



# The Effect of GeoGebra on Achievement of Preservice Mathematics Teachers About Concepts of Limit and Continuity

İbrahim KEPÇEOĞLU<sup>1</sup>, İlyas YAVUZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Mathematics and Science Education, Kastamonu Education Faculty, Kastamonu, Turkey, [ikepceoglu@kastamonu.edu.tr](mailto:ikepceoglu@kastamonu.edu.tr)

<sup>2</sup>Department of Mathematics and Science Education, Atatürk Education Faculty, İstanbul, Turkey, [iyavuz@marmara.edu.tr](mailto:iyavuz@marmara.edu.tr)

Received: 25.03.2016 Accepted: 02.06.2017

---

*Abstract* –In this research, it is aimed to examine the effect of using GeoGebra, dynamic mathematics software, for teaching the limit and continuity concepts on pre-service mathematics teachers' achievement about these concepts. According to this aim, an experimental designed research is used and 40 second grade pre-service elementary mathematics teachers from a state university are chosen as sampling. These students are divided into 2 equal groups with respect to their scores on a test about limit and continuity concepts prepared by the researcher. In this research, this test is also used as pre and post-test. After 6 hours of lecture in both groups, the post-test of the research is applied to the participants. The gathered quantitative data is analyzed by appropriate parametric statistical tests. As a result, the findings of the research show that the post-test scores of the participants in the experimental group is higher than the control group.

*Key words:* GeoGebra, limit, continuity, students' achievement, pre-service mathematics teachers.

---

## Summary

The limit concept, which is very important for almost all mathematical analysis, is a difficult subject that requires high thinking of mathematical thinking (Cornu, 1991). In our country, the limit and continuity appear in 12<sup>th</sup> grade mathematics curriculum (MEB, 2015). Also, in universities these concepts are taught during first or second year. Students have misconceptions about these concepts despite the fact that they learn them both in high school and in universities (Özmantar and Yeşildere, 2008). There are numerous researches which are related to reveal and eliminate these misconceptions and to teach these concepts (Tall and

Vinner; 1981; Davis and Vinner, 1986; Eryvnyck, 1988; Bezuidenhout, 2001; Brown, 2004; Duru, Köklü and Jakubowski, 2010).

Nowadays the impact of technological improvements increases in all areas of our lives; hence the education cannot stand clear of that impact. The rapid increase in knowledge producing and in the number of students per teacher cause many problems in the education and triggers the integration of new solutions. In this context, the integration of new technologies, which plays an important role in improvement of the educational quality, to the education practices in schools becomes compulsory (Aktümen & Kaçar, 2003). Therefore, use of these technologies has drawn the attention of researchers and educators and a new domain called “Computer Assisted Instruction” has come up. The computer assisted instruction can be defined as the use of computers in educational settings with the following aims (Baki, 2002):

- Students can recognize their lack of knowledge and performance by interplay with computers
- Students can control their own learning by obtaining feedback from computers
- Students’ motivation can be increased by the presence of graphics, audios, animations and shapes in the computers

The improvements in technology and the computer assisted instruction approach affect also mathematics instruction in schools (Akkoç, 2008). The mathematics instruction where computer assisted cognitive tools are frequently used is called as “computer assisted mathematics instruction” (Baki, 2002).

NCTM has emphasized the importance of technological tools in mathematics instruction. It is stated that if the technological tools especially computers are used efficiently and truly to teach mathematics concepts, it will enable to have a rich learning environments to improve students mathematical thinking and thinking skills (NCTM, 2000). Therefore appropriate use of computers in mathematics instruction may deepen mathematical understanding (Tall, 2002). Computers may be used for work with various mathematics concepts, including formulas, constructions, and proofs and also be used for accessing information and communicating with others mathematically (Wiest, 2001). Whatever the uses of computers in mathematics, the focus should be on higher order thinking with an emphasis on inquiry, reasoning, and engagement in worthwhile mathematical tasks (Wiest, 2001). Different computer software play different roles in the development of students’ thinking skills; but their common aim should be as to provide students an environment where they can

pretend like mathematicians. Otherwise, if students use computers as calculators for even simple mathematical problems, their thinking ability may be limited.

Dynamic Geometry Software Educational software in mathematics education can be classified in five categories (Arslan, 2006):

- Dynamic geometry software
- Electronic spread sheets
- Symbolic calculator software
- Graphic drawers
- Others

Dynamic geometry software (Cabri, GeoGebra, Geometer's Sketchpad etc.) focus on the relationships between geometric shapes such as points, lines, circles and various manipulations can be obtained by using dragging property of these programs (Kabaca, Aktümen, Aksoy ve Bulut, 2010). Dynamic learning environments provide new opportunities in mathematics learning and dynamic tools support especially “learning by doing” and “the process of explore” (Kabaca et al., 2010). In contrast to the “traditional” instruction environments that can be called as “paper-pencil” environment, dynamic geometry software provide students with potential opportunities in terms of making assumptions, testing and exploring theorems and relations (Güven, 2002).

The use of dynamic geometry programs are suggested in many countries' mathematics curricula. In Turkey, in the latter elementary mathematics curriculum, it is clearly stated that students can do interactive investigations on dynamic geometrical shapes formed in different dynamic geometry software (MEB, 2015). The dynamic environments where beyond the geometry, other mathematical domains like algebra or analysis can be studied are called as “dynamic mathematical software” (Kabaca et al., 2010). One of the most popular computer software with that property is GeoGebra.

### *GeoGebra*

GeoGebra is dynamic mathematics software for all levels of education that brings together geometry, algebra, spreadsheets, graphing, statistics and calculus in one easy-to-use package (URL1). Being an open source software under the GNU general public license, GeoGebra is a dynamic mathematics software for teaching and learning mathematics from middle school through college level and it is as easy to use as dynamic geometry software but also provides basic features of computer algebra systems to bridge some gaps between

geometry, algebra and calculus (Hohenwarter & Preiner, 2007). GeoGebra provide to see graphical, numerical and algebraic representations of mathematical object on the same screen. Therefore, different representations of the same object are assembled dynamically and any change in one of these representations is automatically transformed to the other ones.

The basic objects in GeoGebra are points, vectors, segments, polygons, straight lines, all conic sections and functions in x and with GeoGebra dynamic constructions can be done like in any other dynamic geometry system (Hohenwarter & Fuchs, 2004). These constructions may be altered dynamically by dragging free objects and furthermore, it is possible to enter coordinates of points or vectors, equations of lines, conic sections or functions and numbers or angles directly (Hohenwarter & Fuchs, 2004). Shortly, GeoGebra is an open source dynamic mathematics software that can be used at any level of mathematical instruction.

In this research, it is aimed to examine the effect of using GeoGebra, dynamic mathematics software, for teaching the limit and continuity concepts on pre-service mathematics teachers' achievement about these concepts. According to this aim, an experimental designed research is used and 40 second grade pre-service elementary mathematics teachers from a state university are chosen as sampling. These students are divided into 2 equal groups with respect to their scores on a test about limit and continuity concepts prepared by the researcher. In this research, this test is also used as pre and post-test. After 6 hours of lecture in both groups, the post-test of the research is applied to the participants. The gathered quantitative data is analyzed by appropriate parametric statistical tests. As a result, the findings of the research show that the post-test scores of the participants in the experimental group is higher than the control group.

