



Article Info/Makale Bilgisi

Received/Geliş: 02.04. 2020 Accepted/Kabul: 11.05. 2020 Published/Yayınlanma: 18.05.2020

**Dinamik Geometri Yazılımları Kullanımının Matematik Öğretmeni
Adaylarının Başarılarına Etkisi ve Öğretim Süreci Hakkındaki Görüşleri**

Aziz İLHAN*
Recep ASLANER**

Öz

Araştırmanın amacı, geometri öğretiminde dinamik yazılımlar kullanımının matematik öğretmen adaylarının başarılarına etkisini araştırmak ve adayların bu öğretim süreci hakkındaki görüşlerini almaktır. Çalışmada tek gruplu öntest-sontest deneysel desen tercih edilmiştir. Çalışmanın katılımcılarını Doğu Anadolu bölgesinde yer alan bir üniversitenin eğitim fakültesinde 2016-2017 güz döneminde seçmeli geometri öğretimi dersini alan 36 (24 kadın, 12 erkek) matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilmiş geometri başarı testi ve yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Araştırmada kısaca dinamik geometri yazılımları (DGY) olarak isimlendirilen bilgisayar programlarından Cabri ve GeoGebra yazılımları kullanılarak 14 haftalık deney süreci yürütülmüştür. Geometri başarı testi öntest-sontest olarak uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının öğretim süreci hakkındaki görüşlerini almak amacıyla deneysel işlemin sonunda görüş formu uygulanmış, bulgular içerik analizi ile analiz edilmiştir. Öntest ve sontest puanları arasında son test lehine anlamlı farklılık bulunmaktadır ancak kadınlar ve erkekler arasında anlamlı fark olmadığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının görüşlerinde ders anlatımında kullanılan dinamik yazılımlarla soyut kavramların somutlaştırması, dersin eğlenceli olması, heyecan duygusu uyandırması, cebir alt öğrenme alanında kullanılması ve anlatılan konularla günlük yaşam arasında ilişkilerin kurulması noktalarında önemli olduğu gibi olumlu görüşlerin yansırı bilgisayar kullanımından kaynaklı bazı zorlukların yaşanması gibi olumsuz görüşlerinde olduğu tespit edilmiştir. **Anahtar Kelimeler:** Dinamik geometri yazılımı, Geometri, Matematik öğretmen adayları, Matematik eğitimi.

**The Effect of Using Dynamic Geometry Software on Pre-Service
Mathematics Teachers Achievements and Opinions about the Teaching**

Abstract

The aim of the research is to investigate the effect of the use of dynamic software in geometry teaching on the achievement of pre-service mathematics teachers to get their opinions about the teaching. In this study, one-group pretest-posttest experimental design was used. The research is a mixed study with qualitative and quantitative data. The participants of the research are 36 (24 females-12 males) pre-service elementary mathematics teachers who took the elective geometry teaching course in the spring semester of 2016-2017 at education faculty of a university in located Eastern Anatolia. As a data collection tool was used, a structured interview form and the geometry achievement test developed by the researchers. In the research, 14 weeks of training was carried out by using Cabri and GeoGebra dynamic software as a briefly from computer programs called Dynamic Geometry Software (DGS). The geometry achievement test was applied as pretest and posttest. At the end of the experimental process, an opinion form was applied to get the opinions of the pre-service teachers about the teaching process and the findings were analyzed by content analysis. The results of showed that there was a significant difference between the pretest and posttest scores in favor of the final test, but there was no significant difference between the pretest and posttest scores in terms of gender. As a result of the opinions of pre-service teachers, it was determined that the visuals

*Dr. Öğretim Üyesi, Munzur Üniversitesi, Çemişgezek Meslek Yüksekokulu, Finans Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, ailhan@munzur.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7049-5756.

**Prof. Dr. İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, recep.aslaner@inonu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1037-6100.

related to the with dynamic software used in lecture were important in terms of concretizing abstract concepts, having fun in the course, feeling a sense of excitement, using in the field of algebra in lower learning and establishing relation with daily life Besides positive opinions like experiencing difficulties due to computer use.
Keywords: Dynamic geometry software, Geometry, Mathematics teacher candidates, Mathematics education.

1. GİRİŞ

Öğretim sürecinde geometri öğreniminin niteliğini artırmak için kullanılan araçlardan biri olan Dinamik Geometri Yazılımları önemli görülmektedir (Atasoy ve Konyalıhatipoğlu, 2019). Dolayısıyla diğer öğrenme alanlarında olduğu gibi matematik öğrenim sürecinde de dinamik geometri yazılımlarının önemli olduğu ifade edilmiştir (Şimşek ve Yaşar, 2019). Bununla birlikte ortaokul matematik öğretim programlarında dinamik geometri yazılımlarının kullanımına vurgu yapılmaktadır (Şimşek ve Kuru Yücekaya, 2014). Dinamik ortamlarda gerçekleştirilecek iyi tasarlanmış, gündelik yaşam problemlerine uyarlanmış, kazanıma uygun olarak hazırlanmış sınıf içi etkinliklerinin hedeflenen becerilerin geliştirilmesinde faydalı olacağı ifade edilmiştir (Çalışkan, Gökçe ve Önal, 2019). Bu etkinliklerde aktif olarak bulunan öğrencilere göre karmaşık olan öğretim süreçlerini daha doğal öğrenme süreçlerine çeviren dinamik yazılımlar öğretim süreçlerini desteklemektedir. Bu tür yazılımlar sayesinde öğrenenler matematiksel semboller arasındaki ilişkileri bulabilmekte, bu sembolleri birbirleriyle ilişkilendirmekte ve uygun olan genellemelere ulaşma noktasında yazılımları etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Güven, 2002). Dinamik yazılımlar geometrik şekilleri farklı alanlara sürükleme ve görselleştirme özelliği, geometri problemlerinin somutlaştırılması noktalarında güçlü bir araç olarak hizmet vermektedir (Sinclair ve Yurita, 2008). Bu yazılımlar oluşturulan şekillerin veya nesnelerin özellikleri arasındaki ilişkiler hakkında öngörü sağlamaktadır (Wares, 2010). Aynı zamanda dinamik yazılımlar öğrencilere geometrik şekilleri dijital ortamlarda oluşturma, bu şekillerin arasındaki ilişkileri kurma, kurulan ilişkilerle bir teoremi ispatlayacak geometrik bir iskelet kurma ve bu iskeleti isteği doğrultusunda değiştirebilme imkânı sağlar (Bintaş ve Akıllı 2008). Diğer bir ifadeyle dinamik geometri yazılımları dinamik çizimlerle hareketli yapıları keşfetmek için öğrenenlere uygun ortamlar sağlamaktadır (Myers, 2001). Nitekim Güven ve Karataş (2003) Cabri yazılımı ile oluşturulan öğrenme ortamının öğrencilerin araştırma ve keşfetme aktivitelerine yönelerek öğrenmelerini sağladığını ifade etmiştir. Ayrıca Cabri'nin öğrencilerin geometri başarılarını olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir.

Dinamik geometri yazılımları incelendiğinde matematik öğretim süreçlerinde en çok tercih edilen yazılımlardan birinin Cabri yazılımı olduğu görülmektedir. Bu yazılım sayesinde öğrenenler, kendilerine karışık gelen kavramları bilgisayar ortamında görselleştirerek zihinlerinde oluşan düşünceleri bilgisayar ekranında temsil edip somutlaştırabilirler (Umay, 2004). Yazılımının özellikleri geometriyi dinamik bir şekilde inceleme fırsatı vermektedir (Baki, 2001). Program sayesinde öğrenciler bilgisayar ortamında farklı türde şekiller oluşturabilir ve üretilen şekillere anlam vererek öğrencilerin kavramlarla ilgili zihinsel görüntüleri zenginleştirilebilir (Tall, Blockland ve Kok, 1990). Matematik ve

geometri alanında kullanılan bir diğer dinamik yazılım ise GeoGebra'dır. Bu yazılımda yer alan Cebir penceresi sayesinde cebir ile geometri arasında ilişki kurulabilmekte, görseller kullanılarak matematik daha somut bir hale getirilebilmektedir. GeoGebra geometri, cebir, analiz ve matematik disiplinleri arasındaki ilişkileri görsellerle ifade etme noktasında yardımcı bir dinamik yazılım olarak görülmektedir (Hohenwarter ve Preiner, 2007). Bu program öğrencileri matematik öğrenme alanına deneysel bir yöntemle yaklaşmaları için desteklemektedir (Hohenwarter ve Fuchs, 2004). Dinamik geometri yazılımlarının öğretim süreçlerine girmesiyle beraber önemi artmış bu alanda yürütülen öğretim faaliyetleri önemli görülmeğe başlanmıştır. Bu nedenle üniversitelerde öğretmenlik lisans eğitimi veren programlara dinamik yazılımları içeren dersler eklemiştir. Görev yapan öğretmenlere ise bu yazılımlarla ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde hizmet içi eğitimler verilmektedir. Böylece öğretmenlerin dinamik yazılımların eğitim alanında kullanımıyla ilgili uluslararası örnekleri gözlemeleri ve bu sayede olumlu görüşlerinin artırılması ön görülmüştür (Kabaca, Aktümen, Aksoy ve Bulut, 2010).

2018 yılında MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından yayınlanan matematik öğretim programlarında bu tür dinamik yazılımlardan etkin bir şekilde yararlanılması gerektiği vurgulamakta, teknolojinin öğretim ortamları için yardımcı bir araç olarak değil, sistem için bir ana bileşen olarak uygulamalarda kullanılması gerektiği önerilmektedir. Bu doğrultuda öğretim süreçlerinde başarıyı artırabilmek adına matematik öğretim programları sürekli revize edilmekte, güçlendirilmeye çalışılmaktadır (MEB, 2018). Bunun sebebi matematik ve geometri öğretiminde başarının öneminin uluslararası alanda gün geçtikçe önem kazanmasıdır. Globalleşen öğretim sürecinde matematik başarısı uluslararası sınavlarla değerlendirilmektedir. Türkiye'de matematik ve geometri eğitimi alanında uygulanan uluslararası sınavlara katılmaktadır. Ancak ülkemizin matematik ve geometri başarı düzeyinin uluslararası yapılan sınavlarda beklenenden daha düşük olduğu görülmektedir. Türkiye'nin yapılan bu uluslararası sınavlarda başarılı olamamasının pek çok sebebi vardır. Bu nedenlerden biri olarak soyut bilgilerin doğru yöntemler, teknikler ve materyaller kullanılarak yeterince somutlaştırılmaması ve bu doğrultuda öğretim süreçlerinin yapılandırılmaması görülmektedir. Öğretmenlerin öğretim sürecini tasarlamaları, uygun yöntem veya tekniklerle yerinde ve etkili bir şekilde kullanmaları, öğrenciye iletmek istediği mesajı doğru bir şekilde düzenleyebilmesi, yetkin olduğu becerilerinden üst düzeyde etkilenmektedir (Alpan, 2008). Geleceğin matematik öğretim sürecinin mimarlarının matematik öğretmen adayları olacağı düşünüldüğünde öğretim programlarında ve uluslararası alanda önemi her geçen gün artan dinamik geometri yazılımlarının kullanılarak öğretim verilen ders ortamlarının, matematik öğretmen adaylarının geometri başarı düzeylerini ve bu süreçle ilgili görüşlerini nasıl etkilediğinin araştırılmasının önemli olduğu düşünülmüştür. Dinamik yazılımların

geometri başarısı veya öğrenci görüşleri üzerine etkisi konusunda farklı örneklem grupları üzerinde birbirinden bağımsız çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalar incelendiğinde dinamik geometri yazılımları ile öğrencilerin başarılarının ölçüldüğü ancak öğrenme süreçlerinin detaylı bir şekilde araştırılmadığı, başarıyla beraber görüşlerin bir arada analiz edilmediği fark edilmiştir (Aktümen, Yıldız, Horzum ve Ceylan, 2011; Atasoy ve Konyalıhatipoğlu, 2019; Bokosmaty, Mavilidi ve Paas, 2017; Gomes ve Vergnaud 2004; Jones, 2000; Schattschneider, 1997; Tall, Blockland ve Kok,1990; Yerushalmy, 2006). Bu doğrultuda çalışmada 14 haftalık deneysel sürecin geometri başarısı üzerine etkisi incelenmiştir. Ayrıca katılımcıların öğrenme sürecinin başarıya etkisi/yararı, kullanılan yöntem, zorluklar, hisler, beceriler, öğrenme alanları ve günlük yaşamla ilişkisi noktalarında görüşlerinin alınıp incelenmesinin araştırmayı özgün kılacağı düşünülmektedir.

Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, geometri öğretiminde dinamik yazılımlar kullanımının matematik öğretmen adaylarının başarılarına etkisini araştırmak ve adayların bu öğretim süreci hakkındaki görüşlerini almaktır. Bu genel amaç doğrultusunda aşağıda verilmiş olan alt amaçlara cevap aranmıştır; Matematik öğretmen adaylarının,

1. Öntest ve sontest geometri başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Öntest ve sontest geometri başarı puanları cinsiyet açısından anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
3. Öğretim sürecinin etkisi/yararı, kullanılan yöntemi, zorlukları, hisleri, becerileri, öğrenme alanları ve günlük yaşamla ilişkisi hakkında görüşleri nasıldır?

2. YÖNTEM

Çalışmada zayıf deneysel desenlerden tek gruplu öntest-sontest deneysel desen tercih edilmiştir. Bu desende, amaçlı örnekleme yöntemleriyle seçilmiş bir gruba deney sürecinde bağımsız değişken ya da değişkenler uygulanır. Deney öncesi (öntest) ve deney sonrası (sontest) ölçümleri yapılır (Karasar, 1998). Desenin sembolik görünümü Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 1. Deneysel İşlem

Grup	Öntest	Deneysel İşlem	Sontest
Deney Grubu	Q _{1.1}	X	Q _{1.2}

Tablo 1 de görüldüğü gibi G1: Deney grubu, Q_{1.1}: Öntest (birinci ölçme), X: Eğitim faaliyetleri (bağımsız değişken), Q_{1.2}: Sontest (ikinci ölçme) olmak üzere, modelde $Q_{1.2} > Q_{1.1}$ olması halinde oluşan bu farklılığın X uygulamasından kaynaklandığı kabul edilir ve ona göre değerlendirilir (Karasar, 1998). Çalışma nitel ve nicel yöntemlerin birlikte bulunduğu karma türde açıklayıcı desendedir. Bu desende ilk olarak nicel veriler toplanır çözümlenir, sonra toplanan nitel veriler ilgili nicel verileri açıklamak için kullanılır (Creswell ve Plano Clark, 2007). Çalışmada nicel veriler çözümlendikten sonra nitel verilerle araştırmanın desteklenmesi öngörüldüğünden açıklayıcı desen tercih edilmiştir. Araştırmanın nicel

kısımında deneysel araştırma yöntemi tercih edilmiştir. Deneysel araştırmalar araştırmacı tarafından oluşturulan farkların bağımlı değişken üzerindeki etkisini incelemeye yönelik çalışmalardır. Deneysel desenlerde temel amaç değişkenler arasında oluşturulan neden-sonuç ilişkisini test etmektir. Deneysel araştırmalarda örneklemin seçilmesindeki özelliklere göre gerçek deneysel, yarı deneysel ve zayıf deneysel olmak üzere üç farklı yöntem tercih edilebilir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2016). Çalışmanın nitel kısmında matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımları ile ilgili görüşleri ayrıntılı olarak değerlendirilerek kategorileştirilmesi için içerik analizi yönteminin kullanılması uygun bulunmuştur. İçerik analizi bir konudaki benzer verilerin belli temalar ve kavramlar yardımıyla bir araya getirilmesi ve organize edilerek okuyucuya sunulmasını sağlar (Yıldırım ve Şimşek, 2006).

Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcıları, Türkiye'nin Doğu Anadolu bölgesinde bulunan bir üniversitenin eğitim fakültesinde 2016-2017 güz döneminde matematik öğretmenliği lisans programında öğrenim görmekte olan ve seçmeli geometri öğretimi dersini seçen 36 (24 kadın, 12 erkek) dördüncü sınıf matematik öğretmen adaylarıdır. Çalışmada örnekleme yöntemi olarak *amaçlı örnekleme yöntemi* tercih edilmiştir. Bu örnekleme yönteminin seçilmesinin sebebi ilgili grubun çalışma amacına uygun olan seçmeli dersi gönüllü bir şekilde seçmiş olması, örneklem grubunun kolay ulaşılabilir olması ve geometri öğretimi dersinin öğrenme çıktılarının geometri başarı testi ile ilişkili olmasıdır. Amaçlı örnekleme yöntemi çalışmaların amacına bağlı olarak bilgi ve beceriler açısından zengin olayların veya durumların seçilerek derinlemesine araştırmasına ve incelenmesine olanak sağlamaktadır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2016). Araştırmada bu doğrultuda dersi seçen tüm öğrenciler deney grubuna alınmış, ilgili dönemde bu dersin muadili bir ders bulunmaması sebebiyle kontrol grubu oluşturulamamıştır. Dolayısıyla araştırmacılar tek gruplu öntest-sontest deneysel desen tercih etmek durumunda kalmışlardır.

Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplama aracı olarak Geometri Başarı Testi (GBT) ve Yapılandırılmış Görüş Formu (YGF) tercih kullanılmıştır. Bu veri toplama araçlarına ait bilgiler aşağıda detaylı bir şekilde verilmiştir.

Geometri başarı testi (GBT)

Matematik öğretmen adaylarına uygulanmak üzere araştırmacı tarafından 2012-2017 yılları arasında yapılmış olan Akademik Lisansüstü Eğitim Sınavı (ALES) problemlerinden faydalanılarak

oluşturulan testtir. Testin ALES sorularından oluşturulmasının sebepleri lisans öğrenimi sonrası öğretmen adaylarının akademik yükselme amaçlı girebileceği bir test olması, ÖSYM (Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi)'nin uyguladığı geçerli ve güvenilir bir test olarak görülmesi ve matematik öğretmen adaylarının geometri bilgilerini nitelikli ve yeterli bir şekilde ölçebilmesidir. GBT'nin geçerliği için kapsam ve yapı geçerliği sınamaları yapılmıştır. Yapı geçerliğinin belirlenmesinde, madde güçlükleri ve ayırt edicilik indekslerine bakılması uygun ve yeterli sayılmıştır. Kapsam geçerliği içinse, konu alanı ile ilgili uzman görüşlerinin alınmış, Türkiye'de bulunan üniversitelerde verilen geometri öğretimi derslerinin öğrenme çıktıları doküman analizi yöntemi ile incelenmiş ve 28 sorudan oluşan taslak form oluşturulmuştur. Bu taslak form öncelikle matematik öğretimi alanında üç, ölçme değerlendirme alanında iki olmak üzere beş akademisyen tarafından incelenmiştir. Uzmanlar tarafından yapı ve kapsam bakımından uygun görülmeyen iki soru testten çıkarılmıştır. Daha sonra test araştırmaya alınan deney grubundan farklı 290 matematik öğretmen adayına uygulanmış, madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri doğrultusunda 6 soru testten çıkarılmıştır. 20 soruluk nihai test oluşturularak güvenilirliği hesaplanmış KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,897 olarak bulunmuştur. Bu değer 0,80'den büyük olması, testin güvenilir olduğunu söyleyebilmek için yeterlidir (Büyüköztürk, 2016). Nihai GBT araştırmanın ek kısmında verilmiştir (Bkz. Ek 1).

Yapılandırılmış görüş formu (YGF)

Araştırmanın nitel boyutunda, matematik öğretmen adayların dinamik geometri yazılımları kullanılan öğretim süreci ile ilgili görüşlerini ayrıntılı bir şekilde incelemek için araştırmacılar tarafından 10 soruluk taslak form hazırlanmıştır. Sorular hazırlanırken, cevabı “evet” ya da “hayır” olan kısa cevaplı sorular olmamasına ve yanlış anlaşılmaya neden olabilecek ifadeleri veya kavramları içermemesine dikkat edilmiştir. Formun geçerliği için GBT'yi inceleyen uzmanların görüşüne başvurulmuştur. Uzmanlardan ilgili soruların çalışmanın amacına ve katılımcıların seviyesine uygunluğu ve anlaşılabilirliği ile ilgili “yeterli”, “yararlı ancak yetersiz” ve “yetersiz” şeklinde bir derecelendirmeyle görüş belirtmeleri istenmiştir. Uzmanlardan alınan dönütler doğrultusunda iki sorunun uygun olmadığına karar verilmiş ve formdan çıkarılmıştır. Kalan sekiz sorudan oluşan form pilot çalışma için araştırma örnekleminde farklı yirmi altı öğrenciye uygulanmış, dilbilgisi ve anlaşılabilirlik açısından uygun olmayan noktalar düzeltilmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde sekiz adet açık uçlu sorudan oluşan nihai YGF oluşturulmuştur. Nihai YGF araştırmanın ek kısmında verilmiştir (Bkz. Ek 2).

İşlem Süreci

Çalışmada Dinamik Geometri Yazılımlarından Cabri ve Geogebra yazılımları kullanılmıştır. Bu iki yazılımın tercih edilme sebebi, anlaşılabilirlik yönünden hedef kitleyi oluşturan öğretmen adaylarının düzeyine uygun olması ve araştırmanın yapıldığı üniversitenin bilgisayar laboratuvarında

yüklü olmasıdır. Ayrıca araştırmacılar bu yazılımlar hakkında detaylı bilgiye sahiptirler. Deneysel uygulama için öncelikle hazırlıklar yapılmış, öntest uygulanmış, deneysel işlemler sürdürülmüş, sontest uygulanarak çalışma sonlandırılmıştır.

