogebra constructions (Çiftçi & Tatar, 2014) were enjoyable, interesting; providing permanent learning and comprehensive understanding (Karakuş, 2014). In addition, Kabaca, Aktümen, Aksoy and Bulut (2010) and Preiner (2008) stated that the Geogebra activities could be easily adapted to classroom learning and would provide enriched learning environment. With the positive aspects of compass-straightedge and respective Geogebra construction in learning environments, there appeared a need to investigate how teachers do these constructions, whether they were prone to do them in classrooms and what their perceptions are about such activities. In line with this need, the research problems of this study were as follows.

- 1- *How do teachers construct basic geometric drawings with compass-straighedge or dynamic geometry software?*
- 2- *After trying to do constructions both with compass-straighedge and dynamic geometry software, what are the teachers' perceptions about the comparison of such constructions?*
- 3- *What are the teachers' perceptions about basic geometric constructions?*

In this qualitative case study, the participants were composed of four elementary school mathematics teachers (psydonyms are Ahmet, Barış, Cihan, Doğan). These teachers did not receive any training with Geogebra. Data collection tool was open ended test including questions requiring basic geometric constructions. The questions in the test were adapted from the basic constructions in Euclid's Elements (Sezen, 2007) and subjected to expert opinion. Test was both applied with compass-straighedge constructions on papers and on Geogebra platforms. While teachers construct the geometric shapes with Geogebra, their constructions were videotaped, so all their construction processes were recorded. In addition, semi-structured interview form was applied to teachers in order to gather teachers' opinions about comparison of compass-straighedge and Geogebra constructions. Lastly, the researchers performed focus group discussion with teachers.

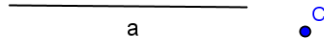
The teachers' answers to interview forms and the findings from focus group interview were analyzed with content analysis method under three main categories. These categories were "comparison of constructions with compass-straighedge and Geogebra", "the difficulties experienced while performing compass-straighedge and Geogebra constructions" and "the necessity of learning and teaching basic geometry constructions".

Findings indicated that teachers experienced difficulty in drawing basic geometry constructions. The use of compass-straighedge or Geogebra did not change their construction processes excessively. Supposing that they could construct a task correctly

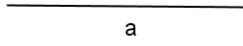
with compass-straightedge, they also correctly did it with Geogebra, or vice versa. Specifically, Cihan constructed all the tasks in the test correctly with Geogebra, but he could not find the correct answers of fourth and seventh tasks while performing the construction with compass-straightedge. His explanation was that Geogebra allowed him to do many trials (trial and error) in short period of time compared to do it with compass-straightedge. They all could construct the first task both with compass-straightedge and Geogebra. Another finding was that all teachers stated that constructions with Geogebra were more user-friendly and enjoyable than that with compass-straightedge. In addition, all teachers except for Barış stated that Geogebra constructions are more prone to provide permanent learning when compared to compass-straightedge constructions. Findings indicated that both construction types have their own specific difficulties while completing the tasks in the test. For example, teachers stated that the compass-straightedge construction allows limited number of trials while doing the tasks. On the other hand, they mentioned that they were not familiar to use this software. Lastly, teachers stated that such activities were included in 8th grade mathematics curriculum. However, most of the teachers did not emphasize on teaching such construction due to time restrictions and nation-wide exam system in which such type of questions are not included. On the other hand, they all negotiate about the necessity of doing basic geometry constructions in classroom. They related such activities with daily life experiences for permanent learning. On the basis of findings of this study, it could be recommended that teachers should provide students with basic geometry constructions either with compass-straightedge or Geogebra for permanent learning of basics of geometry in constructive manner.

Ek 1. Temel Geometri İnşaları Testi

1. Yarıçapı a birim uzunlukta C merkezli bir çember inşa ediniz.



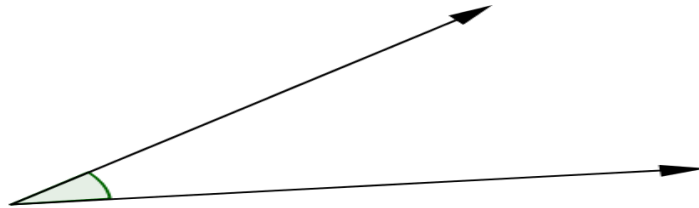
2. Bir kenarı a birim uzunlukta bir eşkenar üçgen inşa ediniz.



3. Verilen doğru parçasının orta noktasını bulunuz.



4. Verilen açının açıortay doğrusunu inşa ediniz.



5. G noktasından geçen ve verilen doğruya dik bir doğru inşa ediniz.



6. D noktasından geçen ve verilen doğruya dik bir doğru inşa ediniz.



7. D noktasından geçen ve verilen doğruya paralel bir doğru inşa ediniz.