# GeoGebra Yazılımıyla Limit ve Süreklilik Öğretiminin Öğretmen Adaylarının Başarısına Etkisi\*

İbrahim KEPÇEOĞLU<sup>1</sup>, İlyas YAVUZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Matematik ve Fen Alanlar Eğitimi, Kastamonu Eğitim Fakültesi, Kastamonu, TÜRKİYE, [ikepceoglu@kastamonu.edu.tr](mailto:ikepceoglu@kastamonu.edu.tr)

<sup>2</sup>Matematik ve Fen Alanlar Eğitimi, Atatürk Eğitim Fakültesi, İstanbul, TÜRKİYE, [iyavuz@marmara.edu.tr](mailto:iyavuz@marmara.edu.tr)

Makale Gönderme Tarihi: 25.03.2016

Makale Kabul Tarihi: 02.06.2017

---

*Özet* –Bu araştırmada, genel matematik konularının temel konularından biri olarak nitelendirilen limit ve buna bağlı olarak süreklilik kavramlarının öğretiminde, dinamik matematik yazılımı olan GeoGebra'nın öğretmen adaylarının başarısına ve limit ve süreklilik kavramlarının öğrenmelerine olan etkisi incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, bir devlet üniversitesinin ilköğretim matematik öğretmenliği 2.sınıfına kayıtlı 40 öğrenci ile deneysel bir çalışma yürütülmüştür. Bu 40 öğrenci, araştırmacı tarafından hazırlanan ve araştırmada ön test ve son test olarak kullanılan limit ve süreklilik konusunda bir sınavdaki başarılarının denk olduğu belirlenen iki gruba ayrılmıştır. GeoGebra programının etkisini incelemek amacı ile bir gruba geleneksel yöntem ile ders anlatımı yapılmışken, diğer gruba da GeoGebra ortamında hazırlanan ders anlatımı uygulanmıştır. 6 ders saati süren ders anlatımlarının sonrasında son test uygulanmıştır. Elde edilen nicel veriler uygun parametrik istatistik testleri ile analiz edilmiştir. Araştırmada elde edilen bulgulara göre, uygulama öncesi başarısı denk olan deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarından, deney grubunda yer alan öğretmen adayları GeoGebra destekli öğretim yapılan uygulama sonrası, kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarına göre uygulanan testte daha başarılı sonuç almışlardır. Ayrıca deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının limit kavramına ilişkin bakış açılarına GeoGebra destekli öğretim yaklaşımının genel olarak olumlu yönde katkısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna karşın, aynı durumdan süreklilik kavramı için tam olarak bahsedilememektedir. Yapılan uygulama sonucunda, öğretmen adaylarının süreklilik kavramına bakış açılarındaki olumlu yönde değişiklikler olmasına karşın, limit kavramına oranla daha az olmuştur.

*Anahtar kelimeler:* GeoGebra, limit, süreklilik, öğrenci başarısı, matematik öğretmen adayı.

---

\* Bu çalışma birinci yazarın ikinci yazarın danışmanlığında yürütölen yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

## Giriş

Öğrenme, insan yaşamının değişmez bir parçasıdır. İnsan doğumundan itibaren bir öğrenme süreci içerisinde yaşar (Özbay, 2004). Öğrenme kavramı üzerine yapılan birçok tanıtımda ortak olarak, öğrenmenin yaşantı sonucu davranışta meydana gelen değişiklik olduğu görülmektedir (Kılıç, 2003). Öğrenme kavramı günümüzde tanımı ve kapsamı açısından dinamikliğini koruyan, kendini sürekli yenileyen bir anlayışla ele alınmaktadır (Güven, 2007). Bireyin davranışlarında kendi yaşantısı yoluyla ve kasıtlı olarak istendik değişme meydana getirme süreci olarak tanımlanan (Ertürk, 1993) eğitimin temel amacı öğrenmenin gerçekleşmesidir. Bireylerde öğrenmenin başlaması ve desteklenmesi için uygun eğitim ortamlarının düzenlenmesi ve etkinlikler tasarlanması da öğretme olarak tanımlanabilir (Gagné, 1988; akt. Şahin, 2006).

Günümüze değin birçok öğretim yaklaşımı kimi zaman popülerlik kazanmış, sonrasında etkisini kaybetmiştir. 1990'lı yılların sonlarına doğru ise öğrencinin öğrenme sürecinde aktif katılımını gerektiren yapılandırmacı yaklaşım öne çıkmıştır. Her eğitim alanı gibi matematik eğitiminde de yapılandırmacı yaklaşımın etkileri gözlenmiştir. Ülkemizde en son 2015 yılında değişen matematik ders programı içerisinde, programın yaklaşımı olarak öğrencilerin matematik öğrenimi sürecinde aktif olmalarının esas alındığı açıkça belirtilmektedir (MEB, 2015). Yapılandırmacı yaklaşımın yanı sıra, son zamanlarda bilim ve teknolojideki gelişmeler ekonomik sistemi etkilediği gibi eğitim ve sosyal sistemleri de etkilemektedir. Üretilen bilginin günden güne hızlı bir şekilde artması ve öğretmen başına düşen öğrenci sayısındaki artış eğitim sürecinde birçok sorunun ortaya çıkmasına ve yeni çözüm yollarının entegrasyonuna sebep olmuştur. Bu bağlamda eğitimde niteliğin gelişmesinde önemli rol oynayan yeni teknolojilerin eğitim kurumlarına girmesi zorunlu hale gelmiştir (Aktümen ve Kaçar, 2003).

### *Limit ve Süreklilik Kavramları*

Matematiksel analizin neredeyse tümü için, -yaklaşım teorisi, süreklilik, türev ve integral-, merkezi bir rol oynayan limit kavramı ileri düzeyde matematiksel düşünme gerektiren zor bir olgudur (Cornu, 1991). Ülkemizde limit ve süreklilik konusu 12.sınıf öğretim programı içerisinde 2.bölüm olarak yer almaktadır (MEB, 2015). Öğretim programında verilen sıra itibari ile de öncelikle limit konusunun tümüyle anlatımının yapılması önerilmektedir. Sonrasında ise süreklilik konusuna geçiş yapılması gerekli olduğu belirtilmektedir. Ortaöğretimde 12.sınıf düzeyinde anlatılan limit ve süreklilik konuları,

üniversitelerde bölümlere göre değişiklik göstermekte olup birinci ya da ikinci sınıf düzeyinde öğretilmektedir.

Hem ortaöğretim son sınıfta hem de üniversitelerin ilk yıllarında görülen limit ve ilişkili olduğu süreklilik kavramlarında öğrenciler zorlanmakta ve çeşitli yanlışlara sahip olmaktadır (Özmantar ve Yeşildere, 2008). Bu kavramlara ilişkin yanlışların belirlenmesi, giderilmesi ve bu kavramların öğretilmesi üzerine yapılan çalışmalar oldukça fazladır (Tall ve Vinner; 1981; Davis ve Vinner, 1986; Eryvynck, 1988; Bezuidenhout, 2001; Brown, 2004; Duru, Köklü ve Jakobowski, 2010). Bu çalışmaların sonucu olarak, bu kavramların öğretiminde, ileri matematik bilgisi içerisinde yer alan  $\epsilon$ - $\delta$  tanımının yanı sıra, öğrencilerin bu kavramlara ilişkin zihinlerinde daha çok imajın oluşturulması önerilmektedir. Ülkemizde bu doğrultuda hazırlanan ortaöğretim matematik müfredatında limit ve süreklilik konusuna ilişkin kazanımlar arasında şu kazanımlara yer verilmiştir:

1. Bir bağımsız değişkenin verilen bir sayıya yaklaşmasını örneklerle açıklar.
2. Bir fonksiyonun bir noktadaki soldan limitini ve sağdan limitini örneklerle açıklayarak fonksiyonun bir noktadaki limiti ile soldan limiti ve sağdan limiti arasındaki ilişkiyi belirtir.

Bu kazanımlar limit kavramının sezgisel olarak öğrencilere anlatılmasının önerildiğini göstermektedir. Ayrıca buradaki ikinci kazanıma ilişkin açıklamalar bölümünde “Bir fonksiyonun bir noktadaki limiti dizi ve  $\epsilon$ - $\delta$  tekniği gibi daha çok matematikçileri ilgilendiren teorik yaklaşımlarla verilmez.” ifadesi yer almaktadır (MEB, 2005). Bu durum, üniversite yıllarında dahi öğrenciler için zorluk oluşturduğu saptanan (Bezuidenhout, 2001) formal tanımın verilmemesi gerektiğini göstermektedir.