Deney Grubu Ders Planlarının Hazırlanması ve Uygulanması

Deneysel süreç kapsamında yapılan uygulamalarda *gösterip yaptırma tekniği* kullanılmış, dönütler ve pekiştiriciler yardımıyla öğrenmeler kalıcı hale getirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca kalıcılığı artırmak amacıyla her günün sonunda matematik öğretmen adaylarından yapılan uygulamaların farklı birer örneğini bir sonraki haftaya kadar kendi bilgisayarlarında oluşturmaları ve mail atmaları istenmiştir. Uygulama sürecine ilişkin bilgiler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Uygulama Süreci

Hafta	Etkinlik
1. Hafta	Öğrencilerle tanışma, süreç hakkında bilgilendirme ve gerekli açıklamalar yapılarak ön test uygulaması yapılmıştır.
2. Hafta	Cabri programının tanıtılması, sahip olduğu özellikleri kullanarak matematik öğretmen adaylarıyla beraber bazı geometrik şekillerin oluşturulması işlemi gerçekleştirilmiştir.
3. Hafta	Cabri programında öteleme, dönme ve yansıma gibi geometrik dönüşümleri uygulama, animasyonlar verme, ölçümler yapma, mevcut olmayan araçlar için makrolar oluşturma işlemleri gerçekleştirilmiştir.
4. Hafta	Bir doğru parçasının veya bir açının farklı bir lokasyona taşınma işlemi gerçekleştirilmiş, ek uygulamalarla öğrenme süreçleri pekiştirilmiştir.
5. Hafta	Bir açıyı üç eşit açıya bölebilen makro tanımlaması yapılmıştır ve Morley Teoreminin ispatı öğretmen adayları ile beraber gerçekleştirilmiştir.
6. Hafta	Bir doğruya dışındaki herhangi bir noktadan paralel bir doğru inşa edilmesiyle beraber paralelkenar meydana getirme işlemi gerçekleştirilmiş, farklı büyüklükte kenar ve açıları bulunan paralelkenarlar inşa edilmiştir.
7. Hafta	Bir doğruya üzerinde bulunan bir noktadan dikme çizme seçeneğiyle kare ve dikdörtgen şekilleri oluşturma işlemi gerçekleştirilmiştir. Böylece öğretmen adayları kare ve dikdörtgen makroları inşa etmeyi öğrenmişlerdir.
8. Hafta	Bir doğru parçasının orta noktasını belirleme işlemi yapılmış, orta dikmesinin çizilme işlemi ile herhangi bir üçgenin çevrel çemberini çizabilen makroyu oluşturma uygulaması gerçekleştirilmiştir.
9. Hafta	Bir doğruya dışındaki herhangi bir noktadan dikme çizme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda Orthic Üçgen kavramı tanıtılmış Cabri programında çizilip makrosu oluşturulmuştur.
10. Hafta	Pisagor bağıntısının Cabri programı yardımıyla incelenmesi işlemi gerçekleştirilmiş, Pisagor ağacı uygulaması yapılmıştır.
11. Hafta	GeoGebra programının tanıtılması işlemi yapılmıştır. Matematik öğretmen adaylarıyla birlikte ışın, nokta, kare, üçgen, dikdörtgen ve düzgün çokgen kavramlarının uygulamaları bu doğrultuda GeoGebra programında yapılmıştır.
12. Hafta	GeoGebra programında piramit ve prizma gibi geometrik cisimlerin inşa edilmesi işlemi yapılmış, farklı uygulamalarla öğrenmeler pekiştirilmiştir.
13. Hafta	GeoGebra programıyla geometrik cisimlerin herhangi bir düzlem ile arakesit eğrisinin veya eğrilerinin araştırılması işlemi yapılmıştır. Ayrıca koniklerin dinamik bir şekilde oluşturulma işlemi gerçekleştirilmiştir.

14. Hafta	Öğretmen adaylarıyla süreç hakkında genel bir değerlendirme işlemi yapılmış, sontest uygulanarak etkinlikler sonlandırılmıştır.
-----------	---

Verilerin Analizi

Araştırmada veri toplama aracı olarak kullanılan GBT deneysel uygulamalar öncesinde araştırmacılar tarafından öğretmen adaylarına öntest olarak uygulanmıştır. Deneysel işlemler, deney grubunda yukarıda açıklanan ders planlarına bağlı kalınarak uygulanmıştır. Ön ölçüm esnasında uygulanan GBT deneysel süreç sonunda sontest olarak öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Ayrıca Yapılandırılmış Görüş Formu da katılımcılara verilerek görüşler elde edilmiştir. Araştırmada elde edilen nicel verilerin analizi için SPSS 23.0 paket programı kullanılmıştır. Çalışmada deney grubundaki öğretmen adaylarının varyans homojenliğini kontrol etmek ve verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Levene ve Shapiro-Wilk testinden yararlanılmıştır. Adaylarının ön ve sontest puanları temel alınarak frekans, yüzde ve ortalama değerleri hesaplanmıştır. Cinsiyet açısından matematik öğretmen adaylarının başarıları bağımsız örneklem t-testi ile öntest-sontest ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı bağımlı gruplarda t-testi kullanılarak incelenmiştir. Ayrıca t-testi bulgularına ilişkin *Cohen's d* etki büyüklüğü değerleri de hesaplanmıştır (Cohen, 1988). Araştırmanın nitel verileri ise içerik analizi yöntemi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca araştırmanın nitel verilerinin güvenilirliğini ölçmek için Miles ve Heberman'ın geliştirmiş olduğu *Uzlaşma Yüzdesi* (P)= $\frac{\text{Görüş Birliği}(Na)}{[\text{Görüş Birliği}(Na)+\text{Görüş Ayrılığı}(Nd)]\times 100}$ formülü kullanılmıştır (Miles ve Heberman, 1984). Görüşüne başvuru uzmanlar dört ifadeyi araştırmacıdan farklı bir kategoriye yerleştirmiştir. Böylece uzlaşma yüzdesi %98 olarak hesaplanmış ve nitel verilerin iç güvenirliliği sağlanmıştır. Nitel verilerin bulunduğu çalışmalarda uzmanların ve araştırmacıların değerlendirmeleri arasındaki uyumluluğun %90 ve üzeri olduğu durumlarda güvenilirlik sağlanmış kabul edilmektedir (Saban, 2008).

3. BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde GBT ve YGF' den elde edilen nicel ve nitel bulgular sırasıyla sunulmuştur.

GBT'den Elde Edilen Nicel Bulgular

Araştırmada varyansların homojenliğini belirlemek amacıyla Levene testi yapılmıştır. Levene testi sonucu ($F(1,35)=0,124$; $p=0,851>0,05$) GBT uygulamaları için $p>0,05$ olduğundan varyansların homojen dağıldığı belirlenmiştir (Büyüköztürk, 2016, ss. 48-49). Varyansların homojenliğinin sonrasında çarpıklık ve basıklık değerleri analiz edilmiş bu değerlerin -2 ile +2 arasında olduğu, z-çarpıklık ve z-basıklık değerlerinin ise -1.96 ile +1.96 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bununla

beraber mod, medyan ve aritmetik ortalamasının da birbirine yakın olduğu belirlenmiştir (Cameron, 2004, ss. 544-545; Büyüköztürk, 2016, ss. 40-68). Ayrıca verilerin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk testi yapılmış, bulgular Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3. GBT testi Shapiro-Wilk testi sonuçları

	Grup	İstatistik	Sd	p
GBT testi	Bayan	0,962	23	0,320
	Erkek	0,971	11	0,210

Büyüköztürk (2016, s. 42) veri grubunun büyüklüğünün 50 den az olması durumunda Shapiro-Wilks testinin, normalliğe uygunluğu incelemede kullanılacağını belirtmiştir. Bu sebeple araştırmada Shapiro-Wilk testi tercih edilmiştir. Test sonucunda GBT uygulamaları için ($p>0,05$) olduğu ve normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Veriler normal dağılım göstermesi sebebiyle, ikili gruplarda varyansların eşit olduğu gruplar için t-testi kullanılmasına karar verilmiştir (Büyüköztürk, 2016, ss. 48-49). Bu doğrultuda çalışmada cinsiyet açısından matematik öğretmen adaylarının başarılarının farklılık gösterip göstermediğini araştırmak amacıyla bağımsız örneklem t-testi, öntest-sontest ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını araştırmak için bağımlı gruplarda t-testi kullanılmıştır. Normallik ölçütleri analiz edildikten sonra matematik öğretmen adaylarının öntest ve sontest puanlarının cinsiyet açısından anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği araştırılmış, elde edilen bulgular Tablo 4 te verilmiştir.

Tablo 4. Cinsiyete göre testlerden alınan geometri başarı puan ortalamalarına ait t-testi sonuçları

Testler	Cinsiyet	n	\bar{X}	%	S.S.	sd	t	p	hss	Cohen's d
Öntest	Kadın	24	8,083	40,415	4,432	34	0,200	0,843	4,436	0,075
	Erkek	12	8,417	42,085	4,832					
Sontest	Kadın	24	13,625	68,125	3,307	34	0,671	0,510	3,398	0,257
	Erkek	12	12,750	63,750	3,864					

Tablo 4'e göre kadın adayların öntestten aldıkları başarı puan ortalamalarının ($\bar{X}=8,083$, %=40,415) erkek adaylardan ($\bar{X}=8,417$, %=42,085) daha düşük olduğu, ancak aralarındaki farklılığın anlamlı olmadığı ($t_{(34)}=0,200$; $p=0,834>0,05$) bulunmuştur. Uygulanan eğitim süreci sonunda kadın ($\bar{X}=13,625$, %=68,125) matematik öğretmen adaylarının sontestten aldıkları puan ortalamalarının erkeklere ($\bar{X}=12,750$, %=63,750) göre daha yüksek olduğu ve aralarındaki farklılığın anlamlı olmadığı ($t_{(34)}=0,671$; $p>0,05$) belirlenmiştir. Çalışmada hesaplanan etki büyüklüğü değerleri neticesinde cinsiyet öntest (*Cohen's d*=0,075) ve sontest (*Cohen's d*=0,257) ortalama puanları üzerinde düşük düzeyde bir etki teşkil ettiği görülmüştür. Bir araştırmada t-testi yapıldığında gruplar arasında hesaplanan etki

büyüklüğü (*Cohen's d*) değeri şu şekilde yorumlanır: 0,20-0,49 aralığında ise düşük düzeyde; 0,50-0,79 aralığında ise orta düzeyde; 0,80 ve üzeri ise yüksek düzeyde etki büyüklüğü mevcuttur (Cohen, 1988).

Araştırmada cinsiyete göre testlerden alınan başarı puan ortalamalarına ait bağımsız örneklem t-testi sonuçları incelendikten sonra matematik öğretmen adaylarının GBT puanlarının öntest-sontest sonuçlarına göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği bağımlı örneklem t-testi ile araştırılmıştır. Bu test sonucunda elde edilen bulgular Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. GBT'nin ön test ve son test bağımlı örnekleme ait t-testi sonuçları

Testler	n	\bar{X}	%	S.s	Sd	t	p	hss	<i>Cohen's d</i>
Öntest	36	8,194	40,970	4,502	35	10,136	0,000	4,432	0,899
Sontest	36	13,333	66,666	4,488					

Tablo 5 incelendiğinde matematik öğretmen adaylarının öntest-sontest puanları arasında anlamlı bir farklılığın olduğu ($t_{(35)}=10,136$: $p_{0,00}<0,05$) görülmektedir. Matematik öğretmen adaylarının öntest ve sontest puan ortalamalarına bakıldığında ($\bar{X}_{\text{sontest}}=13,333>\bar{X}_{\text{öntest}}=8,194$, $\%_{\text{sontest}}=66,666$, $\%_{\text{öntest}}=40,970$) bu farklılığın sontestin lehine olduğu belirlenmiştir. Çalışmada hesaplanan etki büyüklüğü değeri GBT puanının öntest-sontest (*Cohen's d*=0,899) ortalama puanları üzerinde yüksek düzeyde bir etki teşkil ettiğini göstermiştir.