Özmantar ve Yeşildere (2008), limit ve süreklilik üzerine yapılan araştırmaları inceleyerek öğrencilerin sahip olabilecekleri yanlış ve karşılaşılabilecekleri zorlukları aşağıdaki gibi belirlemişlerdir:

- Limit ve süreklilikle ilgili ön kavrayışlara dayalı yanlışlar
- Limit değerinin asla ulaşamayacağı yanlışlığı
- Limitin istendiği kadar kesin yapılabilecek değer olduğu yanlışlığı
- Limit almanın fonksiyonda yerine koyma olduğu yanlışlığı
- Tanımsızlık ve belirsizlik içeren limit durumundaki zorluklar
- Fonksiyon limiti ve tanım kümesine dair kavram yanlışları

- Sürekli fonksiyonlara dair kavram yanılgıları

### *Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi*

Teknolojik gelişmelerin hayatımızın her alanında etkisini gün geçtikçe arttığı günümüzde, eğitimin bu etkiden uzak kalması mümkün değildir. Üretilen bilginin günden güne hızlı bir şekilde artması ve öğretmen başına düşen öğrenci sayısındaki artış eğitim sürecinde birçok sorunun ortaya çıkmasına ve yeni çözüm yollarının entegrasyonuna sebep olmuştur. Bu bağlamda eğitimde niteliğin gelişmesinde önemli rol oynayan yeni teknolojilerin eğitim kurumlarına girmesi zorunlu hale gelmiştir (Aktümen ve Kaçar, 2003). Bunun sonucunda yeni teknolojilerin eğitim-öğretim faaliyetlerinde kullanımı yıllardır araştırmacı ve eğitimcilerin ilgisini çekmektedir. Bunun neticesinde Bilgisayar Destekli Öğretim adı altında yeni bir alan ortaya çıkmıştır.

Bilgisayar destekli öğretimi, öğrencilerin karşılıklı etkileşim yoluyla eksiklerini ve performansını tanımasını, dönütler alarak kendi öğrenmesini kontrol altına almasını, grafik, ses, animasyon ve şekiller yardımıyla derse karşı daha ilgili olmasını sağlamak amacıyla eğitim öğretim sürecinde bilgisayarlardan yararlanma yöntemi olarak tanımlanabilir (Baki, 2002). Teknolojideki gelişmeler ve bilgisayar destekli öğretim yaklaşımı okullardaki matematik eğitimi üzerinde de etkili olmuştur (Akkoç, 2008). Bilgisayara dayalı bilişsel araçlar kullanarak yapılan matematik öğretimine de bilgisayar destekli matematik öğretimi denmektedir (Baki, 2002). Bilgisayar destekli matematik öğretimi öğrenme ortamları oluşturmada matematik eğitimi içinde önemli bir yere sahip olmaya başlamıştır (İpek ve Akkuş-İspir, 2010).

Amerika Birleşik Devletleri'nde Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM) matematik öğretiminde teknolojik araçların, özellikle de bilgisayarların kullanımına önem verilmesi gerektiğini belirtmiştir. Eğer bu teknolojik araçlar, matematik öğretiminde etkili ve doğru kullanılırsa, öğrencilerin matematiksel düşüncelerini geliştirecek zengin öğrenme ortamlarının elde edileceğini bildirmişlerdir (NCTM, 2000). Bu nedenle bilgisayar destekli matematik öğretimi uygun kullanıldığında matematiksel anlamayı derinleştirir (Tall, 2002). Bu yüzden uygun şartlarda uygun yazılımlarda matematik eğitiminde bilgisayar kullanımı; araştırma, muhakeme etme, varsayımda bulunma ve genelleme gibi yüksek düzey zihinsel beceriler üzerine odaklanmalıdır (Wiest, 2000; akt. Güven, Karataş, 2003). Farklı bilgisayar yazılımları öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirmede farklı roller oynar. Ancak ortak amaçları, öğrenciye bir matematikçi gibi davranma fırsatı tanımak olmalıdır



(Noss, 1998; akt. Baki, Güven, Karataş, 2002). Aksi takdirde; bilgisayar kullanımı öğrencilerin hesap yapma gibi kolay işlemleri de bilgisayar ortamında yapmaları yani zihinsel açıdan düşük düzey uygulamalar için bilgisayarın kullanılması, öğrencinin düşünmesini sınırlayacak ve bilgisayarın eğitim alanında hayat bulamamasına neden olacaktır.

Noss ve Hoyles (1996) öğretim amaçlı dizayn edilmiş yazılımların iki farklı çizgi izlediğini belirtir: Bir tarafta mevcut matematik müfredatını yansıtan, matematiksel bilgiyi tekrar paketleyip sunan yazılımlar, diğer tarafta da belli konulara yönelik olarak hazırlanan ve ekrandaki nesnelerin manipüle edildiği ya da belli programlama felsefesine dayanan yazılımlar (akt. Akkoç, 2008).

Matematik dersinde kullanılan eğitsel yazılımlar beş ana kategoride toplanabilir (Arslan, 2006):

- Dinamik geometri yazılımları
- Elektronik tablolar
- Sembolik hesap yazılımları
- Grafik çiziciler
- Diğer yazılımlar

Dinamik geometri yazılımları (Cabri, Geogebra, Geometry's Skecthpad gibi yazılımlar) noktalar, doğrular, daireler ve bunun gibi geometrik şekiller arasındaki ilişkiler üzerine odaklanır ve bu yazılımların sunduğu ara yüzde yapılandırılan şekillerin formları üzerinde sürüklenme teknolojisi ile değişiklikler yapılarak çeşitli manipülasyonlar üretilebilir (Kabaca, Aktümen, Aksoy ve Bulut, 2010).

#### *Dinamik Geometri Yazılımları*

Dinamik öğrenme ortamları matematik öğrenmede öğrencilere yeni fırsatlar sunmaktadır ve dinamik araçlar özellikle yaparak öğrenmeyi ve keşfetme sürecini destekler (Kabaca vd., 2010). Matematik öğretimi içerisinde geometri öğretimine yönelik oluşturulan dinamik geometri yazılımları, öğrencileri kağıt-kalem sürecinden kurtarıp bilgisayar ekranında dinamik bir hale getirerek, öğrencilerin varsayımda bulunmalarına, teorem ve ilişkileri keşfetmelerine ve bunları test etmelerine olanak verir (Güven, 2002).

Öğretim programları incelendiğinde dinamik geometri yazılımlarının kullanım alanlarının geniş olduğu görülmektedir. Ülkemizde 2005 tarihi itibarıyla kullanılmaya başlanan ilköğretim 6-8.sınıflar matematik öğretim programı dinamik geometri yazılımlarının

kullanımını desteklemektedir. Yeni program incelendiğinde 6-8. sınıflar düzeylerinde dinamik geometri yazılımlarının kullanımıyla öğrencilerin geometrik çizimler oluşturabilecekleri ya da öğretmenin hazırladığı dinamik geometrik şekiller üzerinde etkileşimli incelemeler yapabilecekleri belirtilmiştir (MEB, 2005).

Dinamik etkinliklerin sadece geometri öğrenme alanına hitap etmenin ötesinde matematiğin cebir ve analiz gibi diğer alanlarına hitap etmesini sağlayan ortamlar da daha genel olarak dinamik matematik olarak adlandırılmaktadır (Kabaca vd., 2010). Bu özelliğe sahip en güncel bilgisayar yazılımlarından birisi de GeoGebra'dır.

### *GeoGebra*

Başlangıçta ortaokul düzeyinde matematik eğitimini desteklemek amaçlı geliştirilen GeoGebra yazılımı, bilgisayar destekli eğitim veren okullar için Geometri, Cebir ve Analiz'i birleştiren bir Genel Kamu Lisanslı dinamik matematik yazılımıdır. Dolayısıyla bu yazılım ortaöğretim ve yüksek öğretim matematik derslerini de görsel anlamda desteklemek amaçlı da kullanılmaktadır. Çoklu dil desteği olan bu yazılımın Türkçe desteği de bulunmaktadır (GeoGebra Resmi Web Sitesi, 2009).

GeoGebra yazılımının geliştiricileri, Markus Hohenwarter (Johannes Kepler Üniversitesi, Avusturya), Judith Hohenwarter (International GeoGebra Institute, Avusturya), Micheal Borchers (Birmingham), Mathieu Blossier (IREM-Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques), Florian Sonner (Hamburg), yardımcı geliştirici olarak Yves Kreis (Luxemburg Üniversitesi) isimli araştırmacılarıdır (GeoGebra Resmi Web Sitesi, 2009).

GeoGebra yazılımı matematik nesnelere grafik, nümerik ve cebirsel gösterimlerini aynı ekran üzerinde görülmesini sağlar. Böylece aynı nesnenin farklı gösterimleri dinamik olarak birleştirilir. Gösterimlerin herhangi biri için yapılan değişiklikler, ilk olarak hangi şekilde oluşturulursa oluşturulsunlar, otomatik olarak üç gösterim için de uyarlanır.

GeoGebra bir yandan bir dinamik geometri sistemidir. Noktalar, vektörler, doğrular, koni bölümleri ve fonksiyonlar ile çizimler yapılabilir ve onlar daha sonra dinamik olarak değiştirilebilir. Diğer yandan, denklemler ve koordinatlar doğrudan girilebilir. Böylece, GeoGebra sayılar ile ilgili değişkenler, vektörler ve noktalar ile baş edebilir, fonksiyonların türev ve integrallerini bulabilir ve Kök ve Uçdeğer gibi komutları destekleyebilir. Bu iki durum, GeoGebra'nın özelliğidir. Cebir ekranındaki bir ifade geometri ekranındaki bir nesneye karşılık gelir veya tersi işlemler gerçekleştirilebilir. Kısaca, öğrencilerin kullanabileceği, ortaöğretim ve yüksek öğretim geometrisinin ve integral, türev gibi

geometriye de dayanan matematik konularının rahatlıkla uygulanabileceği bir ücretsiz yazılımdır (GeoGebra Resmi Web Sitesi, 2009).

### *İlgili Alan Yazın*

#### *GeoGebra Programının Kullanıldığı Çalışmalar*

İlk Filiz (2009) GeoGebra ve Cabri Geometri II dinamik geometri yazılımlarının web destekli ortamlarda kullanılmasının ilköğretim 8.sınıf öğrencilerinin başarısına etkisini ve bu süreçte gerçekteşen öğrenmelerin nasıl geliştiğini yarı deneysel desene sahip bir araştırma ile incelemiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre, dinamik geometri yazılımlarının web ortamında kullanılan çalışma yaprakları ve etkinliklerinin kullanılarak öğretim yapılan deney grubu öğrencilerinin başarılarının, geleneksel öğretim yapılan kontrol grubu öğrencilerinin başarılarına göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur. Web destekli ortamda dinamik geometri yazılımlarının kullanıldığı etkinlikler öğrencilerin doğru çıkarım ve doğru varsayım yapma becerilerini de artırdığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Doğan ve İçel (2010) ilköğretim 8.sınıf müfredatında üçgenler konusu için GeoGebra ile hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin başarısına olan etkisini deneysel bir araştırma ile incelemiştir. Bu araştırma için Konya ilinde 8.sınıfa giden 40 öğrenci eşit olarak deney ve kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Araştırmacı deney grubundaki öğrencilere, üçgenler konusunda GeoGebra ile hazırlanan 12 etkinliği yaptırırken, kontrol grubu geleneksel öğretim görmeye devam etmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, GeoGebra destekli uygulamaların öğrencilerin öğrenme ve başarıları üzerinde etkisi olduğu kadar öğrencilerin motivasyonlarını da artırdığı saptanmıştır.

GeoGebra destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisinin geleneksel öğretim yöntemine göre yüksek olduğunu gösteren bir başka çalışma Reis ve Gülseçen (2010) tarafından yapılmıştır. Deney ve kontrol grubu 12'şer öğrenciden oluşan, kontrol gruplu son test desenli deneysel bir çalışma olan bu araştırmada tamsayılar konusunda öğrencilerin başarıları ve öğrenmeleri incelenmiştir.

Deneysel çalışmaların yanı sıra, Baydaş, Göktaş ve Tatar (2010) GeoGebra programı hakkında öğretmen adaylarının görüşlerini aldıkları bir araştırma gerçekteştirmişlerdir. Bu araştırma, Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesinde 45 İlköğretim Matematik Eğitimi öğrencisine Geogebra yazılımının tanıtımı ile başlamıştır. Bu araştırmada öğretmen adaylarına Geogebra uygulamaları hakkında bilgiler verilerek 4 hafta süresince

yürütülmüş, süreç sonunda öğrencilerden Geogebra projesi hazırlamaları istenmiştir. Elde edilen bulgulara göre matematik öğretmen adaylarının Geogebra'yı; görsellik sağladığı, dersi somutlaştırdığı, derslerde şekil çizme kolaylığı sağladığı, parçadan bütüne gidilerek genellemelere ulaşmaya yardımcı olduğu, öğrencilerin dikkatini derse toplamada etkili olduğu, ezber dışına çıkmayı desteklediği ve tahtaya alternatif oluşturduğu için derslerde kullanımını faydalı olarak gördükleri saptanmıştır. Ayrıca katılımcıların Geogebra'nın dilinin Türkçe ve kullanımının da kolay olmasından dolayı Geogebra'ya karşı olumlu bir yaklaşım sergiledikleri de belirlenmiştir.

Öğrencilerin öğrenme süreçleri içerisinde GeoGebra programı kullanımının yararları hakkında Contay, Kabaca ve İymen (2010), 23 adet 11.sınıf öğrencisinin katıldığı bir ders ortamı oluşturmuşlardır. Bu ders ortamında, GeoGebra programı kullanılarak parabolün geometrik temsilinden cebirsel temsiline geçiş süreci planlanmıştır. Verilerin değerlendirilmesi sonucunda, dinamik yaklaşımın eğrilerin geometrik ve cebirsel temsilleri arasındaki ilişkiyi kavramalarına yardımcı olduğu tespit edilmiştir.

Dikovic (2009), Sırbistan'da The Accredited Business-Technical School of The Vocational Studies okulunun 2008/2009 akademik yılının yaz döneminde Matematik II dersini alan 31 öğrenciyle, GeoGebra'nın bazı analiz konuları (türev, teğet eğimi, süreklilik, türev ile süreklilik arasındaki ilişki gibi) öğretiminde etkisini üzerine çalışma yapmıştır. Bu çalışmada öğrenciler analiz dersini geleneksel olarak gördükten sonra, GeoGebra çalışmaya katılmışlardır. GeoGebra çalışmasının öğrencilerin analiz konularını anlamada olumlu katkısı olduğu saptanmıştır.

Choi (2010), Kore'de 7.sınıfta okuyan 40 öğrenci ile yaptığı çalışmada öğrenciler GeoGebra kullanarak Güneş Sistemi ve dönme dolap gibi gerçek hayat durumlarının modellenmesini yapmışlardır. Çalışmanın sonucuna göre öğrencilerin derse karşı motivasyonlarında olumlu yönde artış olduğu saptanmıştır.

Chrysanthou (2008) 16 öğrencili bir 6.sınıfı okutan bir matematik öğretmeni ve öğrencilerinin GeoGebra destekli hazırlanmış matematik derslerinde gösterdikleri davranışlar incelenmiştir. Çalışma sonucuna göre, GeoGebra destekli matematik derslerinde öğrencilerin öğrenmelerini destekleyecek zengin matematik ortamları oluşmuştur. Öğrenciler daha istekli olarak derse katılmışlardır. Ayrıca öğretmenin merkezi rolü de değişmemiş, aksine öğrencileri yönlendirme konusunda daha fazla görev üstlenmiştir.

Lu (2008) İngiltere ve Tayvan'da ortaöğretim düzeyinde görev yapan 4 matematik öğretmenin cebir ve geometri öğretiminde GeoGebra kullanım amaçları ve GeoGebra

kullanımına bağlı olarak teknoloji ve GeoGebra kavramlarının neler olduğunu araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, öğretmenlerin GeoGebra programını teknolojik bir araçtan daha öte öğrenciler için bir öğrenme ortamı olarak gördükleri belirlenmiştir. Ayrıca öğretmenler, öğrencilerin matematiği anlamlandırmasında GeoGebra'nın görselleştirme ve kavramsallaştırma özelliklerinden faydalandıkları da saptanmıştır. Buna ek olarak, öğretmenlerin GeoGebra programını matematik dersi için etkinlik, materyal hazırlama gibi nedenlerde sıklıkla kullandığı görülmüştür.