YGF'den Elde Edilen Nitel Bulgular

Araştırmanın nitel verileri içerik analizi yöntemi ile incelenmiştir. Matematik öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar doğrultusunda, “Somutlaştırma, Anlaşılabilirlik ve Kalıcılık”, “Eğlence ve Pratiklik”, “Yöntemin Önemliliği”, “Öğretim Sürecinin Zorluğu”, “Heyecan ve Mutluluk”, “Kazanılan Beceriler”, “Alt Öğrenme Alanları” ve “Günlük Yaşamla İlişki” şeklinde sekiz adet tema oluşturulmuştur. Analiz sonucunda oluşan görüşlere ait temalar, kodlar ve frekans dağılımları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Dinamik geometri yazılımlarına ilişkin görüşlere ait temalar, kodlar ve frekans dağılımları

Temalar	Kodlar	f	%
Somutlaştırma, Anlaşılabilirlik ve Kalıcılık	Görsellerin soyut kavramları somutlaştırması	17	47,222
	Konuyu anlaşılır kılması	16	44,444
	Kalıcı öğrenmelerin sağlanması	3	8,333
Eğlence ve Pratiklik	Dersin daha eğlenceli olması	17	47,222
	Öğrenim sürecine olan ilginin artması	14	38,888
	Öğrenim sürecinin daha pratik işlemesi	5	13,888
Yöntemin Önemliliği	Yöntemin önemli görülmesi	24	66,666
	Yöntemin derse olan bakış açısını değiştirmesi	10	27,777
	Yöntemin önemli görülmemesi	2	5,555
Öğretim Sürecinin Zorluğu	Bilgisayar kullanımından kaynaklı zorluklar	20	55,555
	Dinamik geometri yazılımlarını kullanımından kaynaklı sorunlar	13	36,111
	Dersin işleyiş sürecinden kaynaklı zorluklar	3	8,333
Heyecan ve Mutluluk	Heyecan duygusu	24	66,666

	Mutluluk duygusu	11	30,555
	Belirsizlik duygusu	1	2,777
Kazanılan Beceriler	Bilişsel beceriler	20	55,555
	Duyuşsal beceriler	13	36,111
	Psikomotor beceriler	3	8,333
Alt Öğrenme Alanları	Cebir alt öğrenme alanı	22	61,111
	Sayılar alt öğrenme alanı	8	22,222
	İstatistik alt öğrenme alanı	6	16,666
Günlük Yaşamla İlişki	Günlük yaşam ile ilişki kurar	25	69,444
	Günlük yaşamla kısmen ilişki kurar	8	22,222
	Günlük yaşamla ilişki kuramaz	3	8,333

Araştırmada ilk soru olarak matematik öğretmen adaylarına “Bu dersin dinamik geometri yazılımları kullanılarak işlenmesinin başarınız adına faydasının/faydalarının neler olduğunu düşünüyorsunuz?” sorusu yöneltilmiş ve bu soruya verilen cevaplardan elde edilen “Somutlaştırma, anlaşılabilirlik ve kalıcılık” teması ile ilişkili üç adet kod belirlenmiştir. Matematik öğretmen adayları görüşleri, frekans dağılımları değerlendirildiğinde en çok tercih edilen kodlar sırası ile görsellerin soyut kavramları somutlaştırması (f=17), konuyu anlaşılır kılması (f=6) ve kalıcı öğrenmelerin sağlanması (f=5) şeklindedir. Matematik öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin kodlara ait ifade etmiş oldukları görüşlerden bazıları şu şekildedir;

“Soyut kavramların somutlaştırılması noktasında faydalı olduğunu düşünüyorum.” (K₂).

“Öğretmenlik yaparken dinamik geometri yazılımları sayesinde soyut konuların anlaşılır kılması noktasında faydasının olacağını düşünüyorum.” (K₈).

“Neyin nereden geldiğini görsellerle öğrenmem daha kalıcı öğrenmeler oluşturmamı sağladı.” (K₁₄).

Çalışmada ikinci soru olarak matematik öğretmen adaylarına “Derslerin dinamik geometri yazılımları kullanılarak işleme sürecinde en çok hangi yönü hoşunuza gitti. Niçin?” sorusu yöneltilmiş ve bu soruya verilen cevaplardan oluşan “Eğlence ve Pratiklik” teması ile ilişkili üç adet kod belirlenmiştir. Matematik öğretmen adayları görüşleri, frekans dağılımları değerlendirildiğinde en çok tercih edilen kodlar sırasıyla; dersin daha eğlenceli olması (f=17), öğrenim sürecine olan ilginin artması (f=14) ve öğrenim sürecinin daha pratik işlemesi (f=5) şeklindedir. Matematik öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin kodlara ait ifade etmiş oldukları görüşlerden bazıları şu şekildedir;

“Eğlenceli olması hoşuma gitti.” (K₁₉).

“Bilgisayar ile görselleri birlikte kullanmamız derse olan ilgimi artırdı.” (K₁₂).

“Pratik olması hoşuma gitti.” (K₂₃).

Araştırmada üçüncü soru olarak matematik öğretmen adaylarına “Sizce bu ders işlenirken kullanılan yöntem önemli midir? Gerekçelerini açıklayınız.” sorusu yöneltilmiş ve bu soruya verilen yanıtlardan elde edilen “Yöntemin Önemliliği” teması ile ilişkili üç adet kod belirlenmiştir. Matematik öğretmen adayları görüşleri, frekans dağılımları değerlendirildiğinde en çok tercih edilen kodlar sırasıyla; yöntemin önemli görülmesi (f=24), yöntemin derse olan bakış açısını değiştirmesi (f=10) ve yöntemin önemli görülmemesi (f=2) şeklindedir. Matematik öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin kodlara ait ifade etmiş oldukları görüşlerden bazıları şu şekildedir;

“Evet, çünkü bu yöntem doğrudan ders süreciyle ilişkili.” (K₁).

“Önemlidir. Çünkü matematik öğretmen adaylarının öğrenim sürecindeki motivasyonunu ve bakış açısını etkilemektedir.” (K₁₃).

“Çokta önemli değildir, çünkü bu yöntemle öğrenme sürecinde zaman kaybı oluyor.” (K₂₆).

Çalışmada dördüncü soru olarak matematik öğretmen adaylarına “Dersin işlenmesi sürecinde en çok hangi noktada zorlandınız? Nedenini açıklayınız.” sorusu yöneltilmiş ve bu soruya verilen cevaplardan oluşan “Öğretim Sürecinin Zorluğu” teması ile ilişkili üç adet kod belirlenmiştir. Matematik öğretmen adayları görüşleri, frekans dağılımları değerlendirildiğinde en çok tercih edilen kodlar sırası ile bilgisayar kullanımından kaynaklı zorluklar (f=20), dinamik geometri yazılımlarını kullanımından kaynaklı sorunlar (f=13) ve dersin işleyiş sürecinden kaynaklı zorluklar (f=3) şeklindedir. Matematik öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin kodlara ait ifade etmiş oldukları görüşlerden bazıları şu şekildedir;

“Bilgisayar kullanma tecrübemin azlığı sebebiyle zaman sıkıntısı çektim.” (K₆).

“Dinamik geometri yazılımları pratiğim az olması sebebiyle başlangıçta biraz zorlandım.” (K₁₁).

“İlk uygulamalarda dersin işleyiş sürecinde tecrübesiz olmam nedeniyle zorlandım.” (K₃₆).

Araştırmada beşinci soru olarak matematik öğretmen adaylarına “Geometrik şekillerin dinamik programlarla ifade edildiğini ilk kez gördüğünüzde neler hissettiniz?” sorusu yöneltilmiş ve bu soruya verilen cevaplardan elde edilen “Heyecan ve Mutluluk” teması ile ilişkili üç adet kod belirlenmiştir. Matematik öğretmen adayları görüşleri, frekans dağılımları değerlendirildiğinde en çok tercih edilen kodlar sırası ile heyecan duygusu (f=24), mutluluk duygusu (f=11) ve belirsizlik duygusu (f=1) şeklindedir. Matematik öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin kodlara ait ifade etmiş oldukları görüşlerden bazıları şu şekildedir;

“İlk kez uygulamalarla karşılaşmam heyecan vericiydi.” (K₁₀).

“Bilgilerin adımlarla anlamlandırılması beni mutlu etti.” (K₆).

“Uygulamalar ve şekilleri ilk kez gördüğümde bende belirsizlik duygusu uyandırdı.” (K₃₄).

Çalışmada altıncı soru olarak matematik öğretmen adaylarına “Geometrik şekillerin dinamik programlarla ifade edilmesi size ne gibi beceriler kazandırdı?” sorusu yöneltilmiş ve bu soruya verilen cevaplardan elde edilen “Kazanılan Beceriler” teması ile ilişkili üç adet kod belirlenmiştir. Matematik öğretmen adayları görüşleri, frekans dağılımları analiz edildiğinde en çok tercih edilen kodlar sırası ile bilişsel beceriler (f=24), duyuşsal beceriler (f=11) ve psikomotor beceriler (f=1) şeklindedir. Matematik öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin kodlara ait ifade etmiş oldukları görüşlerden bazıları şu şekildedir;

“Anlamlı öğrenme gibi zihinsel becerilerim gelişti.” (K₁).

“Algılama kapasitemi artırdığımı düşünüyorum.” (K₃₄).

“Psikomotor becerilerimi artırdı.” (K₁₈).

Araştırmada yedinci soru olarak matematik öğretmen adaylarına “Geometri dışında matematiğin hangi alt alanlarında dinamik yazılımlar kullanmak isterdiniz? Nedenini açıklayınız.” sorusu yöneltilmiş ve bu soruya verilen cevaplardan elde edilen “Alt Öğrenme Alanları” teması ile ilişkili üç adet kod belirlenmiştir. Matematik öğretmen adayları görüşleri, frekans dağılımları analiz edildiğinde en çok tercih edilen kodlar sırası ile cebir alt öğrenme alanı (f=22), sayılar alt öğrenme alanı (f=8) ve istatistik alt öğrenme alanı (f=6) şeklindedir. Matematik öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin kodlara ait ifade etmiş oldukları görüşlerden bazıları şu şekildedir;

“Matematiğin cebir alt öğrenme alanında da kullanılabilir.” (K₄).

“Bence sayılar alt öğrenme alanında da kullanılabilir.” (K₈).

“Bence geometri alanı için gayet iyi ama istatistik alanında da kullanılabilir.” (K₁₁).

Araştırmada sekizinci ve son soru olarak matematik öğretmen adaylarına “Bu dersin işlenişinde kullanmış olduğunuz dinamik yazılımların, ders içeriğini günlük yaşamla ilişkilendirdiğini düşünüyor musunuz?” sorusu yöneltilmiş ve bu soruya verilen cevaplardan elde edilen “Günlük Yaşamla İlişki” teması ile ilişkili üç adet kod belirlenmiştir. Matematik öğretmen adayları görüşleri, frekans dağılımları değerlendirildiğinde en çok tercih edilen kodlar sırasıyla; günlük yaşam ile ilişki kurar (f=25), günlük yaşam ile kısmen ilişki kurar (f=8) ve günlük yaşam ile ilişki kuramaz (f=3) şeklindedir. Matematik öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin kodlara ait ifade etmiş oldukları görüşlerden bazıları şu şekildedir;

“Evet, Cabri programda yapmış olduğumuz nokta animasyonları evrende hareket eden cisimler gibi davranıyordu.” (K₃₄).

“Evet, bence matematiği kısmen de olsa gündelik hayatla ilişkilendiriyor.” (K₉).

“Günlük yaşamdaki şekilleri düşündüğümüzde ilişki kurmamız adına faydalı olduğunu düşünmüyorum.” (K₁₉).

Nitel sonuçlar ele alındığında öğretmen görüşlerinin nicel bulguları desteklediği görülmektedir. Nitekim öğretmen adayları dinamik yazılımlarla yürütülen öğretim sürecinin soyut kavramları somutlaştırma, konuyu anlaşılır kılma, kalıcı öğrenmelerin sağlanması, dersin daha eğlenceli olması, öğrenim sürecine olan ilginin artması, öğrenim sürecinin daha pratik işlenmesi, yöntemin önemli görülmesi, yöntemin derse olan bakış açısını değiştirmesi, heyecan ve mutluluk duygusu uyandırması, bilişsel, duyuşsal ve psikomotor beceriler kazandırması ve günlük yaşam ile ilişki kurması noktalarında önemli olduğunu ifade etmiştir.

4. TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilgisayar teknolojilerindeki hızlı gelişmelerin sınıf ortamlarına etkileri olan dinamik geometri yazılımları hedeflere ulaşmak için önemli görülmektedir (Güven ve Karataş, 2003). MEB (2018) matematik öğretim programında özellikle dinamik yazılımlar önemli görülmüş ve öğrenim süreçlerinde teknolojinin kullanımına dayalı önerilerde bulunulmuştur. Araştırmada öncelikle öntest ve sontest puanlarının cinsiyete göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği analiz edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre kadın matematik öğretmen adaylarının öntestten aldıkları başarı puan ortalamalarının erkek matematik öğretmen adaylarının başarı puan ortalamalarından daha düşük olduğu ve aradaki farklılığın anlamlı olmadığı bulunmuştur. Ayrıca kadın matematik öğretmen adaylarının sontestten aldıkları puan ortalamalarının erkeklere göre daha yüksek olduğu ve aralarındaki farklılığın anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Çalışmada hesaplanan etki büyüklüğü değerleri neticesinde cinsiyetin öntest ve sontest ortalama puanları üzerinde düşük düzeyde bir etki teşkil ettiği görülmüştür. Bunun sebebi öğretmen adaylarının aynı öğretim sürecine dâhil edilmesi olarak görülebilir. Vatansever (2007) dinamik geometri yazılımları kullanılarak yürütülen deney grubundaki öğrencilerin geometri başarı düzeylerinin cinsiyete göre anlamlı bir fark oluşturmadığını tespit etmiştir. Benzer şekilde Bintaş ve Bağcıvan (2005) bilgisayar destekli geometri öğretimi uygulamaları neticesinde cinsiyetin öğrencilerin başarıları arasında anlamlı bir farklılık oluşturmadığını tespit etmiştir.

Araştırmada dinamik geometri yazılımları kullanılan öğrenim süreci neticesinde matematik öğretmen adaylarının geometri başarı testi öntest-sontest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Ortalamalara bakıldığında bu farkın sontest lehine olduğu görülmektedir. Ayrıca başarının var olan duruma göre yarıdan fazla artması dikkat çeken bir diğer durumdur. Bununla birlikte çalışmada hesaplanan etki büyüklüğü değeri dinamik geometri yazılımları uygulamalarının sontest

ortalama puanları üzerinde yüksek düzeyde bir etki teşkil ettiğini göstermiştir. Bulunan bu anlamlı farklılığın ve etki büyüklüğünün sebepleri matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımlarıyla yürütülen öğrenim sürecine aktif olarak dâhil olması, yapmış oldukları etkinlikler veya dinamik geometri yazılımları sayesinde öğretim sürecine karşı oluşan pozitif tutumlar olabilir. Ayrıca matematik öğretmen adaylarının ders uygulamalarında yaptıkları etkinlikler neticesinde görsel ve matematiksel algılarının artması bir diğer sebep olarak görülebilir. Güven ve Karataş (2003) Cabri ile oluşturmacı öğrenme ortamı tasarımı oluşturmuş, çalışmada ortaya konan tasarımı, öğrencilerin araştırma ve keşfetme aktivitelerine yönelerek öğrendiklerini ifade etmiştir. Yine bu çalışmada araştırmacılar Cabri'nin öğrencilerin geometri başarılarını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Aktümen ve Kaçar (2003) bilgisayar destekli geometri öğreniminin öğrenenlerin başarılarını olumlu yönde etkilediği sonucunu elde etmişlerdir. Bedir (2005) bilgisayar destekli öğretimin öğrenen başarısını artırdığını ifade etmiştir. Sulak (2002) matematik derslerinde bilgisayar destekli öğretimin kullanımının öğrencilerin başarısına olumlu etkisinin olduğunu belirtmiştir. Gürsoy, Yıldız, Çekmez ve Güven (2009) Cabri yazılımının üç boyutlu geometrik şekillerin iki boyutlu düzlemlere resmedilmesinde meydana gelen algı yanılgılarını azaltarak başarıyı artırdığını dile getirmişlerdir. Kaleli-Yılmaz, Ertem ve Güven (2010) Cabri'nin öğrencilerin trigonometri konusundaki öğrenmelerine etkisini incelemiş, deney ve kontrol grubunun başarı puanları arasında deney grubunun lehine anlamlı farklılık bulmuştur. Eryiğit (2010) Cabri 3D yazılımı kullanılan sınıflar ile kullanılmayan sınıflar arasında prizmalar konusunda akademik başarılarının anlamlı farklılık gösterdiğini tespit etmiştir. Bones (2002) bilgisayar destekli öğretimin katı cisimlerin hacimlerini öğrenmede öğrenci başarısını artırdığını ifade etmiştir. Özdemir ve Tabuk (2004) bilgisayar destekli eğitimin daire, çember ve silindir konularını öğretiminde etkili olduğunu ve öğrencilerin başarısını artırdığını ifade etmişlerdir. Teknoloji destekli eğitimin veya dinamik yazılımların başarıyı arttırmadığını tespit eden çalışmalara da rastlamak mümkündür. Şimşek ve Kuru Yücekaya (2014) Cabri 3D kullanımı ile ders işlenen deney ve mevcut öğretim ile ders işlenen kontrol grubundaki öğrencilerin başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulamamıştır. Yıldız (2009) üç boyutlu sanal ortamların uygulama sürecini karşılaştırmış, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin zihinsel döndürme puanları arasında anlamlı bir farklılık bulamamıştır.

Araştırmanın nitel verileri içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiş, öğrenci görüşleri doğrultusunda temalar ve kodlar oluşturulmuştur. Somutlaştırma, anlaşılabilirlik ve kalıcılık temasına ilişkin görsellerin soyut kavramları somutlaştırması, konuyu anlaşılır kılması ve kalıcı öğrenmelerin sağlanması şeklinde üç kodu mevcuttur. Diğer bir ifadeyle matematik öğretmen adayları dinamik

geometri yazılımlarının soyut kavramları somutlaştırdığını, konuyu anlaşılır kıldığını ve kalıcı öğrenmeler sağlanması noktasında etkili olduğunu dile getirmişlerdir. Bunun nedeni dinamik geometri yazılımları ile matematik öğretmen adaylarının görsel algılarının artmaları neticesinde öğretim sürecine olan ilgilerinin artması ve kavramsal öğrenmeleriyle beraber genelleme becerilerinin gelişmesi olabilir. Presmeg (2006) ve Stylianou ve Silver (2004) bireylerin düşünme sürecinde önemli bir yeri olan görsel materyallerin öğrenme ve anlamaya büyük katkı sağladığını ifade etmişlerdir. Kaleli-Yılmaz, Ertem ve Güven (2010) teknoloji ile görselleştirilmiş matematiksel nesnelerin, kavramları anlamada oldukça etkili olduğunu, Cabri yazılımı içindeki değişkenlerin değiştirilebilmesi ile öğrencilerin farklı durumları gözlemleyebilmeleri ve genellemeler yapabilmelerine imkân tanıdığını ifade etmişlerdir. Tatar, Zengin ve Kağızmanlı (2013) dinamik matematik yazılımıyla etkileşimli tahta teknolojisinin kullanımının konunun somutlaştırılmasında katkı sağladığını, kalıcılığı artırdığını, kavramların anlaşılmasını kolaylaştırdığını ve zaman tasarrufu sağladığını ifade etmiştir.

Çalışmada elde edilen eğlence ve pratiklik temasına ilişkin dersin daha eğlenceli olması, öğrenim sürecine olan ilginin artması ve öğrenim sürecinin daha pratik işlemesi şeklinde üç adet kodu mevcuttur. Diğer bir ifadeyle matematik öğretmen adayları dinamik geometri yazılımlarının öğretim sürecini eğlenceli hale getirdiğini, ilgiyi artırdığını ve daha pratik hale getirdiğini ifade etmişlerdir. Bu sonucun sebebi dinamik geometri yazılımlarının öğretim sürecini kolaylaştırması olarak görülebilir. Aktümen, Yıldız, Horzum ve Ceylan (2011) matematik öğretmenlerinin dinamik geometri yazılımlarının derslerde uygulanabilirliği hakkında pratik olduğunu ve öğretmenlerin bu noktada pozitif görüşe sahip olduklarını dile getirmişlerdir. Kabaca, Aktümen, Aksoy ve Bulut (2010) öğretmenlerin, GeoGebra hakkındaki görüşlerini ele almıştır. Öğretmenler bu yazılım için kullanıcı dostu ara yüzünün olduğunu, kullanım kolaylığının bulunduğunu ve geometriyle cebir arasındaki ilişkileri dinamik bir şekilde ortaya koyabilme potansiyelinin olduğunu, bu sebepler doğrultusunda tercih edilebilir ve gerçek sınıf ortamlarında kullanılabilir bulduklarını ifade etmişlerdir. Preiner (2008) matematik öğretmenlerinin dinamik yazılımları derslerde kullanmalarında sıkıntıların aşılması noktasında GeoGebra'nın bir çözüm olabileceğini ifade etmiştir. Öğretmenler GeoGebra'yı kullanıcı dostu ve kullanımı kolay olarak tanımlamışlardır. Ertem (1999) öğrenen ve öğrenenlerin bilgisayarda problem çözme ve grafik çizmenin matematik öğretimini daha çekici hale getirdiğini ifade etmişlerdir. Baki, Yalçınkaya, Özpınar ve Uzun (2009) öğretmen adaylarının öğretim teknolojilerini ve bu teknolojilerin kullanımını faydalı bulduklarını tespit etmişlerdir.

Matematik öğretimi sürecinin önemli bileşenlerinden birisi şüphesiz yöntemdir. Bu doğrultuda elde edilen yöntemin önemliliği temasına ilişkin yöntemin önemli görülmesi, yöntemin derse olan bakış açısını değiştirmesi ve yöntemin önemli görülmemesi şeklinde üç adet kodunun olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle matematik öğretmen adaylarının çoğu dinamik geometri yazılımlarının kullanıldığı

teknoloji destekli öğretim yöntemini önemli görmekte ve bu yöntemin derse olan bakış açısını değiştirdiğini düşünmektedir. Bu sonucun sebebi öğretmen adaylarının almış oldukları pedagojik alan bilgisi dersleriyle öğretim yöntemlerinin öğretim sürecindeki önemini farkında olmaları olabilir. Bedir (2005) bilgisayar destekli matematik öğretimi yönteminin geometri öğretiminde yerinin gün geçtikçe önem kazandığını ve öğrenci başarısı üzerinde olumlu etkisinin olduğunu ifade etmiştir. Güven ve Karataş (2005) Cabri yazılımı ile Pisagor Teoreminin keşfini incelemişler, öğrencilerin öğrenme ürünlerine ve bilgi kurma süreçlerine bu tür öğrenme ortamlarının faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmada elde edilen öğretim sürecinin zorluğu temasına ilişkin bilgisayar kullanımından kaynaklı zorluklar, dinamik geometri yazılımlarını kullanımından kaynaklı sorunlar ve dersin işleyiş sürecinden kaynaklı zorluklar şeklinde üç adet kod tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle matematik öğretmen adaylarının bazıları bilgisayar kullanımında, dinamik geometri yazılımlarının kullanımında ve dersin işleyiş sürecinde zorlanmışlardır. Bunun nedeni ülkemizde teknolojinin öğretim sürecine tamamen entegre edilmemiş olması veya matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımları ile henüz yeteri kadar karşılaşmamış olmaları olabilir. Kocasaraç (2003) öğretmenlerin bilgisayarların öğretim alanında kullanımına ilişkin yeterliliklerini araştırmış ve öğretmenlerin bilgisayar kullanımında yeterli becerilere sahip olmadığını belirtmiştir. Çiftçi ve Tatar (2014) öğretmen adaylarının, karışık ve zor gördükleri geometrik çizimlerde dinamik yazılımların yardımcı olduğunu ifade etmiştir.

Çalışmada elde edilen heyecan ve mutluluk temasına ilişkin heyecan duygusu, mutluluk duygusu ve belirsizlik duygusu şeklinde üç adet kod tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle matematik öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu dinamik geometri yazılımları ile öğretim sürecine dâhil olduklarında heyecanlandıklarını ve mutluluk duyduklarını ifade etmişlerdir. Bunun nedeni matematik öğretmen adaylarının süreç hakkında olumlu görüş geliştirmeleri olarak düşünülebilir. Yavuz ve Can (2010) öğretmen adaylarının teknoloji destekli matematik eğitimine yaklaşımlarının olumlu olduğunu belirterek; yazılımlar kullanılarak yapılan etkinliklerle klasik eğitim etkinlikleri arasında anlamlı farklılık olduğunu tespit etmişlerdir. Hacıömeroğlu, Bu, Schoen ve Hohenwarter (2009) GeoGebra yardımı ile matematik derslerini yürütmenin öğretmen adaylarının teknolojiyle matematik öğretme-öğrenme süreçleri hakkındaki görüşlerini olumlu etkilediğini belirtmiştir.

Araştırmada kazanılan beceriler temasına ilişkin bilişsel beceriler, duyuşsal beceriler ve psikomotor beceriler şeklinde üç adet kod tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle matematik öğretmen adayları dinamik geometri yazılımlarının kullanıldığı öğretim süreci sonunda bilişsel, duyuşsal ve psikomotor beceriler kazandıklarını ifade etmişlerdir. Bunun sebebi öğretim süreci sonunda matematik öğretmen adaylarının kazanmış olduğu pedagojik yetkinlikler olarak düşünülebilir. Konyalıoğlu (2003)

soyut kavramların öğretimi ve öğrenimi süreçlerinde somutlaştırmanın yapılmasının ve somut materyallerin kullanılmasının öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal açıdan olumlu yönde geliştiğini belirtmiştir. Carter ve Ferrucci (2009) GeoGebra'nın sadece geometriyi anlama düzeyini yükseltmediğini, aynı zamanda motivasyonu ve geometriye yönelik tutumu da arttırdığını ifade etmişlerdir.

Çalışmada elde edilen alt öğrenme alanları temasına ilişkin cebir alt öğrenme alanı, sayılar alt öğrenme alanı ve istatistik alt öğrenme alanı şeklinde üç adet kod tespit edilmiştir. Başka bir deyişle matematik öğretmen adayları dinamik yazılımların cebir, sayılar ve istatistik öğrenme alanlarında da kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Bunun sebebi matematik öğretmen adaylarının dinamik yazılımları sadece geometri alt öğrenme alanıyla sınırlı görmemeleri olarak düşünülebilir. Akman, Yükselen ve Uyanık (2000) öğrencilerin “geometrik görselleştirme matematik öğretim programının tümünde yer almalı” görüşüne sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Köse ve Özdaş (2009) geometri ve istatistik alt öğrenme alanlarında sıkça kullanılan simetri kavramının kazandırılmasında Cabri programının güçlü bir araç olduğunu ifade etmişlerdir.

Araştırmada elde edilen günlük yaşamla ilişki temasına ilişkin günlük yaşam ile ilişki kurar, günlük yaşam ile kısmen ilişki kurar ve günlük yaşam ile ilişki kuramaz şeklinde üç adet kod tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle matematik öğretmen adaylarının çoğu dinamik geometri yazılımlarının matematik ile günlük yaşam arasında ilişki kurduğu düşüncesindedir. Bunun sebebi matematik öğretmen adaylarının almış oldukları lisans eğitimi neticesinde artmış olan farkındalıkları olarak görülebilir. English ve Watters (2005) matematiğin gerçek hayatta kullanma becerilerinin anlamlı şekilde gelişebilmesi amacıyla görsellerle ve teknolojik materyallerle yapılan çalışmalarının ilkokuldan itibaren başlaması gerektiğini ileri sürmektedir. Borromeo-Ferri (2006) matematiksel sonuçların gerçek durumlar ile görseller kullanılarak bağdaştırılması, gerçek sonuçlar durumuna getirilmesi noktasında teknolojiyi önemli görmektedir. Tatar, Akkaya ve Kağızmanlı (2011) öğretmen adaylarının dinamik öğrenme ortamları sayesinde öğrencilerin matematiği öğrenme düzeylerine katkı sağlayacağını düşündükleri ve günlük hayatlarında da dinamik yazılımları kullanmak istediklerini tespit etmişlerdir.

Sonuç olarak matematik öğretmen adaylarının başarı puanları cinsiyete göre hem öntest hem de sontest puanlarında anlamlı bir farklılık oluşturmamış, deneysel işlem süreci sonunda sontest lehine geometri başarılarında anlamlı farklılık bulunmuştur. Ayrıca matematik öğretmen adayları dinamik geometri yazılımları ile ilgili görsellerin soyut kavramları somutlaştırması, dersin daha eğlenceli olması, bilgisayar kullanımından kaynaklı zorlukların yaşanması, heyecan duygusu uyandırması, cebir alt öğrenme alanında kullanılması ve günlük yaşamla ilişki kurması noktalarında önemli olduğunu dile getirmişlerdir. Bu sonuçlar günlük hayatta ve öğretim faaliyetlerinde her geçen gün dinamik geometri yazılımları kavramına atfedilen önemin arttığını göstermektedir. Bu noktadan hareketle matematik

öğretmen adayları açısından geometri başarısının kazanılmasında dinamik geometri yazılımlarının önemli olduğu söylenebilir.

Çalışma bulguları neticesinde ileride bu alanda çalışmak isteyen araştırmacılara şu önerilerde bulunulabilir:

1. Matematik öğretmen adayları yetiştirilirken lisans programlarına dinamik geometri yazılımlarıyla ilgili yeni seçmeli dersler eklenebilir.
2. Çalışmanın tek gruplu öntest-sontest yarı deneysel desenle yapılmış olması bir sınırlılık kabul edilerek dinamik yazılımların kullanıldığı kontrol gruplu yeni çalışmalar yapılabilir.
3. Eğitim veren kuruluşlarda görev yapan matematik öğretmenlerine dinamik geometri yazılımları ile ilgili hizmet içi eğitimler verilerek bu konudaki bilgi düzeyleri artırılabilir.

5. KAYNAKLAR

- Akman, B., Yükselen, A.İ., & Uyanık, G. (2000). *Okul öncesi dönemde matematik etkinlikler*. İstanbul: Epsilon Yayınevi.
- Aktümen, M., & Kaçar, A. (2003). İlköğretim 8. sınıflarda harfli ifadelerle işlemlerin öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin rolü ve bilgisayar destekli öğretim üzerine öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 11(13), 339-358.
- Aktümen, M., Yıldız, A., Horzum, T., & Ceylan, T. (2011). İlköğretim matematik öğretmenlerinin GeoGebra yazılımının derslerde uygulanabilirliği hakkındaki görüşleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 2(2), 103-120.
- Alpan, G. (2008). Görsel okuryazarlık ve öğretim teknolojisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 74-102.
- Atasoy, E. & Konyalıhatipoğlu, M.E. (2019). Dinamik geometri yazılımı kullanılan öğrenme ortamında öğrencilerin analitik ve bütüncül düşünme stillerinin incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 44(199), 49-74.
- Baki, A. (2001). Bilişim teknolojisi ışığı altında matematik eğitiminin değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 149(1), 26-31.
- Baki, A., Yalçınkaya, H.A., Özpınar, İ., & Uzun, S. Ç. (2009). İlköğretim matematik öğretmenleri ve öğretmen adaylarının öğretim teknolojilerine bakışlarının karşılaştırılması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 1(1), 67-85.
- Bedir, D. (2005). *Bilgisayar destekli matematik öğretiminin ilköğretimde geometri öğretiminde yeri ve öğrenci başarısı üzerindeki etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bintaş, J. & Akıllı, B. (2008). *Bilgisayar destekli geometri: Geometer's sketchpad kullanımı ve geometri uygulamaları*. Öğreti Yayınevi, Ankara.
- Bintaş, J. & Bağcıvan, B. (2005). *İlköğretim 7. sınıfta bilgisayar destekli geometri öğretimi*. International Scientific Conference Information Technologies and Telecommunications in Education and Science, conference proceeding, 15- 22 Mayıs, Türkiye.
- Bokosmaty, S., Mavilidi, M.F., & Paas, F. (2017). Making versus observing manipulations of geometric properties of triangles to learn geometry using dynamic geometry software. *Computers & Education*, 1(1), 1-49.

- Borromeo-Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM-Mathematics Education*, 38(2), 86-95.
- Bones, M. (2002). *Computer assisted instruction and volumes of solids*. (Published PhD Theses). California University, Institute of Education Sciences California.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş. (2016). *Veri analizi el kitabı (22. Baskı)*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Cameron, A. (2004). Kurtosis. In M. Lewis-Beck, A. Bryman and T. Liao (Eds.). *Encyclopedia of social science research methods*. (pp. 544-545). ThousandOaks, CA: SAGE Publications, Inc.
- Carter, J., & Ferrucci, B. (2009). Using GeoGebra to enhance prospective elementary school teachers' understanding of geometry. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 3(2), 1933-2823.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd Ed.)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Creswell, J.W., & Plano Clark, V.L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Çalışkan, E., Gökçe, S. & Önal, N. (2019). Uzamsal becerilerin geliştirilmesi için üç boyut içerikli etkileşimli videoların kullanılabilirliğine yönelik bir inceleme. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(1), 359-388.
- Çiftçi O. & Tatar E. (2014). Pergel-cetvel ve dinamik bir yazılım kullanımının başarıya etkilerinin karşılaştırılması. *Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 111-133.
- English, L.D. & Watters, J.J. (2005). Mathematical modelling in third-grade classrooms. *Mathematics Education Research Journal*, 16(3), 59-80.
- Ertem, S. (1999). *Matematik öğretimi üzerinde bilgisayar ve teknolojinin kullanımı üzerine bir inceleme*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Eryiğit, P. (2010). *Üç boyutlu dinamik geometri yazılımı kullanımının 12. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve geometri dersine yönelik tutumlarına etkileri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Gürsoy, K., Yıldız, C., Çekmez, E., & Güven, B. (2009). *Üç boyutlu geometrik şekillerin iki boyutlu düzleme resmedilmesinde oluşan algı yanıltmalarına Cabri 3D yazılımının etkisi*. In 3rd International Computer and Instructional Technologies Symposium, proceedings, 656-662.
- Güven, B. (2002). *Dinamik geometri yazılımı Cabri ile keşfederek öğrenme*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Güven, B., & Karataş, S. (2003). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile geometri öğrenme: öğrenci görüşleri. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2), 123-125.
- Güven, B. & Karataş, İ. (2005). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile oluşturmacı öğrenme ortamı tasarımı: Bir model. *İlköğretim Online*, 4(1), 62-72.
- Gomes, A.S. & Vergnaud, G. (2004). On the learning of geometric concepts using dynamic geometry software. *Journal of Novas Technology Education*, 2(1), 12-15.
- Hacıömeroğlu, E.S., Bu, L., Schoen, R.C., & Hohenwarter, M. (2009). Learning to develop mathematics lessons with GeoGebra. *Mathematics, Statistics, Operation Research Connections*, 9(2), 24-26.
- Hohenwarter, M. & Fuchs, K. (2004). *Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra*. Computer Algebra Systems and Dynamic Geometry Systems in Mathematics Teaching Conference, Pecs 1, Hungary.
- Hohenwarter, M. & Preiner, J. (2007). Dynamic mathematics with GeoGebra. *The Journal of Online Mathematics and its Applications*, 7(1), 1448-1455.
- Jones, K. (2000). Providing a foundation for deductive reasoning: Students' interpretations when using dynamic geometry software and their evolving mathematical explanations. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1), 55-85.
- Kabaca, T., Aktümen, M., Aksoy Y., & Bulut, M. (2010). Matematik öğretmenlerinin Avrasya GeoGebra toplantısı kapsamında dinamik matematik yazılımı GeoGebra ile tanıştırılması ve