#### *Limit-Süreklilik Kavramları için Bilgisayar Destekli Öğretim Araştırmaları*

Kabaca (2006) limit kavramının öğretiminde Bilgisayar Cebir Sistemlerinden (BCS) Maple programının kullanımının etkilerini incelemiştir. Deneysel desene sahip olan bu araştırmada, bir üniversitenin matematik bölümünde okuyan 30 öğrenci birbirine denk 15'er kişilik iki gruba ayrılmıştır. Maple programının etkisini gözlemlemek amacı ile araştırma gruplarından birisine sadece yapılandırmacı öğretim ilkelerine göre ders verilirken, diğer grup aynı zamanda Maple programı yardımı ile araştırmacı tarafından geliştirilen yazılımlardan yararlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, genel başarı ele alındığında BCS desteğinden yararlanan grup diğer gruptan daha yüksek ortalamaya sahip olsa da bu farkın istatistiksel anlamlılığının olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, BCS kullanan grubun diğer gruba göre anlamlı düzeyde daha yüksek bir kavramsal anlama düzeyine ulaştığı tespit edilmiştir.

Büyükkoroğlu ve diğerleri (2006) Türkiye'de yer alan bir üniversiteden 52 öğrenci ile çalıştığı kontrol gruplu deneysel çalışmalarında MATLAB kullanarak hazırlanan ders anlatımının öğrencilerin başarısı üzerine etkisini incelemiştir. Çalışma sonucuna göre, bilgisayar destekli limit öğretiminin öğrencilerin başarısına olumlu yönde katkı sağladığı ancak bunun istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı saptanmıştır.

Çetin (2009) birinci sınıf analize giriş öğrencilerinin limit konusunu APOS Teorisi kullanılarak tasarlanan öğretim ortamının uygulamasından sonra nasıl kavradığını araştırmaktadır. Bu araştırma içerisinde öğrenciler her hafta iki saatlik laboratuvar uygulamalarında çalışmış, daha sonra dört saatlik derslere katılmışlardır. Ders saatlerinden önce, bilgisayar laboratuvarlarında öğrencileri limit konusunda düşünmeye yönlendirici bilgisayar programlama (ISETL) etkinlikleri kullanılmıştır. Araştırma sonucuna göre, hazırlanan öğrenme ortamının öğrencilerin öğrenmesine olumlu katkı yaptığı belirlenmiştir.

Monaghan, Sun ve Tall (1994) Bilgisayar Cebir Sistemlerinden Derive programı kullanımının limit kavramı öğretimine etkisini, 9 öğrenciden oluşan deney ve 19 öğrenciden oluşan kontrol grubu ile incelemiştir. Deney grubunda öğrencilere sadece Derive programı ile öğretim yapılmış, kontrol grubundaki öğrenciler ise geleneksel öğretim ile limit kavramını görmüşlerdir. Çalışma sonucuna göre, Derive programı ile ders gören öğrencilerin limit kavramı içerisinde “yakınsama” ve “sonsuzluk” algılarını göz ardı ettikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin program aracılığıyla sadece çözüme odaklandıkları görülmüştür. Sürecin sonucu bilgisayar kullanan öğrenciler için daha önemli olduğu da saptanmıştır.

Benzer bir çalışmada Parks (1995), başka bir bilgisayar cebir sistemi kullanılan program olan Mathematica programı kullanımının öğrencilerdeki limit kavramı oluşmada etkinliğini araştırmıştır. Kontrol ve deney grubu olan bu deneysel araştırma sonucuna göre, öğrencilerin yapılan son testte aldıkları puanlarda anlamlı bir farklılık olmadığı; ancak limitin formal tanımını anlamlandırmada farklılık olduğu saptanmıştır.

Kidron ve Zehavi (2002) ise animasyon kullanımının limit öğretimindeki etkisini belirlemek üzere 84 adet lise öğrencisi ile etkinliklerde görselleştirme ve animasyonların Mathematica programı kullanılarak hazırlandığı bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucuna göre, bilgisayar ortamında yapılan görselleştirme ve animasyonların öğrencilerin zihninde kalıcılığının fazla olduğu ve bu durumun öğrencilerin formal limit tanımını anlamlandırmalarında onlara yardımcı olduğu belirlenmiştir.

#### *Araştırmanın Amacı*

Ülkemizde ortaöğretim düzeyinde matematik eğitiminin temelinde, üniversiteye giriş sınavının niteliğinden ötürü, halen ezberlemenin yer aldığı gerçeği yadsınamaz. 2005 yılından itibaren öğretim programların değişmesi, öğrencinin öğrenme sürecinde aktif olmasını gerektiren yapılandırmacı yaklaşımın seçilmesi de bu gerçeği tam anlamıyla değiştirememiştir. Bu nedenle öğrencilerin matematiksel olguları kavramsal öğrenmelerinde yaşanan güçlükler de giderilememiştir. Buna bağlı olarak, ortaöğretimini tamamlayan öğrencilerin, üniversite ve fakülte sayısındaki artışa paralel olarak, çoğunlukla üniversite eğitimine başladığı göz önüne alındığında, üniversitelerdeki matematik öğretiminin de dikkatli bir şekilde incelenmesi gerekliliği ortadadır.

Bu bağlamda, üniversitelerde okutulmakta olan genel matematik ve analiz derslerinin temel konuları niteliğinde olan limit, türev ve integral konularının kavramsal temelini oluşturan limit kavramının öğretimi bu araştırmanın amacı olarak seçilmiştir.

Hem ÷lkemiz özelinde hem dñnya genelinde, yapılandırmacı yaklaşımın popüler olmasından dolayı, matematik eğitimi bu yaklaşım temelinde bir öğretime dayandırılmaya çalışılmaktadır. Bununla birlikte, matematik eğitiminde teknoloji kullanımının desteklendiği de gör÷lmektedir. Sonuç olarak, bu araştırmanın amacı, üniversitede matematik derslerinde limit ve süreklilik konusu özelinde GeoGebra yazılımı kullanımının matematik öğretmeni adaylarının başarısına etkisini incelemektir.

## Yöntem

### *Araştırmanın Modeli*

Araştırmanın amacına uygun olarak nicel araştırma desenlerinden deneysel yöntem araştırmanın desenlerinden biri olarak belirlenmiştir. Kaptan'a (1998) göre deneysel yöntem, dış ortamın değiştirilmesi ya da istenilen özelliklere sahip deneklerin bir araya getirilmesi yoluyla araştırma için farklı inceleme durumlarının oluşturulmasıdır. Araştırmanın amacına uygun olarak, deneysel desen türleri içerisinde ön test-son test eşleştirilmiş kontrol gruplu seçkisiz desen seçilmiştir (Büyüköztürk vd., 2010). Büyüköztürk ve diğerlerine göre (2010) bu desen denek gruplarının denk olma olasılığını artırmak amacıyla kullanılır ve bunun için ilk olarak önceki ilgili araştırmaların sonuçları, kuramlar, araştırmacı deneyimleri ya da uzman görüşleri temel alınarak kararlaştırılan belli değişkenler üzerinde denek çiftleri oluşturulur. Yazarlara göre, denek çiftleri oluşturmada ön test puanları da kullanılabilir. Daha sonra bu çiftlerdeki denekler seçkisiz bir şekilde deney ve kontrol gruplarına yerleştirilir. Bu araştırmada da gruplar arası denkliği sağlamak amacıyla, oluşturulan deney ve kontrol grubu katılımcıların tümüne uygulanan ön test sonucuna göre belirlenmiştir. Desenin simgesel gösterimi aşağıdaki Tablo1'de gösterilmiştir:

Tablo1. Araştırmanın deneysel deseninin simgesel gösterimi

Grup		Ön test	İşlem	Son test
D (Deney)	MR	TÖ	X1	TS
K (Kontrol)	MR	TÖ	X2	TS

Şekildeki simgesel gösterimde;

MR sembolü deneklerin eşleştirilmiş ve gruplara seçkisiz atandığını, TÖ ve TS sembolleri ön test ve son test olarak uygulanan limit- süreklilik testini,

X1 sembolü GeoGebra destekli limit ve süreklilik konularının anlatıldığı öğrenme ortamını,

X2 sembolü GeoGebra desteği olmadan gelenek yöntemiyle limit ve süreklilik konularının anlatıldığı öğrenme ortamını göstermektedir.

### *Araştırmanın Grubu*

Araştırmanın çalışma grubunu Kastamonu Üniversitesi'nin 2010-2011 eğitim-öğretim yılında ilköğretim matematik öğretmenliği 2.sınıfına kayıtlı 40 öğrenci oluşturmaktadır. Bu öğrenciler, homojenliği, limit-süreklilik testinden aldıkları puanlarına göre sağlanmış iki gruba ayrılmış ve seçkisiz olarak deney ve kontrol grubu oluşturulmuştur. Gruplar arası homojenlik önemli bir kriter olduğu gibi grup içi heterojenlik de önemlidir. Bu yüzden her bir grupta her seviyede öğrenci olmasına dikkat edilmiştir.

### *Veri Toplama Araçları*

Araştırmanın ekte yer alan limit – süreklilik testi kullanılarak veri toplanmıştır. Limit-süreklilik testi toplamda 10 tane şıktan oluşan 3 adet açık uçlu içermektedir. Bu sorulardan 1. ve 2.soru kendi içinde 3 şıktan, 3.soru 4 şıktan meydana gelmiştir. Limit-süreklilik testinden nicel veri elde etmek için, yukarıda belirtilen uzmanların da görüşleri doğrultusunda aşağıdaki tablodaki gibi (bkz. Tablo2) bir likert tipi değerlendirme ölçütü oluşturulmuştur.

Tablo2. Ön test ve son test için değerlendirme ölçütleri

<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>				
Tamamen Doğru	Kısmen Doğru	Yanlış (1)	Yanlış (2)	Yanıtız
4 puan	3 puan	2 puan	1 puan	0 puan

Tamamen Doğru: Matematiksel olarak doğru kabul edilebilecek yanıtlar bu kategoride toplanmıştır.

Kısmen Doğru: Açıklamalar doğru; fakat tam doğru cevaba göre eksik yönleri bulunmaktadır.

Yanlış (1): Kısmen doğru kabul edilebilecek ifadelerin bulunduğu ancak doğru nedene bağlanmadan ya da neden belirtilmeden yapılan açıklamalar bu grupta yer almaktadır.

Yanlış (2): Bütünüyle yanlış olan yanıtlar bu grupta yer almaktadır.



Yanıtsız: Soruya hiçbir yanıt verilmemiş.

Öğretmen adaylarının limit-süreklilik testinin ön test ve son test olarak uygulamasından, bu değerlendirme ölçütü kullanılarak aldıkları puanların arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmamasının bağımsız örneklem için t testi kullanılarak incelenmiştir. Bu testin kullanılabilmesi öğrencilerin aldıkları puanların normal dağılım göstermesi gerekliliğinden ötürü, ön test ve son testten alınan puanlara tek örneklem için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Aşağıdaki Tablo3'te ön test ve son test puanlarının dağılımlarının normalliği incelenmiştir

Tablo3. Ön test ve son test puanlarının normalliğinin incelenmesi

	Ön Test Puanları	Son Test Puanları
Öğretmen adayı sayısı	40	40
Ortalama puan	23,93	28,80
Standart sapma	3,504	3,502
Kolmogorov-Smirnov Z	0,695	0,727
Anlamlılık düzeyi	0,719	0,666

Yukarıdaki tablo, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının ön test ve son testten aldıkları puanların normal dağıldığını göstermektedir. Bu nedenle, bu puanların istatistiksel analizinde parametrik bir test olan bağımsız örneklem için t testi kullanılabilceği anlaşılmıştır.

## Bulgular ve Yorumlar

### *Öğretmen Adaylarının Ön Test Puanlarının İncelenmesi*

#### *Ön test puanlarının betimsel istatistikleri*

Araştırmada ön test olarak kullanılan limit-süreklilik testinden öğretmen adaylarının aldıkları puanların betimsel istatistikleri aşağıdaki Tablo4'te sunulmuştur.

Tablo4. Ön test puanlarının betimsel istatistikleri

	<b>Kişi Sayısı</b>	<b>En düşük puan</b>	<b>En yüksek puan</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Standart Sapma</b>
Tüm katılımcılar	40	16	29	23,93	3,504
Deney Grubu	20	16	29	24,00	3,554
Kontrol Grubu	20	17	29	23,85	3,543

*Deneyisel uygulama öncesi grupların denkleğinin incelenmesi*

Araştırmada ele alınacak iki grubun birbirleri ile birbirlerine denk olduklarını istatistiksel olarak belirlemek amacı ile gruplara uygulanan ön test puanları ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığı bağımsız örneklem için t testi ile incelenmiştir.

Tablo5. Araştırma gruplarının ön test puanlarına göre denkleğlerinin karşılaştırılması

	<b>Ortalama</b>	<b>Standart Sapma</b>	<b>t</b>	<b>Anlamlılık Düzeyi (p)</b>
Deney Grubu	24,00	3,554		
Kontrol Grubu	23,85	3,543	-0,134	0,894

Tablo5 incelendiğinde uygulamaya katılan iki grubun ön test sonuçları arasında anlamlı bir fark olmadığı ( $p > .05$ ) görülmektedir. Bu nedenle seçilen grupların denk olduğu anlaşılmıştır

*Öğretmen Adaylarının Ön Test-Son Test Puanlarının Karşılaştırılması*

Bu bölümde hem deney hem de kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön testten ve son testten aldıkları puanları karşılaştırmak için eşleştirilmiş örneklem için t testi kullanmıştır. Bu karşılaştırmanın amacı deney ya da kontrol grubunda verilen öğretim yönteminin öğrencilerin başarısı üzerinde etkisi olup olmadığını incelemektir.

Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ön test-son test puanlarının karşılaştırılması öğretmen adaylarının ön test ve son testten aldıkları puanların betimsel istatistikleri verilmiştir.

Tablo6. Kontrol grubu ön test-son test puanlarının betimsel istatistikleri

	Kişi Sayısı	En düşük puan	En yüksek puan	Ortalama	Standart Sapma
<b>Ön Test</b>	20	17	29	23,85	3,543
<b>Son Test</b>	20	20	31	26,95	2,856

Bu puanlar arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını incelemek için eşleştirilmiş örneklem için t testi kullanılarak elde edilen tablo aşağıdaki gibidir.

Tablo7. Kontrol gruplarının ön test-son test puanlarının karşılaştırılması

	Ortalama	Standart Sapma	t	Anlamlılık Düzeyi (p)
<b>Ön Test</b>	23,85	3,543	-4,905	0,000
<b>Son Test</b>	26,95	2,856		

Yukarıdaki Tablo7 incelendiğinde geleneksel öğretim yaklaşımı ile limit ve süreklilik konularının anlatıldığı kontrol grubunda, öğretmen adaylarının limit- süreklilik testinden aldıkları puanların ortalaması istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artmıştır ( $p < 0,05$ ). Bu durum, öğretmen adaylarının bu anlatım yöntemi ile başarılarının arttığını ve konuyu öğrenmelerinde değişiklikler olduğunu göstermektedir.

#### *Deney grubundaki öğretmen adaylarının ön test-son test puanlarının karşılaştırılması*

Araştırmanın ikinci alt problemi olarak, deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının ön test ve son test puanları arasında farklılık olup olmadığını incelenmesi belirlenmiştir. Bu nedenle, aşağıdaki tabloda deney grubundaki öğretmen adaylarının ön test ve son testten aldıkları puanların betimsel istatistikleri verilmiştir.