- GeoGebra hakkındaki görüşleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 1(2), 148-165.
- Kaleli-Yılmaz, G., Ertem, E., & Güven, B. (2010). Dinamik geometri yazılımı Cabri'nin 11.sınıf öğrencilerinin trigonometri konusundaki öğrenmelerine etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 1(2), 200-216.
- Karasar, N. (1998). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayınevi.
- Kocasaraç, H. (2003). Bilgisayarların öğretim alanında kullanımına ilişkin öğretmen yeterlilikleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(3), 77-85.
- Konyalıoğlu, A.C. (2003). *Üniversite düzeyinde vektör uzayları konusundaki kavramların anlaşılmasında görselleştirme yaklaşımının etkinliğinin incelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Köse, N.Y. & Özdaş, A. (2009). İlköğretim 5. sınıf öğrencileri geometrik şekillerdeki simetri doğrularını Cabri geometri yazılımı yardımıyla nasıl belirliyorlar? *İlköğretim Online Dergisi*, 8(1), 159-175.
- Milli Eğitim Bakanlığı, [MEB]. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <https://ttkb.meb.gov.tr> adresinden 12.02.2018 tarihinde erişilmiştir.
- Miles, M.B. & Huberman, A.M. (1984). *Qualitative Data Analysis: A Sourcebook of New Methods by Beverly Hills*. CA: Sage Publications.
- Myers, E.R.W. (2001). *Accounting for prospective secondary mathematics teachers' understandings in a dynamic geometry tool environment*. (Published Phd Theses). The Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- Özdemir, A.Ş., & Tabuk, M. (2004). İlköğretim 7. sınıflarında "Çember, Daire ve silindir" konusunun öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin başarıya etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(4), 41-52.
- Preiner, J. (2008). *Introducing dynamic mathematics software to mathematics teachers: the case of GeoGebra, dissertation in mathematics education*. (Published Phd Theses). Faculty of Natural Sciences, University of Salzburg, Austria.
- Presmeg, N.C. (2006). *Research on visualization in learning and teaching Mathematics*. in A. Gutierrez, P., Borero (Ed.), *Handbook of Research on Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future* Rotterdam, Sense Publishers, Netherlands.
- Saban, A. (2008). Okula ilişkin metaforlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 55(1), 459-496.
- Schattschneider, D. (1997). Dynamic Geometry Software. Geometry turned on: Dynamic software in learning, *Teaching and Research*, 41(1), 121-129.
- Sinclair, N. & Yurita, V. (2008). To be or to become: How dynamic geometry changes discourse. *Research in Mathematics Education*, 10(2), 135-150.
- Stylianou, D.A. & Silver, E.A. (2004). The role of visual representations in advanced mathematical problem solving: An examination of expert-novice similarities and differences. *Journal of Mathematical Thinking and Learning*, 6(4), 353-387.
- Sulak, S.A. (2002). *Matematik dersinde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarı ve tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Şimşek, N. ve Yaşar, A. (2019). GeoGebra ile ilgili lisansüstü tezlerin tematik ve yöntemsel eğilimleri: bir içerik analizi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 10(2), 290-313.
- Şimşek, E., & Koru Yücekaya, G. (2014). Dinamik geometri yazılımı ile öğretimin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 65-80.
- Tall, D.O., Blockland, P., & Kok, D. (1990). *A graphic approach to the calculus, IBM compatibles computers with CGA, EGA or Hercules graphics*. USA: Sunburst Inc.

- Tatar, E., Zengin Y. & Kağızmanlı T.B. (2013). Dinamik matematik yazılımı ile etkileşimli tahta teknolojisinin matematik öğretiminde kullanımı. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(2), 104-123.
- Tatar, E., Akkaya A., & Kağızmanlı, T.B. (2011). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının GeoGebra ile oluşturdukları materyallerin ve dinamik matematik yazılımı hakkındaki görüşlerinin analizi, *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 2(3), 181-197.
- Umay, A. (2004). İlköğretim matematik öğretmenleri ve öğretmen adaylarının öğretimde bilişim teknolojileri kullanımına ilişkin görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(1), 176-181.
- Wares, A. (2010). Using dynamic geometry to explore non-traditional theorems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 41(3), 351–358.
- Vatansever, S. (2007). *İlköğretim 7. sınıf geometri konularını dinamik geometri yazılımı geometer's sketchpad ile öğrenmenin başarıya, kalıcılığa etkisi ve öğrenci görüşleri*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yavuz, İ., & Can, R. (2010). Cabri geometriyle tanıştırılan öğretmen adaylarının teknoloji ile matematik öğretimine yaklaşımlarının incelenmesi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 32(1), 181-198.
- Yerushalmy, M. (2006). *Challenging known transitions: Research of technology supported long-term learning*. Paper presented at the conference of the Seventeenth International Commission on Mathematical Instruction Study, Hanoi University of Technology, Hanoi.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (5.Baskı)*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, B. (2009). *Üç boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme becerilerine etkileri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

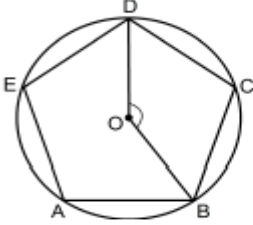
Ek 1. Geometri Başarı Testi

İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK GEOMETRİ BAŞARI TESTİ

Bu test çalışması siz öğretmen adaylarının görüşleriyle matematik eğitimine katkıda bulunmak amacıyla hazırlanmıştır. Sonuçlar kesinlikle gizli tutulacak hiçbir şekilde okul durumunuza ya da ders notlarınıza etki etmeyecektir. Bilim alanında faydalı olabilmemiz adına soruları samimi bir şekilde çözmeniz bizim için önemlidir. Verdiğiniz cevaplar için teşekkür ederiz.

Sınıf dereceniz: 1.sınıf[] 2.sınıf[] 3.sınıf[] 4.sınıf[]
Cinsiyetiniz: Kız [] Erkek []

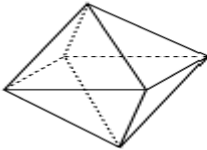
- 1 Aşağıda ABCDE düzdün beşgeni ve bu beşgenin köşelerinden geçen O merkezli çember verilmiştir.



Buna göre, BOD açısının ölçüsü kaç derecedir?

- A) 120 B) 124 C) 136 D) 144 E) 150

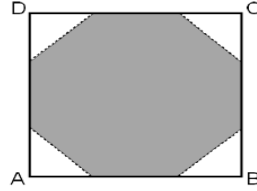
- 2 Bir düzdün çok yüzlünün herhangi bir yüzünün kenar sayısı p ve herhangi bir köşe noktasından geçen kenar sayısı q olmak üzere, bu çok yüzlüyü sınıflandırmak için (p,q) ikilisi kullanılıyor. Örneğin, küp bir düzdün çok yüzlüdür ve (p,q) ikilisi (4,3)'tür. Aşağıda, tabanları çakışık iki piramitten oluşan bir düzdün sekiz yüzlü verilmiştir.



Buna göre, bu düzdün sekiz yüzlünün (p,q) ikilisi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) (3,3) B) (3,4) C) (3,5)
D) (4,4) E) (5,3)

- 3 Aşağıda verilen ABCD karesi dört köşesinden şekildeki gibi kesilerek bir düzdün sekizgen elde ediliyor.



Kesilen parçaların toplam alanı 2 birim kare olduğuna göre, sekizgenin alanı kaç birim karedir?

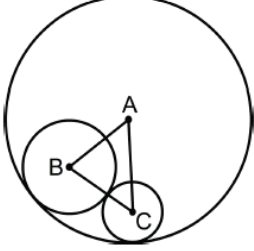
- A) $4 + 2\sqrt{2}$ B) $6 + 2\sqrt{2}$ C) $2 + 4\sqrt{2}$
D) $4 + 4\sqrt{2}$ E) $2 + 6\sqrt{2}$

- 4 Yarıçapı 1 m olan küre şeklindeki balonun hacmini iki katına çıkarmak için balonun yarıçapı kaç metre olana kadar şişirilmelidir?

- A) 2 B) $\sqrt{2}$ C) $\sqrt[3]{2}$

- D) $\sqrt{\frac{2\pi}{3}}$ E) $\sqrt[3]{\frac{3}{2\pi}}$

- 5 Birbirine teğet olarak verilen aşağıdaki üç çemberin merkezleri birleştirilerek ABC üçgeni oluşturuluyor. 8

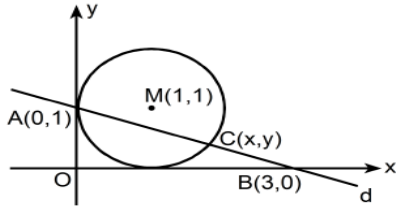


B merkezli çemberin yarıçapı 2 cm, C merkezli çemberin yarıçapı ise 1 cm'dir.

ABC üçgeninin çevresi 12 cm olduğuna göre, A merkezli çemberin yarıçapı kaç cm'dir?

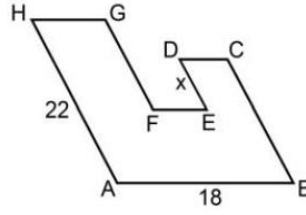
- A) 5 B) 6 C) 7 D) 8 E) 9

- 6 Dik koordinat düzleminde verilen aşağıdaki birim çemberin merkezi $M(1,1)$ noktasıdır. 9



A(0,1) ve B(3,0) noktalarından geçen d doğrusu birim çemberi C(x,y) noktasında kestiğine göre, x kaçtır?

- A) $\frac{5}{3}$ B) $\frac{8}{3}$ C) $\frac{7}{4}$
D) $\frac{8}{5}$ E) $\frac{9}{5}$



$HG \parallel DC \parallel FE \parallel AB$

$HA \parallel GF \parallel DE \parallel CB$

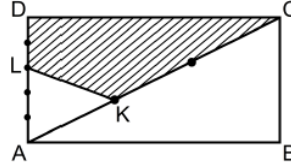
$|HA| = 22$ cm

$|AB| = 18$ cm

$|DE| = x$

Yukarıdaki şeklin çevresi 88 cm olduğuna göre, x kaç cm'dir?

- A) 3 B) 4 C) 5 D) 6 E) 9

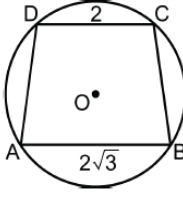


Yukarıda verilen ABCD dikdörtgeninin [AC] köşegeni 3, [AD] kenarı da 5 eşit parçaya ayrılmıştır.

Dikdörtgenin alanı 60 cm^2 olduğuna göre, LKCD taralı dörtgeninin alanı kaç cm^2 dir?

- A) 18 B) 20 C) 21 D) 22 E) 24

7



O merkezli çember

ABCD bir yamuk

$$|AB| = 2\sqrt{3} \text{ cm}$$

$$|CD| = 2 \text{ cm}$$

Şekildeki O merkezli çemberin yarıçapı 2 cm'dir. ABCD yamuğunun köşe noktaları çember üzerindedir.

Buna göre, ABCD yamuğunun alanı kaç cm^2 dir?

A) $3 + 3\sqrt{3}$

B) $4 + \sqrt{3}$

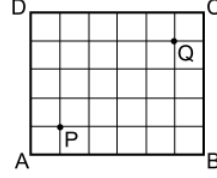
C) $4 + 2\sqrt{3}$

D) $4 + 4\sqrt{3}$

E) $6 + 2\sqrt{3}$

10

Birim karelerden oluşan dikdörtgen biçimindeki aşağıdaki kartonun AB ve CD kenarları yapıştırılarak bir silindir elde ediliyor.



Bu silindirin P noktasında bulunan bir karınca en kısa yoldan giderek Q noktasına ulaştığına göre, bu karınca kaç birim yol almıştır?

A) $4\sqrt{2}$

B) $3\sqrt{3}$

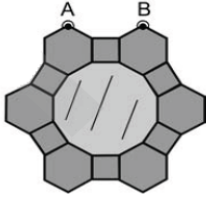
C) $5\sqrt{3}$

D) $2\sqrt{5}$

E) $2\sqrt{6}$

11

Kenarları karelerle ve düzgün altıgenlerle çerçevesi 14 olan bir ayna A ve B noktalarından duvara asılmıştır.