Tablo8. Deney grubu ön test-son test puanlarının betimsel istatistikleri

	Kişi Sayısı	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart Sapma
<b>Ön Test</b>	20	16	29	24,00	3,554
<b>Son Test</b>	20	26	36	30,65	3,133

Bu puanlar arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını incelemek için eşleştirilmiş örneklem için t testi kullanılarak elde edilen tablo aşağıdaki gibidir

Tablo9. Deney gruplarının ön test-son test puanlarının karşılaştırılması

	<b>Ortalama</b>	<b>Standart Sapma</b>	<b>t</b>	<b>Anlamlılık Düzeyi (p)</b>
<b>Ön Test</b>	24,00	3,554	-7,631	0,000
<b>Son Test</b>	30,65	3,133		

Yukarıdaki Tablo9 incelendiğinde GeoGebra destekli etkinliklerin kullanıldığı öğretim yaklaşımı ile limit ve süreklilik konularının anlatıldığı kontrol grubunda, öğretmen adaylarının limit-süreklilik testinden aldıkları puanların ortalaması istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artmıştır ( $p < 0,05$ ).

Yukarıdaki Tablo9 incelendiğinde, GeoGebra destekli ders anlatımları sonrasında öğretmen adaylarının son testten aldıkları puanların ortalamalarında artış görülmektedir. Bu durum, bilgisayar destekli anlatım yöntemi ile de başarılarının arttığını ve konuyu öğrenmelerinde değişiklikler olduğunu göstermektedir.

*Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının son test puanlarının karşılaştırılması*

Araştırmanın üçüncü alt probleminde, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının son testten aldıkları puanlar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı belirlenmek istenmiştir. Bu problemin amacı, GeoGebra destekli öğretim ile geleneksel öğretimin öğrencilerin başarısı üzerindeki etkinliğinin arasındaki farkı saptamaktır. Bu amaç doğrultusunda, ön test puanları birbirine denk olan iki grubun son testten aldıkları puanlar arasındaki farklılık bağımsız örneklem için t testi kullanılarak incelenmiştir.

Tablo10. Son test puanlarının betimsel istatistikleri

	<b>Kişi Sayısı</b>	<b>En düşük</b>	<b>En yüksek</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Standart Sapma</b>
<b>Tüm katılımcılar</b>	40	20	36	28,80	3,502
<b>Kontrol Grubu</b>	20	20	31	26,95	2,856
<b>Deney Grubu</b>	20	26	36	30,65	3,133

Tablo11. Deney ve kontrol gruplarının son test puanlarının karşılaştırılması

	<b>Ortalama</b>	<b>Standart Sapma</b>	<b>t</b>	<b>Anlamlılık Düzeyi (p)</b>
<b>Deney Grubu</b>	30,65	3,133	-3,903	0,000
<b>Kontrol Grubu</b>	26,95	2,856		

Yukarıdaki Tablo 11 incelendiğinde, deney grubundaki öğretmen adaylarının son testten aldıkları puanların ortalaması ile kontrol grubundakilerin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). GeoGebra destekli öğretim yapılan deney grubundaki öğretmen adaylarının son testten aldıkları puanları ortalamaları, geleneksel öğretim yapılan kontrol grubundaki öğretmen adaylarının puanlarının ortalamalarından 4 puan yüksek bulunmuştur. Deney ve kontrol grubunun son test puan ortalamaları arasındaki bu 4 puanlık fark istatistiksel olarak anlamlı olarak bulunduğundan ötürü, GeoGebra destekli limit ve süreklilik öğretiminin öğrenci başarısına daha fazla etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bir başka ifadeyle, GeoGebra destekli limit ve süreklilik öğrenimi gören öğretmen adayları, bu konularla ilgili yapılan bir testte daha fazla bir başarı göstermişlerdir.

### **Sonuç ve Tartışma**

Bu araştırmanın amacı, üniversitede matematik derslerinde limit ve süreklilik konusu özelinde GeoGebra yazılımı kullanımının matematik öğretmeni adaylarının başarısına etkisini incelemek olarak belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen bulgulara göre, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulama öncesi başarıları denk olarak bulunmuştur ( $t = -0,134$ ,  $p = 0,894 > 0,05$ ). Uygulama sonrasında ise deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının başarıları (ortalama = 30,65), kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarına (ortalama = 26,95) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ( $p = 0,000 < 0,05$ ) daha yüksek çıkmıştır. Bu durum, limit ve süreklilik konularında öğretmen adaylarının başarısında GeoGebra destekli öğretim yaklaşımının, geleneksel öğretim yaklaşımına kıyasla daha üstün olduğunun göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Bu sonuçlar, GeoGebra destekli öğretimin öğrenci başarılarına etkisi üzerine çalışma yapan Filiz (2009), Doğan ve İçel (2010) ile Reis ve Gülseçen (2010)'in çalışmalarında bulunduğu sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Ancak limit üzerine bilgisayar cebir sistemi destekli öğretimlerin etkisinin incelendiği çalışmalarda (Parks, 1995; Kabaca, 2006; Büyükkoroğlu vd., 2006), bu çalışmalarda deney grubunda yer alan öğrencilerin başarıları yüksek çıkmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Dinamik matematik yazılımı olan GeoGebra'nın kullanıldığı bu çalışmada ise deney grubunun başarıları, kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın temel nedeni olarak GeoGebra programının, içerinde bilgisayar cebir sistemi bulunan programlara kıyasla, kullanışlı ara yüzünün olması, daha fazla görsellik sağlaması, dinamik etkileşim sağlaması ve kullanım dilinin Türkçe olması gösterilebilir.

### **Öneriler**

Araştırmadan elde edilen bulgular, yorumlar ve sonuçlara dayanarak araştırmacılara, eğitimciler ve idarecilere çeşitli önerilerde bulunmak mümkündür

Öncelikle, matematik eğitiminde araştırma yapmak isteyen araştırmacılar, ilgili alan yazındaki eksiklerin doldurulması için, GeoGebra destekli matematik öğretiminin farklı konularda ve farklı sınıf düzeylerinde öğrenci başarısına, kavramsal öğrenmeye ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi araştırılmalıdır. Ayrıca özellikle süreklilik kavramının öğretiminde, GeoGebra destekli öğretimin daha etkin olabilmesi için araştırma süresinin daha uzun tutulduğu ve sonuçlar kısmında önerilen etkinliklerin dahil edildiği araştırmalar da yapılabilir.

Araştırmada özellikle limit öğretiminde GeoGebra destekli öğretimin etkisinin olumlu bulunması sonucu, üniversitelerde öğretim elemanları da Genel Matematik, Temel Matematik, Analiz I, Analiz II gibi derslerin içerisine GeoGebra programı kullanımı dahil edebilirler. Ayrıca sadece üniversitedeki derslerde değil, ortaöğretim seviyesinde de bu programın derslere eklenmesi sağlanabilir.

İlk ve ortaöğretimde GeoGebra programının kullanımının yaygınlaşması için üniversite öğretim elemanlarının desteği ile hizmet içi eğitim seminerleri yapılabilir. Günümüzde, ülkemizde bulunan GeoGebra Enstitüleri tarafından verilen ücretsiz çalıştaylara her türlü destek verilebilir.

Ayrıca akademisyenlerin ve öğretmenlerin, GeoGebra destekli matematik öğretimini yaparken öğretim materyali, etkinlik, çalışma sayfası gibi kaynak sıkıntısı çekmemesi için mevcut olan çalışmalara kaynaklar hazırlanarak destek sağlanabilir.

Uygulama dersi sırasında öğretmen adaylarının çalışma yaptığı bilgisayarların yeterli olması GeoGebra destekli öğretimin etkisini olumlu düzeyde ortaya koyduğundan ötürü, bilgisayar destekli öğretimin etkin olabilmesi için yeterli sayıda bilgisayara sahip laboratuvarlar oluşturulması önerilmektedir.