Karelerin bir kenar uzunluğu 12 cm olduğuna göre, A ve B noktaları arasındaki uzaklık kaç cm'dir?

A) $8 + 12\sqrt{3}$

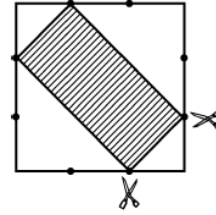
B) $9 + 15\sqrt{3}$

C) $12 + 12\sqrt{3}$

D) $12 + 15\sqrt{3}$

E) $15 + 9\sqrt{3}$

Aşağıdaki gibi kare biçimindeki bir kumaşın her bir kenarı 3 eş parçaya bölünüp taralı kısımla gösterilen kumaş parçası kesilerek çıkarılıyor.



Çıkarılan kumaş parçasının alanı 100 cm^2 olduğuna göre, kare biçimindeki kumaşın bir kenar uzunluğu kaç cm'dir?

A) 15

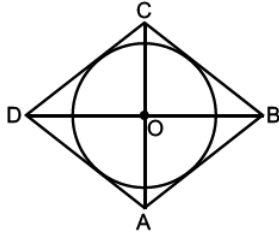
B) 20

C) 25

D) 30

E) 50

12



ABCD eşkenar dörtgen
|AC| = 10 cm
|BD| = 24 cm

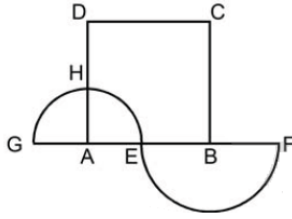
Şekilde verilen O merkezli çember, köşegen uzunlukları 10 cm ve 24 cm olan ABCD eşkenar dörtgenine içten teğettir.

Buna göre, çemberin yarıçapı kaç cm'dir?

- A) $\frac{60}{13}$ B) $\frac{71}{13}$ C) $\frac{72}{15}$

- D) 6 E) 8

13.

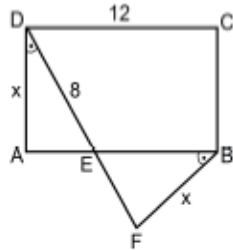


ABCD bir kare
A merkezli [GE] çaplı
yarım çember
B merkezli [EF] çaplı
yarım çember

Şekildeki yarım çemberlerin yay uzunlukları toplamı 6π cm olduğuna göre, ABCD karesinin çevresi kaç cm'dir?

- A) 12 B) 16 C) 20 D) 24 E) 28

17



ABCD bir dikdörtgen
 $m(\widehat{ADF}) = m(\widehat{FBA})$
|DC| = 12 cm
|DE| = 8 cm
|AD| = |BF| = x

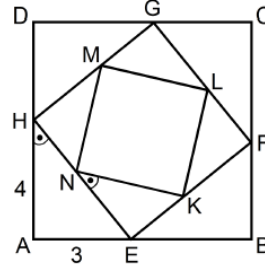
Yukarıdaki verilere göre, x kaç cm'dir?

- A) 4 B) 5 C) 6

- D) $4\sqrt{3}$ E) $2\sqrt{5}$

15

Aşağıda, iç içe geçmiş üç kare gösterilmiştir.



|AE| = 3 cm
|AH| = 4 cm
 $m(\widehat{AHE}) = m(\widehat{ENK})$

Buna göre, KLMN karesinin bir kenar uzunluğu kaç cm'dir?

- A) $\frac{10}{3}$ B) $\frac{25}{4}$ C) $\frac{21}{5}$

- D) $\frac{24}{5}$ E) $\frac{25}{7}$

16

Dik koordinat düzleminde; A(2, -2) ve B(8, 4) noktalarından geçen doğru, x eksenini K(x, 0) noktasında kesmektedir.

Buna göre, x kaçtır?

- A) $\frac{5}{2}$ B) $\frac{10}{3}$ C) $\frac{12}{5}$

- D) 3 E) 4

19

Alanı 8 birim kare olan bir dikdörtgenin köşegeni k birim ve çevresi ç birimdir.

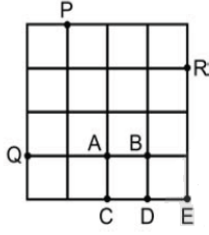
Buna göre, k'nin ç türünden eşiti aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $k = \frac{1}{2}\sqrt{\varphi^2 - 64}$ B) $k = \frac{1}{2}\sqrt{\varphi^2 + 64}$

- C) $k = \frac{1}{4}\sqrt{\varphi^2 - 16}$ D) $k = \frac{1}{4}\sqrt{\varphi^2 + 16}$

- E) $k = \frac{1}{4}\sqrt{\varphi^2 + 128}$

18



Birim karelerden oluşan yukarıdaki şekilde; P, Q ve R noktalarından geçen çember çiziliyor.

Buna göre, aşağıdaki noktalardan hangisi bu çember üzerindedir?

- A) A B) B C) C D) D E) E

20

Dik koordinat düzleminde, kenarlarından biri $y = x$ doğrusu, köşegenlerinden biri $x = 1$, diğeri ise $y = 1$ doğrusu üzerinde bulunan karenin alanı kaç birim karedir?

- A) 1 B) 2 C) 4 D) 6 E) 8

CEVAP ANAHTARI

Soru						Soru					
1	A	B	C	D	E	11	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E	12	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E	13	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E	14	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E	15	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E	16	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E	17	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E	18	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E	19	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E	20	A	B	C	D	E

Ek.2. Yapılandırılmış Görüşme Formu

YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

Bu çalışma siz öğrencilerin görüşleriyle matematik eğitimine katkıda bulunmak amacıyla hazırlanmıştır. Sonuçlar kesinlikle gizli tutulacak hiçbir şekilde okul durumunuza ya da ders notlarınıza etki etmeyecektir. Bilim alanında faydalı olabilmemiz adına soruları samimi bir şekilde çözmeniz bizim için önemlidir. Verdiğiniz cevaplar için teşekkür ederiz.

1. Bu dersin dinamik geometri yazılımları kullanılarak işlenmesinin başarınız adına faydasının/faydalarının neler olduğunu düşünüyorsunuz?
.....
2. Derslerin bilgisayar kullanılarak işleme sürecinde en çok hangi yönü hoşunuza gitti. Niçin?
.....
3. Sizce bu ders işlenirken kullanılan yöntem önemli midir? Gerekçelerini açıklayınız.
.....
4. Dersin işlenmesi sürecinde en çok hangi noktada zorlandınız? Nedenini açıklayınız.
.....
5. Geometrik şekillerin dinamik programlarla ifade edildiğini ilk kez gördüğünüzde neler hissettiniz?
.....
6. Geometrik şekillerin dinamik programlarla ifade edilmesi size ne gibi beceriler kazandırdı?
.....
7. Geometri dışında matematiğin hangi alt alanlarında dinamik yazılımlar kullanmak isterdiniz? Nedenini açıklayınız.
.....
8. Bu dersin işlenişinde kullanmış olduğunuz dinamik yazılımların, ders içeriğini günlük yaşamla ilişkilendirdiğini düşünüyor musunuz?
.....

Extended Abstract

The main tool of which teaching, known as dynamic geometry, students can be designed to be able to move the geometric shapes directly and dynamically on computers (Gomes and Vergnaud, 2004). According to the students, dynamic software that transforms the complex educational processes into more natural learning processes supports the teaching processes. Dynamic software serves to serve as a powerful tool for visualizing geometric problems in different areas of geometric problems (Sinclair and Yurita, 2008). This software provide insight into the relationships between the properties of the shapes or objects created (Wares, 2010). At the same time, dynamic software allows students to create geometric shapes in digital environments, to establish relationships between these shapes, to establish a geometrical framework that will prove a theorem with established relations and to change this skeleton according to the request (Bintaş and Smart 2008). In other words, dynamic geometry software provides a suitable environment for students to explore dynamic drawings and moving structures (Myers, 2001). When the dynamic geometry software is examined, it is seen that one of the most preferred software in mathematics teaching processes is Cabri. Cabri program, learners can visualize the concepts that are confused by visualizing them in the computer environment and represent and embody the thoughts in their minds on the computer screen (Umay, 2004). The properties of Cabri software give the opportunity to study geometry dynamically (Baki, 2001). Students can create different types of shapes in the computer environment and thus, the mental images about the concepts can be enriched by giving meaning to the shapes produced in the computer (Tall, Blockland and Kok, 1990). GeoGebra is another software used in the field of mathematics and geometry in conjunction with Cabri dynamic software. With this software, algebra geometry can be established and visualization can be made more concrete by using visuals. GeoGebra is seen as an auxiliary dynamic software to illustrate the relationships between geometry, algebra, analysis and mathematics with visuals (Hohenwarter and Preiner, 2007).

In this study, one-group pretest-posttest experimental design was preferred. In a single-group pretest-posttest experimental model, a group selected by convenient sampling methods is applied to the group during the experiment. Pretest and posttest measurements are performed. In the study, weak experimental design was preferred because it was envisaged to support the research with qualitative data after the quantitative data were analyzed. Quantitative survey method and qualitative content analysis method were used. The screening model is the application of a whole group or a sample taken from it in order to make a general judgment about the universe in a universe of many individuals (Karasar, 1998). In this study, it was found appropriate to use content analysis method to categorize the opinions of prospective mathematics teachers about dynamic geometry software in detail. Content

analysis enables similar data in a subject to be brought together and organized by specific themes and concepts and presented to the reader (Yıldırım and Şimşek, 2006). The participants of the study, Turkey's an university education faculties in the medium located in the East 2016-2017, which fall semester studying in mathematics teaching degree programs and elective geometry choose teaching lessons 36 (24 Female 12 Male) constitute the fourth-grade math teachers. In this study, purposive sampling method was preferred as a sampling method. The reason why this sampling method is chosen is that the related group has voluntarily selected the elective course for the purpose of study and that the learning outcomes of the geometry teaching course are related to the geometry achievement test. The purposeful sampling method allows the selection and investigation of the rich events or situations in terms of knowledge and skills, in-depth investigation and examination depending on the purpose of the studies (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz and Demirel, 2016). Geometry achievement test and structured opinion form were preferred. In order to analyze the quantitative data obtained in the study, SPSS 23 package program was preferred. Frequency, percentage and mean values were calculated based on pretest and posttest scores of mathematics teacher candidates. The achievement of mathematics teacher candidates in terms of gender variable was examined by independent sample t-test and whether the difference between pretest-posttest means was significant and t-test was used in dependent groups. Cohen d effect size values for t-test findings were also calculated. The qualitative data of the study were evaluated by content analysis method.

As a result, the achievement scores of mathematics teacher candidates did not show a significant difference according to gender variable in both pretest and posttest scores. In addition, mathematics teacher candidates stated that visuals related to dynamic geometry software's are important in terms of concretizing abstract concepts, having more fun, having difficulties due to computer use, feeling sense of excitement, using in the field of algebra in lower learning and establishing relation with daily life. These results show that the importance attached to the concept of dynamic geometry software increases day by day in daily life and teaching activities. From this point of view, it is possible to say that dynamic geometry software is important in achieving geometry success in terms of mathematics teacher candidates. When qualitative results are considered, it is seen that teacher opinions support quantitative findings. As a matter of fact, teacher candidates embody the abstract concepts of the teaching process carried out with dynamic software, make the subject understandable, provide permanent learning, make the lesson more enjoyable, increase the interest in the learning process, make the learning process more practical, consider the method important, change the perspective of the method to the lesson, excitement and He stated that it was important in terms of arousing happiness, cognitive, affective and psychomotor skills and establishing a relationship with daily life. As a result of the study findings, it has been suggested that new studies with a control group using dynamic softwares

are accepted as a limitation in the fact that the study was conducted with a single-group pretest-posttest quasi-experimental design.