## Kaynakça

- Akkoç, H. (2008). Kavramsal anlama için matematik eğitiminde teknoloji kullanımı. M.F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed). *Matematiksel Kavram Yanılguları ve Çözüm Önerileri*. (361-392). Ankara: PegemA
- Aktümen, M. ve Kaçar, A. (2003). İlköğretim 8.Sınıflarda Harfli İfadelerle İşlemlerin Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretimin Rolü Ve Bilgisayar Destekli Öğretim Üzerine Öğrenci Görüşlerinin Değerlendirilmesi, *Kastamonu Eğitim Dergisi 11(2)*, 339-358.
- Arslan, S. (2006). Matematik Öğretiminde Teknoloji Kullanımı, H. Gür (Ed.), *Matematik Öğretimi*. İstanbul: Lisans Yayıncılık.
- Baki, A. (2002). *Öğrenen ve Öğretenler için Bilgisayar Destekli Matematik*. İstanbul: Ceren Yayıncılık
- Baki, A. (2006). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi* (3.baskı). Trabzon: Derya Kitabevi.
- Baki, A., Güven, B., ve Karataş, İ. (2002). Dinamik geometri yazılımı cabri ile keşfederek öğrenme. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara*.
- Baydaş, Ö., Göktaş, Y. ve Tatar, E. (2010). Öğretmen Adaylarının Bakışıyla GEOGEBRA ile Matematik Öğretimi. *9.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Bezuidenhout, J. (2001). Limits and continuity: Some conceptions of first-year students. *International journal of mathematical education in science and technology*, 32(4), 487-500.
- Büyükköroğlu, T., Düzce, S. A., Çetin, N., Mahir, N., Deniz, A. and Üreyen, M. (2006). The Effect of Computers on Teaching the Limit Concept, *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*(May 2006).
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.A., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2010). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (6.baskı) Ankara: Pegem A Yayıncılık
- Choi, K. (2010). *Motivating students in learning mathematics with GeoGebra*. First Eurasia Meeting Of GeoGebra (EMG): PROCEEDINGS, Gülseçen, S., Ayvaz Reis, Z. ve Kabaca, T. (Eds.), İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları, Publication No:126



- Chrysanthou, I. (2008). *The use of ICT in primary mathematics in Cyprus: the case of GeoGebra*, Master's thesis, University of Cambridge, UK.
- Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K. (2000), *Research Methods In Education-5th Ed.*, NY: Routledge/Falmer
- Contay, E. G., Kabaca, T. ve İymen, E. (2010). GeoGebra ile Parabolün Geometrik Temsilinden Cebirsel Temsiline Dinamik Bir Geçiş Süreci. *9.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir
- Cornu, B. (1991). Limits. In D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking* (pp. 25-41). Dordrecht: Kluwer Academic Publisher
- Creswell, J.W. (2003), *Research design: qualitative, quantitative, and mixed method approaches* London: Sage Publications. <http://books.google.com.tr/> [Erişim tarihi: 09/11/2010]
- Çetin, N. (2009). The performance of undergraduate students in the limit concept. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 40(3), 323–330
- Davis, R. B., ve Vinner, S. (1986). The notion of limit: Some seemingly unavoidable misconception stages. *The journal of mathematical behavior*, 5(3), 281-303.
- Dikovic, L. (2009). Applications GeoGebra into Teaching Some Topics of Mathematics at the College Level, *ComSIS* (6).
- Doğan, M. and İçel, R. (2010). *Effect of Using GeoGebra on Students' Success: An Example about Triangles*. First Eurasia Meeting Of GeoGebra (EMG): PROCEEDINGS, Gülseçen, S., Ayvaz Reis, Z. ve Kabaca, T. (Eds.), İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları, Publication No:126.
- Duru, A., Köklü, Ö., ve Jakubowski, E. (2010). Pre-service mathematics teachers' conceptions about the relationship between continuity and differentiability of a function. *Scientific Research and Essays*, 5, 1519-1529.
- Ertürk, S. (1993). *Eğitimde Program Geliştirme* (7.baskı). Ankara: Yelkentepe Yayınları.
- Filiz, M. (2009). Geogebra ve cabri geometri II dinamik geometri yazılımlarının web destekli ortamlarda kullanılmasının öğrenci başarısına etkisi, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü: Trabzon.
- GeoGebra Resmi WEB Sitesi, 2009, Help, Introduction to GeoGebra? <http://www.geogebra.org/cms/en/help>, [Erişim Tarihi:01.10.2010].

- Güven, B. (2002). *Dinamik Geometri Yazılımı Cabri ile Keşfederek Geometri Öğrenme*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Güven, B. (2007). Öğretim İlke ve Yöntemleriyle İlgili Temel Kavramlar. Ş. Tan (Ed.) *Öğretim İlke ve Yöntemleri* (2.baskı) içinde (21-35) Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Hohenwarter, M. ve Fuchs, K. (2004). "Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra". [http://www.geogebra.org/publications/pecs\\_2004.pdf](http://www.geogebra.org/publications/pecs_2004.pdf). [Erişim tarihi: 02/10/2010].
- Hohenwarter, M. ve Preiner, J. (2007). Creating mathlets with open source tools. *Journal of Online Mathematics and its Applications*. ID, 1574.
- İpek, S. and Akkuş-İspir, O. (2010) *Geometric and Algebraic Proofs with GeoGebra*, First Eurasia Meeting Of GeoGebra (EMG): PROCEEDINGS, Gülseçen, S., Ayvaz Reis, Z. ve Kabaca, T. (Eds.), İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları, Publication No:126,
- Kabaca, T. (2006). Limit kavramının öğretiminde bilgisayar cebiri sistemlerinin etkisi. *Yayımlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.*
- Kabaca, T., Aktümen, M., Aksoy, Y. ve Bulut, M.(2010) *GeoGebra ve GeoGebra ile Matematik Öğretimi*, First Eurasia Meeting Of GeoGebra (EMG): PROCEEDINGS, Gülseçen, S., Ayvaz Reis, Z. ve Kabaca, T. (Eds.), İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları, Publication No:126.d
- Kaptan, S. (1998). *Bilimsel Araştırma ve İstatistik Teknikleri* (11.baskı). Ankara: Tekışık.
- Kılıç, M. (2003). Öğrenmenin Doğası. B. Yeşilyaprak, (Ed.), *Gelişim ve Öğrenme Psikolojisi* (4.baskı) içinde (41-67). Ankara: Pegem A Yayıncılık
- Kidron, I. and Zehavi, N. (2002). The role of animation in teaching the limit concept, *The International journal of computer algebra in mathematics education*(9-3),205-228.
- MEB (2015). Ortaöğretim Matematik (9-12.sınıflar) Dersi Öğretim Programı. Ankara.
- Miles, M., Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Monaghan, J., Sun, S. and Tall, D. (1994). Construction of the Limit Concept with a Computer Algebra System, *Proceedings of the Eighteenth Conference for the*

- Psychology of Mathematics Education*. Lisbon: Program Committee of the 18th PME Conference.
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA.
- Özbay, Y. (2004). *Gelişim ve Öğrenme Psikolojisi: Kuram-Araştırma- Uygulama* (5.baskı). Ankara: Pegem A Yayıncılık
- Özmantar, F. ve Yeşildere, S. (2008). Limit ve Süreklilik Konularında Kavram Yanılgıları ve Çözüm Arayışları. M.F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed). *Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri*. Ankara: Pegem A Yayıncılık
- Parks, V. W. (1995). Impact of a laboratory approach supported by 'Mathematica' on the conceptualization of limit in a first calculus course ( computer algebra system).Ph. D. dissertation, Georgia State University.
- Putnam, H. (1998) “What is mathematical truth?” In T. Tymoczko, (Ed.). *New directions in the philosophy of mathematics: an anthology* (2nd Edition) USA: Princeton University Press,
- Reis, Z. A. and Gülseçen, S. (2010). The Effect of the Geogebra Use in Mathematics Education: A Case Study on Integers in Turkey. *GeoGebra North America Conference*, Canada.
- Şahin, A. E. (2006). Eğitimle İlgili Temel Kavramlar. V. Sönmez (Ed.) *Eğitim Bilimine Giriş* (2.baskı) içinde (14-29). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Tall, D. (2002). Computer environments for the learning of mathematics. In R. Biehler, R. W. Scholz, R. Straßer and B. Winkelmann (Eds.) *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline* (pp.189-199). Dordrecht: Kluwer Academic Publisher
- Tall, D., ve Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational studies in mathematics*, 12(2), 151-169.
- Wiest, L. R. (2001). The role of computers in mathematics teaching and learning. *Computers in the Schools*,17(1-2), 41-55.
- Yenilmez, K. (2009). Öğretmen adaylarının bilgisayar destekli matematik öğretimi dersine yönelik görüşleri. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 21,207- 220.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin.