

**T.C**  
**UŞAK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI**

**ÜSTEL VE LOGARİTMİK FONKSİYONLAR KONUSUNUN DİNAMİK  
GEOMETRİ YAZILIMI GEOGEBRA İLE ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENCİ  
BAŞARISINA ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATİCE ACAR**

**AĞUSTOS 2015**  
**UŞAK**

**T.C**  
**UŞAK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜŐÜ**

**İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI**

**ÜSTEL VE LOGARİTMİK FONKSİYONLAR KONUSUNUN DİNAMİK  
GEOMETRİ YAZILIMI GEOGEBRA İLE ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENCİ  
BAŞARISINA ETKİŐİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATİCE ACAR**

**UŞAK 2015**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Hatice ACAR tarafından hazırlanan “Logaritmik ve Üstel Fonksiyonlar Konusunun Dinamik Geometri Yazılımı GeoGebra ile Öğretiminin Öğrenci Başarısına Etkisi” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylıyorum.

Doç. Dr. Osman BİRGİN .....  
Tez Danışmanı, İlköğretim A.B.D. Matematik Eğitimi Bilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile İlköğretim Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Murat PEKER .....  
İlköğretim A.B.D. Matematik Eğitimi Bilim Dalı, Afyon Kocatepe Üniversitesi

Doç. Dr. Osman BİRGİN .....  
İlköğretim A.B.D. Matematik Eğitimi Bilim Dalı, Uşak Üniversitesi

Doç. Dr. Adem DURU .....  
İlköğretim A.B.D. Matematik Eğitimi Bilim Dalı, Uşak Üniversitesi

Tarih: 24/08/2015

Bu tez ile Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesi onaylanmıştır.

Prof. Dr. Lütfullah TÜRKMEN  
.....  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Hatice ACAR

# ÜSTEL VE LOGARİTMİK FONKSİYONLAR KONUSUNUN DİNAMİK GEOMETRİ YAZILIMI GEOGEBRA İLE ÖĞRETİMİNİN ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hatice ACAR

UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ağustos 2015

## ÖZET

Bu araştırmanın amacı, “Üstel ve Logaritmik Fonksiyonlar” konusunun dinamik geometri yazılımı olan GeoGebra ile öğretiminin 11. sınıf öğrenci başarısına etkisini incelemektir. Bu çalışmada, öntest, sontest kontrol gruplu yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu araştırma 2014-2015 eğitim öğretim yılı sonbahar döneminde, İstanbul ilinde 18’i deney 17’si kontrol grubu olmak üzere toplam 35 on birinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Deney grubunda GeoGebra yazılımının kullanıldığı bilgisayar destekli öğretim, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak çoktan seçmeli 20 sorudan oluşan “Başarı Testi” kullanılmıştır. Deneysel işlem öncesi ve sonrasında gruplara başarı testi, öntest ve sontest olarak uygulanmıştır. Deneysel uygulama sonrası öğrenci görüşleri alınmıştır. Nicel veriler, SPSS-17.0 programı yardımıyla t-testi ve ANCOVA testi kullanılarak analiz edilmiştir. Nitel verilerin analizinde ise içerik analiz yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, GeoGebra’nın kullanıldığı bilgisayar destekli öğretimin geleneksel öğretime göre öğrenci başarısını daha çok artırdığı saptanmıştır.

**Bilim Kodu** :

**Anahtar Kelimeler** : Bilgisayar Destekli Öğretim, GeoGebra, Üstel ve Logaritmik Fonksiyonlar

**Sayfa Adedi** : 103

**Tez Yöneticisi** : Doç. Dr. Osman BİRGİN

**THE EFFECTS OF TEACHING WITH DYNAMIC GEOMETRY SOFTWARE  
GEOGEBRA ON 11<sup>TH</sup> GRADE STUDENTS' ACHIEVEMENT IN "EXPONENTIAL  
AND LOGARITHMIC FUNCTIONS"**

**(M.Sc. Thesis)**

**Hatice ACAR**

**UŞAK UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**(August 2015)**

**ABSTRACT**

The aim of this study is to determine the effects of teaching with dynamic geometry software GeoGebra on 11<sup>th</sup> grade students' achievement in "Exponential and Logarithmic Functions". In this study, quasi-experimental design was used (pre-post test control group). The study was carried out in the fall term of 2014-2015 academic years with 35 eleventh grade students (18 for experimental group, 17 for control group) in Istanbul city. The experimental group was instructed by means of the computer assisted teaching materials using the "GeoGebra" software, while the control group was instructed by traditional methods. It was also collected experimental groups students' views related to instruction. Achievement tests were administered to both groups as pretest and posttest. Quantitative data were analyzed with SPSS-17.0 packet program using t-test and ANCOVA. Qualitative data were analyzed with descriptive analysis methods. In this study, it was found that computer-based instruction with GeoGebra had more significant effect on students' achievement than traditional instruction.

**Science Code :**

**Key Words :** Computer-Based Teaching, GeoGebra, Exponential and Logarithmic Functions

**Page Number :** 103

**Adviser :** Doç. Dr. Osman BİRGIN

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek araştırma süresince değerli görüşleri ve önerileriyle bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile rehberlik eden danışman hocam Doç. Dr. Osman BİRGİN'e teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamın uygulama sürecinde bana okulun tüm imkânlarını sunan, Beykoz Anadolu Lisesi idari kadrosuna, öğretmenlerine, araştırmama ilgi ve merak içinde dâhil olan öğrencilerime teşekkür ederim. Hayatım boyunca bana güvenen, maddi-manevi desteklerini benden esirgemeyen, emeklerini hiçbir şekilde ödeyemeyeceğim babam Tahsin ACAR'a, annem Cennet ACAR'a ve kardeşlerime, özellikle bilgisayar ve İngilizce konusunda destekçim olan abim Bekir ACAR'a teşekkürü borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	3
TEZ BİLDİRİMİ	i
(Yüksek Lisans Tezi)	ii
Ağustos 2015	ii
(M.Sc. Thesis)	iii
(August 2015)	iii
TABLolar LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
KISALTMALAR LİSTESİ	x
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Problem Cümlesi	7
1.3. Alt Problemler	7
1.4. Araştırmanın Amacı	7
1.5. Araştırmanın Önemi	7
1.6. Varsayımlar	9
1.7. Sınırlılıklar	9
1.8. Tanımlar	10
2. LİTERATÜR	11
2.1. Teknoloji Destekli Matematik Öğretimi	11



2.1.1. Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı (OMDÖP) Kapsamında Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin Kullanımı	14
2.2. Matematik Öğretiminde Kullanılan Teknoloji Destekli Yazılımlar	16
2.2.1. Bir Dinamik Geometri Yazılımı: GeoGebra	17
2.3. Konuyla İlgili Araştırmalar	19
3. YÖNTEM	33
3.1. Araştırma Deseni	33
3.2. Araştırmanın Örnekleme	36
3.3. Öğretim Materyalinin Tasarlanması	36
3.3.1. GeoGebra Destekli Öğretim Etkinliklerin Hazırlanması	37
3.3.2. Dinamik Geometri Yazılımı GeoGebra'nın Kullanıldığı Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamları İçin Hazırlanan Etkinliklerin Yapısı	37
3.3.3. GeoGebra'nın Kullanıldığı Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamlarının Gerçek Sınıf Ortamında Uygulanması (Pilot Uygulama)	45
3.4. Asıl Uygulamanın Yapılması	46
3.4.1. Deney Grubunda Yapılan Öğretim	46
3.4.2. Kontrol Grubunda Yapılan Öğretim	47
3.5. Veri Toplama Araçları	49
3.5.1. Başarı Testi	49
3.5.2. Görüş Anketi	51
3.6. Verilerin Analizi	52
4. BULGULAR VE YORUMLAR	54

4.1. Nicel Bulgular	54
4.1.1. Deney ve Kontrol Gruplarının Öntest Puanlarına İlişkin Bulgular	54
4.1.2. Deney ve Kontrol Grupların Sontest Puanlarına İlişkin Bulgular	54
4.2. Deneysel Uygulamaya İlişkin Öğrenci Görüşleri	59
5. TARTIŞMA	63
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	68
6.1. Sonuçlar	68
6.2. Öneriler	69
KAYNAKÇA	71
EK-1: Üstel Fonksiyon ve Logaritma Konusuna Ait Başarı Testi	86
EK-2: GeoGebra Destekli Öğrenim Esnasında Kullanılan Etkinlikler	90
ÇALIŞMA YAPRAĞI-1 (Üstel Fonksiyon)	90
ÇALIŞMA YAPRAĞI-2 (Logaritma Fonksiyonu)	93
ÇALIŞMA YAPRAĞI-3 (Doğal Logaritma Fonksiyonu)	98
ÇALIŞMA YAPRAĞI-4 (Logaritma Fonksiyonunun Özellikleri)	99
EK-3: Görüş Anket Formu	102
ÖZGEÇMİŞ	103

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrenme ortamları.....	49
Tablo 3.2. Soruların kazanımlara göre dağılımı.....	50
Tablo 3.3. Başarı testi için yapılan madde analizi sonuçları.....	52
Tablo 4.1. Grupların öntest puanlarına ilişkin t-testi sonuçları.....	56
Tablo 4.2. Başarı testinin öntest sontest puanlarına ilişkin betimsel istatistik.....	57
Tablo 4.3. Deney ve kontrol gruplarının başarı testi için regresyon katsayıları.....	59
Tablo 4.4. Deney ve kontrol gruplarının düzeltilmiş puanları.....	60
Tablo 4.5. Deney ve kontrol grubunun düzeltilmiş sontest puanlarına göre ANCOVA sonuçları.....	61

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Araştırma kapsamında yapılan çalışmaların akış şeması.....	35
Şekil 3.2. $a > 1$ için $f(x) = a^x$ fonksiyon grafiği.....	39
Şekil 3.3. $0 < a < 1$ için $f(x) = a^x$ fonksiyon grafiği.....	40
Şekil 3.4. $a > 1$ için $f(x) = a^x$ fonksiyonu ve bu fonksiyonun $y = x$ doğrusuna göre simetrisinin grafiği.....	41
Şekil 3.5. $0 < a < 1$ için $f(x) = a^x$ fonksiyonu ve bu fonksiyonun $y = x$ doğrusuna göre simetrisinin grafiği.....	42
Şekil 3.6. $e$ doğal logaritma fonksiyon grafiği.....	43
Şekil 3.7. Logaritma fonksiyon grafiği.....	44
Şekil 4.1. Ön test puanlarının normal dağılım grafiği.....	58
Şekil 4.2. Son test puanlarının normal dağılım grafiği.....	58
Şekil 4.3. Deney ve kontrol grupların düzeltilmiş öntest ve sontest puanları.....	60

## KISALTMALAR LİSTESİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<b>BCS</b>	Bilgisayar Cebiri Sistemleri
<b>BDÖ</b>	Bilgisayar Destekli Öğretim
<b>BİT</b>	Bilgi ve İletişim Teknolojileri
<b>DGY</b>	Dinamik Geometri Yazılımı
<b>İDF</b>	İkinci Dereceden Fonksiyonlar
<b>KULE</b>	Keşfederek ve Uygulayarak Logaritma Öğretimi Etkinlikleri
<b>MEB</b>	Milli Eğitim Bakanlığı
<b>NCTM</b>	National Council of Teachers of Mathematics
<b>OMDÖP</b>	Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı
<b>PISA</b>	Programme for International Student Assesment
<b>TIMMS</b>	Trends in International Mathematic and Science Study

# 1. GİRİŞ

Bu bölümde; problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın önemi, araştırmanın amacı, varsayımlar, sınırlılıklar ve tanımlar üzerinde durulmuştur.

## 1.1.Problem Durumu

Dünyada öğrencilerin okul başarısını karşılaştırmak amacıyla yapılan PISA (Programme for International Student Assessment) ve TIMMS (Trends in International Mathematic and Science Study) sınavlarındaki sonuçlara bakıldığında Türkiye'nin diğer ülkelerin çok gerisinde kaldığı gözlemlenmiştir (TIMSS, 2000; PISA, 2003; PISA, 2006). Ulusal eğitimimiz hakkında önemli bilgiler veren TIMSS (TIMSS, 2000; MEB, 2003) ve PISA (PISA, 2003; MEB, 2004) gibi uluslararası projelerin bulguları eğitim sistemimizde acil reformların yapılması gerektiğini ortaya çıkarmıştır. PISA 2003 çalışmasıyla eğitim sistemimizin zayıf yönleri ortaya çıkmıştır. PISA 2003 projesi sonuçlarına göre Türkiye'nin matematikteki ortalaması 423 puandır. Bu puanla Türkiye projeye katılan 41 ülke içinde 33. sırada yer almaktadır. PISA 2006 sonuçlarına göre; Türkiye, PISA 2003'te olduğu gibi, fen bilimleri ve matematikte OECD ülkeleri arasında sondan ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye, programa katılan 57 ülke arasında matematikte ise 45. sırada yer almaktadır (PISA, 2003; PISA, 2006). Milli Eğitim Bakanlığı bu durumu değiştirmek için bir eğitim reformu yapmaya karar vermiştir. Bu reformu yaparken de öncelikle PISA ve TIMMS sınavlarında başarılı olan ülkelerin eğitim reformlarını incelemiştir. Malezya, Singapur, Fransa, Finlandiya, Japonya ve Kore gibi PISA ve TIMMS'de başarılı olan birçok ülkenin eğitim reformları incelendiğinde aradaki farkın şu olduğu gözlemlenmiştir. Türkiye'de öğrencinin pasif alıcı, öğretmenin ise aktarıcı rol oynadığı geleneksel diye adlandırılan öğretim yaklaşımı uygulanırken, bu sınavlarda başarılı olan ülkelerde öğrencinin aktif rol oynadığı, bilgiyi kendisinin yapılandırdığı, öğretmenin de bunun için ortam hazırladığı öğretim yaklaşımlarının uygulandığı dikkat çekmektedir. Ancak, hazırlanan yeni program ile ilgili yapılan çalışmalar,

programın birçok sıkıntıyı da beraberinde getirdiğini ve yeni programın tam olarak uygulanamadığını göstermektedir.

Türkiye eğitim sistemindeki bilginin doğrudan öğrenciye aktarımını amaçlayan yaklaşım doğası gereği, problem çözme, eleştirel düşünme, akıl yürütme, düşüncelerini açıklama ve savunma gibi üst düzey becerilerin geliştirilmesinde yetersiz kalmaktadır (Faydacı, 2008). Son yıllarda uluslararası ortamda NCTM (National Council of Teachers of Mathematics)'nin belirlediği standartlara göre ise okul, öğrencileri ezbercilikten kurtarıp, onları anlayarak öğrenmeye teşvik eden, onlara düşünmeyi öğreten bir ortam sunmalıdır (NCTM, 2000). Bundan dolayı, Türkiye de öğrencinin merkeze alındığı eğitim sistemine geçmeye karar vermiştir. Sonuç olarak 2004 yılında Türkiye eğitim sistemini öğrenci merkezli yaklaşıma göre yeniden düzenlemiştir (Akpınar ve Aydın, 2007).

İçinde yaşadığımız yüzyılda, yapılandırmacı yaklaşım, matematik eğitimini dramatik biçimde değiştirmiş ve bu değişim sürecinin hızlanmasında bilişim teknolojileri çok önemli rol oynamıştır. Yeni matematik öğretim programında öğrencinin kendisine sağlanan yazılımları etkileşimli bir şekilde ve öğretmenin rehberliğinde kullanarak yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak matematiksel bilgisini yapılandırabileceği vurgulanmaktadır. Öğretim programında bilgisayar, temel elemanlardan biri olarak düşünülmekte yani bilgisayar destekli matematik öğretiminde, bilgisayarlar bir seçenek değil, sistemi tamamlayıcı bir rol üstlenmektedir (MEB, 2006).

Öğrenciler matematiği ilköğretimin birinci kademesinde genellikle bloklar ve boncuklar gibi somut objelerle öğrenirlerken; ikinci kademedeki soyut matematiksel kavramlar bilgisayar ekranında görerek öğrenme fırsatı bulmaktadır (Taşcıoğlu, 1992). Bilgisayarın soyut matematiksel ilişkileri somutlaştırmak için sahip olduğu potansiyelin öğrencilerin anlamlı matematik öğrenme deneyimleri kazanmalarına yardım edeceği düşünülmektedir (Baki, 2002). Son yıllarda yapılan program geliştirme çalışmalarında genelde teknoloji, özelde ise bilgisayar önemli bir paradigma olarak karşımıza çıkmakta, arzulanan değişime ulaşabilmek için bilgisayarın öğrenme ortamlarında etkin olarak kullanılması önerilmektedir. Jonassen (1996) bilgisayarların öğrencilerin kendi bilgisini inşa etmesi için yardımcı bir araç olarak kullanılması gerektiğini ileri sürmüştür. Vatansever (2007) ise öğretmenlerin, teknolojiyi öğrencilerin öğrenme fırsatlarını zenginleştirecek etkinlikler seçecek ya da yaratacak şekilde kullanmaları gerektiğini savunmaktadır. Peker (1985)'e göre yeni

teknolojilerin matematik eğitiminde kullanılmasıyla öğrenci başarısının artmasının yanı sıra, öğrenciler matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmiş, öğrencilerin matematiğe karşı ilgileri artmış, matematik dersine duydukları korku ve endişe azalmış ve daha da önemlisi analitik ve kritik düşünme gibi etkili düşünme alışkanlıkları gelişmiştir. Genel (1998) yaptığı araştırmada, lise 1. sınıflarda, ikinci dereceden fonksiyonların grafikleri ile ilgili problem çözme becerisinin geliştirilmesinde, bilgisayar destekli öğretimin başarılı ve başarısız öğrenciler üzerindeki etkilerini incelemiş, bilgisayar destekli öğretimin başarısız öğrencilerin konuyu daha iyi anlayabilmeleri için alternatif bir yol olduğunu saptamıştır. Kutluca (2009), doktora tezi çalışmasında 10. sınıf matematik öğretim programında yer alan ikinci dereceden fonksiyonlar (İDF) konusunun öğretimine yönelik Coypu, Derive ve Excel yazılımlarının kullanıldığı bir öğrenme ortamı tasarlamıştır. Bu çalışmanın amacı yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olarak tasarlanan bilgisayar destekli öğrenme ortamının öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal öğrenmelerine etkisini belirlemek ve öğrenme ortamıyla ilgili görüşlerini tespit etmektir. İDF konusunda tasarlanan bilgisayar destekli öğrenme ortamının öğrencilerin akademik başarılarını ve matematiğe yönelik tutumlarını artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin bilgisayar destekli öğrenme ortamına uyum sağladıkları, BDÖ (Bilgisayar Destekli Öğretim) materyallerini beğendikleri, konuyu daha iyi öğrendikleri, öğrenme ortamından zevk aldıkları, motivasyonlarını artırdığı ve grup çalışmasından hoşlandıkları görülmüştür. Bu kapsamda yapılan diğer çeşitli çalışmalarda da bilgisayar destekli öğretim yapılan deney grubunun geleneksel yolla öğrenen kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu ve öğrenmelerinin daha kalıcı olduğu belirlenmiştir (Birgin ve Grübüz, 2012; Doğan ve İçel, 2011; Furkan ve Zengin, 2011; Reis, 2010; Saha, Ayub ve Tarmizi, 2010; Tutak ve Birgin, 2008; Yavuz ve Kepceoğlu, 2010).

GeoGebra, bilgisayar destekli matematik öğretiminde kullanılan önemli bir yazılım türüdür. GeoGebra, geometri, cebir ve analizi birleştiren, tüm eğitim seviyeleri için kullanılabilen dinamik matematiksel yazılım programını temsil eder (Antohe, 2009). GeoGebra denklem ve koordinatları doğrudan girebilme, fonksiyonları cebirsel tanımlama gibi sembolik ve görselleştirme özelliğinden dolayı bir Bilgisayar Cebiri Sistemi olarak tanımlanabilir. GeoGebra arka planında sayılar, vektörler ve noktalar için değişkenlerle uğraşan, fonksiyonların türev ve integrallerini bulabilen ve asimptot alan, tepe noktası gibi matematiksel komutlar içeren sade bir bilgisayar cebiri sistemidir (Hohenwarter ve Jones, 2007). Aynı zamanda nokta, doğru parçaları, doğrular ve konik kesitleri gibi kavramları



barındırıp bu kavramlar arasında dinamik ilişkiler sağladığından dolayı Dinamik Geometri Yazılımı (DGY) olarak da tanımlanır (Antohe, 2009; Dikovic, 2009; Hohenwarter ve Jones, 2007).

Yapılan çeşitli araştırmalar GeoGebra destekli matematik öğretiminin öğrenci başarısı ve tutumu üzerinde olumlu katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Furkan ve Zengin (2011), onuncu sınıf matematik dersinde trigonometrik fonksiyonların grafikleri konusunun öğretiminde, dinamik geometri yazılımı olan GeoGebra'nın öğrencilerin matematiksel başarılarına ve tutumlarına anlamlı bir etkisi olup olmadığını ölçen deneysel bir araştırma yapmışlardır. Araştırma sonucunda GeoGebra yazılımı ile ders işlenen deney grubunun lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Doğan ve İçel (2011) de sekizinci sınıf matematik dersi müfredatında yer alan üçgen ve pisagor bağıntısı konusunda, GeoGebra'nın öğrenci başarısı üzerine anlamlı bir etkisi olup olmadığını inceleyen deneysel bir çalışma yapmışlardır. Araştırma sonucuna göre, GeoGebra'nın öğrencilerin öğrenme ve başarıları üzerinde pozitif etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yavuz ve Kepceoğlu (2010) limit ve süreklilik kavramlarının öğretiminde GeoGebra'nın öğretmen adaylarının başarısına ve limit ve süreklilik kavramlarını öğrenmelerine anlamlı bir şekilde etki edip etmediğini deneysel bir çalışmayla incelemişlerdir. 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 olmuşlardır. Birgin ve Acar (2014)'ın üstel ve logaritmik fonksiyonlar konusunun öğretiminde GeoGebra kullanımına yönelik öğrenci görüşlerinin araştırıldığı bildiride öğrenci görüşlerinin pozitif olduğu ortaya koyulmuştur. Bu araştırmalara benzer GeoGebra ile ilgili yapılmış daha birçok araştırmaya örnek verilebilir, fakat literatürde üstel fonksiyon ve logaritma konusunun GeoGebra yardımıyla öğretimin öğrenci başarısı üzerine etkisini inceleyen bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Öğrencileri aktif hale getirebilen bir diğer materyal ise çalışma yaprağıdır. Çalışma yaprakları, takip edilmesi gereken bütün basamakların sırasıyla belirtildiği ve aynı anda bütün sınıfın etkinliğe katılmasını sağlayan kullanışlı araçlardır (Yiğit & Akdeniz, 2000). Çalışma yaprakları ile ilgili alan yazın incelendiğinde, iyi tasarlanmış çalışma yapraklarının etkili bir öğretim aracı olduğu, öğrencilerde beklenen davranış değişikliklerinin oluşmasına yarar sağladığı, akademik başarı ve derse yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği

vurgulanmıştır (Aktepe, 2012; Birgin & Kutluca, 2007; Gürbüz, 2007; Özdemir, 2012; Yaşa, 2010). Bu nedenle çalışma yapılarıyla yapılmış öğretim etkinliklerine ihtiyaç vardır.

Matematik dersinde öğrencilerin öğrenmekte zorlandığı ve kavram yanlışlarına düştüğü bazı konuların olduğu bilinmektedir. Fonksiyonlar ve fonksiyon grafikleri öğrencilerin bir sembolik sistemi anlamak için diğer sembolik sisteme çevirdiği ilk konudur (Leinhardt, Zaslavsky ve Stein, 1990). Fonksiyonlar, matematiğin temel konularındandır ve cebir öğretim programının önemli bir parçasını oluşturur. Vinner (1983) öğrencinin fonksiyon konusuyla bakış açısının kısıtlı olmasının, onun problem çözme becerilerini de engelleyebileceğini savunmuştur. Fonksiyon kavramını anlamak, kavramı matematiğin dışındaki alanlarda ve matematiğin içindeki farklı bağlamlarda kullanmak gibi kazanımları kapsamaktadır. Birçok matematik eğitimcisi, fonksiyon kavramının modern matematik için önemli, fen ve teknoloji için gerekli olduğunu iddia etmiştir (Leinhardt, Zaslavsk, ve Stein 1990). Matematik müfredatı içinde düşünüldüğünde, cebir konuları arasında fonksiyonlar konusu önemli başlıklardan biridir. Fonksiyonlar, matematiksel düşünmenin gelişiminde önemli bir pozisyonda olan ve matematiğin bütün dallarıyla ilişkili olan bir kavramdır (Romberg, Carpenter ve Fennema, 1993). Fakat araştırmalar, öğrencilerin fonksiyon kavramını anlama seviyelerinin düşük olduğunu göstermektedir.

Matematiğin içindeki diğer kavramlar gibi, fonksiyon kavramı da belli bir karakteristiğe sahiptir ve belli bir yönde düşünülmeli, öğrenilmelidir. Öğrenci, fonksiyon konusunu matematik dersinin dışına çıkaramıyorsa, bu onun konu üzerinde hâkim olmadığını gösterir (Vinner, 1983). Knuth (2000) öğrencilerin fonksiyonların cebirsel ve grafiksel gösterimleri arasındaki bağlantıyı anlamalarını araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; öğrenciler bilinen rutin problemler için cebirsel ve grafiksel gösterimler arasındaki bağlantıları anlamada gelişmiş olsa da, aslında bu gelişme yüzeysel kalmaktadır.

Fonksiyon kavramıyla ilgili literatür gözden geçirildiğinde; karşımıza şu sonuç çıkmaktadır. Fonksiyon kavramının oldukça karmaşık ve soyut düzeyde olduğu ve öğrencilerin fonksiyon kavramını anlamakta zorluk çektiği, problem çözümlerinde fonksiyon kavramını unuttukları, göz ardı ettikleri ve bilgilerini harekete geçirmekte zorlandıkları görülmektedir (Aydın, 2000; Dreyfus, 1990; Kieran, 1990; Leinhardt, Zaslavsky ve Stein 1990; Selden, 1992; Tall ve Winner, 1981). Bu nedenle fonksiyonlar konusunu öğrencilerin daha iyi anlayabilmelerini sağlayacak yeni öğretim metotlarına ihtiyaç vardır.

Üstel ve logaritmik fonksiyonlar konusu incelendiğinde öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarını, bu konunun onlara karmaşık gelmesini ve bu konuyu tam olarak öğrenmede başarısız olduklarını Akkuş'un çalışmasında gözlemleyebiliriz: Akkuş'un (2004) çalışmasında gözlemlenen başlıca sonuçlar şunlardır:

- 1) Öğrenciler logaritma ile ilgili kavramları öğrenememektedirler.
- 2) Kavramları karşılaştırma ve gruplama yapamamaktadırlar.
- 3) Kavramlarla ilgili bir anlam ağı kuramamaktadırlar.
- 4) Formülleri ezbere iyi bildikleri halde yorumlayamamaktadırlar.
- 5) Bir sayının logaritması verildiğinde buna bağlı başka bir sayının logaritmasını bulmakta ciddi güçlükleri çekmektedirler.
- 6) Bir tek bilginin doğrudan kullanıldığı sorularda veya bağıntıların hatırlanmasında öğrencilerin başarısı %95'e kadar çıktığı halde, öğrencilerin bilgilerin birden fazlasını birlikte kullanma noktasında başarısız oldukları, bilgi transferi yapamadıkları, ön-şart oluş ilişkilerine dayalı sorularda başarısız oldukları ve başarı oranının %12'ye kadar düştüğü görülmektedir.
- 7) Aynı zamanda, öğrencilerin logaritma fonksiyonunun tanım ve değer kümelerini kavrayamadıkları, pozitif sayıların logaritmalarını pozitif olarak düşündükleri gözlemlenmiştir.
- 8) Benzer şekilde öğrencilerin "Negatif sayıların logaritması tanımsızdır" ifadesinden yola çıkarak bir sayının logaritmasının negatif olamayacağı şeklinde bir yanılgıya da sahip oldukları, logaritmali sayılarda sıralama yaparken logaritma tabanına dikkat etmedikleri ve problem çözme aşamasının son basamağı olan sonucun denenmesi işini yapamadıkları görülmüştür.

Bu noktada öğrencilerin üstel ve logaritmik fonksiyonlar konusunu daha iyi öğrenebilmeleri için yeni bir yöntem ihtiyacı duyulmaktadır. GeoGebra destekli öğretim üzerine yapılan araştırmalarda, GeoGebra destekli öğretimle ders işleyen öğrencilerin geleneksel metotla ders işleyen öğrencilere göre daha başarılı oldukları bilinmektedir (Öztürk, 2012; Sarı, 2012; Selçik ve Bilgici, 2011). Diğer taraftan üstel fonksiyon ve logaritma alanında GeoGebra destekli öğretimi içeren kapsamlı bir çalışmaya rastlanmadığı için ve bir öğretim materyali olarak çalışma yaprağının faydaları da göz önünde bulundurularak, üstel ve logaritmik fonksiyonların grafiği konusunun GeoGebra destekli hazırlanmış çalışma yaprakları ile öğretimin öğrenci başarısı üzerine etkisinin araştırılmasına karar verilmiştir.

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda ortaöğretim 11. sınıf matematik dersine ait “üstel ve logaritmik fonksiyonlar” konusunun öğretiminde, dinamik geometri yazılımı olan GeoGebra’nın kullanımının öğrenci başarısı üzerine etkisinin belirlenmesi ve dinamik geometri ortamlarına yönelik öğrenci görüşlerinin neler olduğunun tespit edilmesi temel problem durumunu oluşturmaktadır.

## **1.2. Problem Cümlesi**

Ortaöğretim 11. sınıf matematik dersine ait “üstel ve logaritmik fonksiyonlar” konusunun öğretiminde, dinamik geometri yazılımı GeoGebra’nın öğrenci başarısı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?

## **1.3. Alt Problemler**

- a) GeoGebra destekli öğretimin yapıldığı deney grubu öğrencileri ile geleneksel öğretimin devam ettiği kontrol grubu öğrencilerinin uygulama başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- b) “Üstel ve logaritmik fonksiyonlar” konusunun öğretiminde, dinamik geometri yazılımı GeoGebra’nın kullanımı konusunda öğrenci görüşleri nelerdir?

## **1.4. Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmanın amacı, ortaöğretim 11. sınıf matematik dersine ait “üstel ve logaritmik fonksiyonlar” konusunun öğretiminde, dinamik geometri yazılımı GeoGebra’nın kullanımının öğrenci başarısı üzerindeki etkisini belirlemek ve öğrenci görüşlerini yansıtmaktır.

## **1.5. Araştırmanın Önemi**

Yapılan çeşitli araştırmalar (Birgin, Kutluca ve Gürbüz, 2007; Birgin vd., 2008; Birgin ve Gürbüz, 2012; Baki ve Özpınar, 2007; Bedir, 2005; Sulak ve Allahverdi, 2002; Tabuk, 2003) bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin başarılarını arttırdığını göstermektedir. Diğer taraftan öğretim programıyla ilgili yapılan çalışmalar, programın birçok sıkıntıyı da beraberinde getirdiğini ve tam olarak uygulanmadığını göstermektedir (Duru ve Korkmaz, 2010; Birgin, 2010). Bu nedenle yeni programda bilgisayar destekli öğretimin kullanıldığı ortamların düzenlenerek uygulandığı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılacak olan bu

araştırmanın dinamik bir geometri yazılımı olan GeoGebra yardımıyla yapılan bilgisayar destekli öğretim boyutu göz önüne alındığında Karakuş'un (2008) şu ifadeleri dikkat çekmektedir: "Öğrencilerin zorlandıkları, anlamadıkları ve dolayısıyla sevmedikleri matematik dersi bilgisayarlar yardımıyla görselleştirilerek ve öğrencinin yaparak öğrenmesini sağlayarak daha anlaşılır ve sonuç olarak öğrenciler tarafından daha sevilir hale getirilebilir." Dinamik geometri yazılımları aracılığıyla iyi oluşturulmuş bilgisayar destekli ortamlar öğretmen ile öğrenci arasında güçlü bir iletişim kurulmasını sağlayabilir. Bu iletişim kurulduğunda öğrenciler matematiğe daha da yaklaşacak, kendilerini matematiksel etkinliklerin içerisine sokarak varsayımda bulunma, genelleme, test etme, reddetme gibi yüksek düzey çalışmalara katılacaklardır. Bu ise doğrudan öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişmesini sağlayacaktır (Baki vd. 2004). Bu yönüyle üstel ve logaritmik fonksiyon konusunda dinamik bir geometri yazılımı olan GeoGebra yardımıyla yapılan bilgisayar destekli öğretimin yapılması önem taşımaktadır.

Akkuş'un (2004) yaptığı çalışmada fonksiyonlar ve grafikleri konusunun bir alt konusu olan üstel ve logaritmik fonksiyonların grafikleri konusunu da öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri, özellikle üstel ve logaritmik fonksiyonların grafiklerini çizmede, anlamada ve üstel ve logaritmik fonksiyonların grafiklerinden cebirsel denklemlere geçiş sağlamada zorlandıkları gözlemlenmiştir. Yine aynı çalışmada öğrencilerin bilgileri ezbere dayalı öğrendikleri belirlenmiştir. Bu sebeplerden dolayı üstel ve logaritmik fonksiyon konusu için yeni bir öğretim şekli geliştirilme ihtiyacı doğmuştur. Bu nedenle, bu konunun öğretimine yönelik yeni yaklaşımların kullanılması, literatüre katkısı olması bakımından önem taşımaktadır.

Reis (2010) tam sayılar konusunda GeoGebra ile öğretimin öğrencilerin başarıları üzerinde anlamlı bir etkisi olup olmadığı incelemiş, çalışma sonucunda, GeoGebra ile öğretimin yapıldığı deney grubundaki öğrencilerin daha başarılı olduklarını, hatırlama düzeylerinin de daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Saha ve arkadaşları (2010) ise düzlem geometrisi konusunun öğretiminde GeoGebra programının ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel başarılarına etkisini yarı deneysel bir çalışmayla araştırmışlardır. Araştırma sonucunda ise gruptaki öğrencilerin başarıları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Yavuz ve Kepceoğlu (2010) limit ve süreklilik kavramlarının öğretiminde GeoGebra'nın öğretmen adaylarının başarısına ve limit ve süreklilik kavramlarını öğrenmelerine anlamlı bir şekilde etki edip etmediğini deneysel bir çalışmayla

incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, GeoGebra destekli öğretim yapılan deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının, kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarına göre daha başarılı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının limit kavramına ilişkin bakış açılarına GeoGebra destekli öğretim yaklaşımının genel olarak olumlu yönde katkısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İlgili literatür incelendiğinde, çeşitli öğretim kademelerinde GeoGebra ile ilgili farklı çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Ancak, ilgili literatürde üstel ve logaritmik fonksiyonlar konusuyla ilgili GeoGebra yardımıyla yapılmış kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

GeoGebra ile yapılan araştırmaların sonuçlarının olumlu olması ve ilgili literatürde üstel ve logaritmik fonksiyonlar konusunda kapsamlı bir çalışmaya rastlanılmaması nedeniyle bu araştırma, GeoGebra'nın üstel ve logaritmik fonksiyonlar konusunun öğretimine katkı sağlayıp sağlamayacağını belirlemede önem arz etmektedir. Dinamik bir geometri yazılımı olan GeoGebra'nın faydaları göz önünde bulundurularak Akkuş'un (2004) çalışmasında da belirttiği gibi üstel ve logaritmik fonksiyonlar konusunda başarısız olan öğrenciler için artık bu konuda GeoGebra destekli çalışma yapıları ve materyaller hazırlanıp, test edilip, kullanıma sunulabilecektir. Ayrıca bu çalışma sadece üstel ve logaritmik fonksiyonlar konusunun öğrenci başarısı üzerine etkisini incelemeyecek, bunun yanında öğrenme ortamının ve buna ilişkin öğrenci görüşlerinin yansıtılması konusunda da alana katkı sağlayacaktır.

## **1.6. Varsayımlar**

Bu araştırma aşağıdaki varsayımları dayanmaktadır:

- a) Araştırmada kullanılan ölçme aracıyla ilgili görüşü alınan öğretmen ve uzmanların objektif ve samimi oldukları,
- b) Deney ve kontrol grubunu sadece bağımsız değişkenin etkilediği,
- c) Uygulanan testlerin tesadüfi hatalardan arınmış olduğu varsayılmıştır.

## **1.7. Sınırlılıklar**

Bu araştırma;

- a) 2014-2015 eğitim-öğretim sonbahar dönemi ile
- b) Uygulama okulunun deney ve kontrol grubundaki 11. sınıf öğrenci sayısı ile
- c) Deney gruplarında kullanılan dinamik geometri yazılımı GeoGebra destekli öğretim materyali ile
- d) “Üstel ve logaritmik fonksiyon” konusuna ait başarı testiyle sınırlıdır.

### 1.8. Tanımlar

*Dinamik Geometri Yazılımı:* GeoGebra, Cabri, Sketchpad gibi geometri için geliştirilmiş özel geometri yazılımları için tanımlanmış ortak terimdir (Moss, 2000).

*Geleneksel Öğretim Yöntemi:* Öğretmenin anlatma ve açıklamalarının ağırlık taşıdığı, yapılan anlatım ve açıklamalara ilişkin olarak öğretmenin öğrencilere sorular yönelttiği ve cevapların istendiği, verilen bilgilerin deney ve uygulamalarla pekiştirildiği bir yöntemdir (Bulut, 2009).

*Bilgisayar Destekli Öğretim:* Öğrencinin bilgisayar başında, göreceği türlü tepkileri göz önünde bulundurarak hazırlanmış ders yazılımı ile karşılıklı etkileşimde bulunarak kendi öğrenme hızına göre kullanabileceği öğretim türü, bu soruna ilişkin uygulama ve araştırma alanıdır (Demirel, Seferoğlu ve Yağcı, 2001).

*GeoGebra:* Açık kaynak kodlu bir dinamik matematik yazılımı olan GeoGebra, Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin (BCS) görselleştirme ve sembolik hesaplama yetenekleri ile bir DGY'nin değişebilirlik ve kullanım kolaylığı yeteneklerini birleştirmektedir. Böylece geometri, cebir hatta analiz matematiksel disiplinleri arasında bir köprü görevi görmektedir (Hohenwarter ve Jones, 2007).

## 2. LİTERATÜR

Bu bölümde teknoloji destekli matematik öğretimi, ortaöğretim matematik programında bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılması ve matematik öğretiminde kullanılan teknoloji destekli yazılımlar ile ilgili bilgi verilecektir. Bunun yanında, üstel ve logaritmik fonksiyonlar ve dinamik geometri yazılımı olan GeoGebra ile ilgili bazı araştırmalara yer verilecektir.

### 2.1. Teknoloji Destekli Matematik Öğretimi

Çağımız, bilgisayar kullanımının yoğunluğundan ”Bilgisayar, internet ve uzay çağı” olarak nitelendirilmektedir. Bu yüzden teknolojik kaynaklardan eğitimde yoğun biçimde yararlanılması gerektiği geniş bir kabul görmüştür (Hızal, 1989). Eğitimde bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) yatırımları artmakta ve BİT artık okul kültürünün bir parçası haline gelmektedir. BİT’in eğitime etkisini Aşkar ve Olkun (2005) şöyle ifade etmişlerdir:

- a) Diğer eğitim araç ve gereçlerinden farklı olarak BİT’in kullanımının öğrenilmesi öğrencileri yaşama hazırlama açısından önemlidir. Bu açıdan bakıldığında BİT, bir amaç olarak okul programlarının bir parçası olmuştur.
- b) BİT’in öğrenme-öğretme etkinliklerinde kullanılması BİT’i vazgeçilmez bir araç niteliğine dönüştürmüştür.
- c) BİT, öğretmenin eğitimdeki rolünü de değiştirmektedir; öğretmenin artık BİT ile ilgili bilgi ve beceriler kazanması gereklilik haline gelmiştir.

Baki (2002) bilgisayar destekli öğretim yaklaşımlarının özelliğini; öğrenme ortamının etkileşimli yazılımlarla zenginleştirildiği, her öğrencinin kendini rahatlıkla ifade ettiği, öğrenme ürünlerini ve becerilerini aktif olarak sergileyebildiği şeklinde özetlemiştir. Bilgisayarların eğitim-öğretim ortamında kullanılması, daha etkili ve kalıcı bir öğretimi sağlayabilir. Eğitime olan talebin ve öğrenci sayısının hızla artması, bilgi miktarının çoğalması ve içeriğinin karmaşık hale gelmesi, bireysel yeteneklerin ve farklılıkların giderek



daha çok önem kazanması gibi gerekçeler, eğitimde bilgisayar kullanımını zorunlu hale getirmiştir (Çiftçi, 2006; Hangül, 2010; Tor ve Erden, 2004).

Bilgisayar destekli öğretim (BDÖ), öğrencinin bir bilgisayar başında, göstereceği türlü tepkileri göz önünde bulundurarak hazırlanmış ders yazılımı ile karşılıklı etkileşimde bulunarak kendi öğrenme hızına göre çalışabileceği öğretim türü, bu soruna ilişkin uygulama ve araştırma alanı olarak tanımlanabilir (Demirel vd., 2001). Bilgisayarlar, eğitim ortamları için bir lüks değil aksine bir gerekliliktir, çünkü bilgisayar destekli eğitim ortamının, öğrencinin bilgisini ve konunun anlaşılabilirliğini arttırdığı görülmektedir. Arslan (2006) eğitim-öğretimde bilgisayarlardan okul içi ve okul dışında faydalanabileceğini belirterek bu uygulamaların farklılıklar göstererek hem öğretmen hem de öğrenci merkezli öğrenme ortamlarının birer unsuru olarak ele alınabileceğini ifade etmiştir. Bilgisayar kullanımının öğrencinin derse bakışı ve tutumu açısından pozitif katkıda bulunduğu birçok kez rapor edilmiştir (Hannafin ve Scott, 2001). Bilgisayar, öğrenme materyallerinin görselleştirilmesini, görselleştirme ise; öğrencilerin derse karşı ilgilerinin artmasını sağlar. Buna bağlı olarak öğretim kolaylaşarak daha zevkli hale gelir. BDÖ ayrıca öğrenmenin hızlanmasını ve daha kalıcı olmasını sağlamaktadır (Hangül, 2010).

Bilgisayar destekli öğretimin öğrenciler için hedeflenen genel amaçları ve önemi kısaca şunlardır (Tor ve Erden, 2004; Çiftçi, 2006):

- a) Öğrencinin ileri düzeyde düşünme becerisinin geliştirilmesini desteklemek,
- b) Grup çalışmalarını desteklemek,
- c) Hipotez kurmaya cesaretlendirmek,
- d) Mantık yoluyla problemlere çözüm bulmayı desteklemek,
- e) Öğrencinin motivasyonunu artırmak,
- f) Öğrencinin bilimsel düşünme yeteneğini geliştirmek,
- g) Öğretim yöntemlerini geliştirmek,
- h) Öğrencinin kendi kendine öğrenme yeteneklerini geliştirmektir.

Dünyada yaşanan gelişmelere paralel olarak ülkemizde de ilköğretim ve ortaöğretim matematik öğretim programları yeniden yapılandırılmıştır. Yapılandırılan yeni matematik öğretim programında BDÖ'nün öğrencilere anlamlı matematik öğrenme deneyimleri sağlayacağı belirtilmektedir. Bu nedenle BDÖ'nün matematik derslerine entegre edilmesi önerilmektedir (Çakıroğlu vd., 2008). NCTM (2000), yüksek kalitede matematik eğitimi için

6 temel ilkeden birini “teknoloji ilkesi” olarak belirlemiş olmakla beraber, teknoloji kullanımını hem desteklemekte hem de bu kullanıma rehberlik etmektedir. *Okul Matematiği Standartları ve İlkelerinde*, “Matematik eğitimi ve öğretimi için teknoloji kullanımı kesinlikle gereklidir ve teknoloji kullanımı öğrencilerin matematiği öğrenmelerine katkıda bulunur.” denilmektedir. Bu nedenle matematik öğretiminde teknoloji kullanımı önem arz etmektedir.

Etkili bir matematik eğitimi için bilgisayarların en önemli rolü soyut kavramların somutlaştırılarak öğrenilmesini kolaylaştırmasıdır (MEB, 2005; Baki, 2002). Öğrenmenin etkili olabilmesinde, öğrencilerin etkinliklere aktif olarak katılma istekleri rol oynar. Bu anlamda matematik derslerinde bilgisayarın etkili kullanımının, öğrencilerin etkinliklere katılma isteklerini artırdığı bilinmektedir. Dolayısıyla BDÖ, matematik konu ve kavramların birçoğunda öğrenci başarısına olumlu katkı sağlayacaktır (Gürbüz, 2007).

Matematik; düşünmeyi, hayal etmeyi, bir şekil üzerinde farklı birçok özelliği görebilmeyi gerektirir. Bunda ise sadece kâğıt kalem kullanma, tahta üzerine çizilen şekiller yeterli olamamıştır (Bulut, 2004). Tahta üzerine çizilecek şekiller bazen çok karmaşık olup, yeterli renklendirme yapılamayıp, yeterli sürede çizilememektedir. Bu açıdan kesinlikle derslerde bilgisayar desteğine başvurulmalıdır. Bilgisayar ile şekiller sürüklenip döndürülebilmekte, ya da prizma, piramit gibi cisimler açılıp kapatılabilmektedir. Tabi bunları gören öğrenci, hem yorum yapabilecek hem de hayal gücünü kullanabilecektir (Rıza, 1995). Ayrıca BDÖ öğrencilerin kendi öğrenme hızlarına göre çalışabilmelerine ve ihtiyaç duyduklarında konuyu tekrar etmelerine imkân vermektedir. Bilgisayar destekli matematik derslerinde grup çalışmaları ile oluşan sosyal ortamda öğrenciler matematiksel etkinlikler üzerine yorum yapabilmekte, arkadaşları ile tartışarak fikir paylaşımı yapabilmektedirler (Baki, 2006).

Öğrenciler tarafından daha çok oyun amaçlı kullanılan bilgisayarlar, matematik derslerine kanalize edilirse dersten kopuk bir takım öğrenciye daha ulaşılabilir. Bilgisayarların araç olarak kullanıldığı bir ortamda, bu araçların kullanımı ile oluşturulabilen örneğin nesnelerin hareketli olması gibi özellikler, matematiksel ilişkilerin incelenmesinde ve inşa edilmesinde ayrıca inşa yörüngelerinin keşiflerinde öğretmenlere yardımcı olabilir (Trigo ve Perez, 2010). Böyle bir ortamda öğrenci karmaşık problemleri çözebilir, çözüm yolları geliştirebilir, analiz yapabilir, varsayımda bulunarak genellemeler yapabilir. Daha da önemlisi kendine özgü tasarımlarda bulunarak yeni olguları keşfedebilir (Baki, 1996).

Kısacası, bilgisayar destekli öğretim; öğrenme ortamlarını zenginleştirir, öğrencinin kendini aktif şekilde ifade edebilmesini sağlar, kalıcı öğrenmeyi sağlar, öğrenme türü ve hızı bakımından bireysel farklılıklara hitap eder, konuları görselleştirerek anlaşılabilirliğini artırır, öğretimi zevkli hale getirir ve soyut kavramları somutlaştırır. Tüm bu nedenlerden dolayı matematik öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin katkısı büyüktür.

### **2.1.1. Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı (OMDÖP)**

#### **Kapsamında Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin Kullanımı**

Toplumsal değişim ve gelişimin giderek ivme kazandığı, bilgi ve iletişim teknolojilerinin insan hayatının her anını etkilediği bir çağda yaşamaktayız. Yeni bilgiler, fırsatlar ve araçlar matematiğe bakış açımızı, matematikten beklentilerimizi, matematiği kullanma şeklimizi ve hepsinden önemlisi matematik öğrenme ve öğretme süreçlerimizi yeniden şekillendirmektedir. Teknolojik gelişmelerle birlikte daha önceki kuşakların karşılaşmadığı yeni problemlerle karşılaşılan günümüz dünyasında, matematiğe değer veren, matematiksel düşünme gücü gelişmiş, matematiği modelleme ve problem çözmeye kullanabilen bireylere her zamankinden daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çerçevede tasarlanan lise matematik öğretim programı; öğrencileri kişisel, sosyal ve mesleki hayata hazırlamayı ve yükseköğretimde gerekli olan temel matematiksel bilgi ve becerilerle donatmayı amaçlamaktadır (MEB, 2013).

Ortaöğretim matematik dersi öğretim programının geliştirmeyi hedeflediği matematiksel beceri ve yeterliliklerden biri de ‘bilgi ve iletişim teknolojilerini (BİT) yerinde ve etkin kullanma’dır. MEB 2013 öğretim programında bu becerinin bazı göstergeleri şu şekilde özetlenmiştir: Günümüzde bilgi ve iletişim teknolojileri büyük bir hızla gelişmekte ve anlamlı matematik öğretimi için yeni fırsatlar oluşturmaktadır. Bilgisayar teknolojisinin sürekli gelişmesi sonucunda; öğretim yazılımlarının hem niteliği hem de niceliği artmakta, alternatifler sürekli çoğalmaktadır. Örneğin; dinamik geometri yazılımları sayesinde öğrenciler geometrik çizimler oluşturabilmekte ya da öğretmenin hazırladığı dinamik geometrik şekiller üzerinde etkileşimli incelemeler yapabilmektedir. Öte yandan internet üzerinde, öğretmenlerin yararlanabileceği kaynaklar da her geçen gün artmakta, Türkçe ve diğer dillerdeki çeşitli ders planlarına ve sınıfta kullanılacak etkileşimli uygulamalara erişilebilmektedir (MEB, 2013).

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin bilinçli kullanımı, teknolojinin matematik becerilerinin öğretilmesinin yerini almasını değil; aksine, beceri seviyelerini gözetmeksizin tüm öğrencilere matematiksel düşünceyi ulaşabilir kılmayı amaçlamaktadır. Örneğin, BİT, sınırlı matematik bilgisi ve sınırlı sembolik ve sayısal işlem yapma becerisine sahip öğrencilere, problem çözme sürecine dâhil olma olanağı vermektedir. Bu bağlamda kullanılacak uygun araçlar, öğrencileri uzun ve birbirini tekrar eden hesaplamalardan kurtarabilir, çoklu ortam ve temsillerin kullanılmasını teşvik edebilir. Farklı teknolojiler, özellikle de farklı yazılımlar modelleme ve problem çözme sürecinin değişik aşamalarını desteklemekte; çoklu temsillere (sayısal, cebirsel, grafik) imkân sağlayarak öğrencilerin matematiksel durumları daha iyi anlamalarına ve farklı düşünme yollarını tecrübe ederek bunların sonuçlarını daha hızlı bir şekilde değerlendirmelerine imkân sağlamaktadır. Diğer bir deyişle, bilgi ve iletişim teknolojilerinin etkili kullanımıyla öğrenciler gerçek/gerçekçi matematik problemleri üzerinde çalışabilir ve uzun işlemlerden kazanacakları zamanı akıl yürütmede ve yaratıcı düşünmede kullanabilirler. Bu çerçevede, öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojilerini yerinde kullanmayı öğrenmesine önem verilmelidir (MEB, 2013).

Ortaöğretim matematik eğitiminde sıklıkla kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri şu başlıklar altında özetlenebilir: (dinamik) geometri yazılımları; grafik çizim yazılımları; elektronik tablo yazılımları; (grafik) hesap makineleri; akıllı tahta ve tabletler; elde taşınabilir veri toplama cihazları ve bunlara bağlanarak kullanılan algılayıcılar; bilgisayar cebir sistemleri; (dinamik) istatistik yazılım ve simülasyonları; oyunlar ve mikro dünyalar ve internet (www tabanlı uygulamalar ve sanal manipülatifler).

2013 OMDÖP'e göre BİT'in matematik öğreniminde etkin kullanabilmeleriyle ilgili öğrencilerin aşağıdaki kazanımlara sahip olması beklenmektedir:

- Grafik hesap makinesini yerinde ve etkin kullanma,
- Elektronik tablo yazılımlarını yerinde ve etkin kullanma,
- Dinamik matematik / geometri yazılımlarını yerinde ve etkin kullanma,
- Matematik öğretimi için geliştirilen uygun kaynakları (web sitesi, animasyon, uygulama vb.) yerinde ve etkin kullanma,

- Matematikle ilgili konularda ihtiyaç duyacağı bilgi, video, uygulama vb. kaynaklara ulaşmada interneti yerinde ve etkin kullanma.

2013 OMDÖP'ün felsefesi ve ortaya koyduğu amaçlar dikkate alındığında matematik konularının öğretiminde öğrencilerin varsayımda bulunmalarına, problem çözmelerine ve akıl yürütmelerine ve keşfetmelerine ve kavramsal öğrenmelerine katkı sağlayacak olan BİT'in öğretim sürecinde etkin kullanılmasını öngörmektedir. Yeni öğretim programıyla öğrenciler cebirsel beceri gerektiren soruları daha kolay yapabilecek, farklı öğretim ortamlarıyla konuları daha kolay anlayabileceklerdir. Bu yönüyle matematik öğretiminde teknoloji destekli öğretim yazılımlarının ve programının kullanılması ön plana çıkmaktadır (MEB, 2013).

## **2.2. Matematik Öğretiminde Kullanılan Teknoloji Destekli Yazılımlar**

Yapılan birçok araştırma matematik öğretiminde teknolojinin gerekli olduğunu göstermektedir (Arslan, 2006; Aşkar, 1992; Baki, 2002; Bedir, 2005; Fulton, Glen ve Valdez, 2003). Teknolojinin gelişim ve değişim sürecinde, matematik bilgisini üretilip kullanmaya bağlı olarak, bilgi ekonomisinin ana kaynağı olan yazılım teknolojisi gelişimini sürdürmektedir. Yazılım teknolojisinin hızla gelişmesi, matematik öğretiminde anlamlı öğrenme için yeni ortamlar sağlamanın yanı sıra bilgisayar destekli matematik öğretiminde de yazılım bileşeninin ortamda yer almasını sağlamaktadır. Matematiğin soyut düşünceleri sistematik bir bilgi olarak ifade edilmesi tanımı göz önüne alındığında, yazılımların görselleştirme özelliği bu soyutluğun kısmen giderilmesinde önemli rol alacağı söylenebilir (MEB, 2005; Kutluca, 2009).

Matematik alanında kullanılan ilk yazılımlar Bilgisayar Cebiri Sistemleri (BCS) olan Derive, Mathematica, Maple, Livemath, Tangible Math gibi yazılımlardır. Teknolojinin hızla değişimi matematik öğretiminde alternatif yazılım seçeneklerini geliştirmiştir. BCS'nin yanında dinamik geometri yazılımları (DGY) da yapısalıcı öğrenme kuramı ışığında öğretim ortamında bulunmaktadır (Zengin, 2011).

Bilgisayar teknolojisinin geometri öğretimine yansımaları olan dinamik geometri yazılımlarının ifadesi, Cabri Geometry, Geometer's Sketchpad, Cinderella gibi geometri için geliştirilmiş yazılımların ortak adı olarak düşünülebilir. DGY geometri eğitimi öğrenciyi dinleyip pasif olduğu bir yapıdan kurtararak, kavramları görselleştirerek öğrencilere dinamik

bir ortam sağlamıştır (Güven ve Karataş, 2003). DGY'lerin ortak özelliği matematiksel yapıları oluşturduktan sonra bu yapılara ait nesnelere serbestçe hareket ettirerek oluşan değişikliklerin aynı anda görülmesine fırsat vermesidir (Baydaş, 2010). DGY geometri eğitimi alanına, geometriyi 'statik' bir yapıya sahip olan kâğıt-kalem sürecinden kurtarıp bilgisayar ekranında dinamik bir hale getirerek öğrencilerin varsayımda bulunmalarına, teorem ve ilişkileri keşfetmelerine ve bunları test etmelerine imkân sağlamıştır (Güven ve Karataş, 2003). Bilgisayarı dinamik yazılımlarla kullanarak kazanımımıza uygun hale getirip eğitim öğretimde kullanmak zamandan tasarruf sağlarken, görselliği, dinamikliği ve değiştirilebilir olmasıyla daha kalıcı bir öğrenme sağlayacaktır (Wenglinsky, 1998).

DGY ile temel geometrik elemanlar yardımıyla geometrik yapılar kolaylıkla elde edilebilir. Geometrik yapılara sabitler, değişkenler tanımlanabilir ve aralarında ilişkiler kurulabilir. Dinamik özelliğinden dolayı elemanların yerleri değiştikçe yapı da değişmektedir (Zengin, 2011). Dinamik geometri ortamları sadece şekillerin inşası değil, öğrencilerin algıları, hareketleri, mimikleri ve kullandıkları dili de içerip ayrıntılı öğrenmeyi sağlayan bir etkileşime sahiptir (Arzarello, Olivero, Paola ve Robutti, 2002). Güven (2002), yaptığı araştırmasında öğrencilerin geleneksel ortamda matematik ve geometriyi ezberlenmesi gereken formüller yığını ve yeri geldiğinde bu formülleri kullanabilme becerisi olarak görürlerken, DGY ile tanışmalarından sonra fikirlerinin değiştiğini ve geometriyi araştırılması gereken ilişkiler bütünü olarak görmeye başladıklarını belirlemiştir. Ayrıca öğrencilerin bu derse olan tutumlarının arttığı gözlemlenmiştir. Dinamik yazılımlar özellikle yaparak öğrenmeyi ve öğrencilerde bilgiyi keşfetme sürecini destekler. Bilgisayar destekli ortamlar, öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirmede önemli bir rol üstlenmektedir. Çünkü geometri öğretiminde gerçek objeleri veya objelerin simülatif gösterimlerini sunan dinamik yazılımlar, öğrencilerin matematiği daha iyi anlamasını ve zihinde canlandırmasını sağlamaktadır (Clements, 1999). Bu bağlamda, bu araştırma kapsamında üstel ve logaritmik fonksiyonların öğretiminde DGY'nin kullanılmasına önem verilmiştir.

### **2.2.1. Bir Dinamik Geometri Yazılımı: GeoGebra**

GeoGebra, geometri, cebir ve analizi birleştiren, tüm eğitim seviyeleri için kullanılabilen dinamik matematiksel yazılım programını temsil eder (Antohe, 2009). GeoGebra, 2001 yılında Markus Hohenwarter tarafından Salzburg Üniversitesi'nde master

tezi olarak çalışılan ve hazırlanan daha sonra uluslar arası bir grup tarafından geliştirilen interaktif bir matematik yazılım programıdır. Ayrıca sanal olarak java tabanlı bir yazılım olduğundan geniş spektrumlu bir platformda çalışmaktadır (Dikovic, 2009; Hohenwarter, 2006).

GeoGebra denklem ve koordinatları doğrudan girebilme, fonksiyonları cebirsel tanımlama gibi sembolik ve görselleştirme özelliğinden dolayı bir Bilgisayar Cebiri Sistemi olarak tanımlanabilir. GeoGebra arka planında sayılar, vektörler ve noktalar için değişkenlerle uğraşan, fonksiyonların türev ve integrallerini bulabilen ve asimptot alan, tepe noktası gibi matematiksel komutlar içeren sade bir bilgisayar cebiri sistemidir (Hohenwarter ve Jones, 2007). Aynı zamanda nokta, doğru parçaları, doğrular ve konik kesitleri gibi kavramları barındırıp bu kavramlar arasında dinamik ilişkiler sağladığından dolayı Dinamik Geometri Yazılımı olarak da tanımlanır (Antohe, 2009; Dikovic, 2009; Hohenwarter ve Jones, 2007). GeoGebra programının en belirgin özelliği bütün parametrelerin fare ile hem sürüklenmesi hem de izlenebilmesidir. Böylece öğrenci etkinliklerdeki bütün değişimleri ve eşitlikleri ekranda görebilmektedir. Diğer bir özellik ise, programda yer alan “inşa protokolü” sekmesi ile yapılan çalışmaların istenildiğinde yeniden yapılandırılabilmesidir. Ayrıca öğrenciler her ne zaman etkinliği silmek ya da değiştirmek isterse yaptığı bütün değişiklikleri cebir penceresinde görebilmektedir (Hohenwarter, 2004). Matematik eğitiminde geometri ve cebir arasındaki ilişkiyi kurmadaki kabiliyeti GeoGebra’yı okul müfredatında önemli bir değer haline getirmektedir (Hohenwarter ve Jones, 2007).

Açık kaynak kodlu GeoGebra yazılımının avantajlarını Dikovic (2009) şöyle sıralamaktadır:

- Grafik hesap makinesiyle karşılaştırıldığında kullanımı daha kolay bir yazılımdır. Basit kullanışlı bir ara yüze sahip olan GeoGebra birçok dile çevrilmiş menüler, komutlar ve yardım içeriği sunmaktadır.
- Öğrencilerin matematik projelerini ve çoklu temsilleri, deneyim ve keşfederek öğrenme yoluyla desteklemektedir.
- Ara yüzü uyarlanabilir olduğundan öğrenciler kendi çalışma sayfalarını kişiselleştirebilirler.

- GeoGebra öğrencilere daha anlamlı bir matematiksel öğrenme kazanmalarına yardım etmek için tasarlanmıştır. Öğrenciler nesnelerin yerini değiştirerek veya sürgüyü hareket ettirerek değişiklikleri istedikleri yönde yaparlar. Bağımsız nesnelere hareket ettirdiklerinde bağımlı nesnelerin nasıl etkilendiğini gözleyebilirler. Dinamik ortamda elde edilen bu kazanımlar öğrencilerin problem çözmelerine fırsat sunmaktadır.
- Öğretmenin rolü matematiksel bilgiyi öğrencilere aktarma değil, onlara kendi zihinsel yapılarını besleyecek ortamlar oluşturmaktadır. Bu durumda GeoGebra işbirlikçi öğrenmede iyi fırsatlar sunmaktadır.
- Cebir girişi kullanıcılara komut satırı yoluyla yeni nesnelere oluşturabilme veya oluşturduğu nesnelere değiştirebilme olanağı sağlamaktadır. Ayrıca, bu çalışma sayfaları web ortamında kolaylıkla yayınlanabilmektedir.
- GeoGebra, öğretmenlere teknolojiyi sınıfta kullanabilme ve matematiği etkileşimli ortamlara taşıma gibi olanakları da sunmaktadır.
- Açık kaynak kodlu GeoGebra yazılımı [www.GeoGebra.org](http://www.GeoGebra.org) resmi sitesinden ücretsiz bir şekilde indirilebilmektedir.

GeoGebra'nın sunduğu avantajları kısaca özetleyecek olursak; GeoGebra dinamik özelliği sayesinde öğrencilere etkileşimli bir öğrenme ortamı sunmaktadır. Öğrencilerin soyut olarak algıladığı bilgilerin somutlaştırılmasını sağlar ve böylelikle anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlar. Basit ve kullanışlı bir ara yüze sahiptir. GeoGebra'nın tüm bu özelliklerinden dolayı bu çalışmada üstel ve logaritmik fonksiyonların öğretiminde GeoGebra'nın kullanılması tercih edilmiştir.

### 2.3. Konuyla İlgili Araştırmalar

Bu bölümde fonksiyon çeşitleri ve grafiklerle ilgili araştırmalara, özel olarak üstel fonksiyon ve logaritma ile ilgili araştırmalara ve GeoGebra ile ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

Genel (1998) yaptığı çalışmada, lise 1. sınıflarda, ikinci dereceden fonksiyonların grafikleri ile ilgili problem çözme becerisinin geliştirilmesinde, bilgisayar destekli eğitimin



başarılı ve başarısız öğrenciler üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma 1997-1998 eğitim-öğretim yılı 2. döneminde Kırıkkale Anadolu Teknik, Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi 9. sınıfta okuyan 64 öğrenci üzerinde yapılmıştır. Araştırmada kontrol gruplu öntest, sontest modeli uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin ikinci dereceden fonksiyonların grafikleri ile ilgili problem çözümedeki erişim puanı ile kontrol grubundaki öğrencilerin erişim puanları arasındaki farkın bilgisayar desteği alan öğrenciler lehine anlamlı olduğu, bu farkın başarılı öğrencilerde çok düşük olmasına rağmen başarısız öğrencilerde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu araştırmadan çıkarabileceğimiz sonuç, başarılı öğrenciler genel olarak her ortamda konuyu anlayabiliyorlarken, bilgisayar destekli öğretim başarısız öğrencilerin konuyu daha iyi anlayabilmeleri için alternatif bir yol olmuştur. Böylelikle, başarısız öğrencilerin de öğrenmesi sağlanmıştır.

Delice (2003) İngiltere ve Türkiye'deki matematik eğitim programlarını trigonometri konusu açısından karşılaştırdığı çalışmasında İngiltere'de eğitim gören öğrencilerin uygulamaya dönük çözümler geliştirirken Türkiye'deki öğrencilerin soyut bilgiyi kavramaya yönelik çözümler ürettiklerini belirtmiştir. Aynı çalışmada İngiltere'deki bilgisayar destekli matematik öğretiminin birçok örneklerinin sınıflarda gözlemlendiği belirtilmektedir. Bu araştırmadan çıkaracağımız sonuç, bilgisayar destekli öğretimde öğrenciler uygulayarak öğrendikleri için öğrendikleri bilgileri uygulama aşamasında zorlanmamışlardır, fakat Türk öğrenciler bilgiyi ancak soyut olarak gözlemleyebildikleri için, öğrendikleri bilgileri uygulamaya geçirmede yetersiz kalmışlardır, yani, bilgiyi ezberlemiş, ancak anlayamadıkları için, uygulayamamışlardır.

İnce'nin (2008), *İnteraktif Tahta ve Grafik Yazılımı Kullanımıyla Öğrencilerin Kuadratik Denklem Öğrenmesi* adlı çalışmasının amacı interaktif tahta ve bilgisayar teknolojisinin ikinci derece denklem grafikleri konusundaki Türkçe-Matematik branşı mezunu öğrenciler üzerindeki etkisini ölçmektir. Araştırmada deneysel desen kullanılmıştır. Deney grubunda interaktif tahta ve bilgisayar ile konu anlatılırken, kontrol grubunda geleneksel yöntemle konular işlenmiştir. Grafik başarı testi öntest, sontest ve gecikmeli sontest olarak her iki gruba da uygulanmıştır. Araştırmanın sonunda, her iki grubun da başarısının arttığı görülmüştür. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin problemleri çözerken farklı çözüm stratejileri kullandıkları görülmüş, fakat deney grubundakilerin grafikleri daha iyi yorumladıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca, akıllı tahta ve bilgisayar kullanımı öğrencilerin

matematiğe karşı olumlu tutum sergilemelerini sağlayarak matematiği daha iyi öğrenmelerine yardımcı olmuştur.

Akkuş (2004) genel liselerde 10. sınıfta okutulan logaritma konusunun öğretiminde öğrenci yanlışlarını araştırmıştır. Çalışma Konya il merkezinde bulunan 8 genel lisede 10. sınıfta okuyan 475 öğrenci üzerinde yürütülmüştür. Araştırmada şu kavram yanlışları gözlemlenmiştir: Öğrenciler logaritma ile ilgili kavramları öğrenememektedirler, kavramları karşılaştırma ve gruplama yapamamaktadırlar, formülleri ezbere iyi bildikleri halde yorumlayamamaktadırlar, bir sayının logaritması verildiğinde buna bağlı başka bir sayının logaritmasını bulmakta ciddi güçlük çekmektedirler. Bir tek bilginin doğrudan kullanıldığı sorularda veya bağıntıların hatırlanmasında öğrencilerin başarıları %95'e kadar çıktığı halde, öğrencilerin bilgilerin birden fazlasını birlikte kullanma noktasında başarısız oldukları, bilgi transferi yapamadıkları, ön-şart oluş ilişkilerine dayalı sorularda başarısız oldukları ve başarı oranının %12'ye kadar düştüğü görülmektedir. Aynı zamanda, öğrencilerin logaritma fonksiyonunun tanım ve değer kümelerini kavrayamadıkları, pozitif sayıların logaritmalarını pozitif olarak düşündükleri gözlemlenmiştir. Benzer şekilde öğrencilerin "Negatif sayıların logaritması tanımsızdır" ifadesinden yola çıkarak bir sayının logaritmasının negatif olamayacağı şeklinde bir yanlışlığa da sahip oldukları, logaritmalı sayılarda sıralama yaparken logaritma tabanına dikkat etmedikleri ve problem çözme aşamasının son basamağı olan sonucun denenmesi işini yapamadıkları görülmüştür.

Çetin (2004) keşfederek ve uygulayarak logaritma öğretimini içeren bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmanın amacı, keşfederek ve uygulayarak logaritma öğretiminin lise öğrencilerinin matematik başarıları üzerine etkisini ve öğrencilerin bu öğretim yöntemi hakkında tutum ve görüşlerini araştırmaktır. Çalışma, Etimesgut Anadolu Lisesi'nden 118 dokuzuncu sınıf öğrencisiyle 2001-2002 öğretim yılı, ilkbahar döneminde yürütülmüştür. Çalışmada, deney gruplarına keşfederek ve uygulayarak logaritma öğretimi etkinlikleri (KULE), deney gruplarına ise geleneksel matematik öğretimi yöntemleri uygulanmıştır. Çalışma 3 hafta sürmüştür. Çalışmada keşfettirici çalışma yapıları ve grafik çizebilen hesap makineleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; KULE ve kontrol gruplarının logaritma başarı puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bununla birlikte, cinsiyet ve alan seçiminin logaritma başarı testi puanları üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı görülmüştür. Cinsiyetin, KULE hakkında öğrenci görüş ve tutumlarını ölçen anket puanları üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı saptanmıştır, fakat öğrencilerin matematik notlarının ve

alan seçimlerinin öğrenci görüş ve tutum puanları üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu belirlenmiştir.

Şeker'in (2014) yaptığı çalışma 9. sınıf geometri dersi müfredatında yer alan çember ve daire öğrenme alanında, dinamik matematik yazılımı GeoGebra'nın öğrenci ders başarısına ve öz-yeterliliğine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaç için, çalışma grubu Konya'nın Derbent ilçesinde bulunan bir lisede öğrenim gören öğrencilerden seçilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunda 25'i deney, 25'i kontrol grubu olmak üzere toplam 50 öğrenci yer almıştır. Kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemi ile dersler işlenirken, deney grubunda ise GeoGebra yazılımı ile bilgisayar destekli öğretim yöntemiyle dersler işlenmiştir. Çalışmanın deseni öntest ve sontest kontrol gruplu yarı deneysel yöntemdir. Üç hafta süren uygulamaların ardından elde edilen verilerin analizi sonucu deney ve kontrol gruplarının başarıları arasında GeoGebra yazılımı yardımıyla ders işleyen deney grubu lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Ayrıca, GeoGebra yazılımı ile bilgisayar destekli öğretim öğrencilerin geometri öz-yeterliliklerini de pozitif yönde etkilemiştir.

Kan'ın (2014) çalışmasının amacı, GeoGebra destekli öğretimin öğretmen adaylarının Lineer Cebir dersine ait bazı konulardaki akademik başarıları üzerine etkisini incelemektir. Çalışma 2013-2014 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinin İlköğretim Matematik Öğretmenliği programının 2. sınıfına kayıtlı 68 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Nicel yöntemlerin kullanıldığı bu çalışmada öntest, sontest kontrol gruplu yarı deneysel desenlerden eşleştirilmiş desen kullanılmıştır. Bu çalışmada ölçme aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen LCBT hem öntest hem de sontest olarak kullanılmıştır. Ayrıca asıl uygulamalar sonunda GeoGebra yazılımının Lineer Cebir kavramlarını birbirleri ile ilişkilendirme ve bu kavramların geometrik özellikleri ile cebirsel özellikleri arasında ilişkileri keşfetme üzerine etkisini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen Geometrik Temsil ve İlişkilendirme Testi uygulanmıştır. GeoGebra destekli uygulamalar sayesinde öğretmen adaylarının Lineer Cebir dersine ait Vektör, Matris Cebiri, Lineer Denklem Sistemleri ve Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konularındaki akademik başarı düzeyleri arasında deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuştur. GeoGebra destekli uygulamalar sayesinde öğretmen adaylarının Lineer Cebir kavramlarını birbirleri ile ilişkilendirme ve bu kavramların geometrik özellikleri ile cebirsel özellikleri arasında ilişkileri keşfetme becerileri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur.

Birgin, Özkaya ve Duru (2014)'nin yaptığı araştırmada, ikinci dereceden fonksiyonların grafikleri konusunun öğretiminde GeoGebra kullanımına yönelik öğrenci görüşlerini değerlendirilmektedir. Bu araştırma, özel durum çalışması yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. Bu amaç kapsamında Kütahya ilinde bir ortaöğretim kurumunun 10. sınıfında öğrenim gören 37 öğrenciye ikinci dereceden fonksiyonların grafikleri konusu dinamik geometri yazılımı olan GeoGebra kullanılarak öğretim yapılmıştır. Uygulama sonunda GeoGebra destekli öğretim uygulaması ile ilgili görüşler alınmıştır. Araştırmada öğrencilerin büyük çoğunluğunun GeoGebra destekli öğretiminin dersi görsel olarak zenginleştirdiği, konu hakkında daha iyi ve kalıcı öğrenmeler sağladığı, eğlenceli ve ilgi çekici olduğu, ezberciliği ortadan kaldırdığı ve anlayarak öğrenme sağladığı yönünde görüş beyan ettikleri belirlenmiştir. Araştırmada GeoGebra destekli öğretiminin ikinci dereceden fonksiyonların cebirsel ve grafiksel gösterimi arasında geçişi kolaylaştırdığı ve soyut kavramları görsel olarak somutlaştırdığı, anlamlı öğrenme fırsatı sunduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Uzun'un (2014) araştırmasında, dinamik geometri yazılımı GeoGebra'nın öğrencilerin matematik derslerindeki akademik başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisi incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, 7. sınıf matematik dersi "Dörtgenel Bölgelerin Alanı", "Çemberin ve Çember Parçasının Uzunluğu" ve "Dairenin ve Daire Diliminin Alanı" konuları, GeoGebra ile hazırlanmış etkinlikler yardımıyla işlenmiştir. Bu araştırma yarı deneysel bir çalışmadır. Bu araştırmanın örneklemini, Kastamonu ilinde 7. sınıfta öğrenim görmekte olan, deney grubundan 19 ve kontrol grubundan 23 olmak üzere toplam 42 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırma haftada 4 ders saati olmak üzere toplam 12 saat sürmüştür. Bu çalışmada gruplara, araştırmacı tarafından geliştirilmiş 28 maddelik başarı testi ve geometriye yönelik tutum testi öntest ve sontest olarak uygulanmıştır. Çalışma süresince deney grubundaki öğrenciler GeoGebra ile hazırlanmış etkinlikler yardımı ile öğrenim görürken, kontrol grubu öğrencileri aynı konuları yapılandırmacı öğretim ortamında işlemeye devam etmişlerdir. Araştırmanın sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarına uygulanan yöntemlerin her ikisinin de öğrenci başarısını artırdığı, ancak gözlenen bu artışın bilgisayar destekli öğretim gören deney grubunda daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca gruptaki öğrencilerin geometriye yönelik tutum ölçeği sonuçları değerlendirildiğinde, GeoGebra programı kullanan deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir.

Sümen'in (2013) yaptığı araştırmasında simetri konusunun GeoGebra yazılımıyla öğretiminin öğrencilerin matematik başarısına ve kaygısına olan etkisini incelemiştir. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden öntest, sontest kontrol gruplu yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Araştırma, Samsun ili merkezindeki bir ilköğretim okulunda 2012-2013 eğitim-öğretim yılı, güz döneminde gerçekleşmiştir. Araştırmada, deney grubundaki ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerine simetri konusu bilgisayar destekli öğretim kapsamında GeoGebra yazılımıyla, kontrol grubuna ise resmi müfredat kapsamında yapılandırmacı yaklaşıma göre anlatılmıştır. Araştırmada öntest ve sontest olarak kullanılmak üzere araştırmacı tarafından "Simetri Başarı Testi" geliştirilmiştir. Araştırmada öğrencilerin matematik kaygılarını ölçmek için Bindak (2005) tarafından geliştirilen "İlköğretim Öğrencileri İçin Matematik Kaygı Ölçeği" kullanılmıştır. İlk olarak okulun bilgisayar laboratuvarında deney grubundaki öğrencilere dört saat GeoGebra programının kullanımı öğretilmiştir. Daha sonra yıllık planda öngörüldüğü sürede üç ders saati süresi içerisinde simetri konusu deney grubuna ve kontrol grubuna anlatılmıştır. Öğrencilerle yapılan bilgisayar destekli eğitim sonrasında öğrencilerin derse ve GeoGebra yazılımına yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda yapılandırmacı yaklaşımın ve GeoGebra yazılımının kullanıldığı bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin matematik başarılarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. GeoGebra yazılımının yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrenci başarısını daha fazla artırdığı görülmüştür. Yapılandırmacı yaklaşımla ve GeoGebra yazılımıyla işlenen derslerin öğrencilerin matematik kaygılarında herhangi bir değişikliğe neden olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca öğrenciler bilgisayar destekli öğretimle işlenen dersleri diğer yöntemlerle işlenen derslere göre daha kolay anlaşılır, faydalı, eğlenceli ve zevkli bulmuşlardır. Öğrenciler derslerde bilgisayar kullanımını gerekli bulmuşlar ve bundan sonra da bu yazılımla ders çalışacaklarını ifade etmişlerdir.

Mercan (2012) yaptığı araştırmasında, 7. sınıf matematik dersi müfredatında yer alan "Dönüşüm Geometrisi alt öğrenme alanında bir dinamik geometri yazılım programı olan GeoGebra'nın öğrenci başarısına ve kalıcılığa etkisini incelemiştir. Bu araştırmada, araştırma yöntemlerinden öntest, sontest kontrol gruplu deneysel çalışma uygulanmıştır. Bu çalışmanın bir sınırlılığı olarak tanımlanmıştır. Bu araştırmanın çalışma grubunu 2011-2012 eğitim öğretim yılı bahar döneminde, Ankara ilinde bulunan, MEB'e bağlı bir ilköğretim okulunda öğrenim gören toplam 37 öğrenciden oluşan iki ilköğretim 7. sınıf şubesi oluşturmuştur.

Dinamik geometri yazılım programı olan GeoGebra'nın öğrenci başarısına ve kalıcılığa etkisini tespit edebilmek amacıyla deney (17) ve kontrol grupları (20) oluşturulmuştur. Deney grubu için GeoGebra destekli MEB müfredat programına uygun iki haftalık kurs planlanmıştır. Kurs süresinde GeoGebra'nın etkin kullanımını içeren, yapılandırılmış GeoGebra inşa aktiviteleri öğrenme ve öğretim süresi boyunca öğrencilerle paylaşılmıştır. Eş zamanlı olarak, kontrol grubunda MEB müfredat programına uygun olarak eğitime devam edilmiştir. Sınıf içi aktivitelerden önce ve sonra olmak üzere, hazırlanan konu başarı testi gruplara, öntest, sontest ve kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, GeoGebra'nın öğrencilerin öğrenme ve başarılarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Kalıcılık testi sonuçlarında da deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur.

Sarı (2012) araştırmasında, ilköğretim 7. sınıf matematik öğretimi programına ait "Dönüşüm Geometrisi" alt öğrenme alanının öğretiminde, Geometer's Sketchpad ve GeoGebra dinamik geometri yazılımlarının kullanımının akademik başarıya ve kalıcılığa etkilerini karşılaştırmıştır. Araştırma, gerçek deneysel desenlerden öntest sontest kontrol gruplu desene uygun olarak yürütülmüştür. Araştırma, Yozgat ili Aydıncık ilçesinde bulunan bir devlet okulunda öğrenim gören 3 ayrı sınıftaki 7. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunda deney (N=48) ve kontrol (N=24) olmak üzere toplam 72 öğrenci yer almıştır. Sınıflardan 7-A ve 7-B deney, 7-C kontrol grubu olarak rastgele seçilmiştir. Seçilen gruplara dönüşüm geometrisi konusu; deney gruplarında 1. deney grubuna GeoGebra Dinamik Geometri Yazılımı ile 2. deney Grubuna ise Sketchpad Dinamik Geometri Yazılımı ile bilgisayar destekli öğretim ve kontrol grubunda öğretmen kılavuz kitabına uygun geleneksel yöntemle öğretim yapılmıştır. Araştırmacı tarafından hazırlanan çalışma yapıları ve etkinliklerle altı hafta süren uygulamalar yapılmıştır. Araştırma sonucunda dönüşüm geometrisi konusunun öğrenilmesinde başarı açısından bilgisayar destekli öğretimin kullanıldığı deney gruplarının geleneksel yöntemlerin kullanıldığı kontrol grubundan daha başarılı olduğu ve kalıcılık açısından daha uzun süre bilgiyi akılda tuttukları gözlenmiştir.

Öztürk'ün (2012) çalışmasının amacı 8. sınıf matematik dersinde trigonometri ve eğitim konularına ait kazanımların öğretiminde, dinamik matematik yazılımı GeoGebra'nın öğrencilerin matematiksel başarılarına ve öğrencilerin Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine etkisini belirlemektir. Araştırma grubu, 2011-2012 eğitim-öğretim yılında Sakarya ili Hendek ilçesindeki bir ilköğretim okulunda öğrenim görmekte olan deney

grubunda 26 ve kontrol grubunda 26 olmak üzere toplam 52 sekizinci sınıf öğrencisinden oluşmuştur. Deney ve kontrol grubu başarı testi ve geometrik düşünme testi sonuçlarına göre belirlenmiştir. Dinamik geometri yazılımı GeoGebra'nın etkisini gözlemlemek amacı ile kontrol grubunda yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun olarak dersler işlenirken, deney grubunda ise dinamik bir yazılım olan GeoGebra'nın kullanıldığı bilgisayar destekli öğretim yöntemiyle dersler işlenmiştir. Çalışmanın deseni öntest, sontest kontrol gruplu deneme modelidir. Araştırma sonucu elde edilen bulgular şunlardır:

- a) Dinamik geometri yazılımı GeoGebra ile matematik derslerini işleyen öğrencilerin, geleneksel öğretim yöntemiyle ders işlenen öğrencilere göre akademik başarılarında anlamlı bir düzeyde artış gözlenmiştir.
- b) Bilişsel alan basamaklarına göre akademik başarıları incelendiğinde bilgi ve anlama düzeyinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kavrama düzeyinde ise GeoGebra yazılımı kullanan öğrenciler lehine bir farklılık vardır.
- c) Uygulamadan 6 hafta sonra yapılan kalıcılık testine göre her iki yöntemin uygulandığı grubun kalıcılık değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu farklılığa göre dinamik geometri yazılımının kalıcılığa etkisi daha fazla olmuştur.
- d) Dinamik geometri yazılımı GeoGebra'nın öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerine etkisi anlamlı düzeyde değildir.

Ceylan (2012) yaptığı araştırmasında 2. sınıf ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının GeoGebra dinamik matematik yazılımı yardımıyla geometriye yönelik ispat yapma becerilerini ve kullanmış oldukları ispat biçimlerini incelemiştir. Araştırma nitel bir araştırma modeli olan durum çalışması ile yürütülmüştür. Araştırmanın katılımcılarını 2010-2011 eğitim öğretim yılında Orta Anadolu'da bir üniversitenin eğitim fakültesi ilköğretim matematik öğretmenliğinde okuyan farklı düzeylerde bulunan 2. sınıf 6 matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Uygulama sürecinde öğretmen adaylarının geometrik ispat biçimlerini belirlemek için yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Klinik mülakat sürecinde öğretmen adayları verilen ispat problemlerini GeoGebra yazılımını kullanarak çözmüşlerdir. Araştırmanın sonucunda öğretmen adayları verilen bir ispat probleminde GeoGebra yazılımını amaçları doğrultusunda kullanabilmişler ve çözüm sürecinde doğru sonuca ulaşmak için yazılımda yer alan birçok araçtan yararlanmışlardır. Böylece öğretmen adaylarının farklı çözüm yolları arama, geometrik özellikleri keşfetme, genelleme ve akıl yürütme becerilerinin

desteklendiği görülmüştür. Ayrıca GeoGebra yazılımı birçok özelliği ve araçları sayesinde öğretmen adaylarının varsayım yapmalarına yardımcı olmuş ve onları ispat yapmaya teşvik etmiştir. Öğretmen adaylarının yapmış olduğu 18 ispatın 9 tanesi deneysel gerekçelendirmeler, 9 tanesi de tümdengelimli gerekçelendirmeler ile yapılmıştır. Sonuç olarak yapılan ispatların yarısında deneysel gerekçelendirmelerden tümdengelimli gerekçelendirme biçimlerine geçişin gerçekleştiği görülmüştür. Öğretmen adaylarının ispat sürecinde örneklerden yararlanmaları onların yeterli mantıksal çıkarımlara sahip olmadıkları anlamına gelebilir. Öğretmen adaylarının doğru varsayımı ortaya attıkları halde ispatı sonuçlandırmamalarının sebebi, ispat için yeterli gerekçe sunamamalarından kaynaklanmıştır. Ayrıca daha önceden öğrenilmiş yanlış bilgiler de öğretmen adaylarının ispatı sonuçlandıramamalarına neden olmuştur.

Kutluca ve Zengin'in (2011) yapmış olduğu çalışmanın amacı, matematik öğretiminde GeoGebra kullanımı hakkında öğrenci görüşlerini değerlendirmek şeklinde belirlenmiştir. Bu çalışmanın öncesinde, araştırmacı tarafından öğrencilere iki buçuk hafta boyunca programın genel tanıtımına yönelik sunum yapılmıştır. 2. dereceden fonksiyonların grafikleri konusu ile ilgili 10. sınıf düzeyinde 23 öğrenciye iki buçuk hafta seminer ve uygulamaların yapıldığı bu çalışma, özel durum çalışması olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar tarafından geliştirilen 7 açık uçlu sorudan oluşan değerlendirme formu veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda GeoGebra ile işlenen matematik dersinin daha iyi bir öğrenme ortamı sağladığı, öğrenciler için eğlenceli ve ilgi çekici olduğu, çalışma ortamına ait öğelerin kalıcılığı arttırdığının ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Lopez (2011), ilkokul öğretmenlerinin geometrik yeteneklerini geliştirmek için düzenlediği çalışmada, geometrik yeteneklerin gelişimini ve GeoGebra dinamik araçlarının kullanımını analiz etmiştir. Öğrencilerin önceki öğrenmeleri yüzünden başlangıçta GeoGebra'nın dinamik doğasını kullanamadıklarını ve geometrik dili kavramada zorlandıklarını belirlemiştir. Ruiz, GeoGebra gibi dinamik yazılımlarla bu sorunların üstesinden gelinebileceğini belirtmektedir. Bu uygulamadan sonra öğretmenlerin % 80'i bu yazılımın onların geometrik bilgilerini geliştireceğini ve öğretmen olarak bu yazılımdan gelecekte yararlanacaklarını belirtmişlerdir.

Selçik ve Bilgici (2011) tarafından yapılan çalışmanın amacı, bilgisayar destekli geometri öğretimi yapılan sınıftaki öğrenciler ile bilgisayar kullanılmayan ortamda işlenen



geometri derslerine katılan öğrencilerin matematik dersi başarılarının karşılaştırılması şeklinde belirlenmiştir. Bu çalışma, 11 ders saati boyunca 7. sınıf düzeyinde toplam 32 öğrenci ile tamamlanmıştır. Bu öğrencilerden 17 kişiye GeoGebra yazılımı kullanılarak hazırlanan çeşitli çalışma yaprakları uygulanmış, 15 kişiye ise başka bir sınıfta bilgisayar kullanılmayan bir ortamda derslere devam edilmiştir. Çalışmanın ardından bir ay sonra yapılmış olan izleme testinin sonuçlarına göre, deney grubu öğrencilerinin bilgilerinin kontrol grubu öğrencilerinin bilgilerine göre daha kalıcı olduğu belirtilmiştir.

Furkan ve Zengin (2011) onuncu sınıf matematik dersinde trigonometrik fonksiyonların grafikleri konusunun öğretiminde, dinamik geometri yazılımı olan GeoGebra'nın öğrencilerin matematiksel başarılarına ve tutumlarına anlamlı bir etkisi olup olmadığını ölçen deneysel bir araştırma yapmışlardır. Araştırma sonucunda GeoGebra yazılımı ile ders işleyen deney grubu lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır. Ancak matematiğe yönelik tutumları bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Doğan ve İçel de (2011) sekizinci sınıf matematik dersi müfredatında yer alan “Üçgen ve Pisagor Bağıntısı” konusunda, GeoGebra'nın öğrenci başarısı üzerine anlamlı bir etkisi olup olmadığını inceleyen deneysel bir çalışma yapmışlardır. Öğrencilere uygulanan test sonuçları arasında yapılan karşılaştırmalar sonucunda, GeoGebra'nın öğrencilerin öğrenme ve başarıları üzerinde pozitif etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Taş (2010) “Dinamik Matematik Yazılımı GeoGebra ile Eğrisel İntegrallerin Görselleştirilmesi” adlı çalışmasında bilgisayar teknolojisinin ve GeoGebra'nın eğrisel integrallerle ilgili teorik anlatıma katkılarını yorumlamıştır. Özellikle GeoGebra aracılığıyla geliştirilen bazı özel eğrilerin parametrik denklemleri ile ilgili dinamik çalışma sayfaları, denklemlerin sayısal değişimini kolaylıkla göstermektedir. Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle GeoGebra gibi yazılımların sunduğu dinamik çalışma sayfaları, matematik alanındaki teorik çatının oluşmasında görsel uygulama imkânı sağlayarak konuların daha kolay anlaşılmasını mümkün kılmıştır. Ancak GeoGebra'nın üç boyutlu çalışmalarda yetersiz olması yazılımın sınırlılığı olarak belirtilmiştir.

Yavuz ve Kepceoğlu (2010) limit ve süreklilik kavramlarının öğretiminde GeoGebra'nın öğretmen adaylarının başarısına ve limit ve süreklilik kavramlarını öğrenmelerine anlamlı bir şekilde etki edip etmediğini deneysel bir çalışmayla incelemişlerdir. 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 sonuçlar 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.

GeoGebra destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisinin geleneksel öğretim yöntemine göre daha yüksek olduğunu gösteren bir başka çalışma da Reis (2010) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada tam sayılar konusunda GeoGebra ile öğretimin öğrencilerin başarıları üzerinde anlamlı bir etkisi olup olmadığı incelenmiştir. Çalışma sonucunda, GeoGebra ile öğretimin yapıldığı deney grubundaki öğrencilerin daha başarılı oldukları hatırlama düzeylerinin de daha fazla oldukları tespit edilmiştir.

Baydaş (2010), öğretim elemanlarının matematik öğretiminde GeoGebra'nın kullanımına yönelik algılarını, GeoGebra'nın uygulanabilirliğini ve matematik öğretimine getirdiği muhtemel kazanımları ile sınırlılıkları ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde GeoGebra kullanımına yönelik algıları ve GeoGebra projesi hazırlamada edindikleri kazanımları tespit etmek ve kimya öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda GeoGebra kullanımı yoluyla genel matematik öğretimi ile geleneksel yaklaşımla genel matematik öğretimi arasındaki farkı belirlemek amaçlarıyla öğretim elemanlarının ve öğretmen adaylarının görüşlerine başvurulmuştur. Çalışmada, mevcut durumu derinlemesine ortaya çıkarmak amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması (case study) yöntemi kullanılmış ve veriler yüz yüze görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; GeoGebra literatüre paralel şekilde bilgisayar destekli matematik öğretimi araçlarının avantajlarını ve sınırlılıklarını yansıttığı gibi özel olarak cebirsel ve geometrik girişin farklı olması, inşa protokolünün yapı aşamalarını göstermesi avantaj olarak görülmüş, kullanımının kolay olması üzerinde durulmuştur.

Saha ve arkadaşlarının (2010) yaptıkları çalışmalarında düzlem geometrisi konusunun öğretiminde GeoGebra programının ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel başarılarına etkisi yarı deneysel bir çalışmayla araştırılmıştır. Deney ve kontrol gruplarında bulunan öğrenciler kendi aralarında görsel-uzamsal yeteneklerine göre sınıflandırılmıştır. Verilerin analizi sonucunda gruptaki öğrencilerin başarıları arasında deney grubu lehine anlamlı bir

fark bulunmuştur. Gruplardaki yüksek görsel-uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken, düşük görsel-uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin başarıları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark elde edilmiştir.

Genç (2010) tarafından yapılan çalışmanın amacı, çokgenler ve dörtgenler konusunun GeoGebra ile öğretiminin başarıya, kalıcılığa ve tutuma etkisini ortaya koyabilmek ve uygulama ile ilgili öğrenci görüşlerini alabilmek şeklinde belirlenmiştir. Araştırma modeli olarak, öntest, sontest kontrol gruplu yarı deneysel araştırma modeli ve nitel araştırma modelinden oluşan karma model kullanılmıştır. Bu çalışma deney ve kontrol grubu olmak üzere, 5. sınıf düzeyinde seçilen iki sınıfta 5 hafta boyunca uygulanmıştır. Araştırma sonucunda çokgenler ve dörtgenler konusunda GeoGebra programının öğrenme ortamını önemli ölçüde geliştirdiği, böylelikle öğrencilerin hem seçilen konuya yönelik hem de GeoGebra programına yönelik olumlu tutum sergiledikleri belirlenmiştir.

Filiz (2009) çalışmasında GeoGebra ve Cabri Geometri II dinamik geometri yazılımlarının web destekli ortamlarda kullanılmasının öğrenci başarısına etkisini araştırmış ve bu süreçte öğrenmenin nasıl geliştiğini incelemiştir. Trabzon'daki bir ilköğretim okulunun 25 sekizinci sınıf öğrencisi ile yapılan çalışmanın deney grubunda GeoGebra ve Cabri Geometri II dinamik geometri yazılımları ile web destekli ortamlardan faydalanılarak öğretim yapılırken kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yapılmıştır. Çalışma sonucunda, web destekli materyalleri kullanan grup lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu bulgu ışığında hazırlanan materyal ile öğrenim gören öğrencilerde geleneksel öğretim gören öğrencilere göre daha etkili bir öğrenme gerçekleştiği ifade edilmiştir.

Kutluca (2009) çalışmasında 10. sınıf matematik öğretim programında yer alan ikinci dereceden fonksiyonlar (İDF) konusunun öğretimine yönelik Coypu, Derive ve Excel yazılımlarının kullanıldığı bir öğrenme ortamı tasarlamıştır. Bu çalışmanın amacı yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olarak tasarlanan bilgisayar destekli öğrenme ortamının öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal öğrenmelerine etkisini belirlemek ve öğrenme ortamıyla ilgili görüşlerini tespit etmektir. İDF konusunda tasarlanan bilgisayar destekli öğrenme ortamının öğrencilerin akademik başarılarını ve matematiğe yönelik tutumlarını artırdığı tespit edilmiştir. Deney grubu öğrencilerinin İDF başarı puanları ile matematiğe yönelik tutumları ve İDF'ye yönelik öz değerlendirme puanları arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, öğrencilerin matematiğe yönelik tutum puanları ile İDF öz

değerlendirme puanları ve İDF tutum puanları arasında da zayıf düzeyde bir korelasyonun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin bilgisayar destekli öğrenme ortamına uyum sağladıkları, BDÖ materyallerini beğendikleri, konuyu daha iyi öğrendikleri öğrenme ortamından zevk aldıkları, motivasyonlarını artırdığı ve grup çalışmasından hoşlandıkları görülmüştür.

Dikovic (2009) Sırbistan'da Matematik II dersini alan 31 öğrenciyle GeoGebranın türev, teğet eğimi, süreklilik gibi bazı analiz konularının öğretiminde kullanılması üzerine bir çalışma yapmıştır. Çalışmada öğrenciler analiz dersini geleneksel olarak gördükten sonra GeoGebra Çalıştayına katılmışlardır. GeoGebranın sunmuş olduğu çoklu temsillerden yararlanan Dikovic, matematiksel yapıların aktif bir şekilde keşfi için dinamik bir ortam sağlamakta ve öğrencilere matematiğin bazı yönlerini kâğıt kalemle göstermenin mümkün olmadığını ifade etmektedir. Araştırma sonucunda GeoGebrada oluşturulmuş materyallerin yukarıda adı geçen konuların öğretiminde öğrenciler üzerinde pozitif bir etki yarattığı gözlenmiştir. Ayrıca Geogebra'nın matematik sürecini istenen şekilde görselleştirdiği görülmüştür.

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 GeoGebranın görselleştirme ve kavramsallaştırma özelliklerinden faydalandıklarını da göstermiştir. Buna ek olarak, öğretmenlerin GeoGebra programını matematik dersi için etkinlik, materyal hazırlama gibi nedenlerle sıklıkla kullandığı görülmüştür.

Yukarıda bahsedilen fonksiyonlar ve grafikleri ile ilgili, özel olarak üstel fonksiyon ve logaritma ile ilgili ve GeoGebra'nın öğrenci başarısı üzerine etkisini inceleyen araştırmaları göz önünde bulundurduğumuzda şu sonuçları çıkarabiliriz: Akkuş'a (2004) göre öğrenciler logaritma ile ilgili kavramları öğrenememekte, formülleri ezbere iyi bildikleri halde yorumlayamamaktadırlar. Bilgilerin birden fazlasını birlikte kullanma noktasında başarısız olmaktadır. Akkuş'un bu çalışmasında öğrencilerin logaritmayla ilgili daha birçok eksikliklerine değinilmiştir. Çetin (2004) ise çalışmasında öğrencilerin logaritma konusunda

keşfettirici yaklaşım ile daha başarılı olduğunu göstermiştir. Genel (1998) ve Birgin ve arkadaşlarının (2014) çalışmalarına bakıldığında ikinci dereceden fonksiyonların grafiklerini öğrenmede başarısız öğrencilerin konuyu anlamasında bilgisayar destekli öğretimin etkili olduğu görülmüştür. Birgin, Gürbüz ve Kutluca (2008) yaptıkları çalışmada, doğru grafiklerinin öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısını artırdığını ortaya koymuşlardır. İnce'nin (2008) ikinci dereceden denklemlerle ilgili çalışmasına bakıldığında da bilgisayar destekli eğitim gören grubun daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. GeoGebra'nın başarı üzerine etkisini inceleyen Furkan ve Zengin (2011), Doğan ve İçel (2011), Taş (2010), Yavuz ve Kepceoğlu (2010), Reis (2010), Baydaş (2010), Saha ve arkadaşları (2010), Filiz'in (2009) araştırmalarına ve buraya koyamadığımız GeoGebra'yla ilgili daha birçok araştırmaya göre GeoGebra'nın matematik konularının öğretiminde etkili olduğu saptanmıştır. Buna rağmen, ilgili literatürde üstel fonksiyon ve logaritma konusunun GeoGebra ile öğretimi üzerine yapılmış herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu araştırmada, öğrencilerin üstel fonksiyon ve logaritma konusundaki eksikliklerinin, keşfettirici çalışma yapılarıyla desteklenmiş, GeoGebra programıyla hazırlanmış materyallerle giderilmesi amaçlanmıştır.

### 3. YÖNTEM

Bu çalışmada, ortaöğretim 11. sınıf matematik öğretiminde dinamik geometri yazılımı GeoGebra ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının öğrencilerinin öğrenme düzeylerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu bölümde; araştırmanın deseni, tasarlanması, örnekleme, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, rehber materyallerinin geliştirilme süreçleri ve verilerin analizinde yapılan işlemler hakkında bilgiler verilmiştir.

#### 3.1. Araştırma Deseni

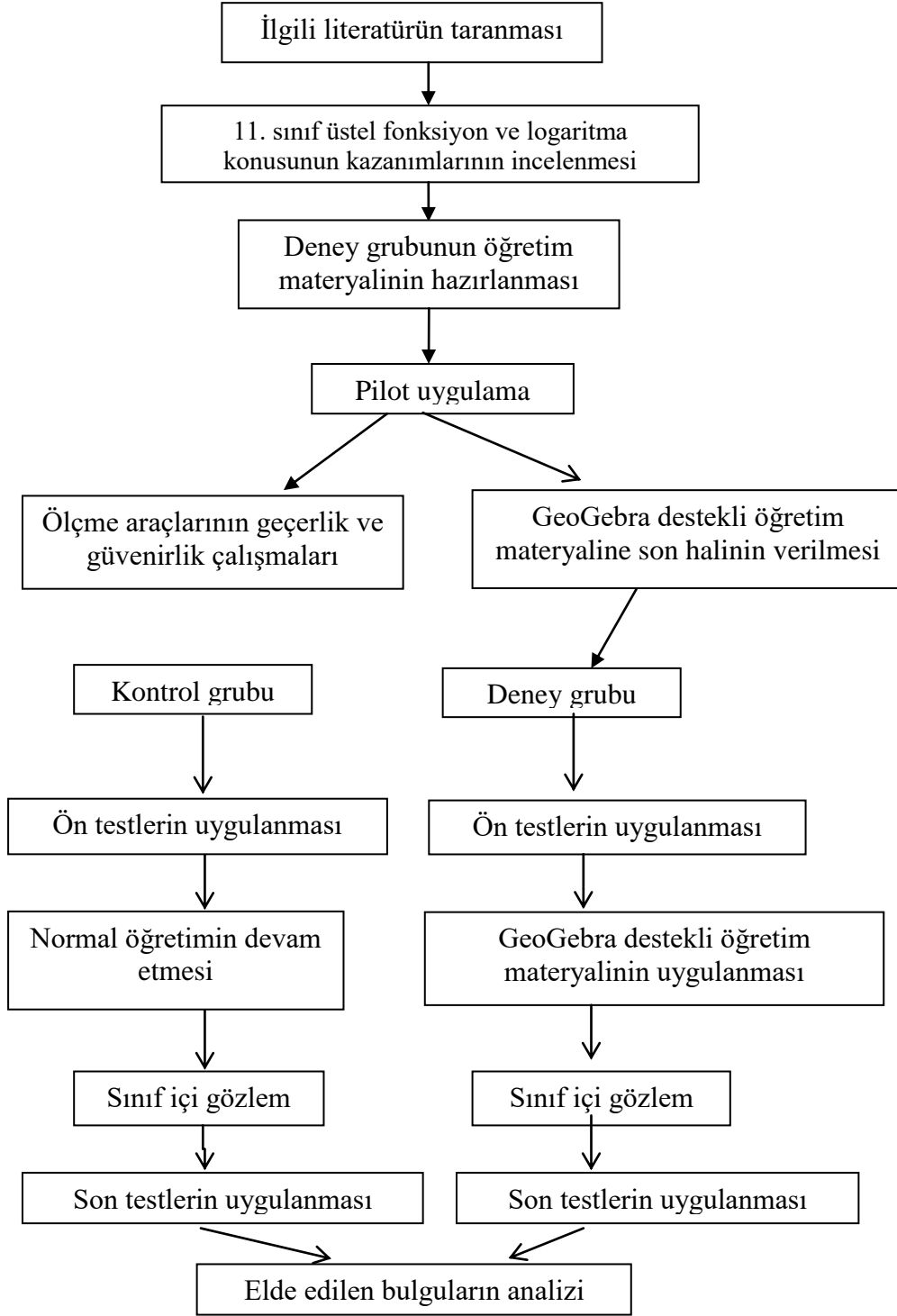
Bu çalışmada, öntest ve sontest kontrol gruplu yarı-deneysel yöntem kullanılmıştır. Bir çalışmada, değişkenleri (nicel olarak ölçülebilen ve farklı değerler alabilen özellikler) ölçülebilmek ve bu değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkilerini ortaya çıkarmak için deneysel yöntemin tercih edildiği bilinmektedir (Çepni, 2001). Bu yöntem, “etkisi ölçülecek değişkenin belirli kurallar ve koşullar altında deneklere uygulanması, deneklerin verdiği yanıtların ölçülmesi ve elde edilen sonuçların karşılaştırılarak, bir karara varılması işlemlerini içeren bir araştırma türü” şeklinde tanımlanmıştır (Sümbüloğlu, 1988). Fakat bu tanımdan, deneysel çalışmalarda yapay bir durum oluşturulduğu görülmektedir. Birçok araştırmacı, deneysel çalışmalarda, değişkenler arasında sebep-sonuç ilişkilerini belirlemeye ve bulguları etkileyen etkenleri ortaya çıkarmaya çalışır. Eğer bir araştırmacı, çalıştığı konuyu ‘neden’ sorusu ve sebep-sonuç ilişkisi bağlamında irdelemek istiyorsa, en uygun araştırma yöntemi deneysel yöntemdir. Bu yaklaşımda, kontrol grubu ve deney grubu olmak üzere eşdeğer grupların seçilmesi esastır ve öntest ile sontestlerle kullanılan bir uygulama yaklaşımının, deney grubu üzerindeki etkinliği araştırılır. Bu deneme sürecinde, deney grubuna özel müdahale yapılır, fakat kontrol grubunda herhangi bir özel müdahale yapılmaz. Deneysel uygulamanın sonucunda örneklem üzerinde herhangi bir değişim olup olmadığına bakılır.

Bazı durumlarda eşdeğer gruplar bulmak imkânsız olabilir. Bu durumlarda ise yarı-deneysel yöntemden faydalanılır (Çepni, 2001; Thistlethwaite ve Campbell, 1969).

Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda, öğrencilerin rastgele dağıtılmasıyla özel deney ve kontrol gruplarının oluşturulmasının mümkün olmadığı bilinmektedir. Bazı durumlarda, kişilerin gruplara rastgele dağıtılmasının imkânsız olduğu veya istenmeyeceği belirtilmektedir (Thistlethwaite ve Campbell, 1969). Dolayısıyla, bu durumlarda, deneysel yöntemin yerine yarı deneysel yöntem, alternatif olarak kullanılmaktadır (Çepni, 2008). Bu çalışmada yukarıda belirtilen gerekçeler ve okullarımızın mevcut yapısından dolayı tam deneysel yöntem için gerekli şartların sağlanamamasından deney ve kontrol gruplarının rastgele dağılım dışında bir yöntemle oluşturulduğu yarı deneysel yöntem kullanılmasına karar verilmiştir.

Bu modelde öntestlerin bulunması, grupların deney öncesi benzerlik derecelerinin bilinmesine ve sontest sonuçlarının buna göre düzeltilmesine yardım etmektedir. Bu çalışmada iki grup ele alınmıştır. Gruplardan birincisi deney grubu olarak belirlenmiş ve bu grupta GeoGebra destekli materyaller kullanılmıştır. İkinci grup ise kontrol grubu olarak belirlenmiş ve bu grupta MEB ortaöğretim matematik öğretimi programı kitabından ders işlenmeye devam edilmiştir. Şekil 1'de bu çalışma yapılırken izlenen adımlar ve araştırma sürecinin şematik yapısı görülmektedir.

Şekil 1'de görüldüğü gibi ilgili literatür incelemesinden sonra üstel ve logaritmik fonksiyonlar konusunun öğretimine yönelik GeoGebra destekli BDÖ materyali geliştirilmiştir. Pilot çalışması yapılmıştır. Deneysel uygulama öncesi deney ve kontrol gruplarına öntest uygulaması gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda GeoGebra destekli öğretim yürütülürken, kontrol grubunda MEB'in yıllık planında belirtilen program çerçevesi dışında herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Uygulama sonrasında, deney ve kontrol gruplarına sontest uygulanmıştır. Elde edilen nitel ve nicel veriler analiz edilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırma kapsamında yapılan çalışmaların akış şeması



### **3.2. Araştırmanın Örneklemi**

Çalışmanın örneklemini 2014-2015 eğitim öğretim yılı sonbahar döneminde, İstanbul ilinde bulunan, MEB'e bağlı bir lisede 11. sınıfta öğrenim gören toplam 35 öğrenci oluşturmaktadır. Deney grubunda 18, kontrol grubunda 17 öğrenci bulunmaktadır. Bu araştırma kapsamında deneysel uygulamanın yapılacağı okulda çalışma yapabilmek için gerekli izinler İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden alınmıştır. Uygulama okulunun bir sınıfı deney grubu bir sınıfı da kontrol grubu olarak seçilmiştir. Çalışmada deney grubu belirlenirken okul yönetiminin istekli olmasına, okulun, sınıfın ve öğrencilerin özelliklerinin evreni temsil etmesine, okula ulaşımın zor olmamasına ve araştırmacının çalışmasını rahat yürütebilmesine dikkat edilmiştir. Bu okulda bir sınıf (n=18) deney grubu, başka bir sınıf da (n=17) kontrol grubu olarak seçilmiştir. Kontrol grubu belirlenirken öğrencilerin sosyo-ekonomik ve demografik özelliklerinin deney grubunun özelliklerine yakın olmasına dikkat edilmiştir. Yapılan öntestte deney ve kontrol grubunun başarıları arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Bu yönüyle deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin başarı düzeylerinin birbirine denk olduğu söylenebilir.

### **3.3. Öğretim Materyalinin Tasarlanması**

Bu bölümde araştırmanın tasarımında yapılan işlemler sırası ile verilmiştir. İlk olarak Milli Eğitim matematik dersi öğretim programından 11. sınıf üstel fonksiyon ve logaritma konusunun kazanımları alınmış ve incelenmiştir. Bu kazanımlara uygun dinamik geometri yazılımı GeoGebra'nın kullanıldığı öğretim materyali ve bu öğretim materyaline uygun öğrenci çalışma yaprakları geliştirilmiştir. Geliştirilen bilgisayar destekli öğretim materyalinin gerçek sınıf ortamında pilot çalışması yapılmıştır. Pilot uygulama sonrasında geliştirilen öğretim materyalinde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Geliştirilen çalışma yaprakları ekte sunulmuştur. Çalışmanın alt problemlerini araştırabilmek amacıyla, çalışmanın başında ve sonunda öntest ve sontest yapılmasına karar verilmiştir. Bu amaçla araştırmacı tarafından bir başarı testi hazırlanmıştır.

### 3.3.1. GeoGebra Destekli Öğretim Etkinliklerin Hazırlanması

Matematik, öğrencilerin öğrenim hayatları boyunca kendilerine her zaman ve her aşamada çok lazım olacak bir derstir. Aynı zamanda fizik, kimya gibi doğa bilimlerine de temel teşkil etmektedir. Dolayısıyla matematik için hazırlanacak etkinliklerin buna göre çok dikkatli hazırlanması ve öğrencilere anlamlı ve kalıcı bir matematik bilgisi vermesi gerekir. Tüm bunlar göz önünde bulundurularak bilgisayar tabanlı öğretime dayalı etkinlikler geliştirilmiştir. Bu etkinliklerin istenilen düzeyde uygulanabilmesi ve öğretmenlerin etkinlikleri etkili bir biçimde işleyebilmeleri için her bir etkinliğe uygun çalışma yaprakları geliştirilmiştir. Çalışma yapraklarının etkili bir şekilde hazırlanması için gereken bazı şartlar aşağıda özetlenmiştir:

- Öğrenci seviyesine uygunluk: Çalışma yapraklarının dil açısından öğrenci seviyesine uygun olmasına dikkat edilmelidir (Şahin ve Yıldırım, 1999).
- Çalışma yaprağı az ve öz bilgi içermelidir: Çalışma yaprağının kısa tutulmasına ve çok fazla bilgi içermemesine dikkat edilmelidir (Kurt, 2002).
- Çalışma yaprağının pilot denemesinin yapılması: Çalışma yaprağının işleyip işlemediğinin veya eksik kısımlarının olup olmadığının belirlenmesi için pilot uygulamasının yapılması gerekir (Kurt, 2002; YÖK, 1998).

Bu çalışmada da çalışma yaprağının geliştirilmesi sürecinde yukarıda belirtilen hususlar göz önünde bulundurulmuştur.

### 3.3.2. Dinamik Geometri Yazılımı GeoGebra'nın Kullanıldığı Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamları İçin Hazırlanan Etkinliklerin Yapısı

Kalıcı öğrenme öğrencinin öğrenme sürecinde aktif olduğu, bilgiyi kendisinin oluşturduğu bir öğrenme ortamında mümkün olabilmektedir (Baki, 2006). Bu sebeple, hazırlanılan çalışma yaprağında da Bruner'in buluş yoluyla öğretim stratejisi ve Vygotsky'nin sosyal bütünleştirici öğrenme kuramından yararlanılmıştır (Birgin ve Kutluca, 2007). Üstel ve logaritmik fonksiyon grafiklerinin kavranması için oluşturulan bilgisayar destekli öğretim materyalinde şu özelliklerinden dolayı GeoGebra programı kullanılmıştır. GeoGebra programı

yardımla istenilen fonksiyonda  $x$  eksenindeki değerlerin  $y$  ekseninde hangi değerlere karşılık geldiği görülebilir. Aynı zamanda  $x$  değerleri değişirken  $y$  değerlerindeki değişim ve fonksiyon üzerindeki sabit sayılar değiştirildiğinde bu sabit sayıların fonksiyonun seyrini nasıl etkilediği de gözlemlenebilir. Böylelikle birçok fonksiyon çeşidinin belirgin özellikleri, farklı fonksiyon eşitleri arasındaki ilişkiler ve bir fonksiyon çeşidinden diğerine geçiş daha rahat görülebilir. Bu program yardımla hesap makinesinin bir st modeli olan bilgisayarın çok büyük sayılarla, çok küçük sayılarla ve virgüllü sayılarla olan işlemleri nasıl kolaylaştırdığı da görülebilir. Bir grafiğin  $y=x$  doğrusuna göre simetriği alınarak fonksiyon ve tersi arasındaki ilişki ve fonksiyonun içerisindeki sabitler değiştirilerek bunun fonksiyonun tersinde oluşturduğu değişiklik de anında ve kolaylıkla gözlemlenebilir. Bir denklemdeki sabitler değiştirildiğinde grafiğin üzerinde işaretlenen bir noktadaki değişim ve bu noktanın  $y=x$  doğrusuna göre simetriğindeki değişim de gözlemlenebilir. Grafikler renklendirilebilir, grafikler üzerindeki cebirsel gösterimler de gösterilebilir.

Geliştirilen bilgisayar destekli üretim materyalinin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için çalışma yaprakları hazırlanırken sosyal yapılandırmacı renme kuramından yararlanarak çalışma yapraklarının 2’li gruplara uygulanması istenmiştir. Böylelikle renciler, bulgularını yanındaki arkadaşıyla tartışabilecek, değerlendirebilecek, onlardan ipucu alabilecek ve beyin fırtınası halinde birlikte sonuca ulaşabileceklerdir. Ayrıca grup çalışması yardımla renciler kavram yanılgılarının da farkına varıp onları düzeltme fırsatı edineceklerdir (Hoyles, 1985). Bu çalışmada üretmenin rolü rencilerin grup çalışmalarını yönetmek, derse odaklanmalarını sağlamak, anlaşılmayan yerleri anlaşılır kılmak ve grup çalışmalarında elde edilen sonuçları sınıf ortamında tartıştırmaktır.

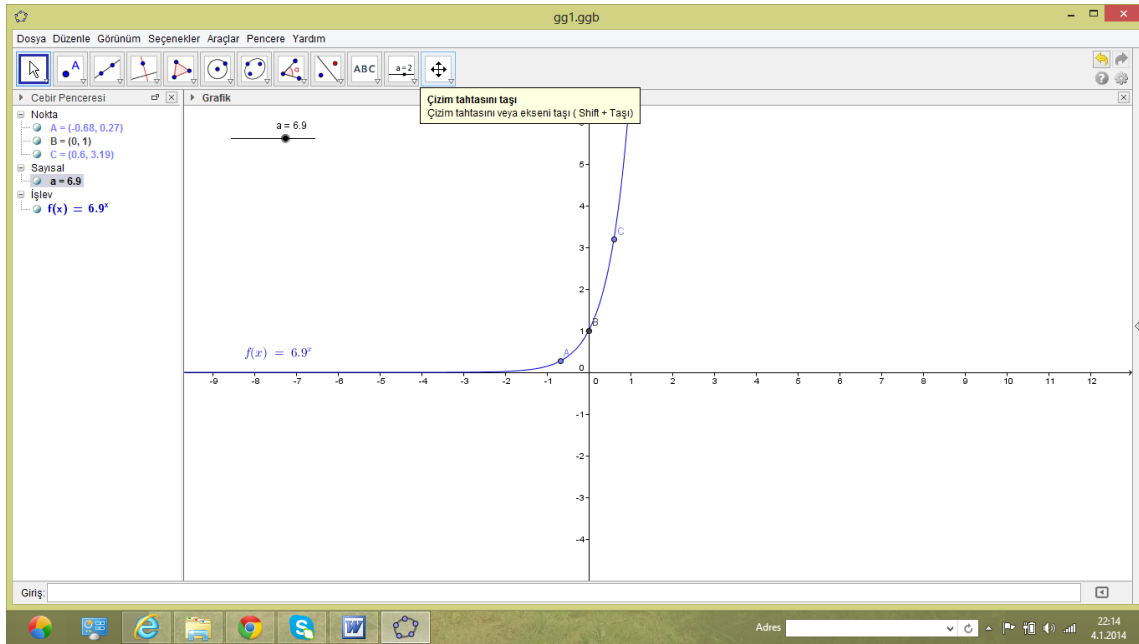
Hazırlanan alışma yaprakları, geleneksel metot olarak kabul edilen renciye doğrudan bilginin verilmesi yöntemiyle rencilere gerekli soruları sorarak, onları adım adım sonuca yönlendirmektedir. Yani, alışma yapraklarında Bruner ve Piaget’in savunduğu buluş yoluyla yaklaşım uygulanmıştır. Böylelikle, renci bilgiyi doğrudan almak yerine gösterdiği çaba sonucu tüm aşamaları kavrayarak bilgiye aktif bir şekilde ulaşmıştır. Bu da bilginin renci zihnindeki kalıcılığını arttırmıştır (Birgin ve Kutluca, 2007).

Sonuç olarak, hazırlanan bilgisayar destekli üretim materyalinde rencilere bilgilerin hazır olarak verilmesi yerine onların bilgilere keşif yoluyla kendilerinin ulaşmasını sağlamak için yönergeler verilip, sorular sorulmuş; grup halinde çalışma yöntemi kullanılarak

öğrenciler tartışmaya ve düşünmeye sevk edilmiştir. Bu süreçte yönergelerin anlaşılır olmasına ve soruların öğrenciye bilgiyi keşfettirmeye yönelik olmasına dikkat edilmiştir. Bu görüşler ve araştırmacının uygulama sırasındaki kendi gözlemleri yardımıyla hazırlanan öğretim materyallerine son hali verilmiştir. Hazırlanan öğretim materyali ait olduğu kazanımlara göre aşağıda kısaca tanıtılmıştır:

### a) Çalışma Yaprağı-1'in Yapısı ve Özelliği

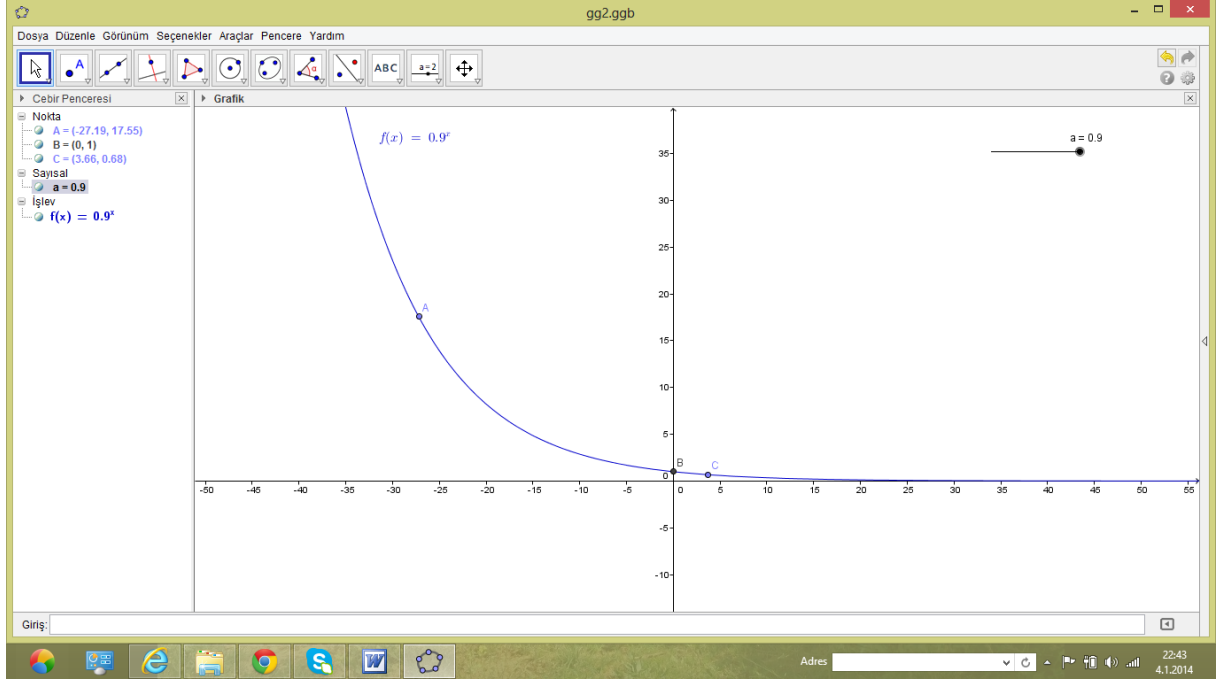
Çalışma Yaprağı 1'de; 'Üstel fonksiyonu açıkla. Üstel fonksiyonların bire bir ve örten olduğunu gösterir.' kazanımları işlenmiştir. Bu çalışma yaprağı sayesinde öğrencinin  $f(x)=a^x$  fonksiyonlarının grafiklerini çizmesi,  $a > 1$  için artan fonksiyon,  $0 < a < 1$  için azalan fonksiyon olduğunu keşfetmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda  $f(x) = a^x$  fonksiyonunda  $a$ 'nın aldığı değerlere göre üstel fonksiyonun grafiğinin değişiminin incelenmesinde geliştirilen GeoGebra destekli çalışma yaprağındaki etkinlikler kullanılmıştır. Hazırlanan bu çalışma yaprağının tamamlanması için öğrenciler öncelikle G1 isimli GeoGebra dosyasını açarlar:



Şekil 3.2.  $a > 1$  için  $f(x) = a^x$  fonksiyon grafiği

Bu dosyanın görünümü yukarıdaki gibidir. Bu dosyanın özelliği şudur: Öğrenci, sürgüyü hareket ettirerek  $a > 1$  iken  $f(x) = a^x$  fonksiyonunun grafiğini inceler. Burada öğrenci bu fonksiyonun artan bir fonksiyon olduğunu, her zaman pozitif olduğunu ve  $a^0$  noktasının da her zaman 1 den geçtiğini keşfederek  $a > 1$  iken  $f(x) = a^x$  üstel fonksiyonunun özelliklerini

kavramaya çalışır. Öğrenci,  $a > 1$  iken  $f(x) = a^x$  üstel fonksiyonunun grafiğini kavradıktan sonra bunun uygulamalarını yapar ve artık öğrencinin farklı  $a$  değerlerinde  $f(x) = a^x$  fonksiyonunun grafiklerini çizebilmesi beklenir. Sonrasında öğrenci G2 isimli GeoGebra dosyasını açar:

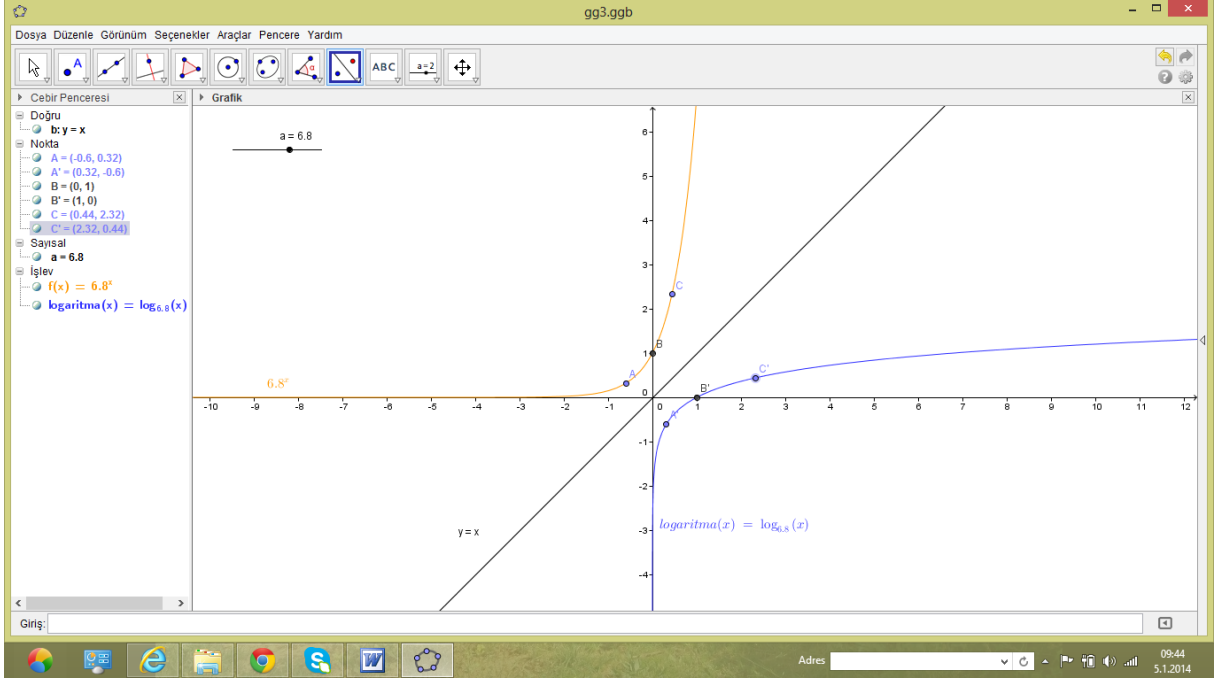


Şekil 3.3.  $0 < a < 1$  için  $f(x) = a^x$  fonksiyon grafiği

Yukarıdaki görüntü G2 isimli GeoGebra dosyasının ekran görüntüsüdür. Bu dosyanın G1 dosyasından farkı; burada  $f(x) = a^x$  üstel fonksiyonunda  $a$  değeri 0 ile 1 arasında değişebilmektedir. Öğrenci burada  $a$  değeri 0 ile 1 arasında değişirken,  $a$  değerinin 1'den büyük olduğu durumlara göre  $f(x) = a^x$  fonksiyonunun grafiğinde nelerin değiştiğini gözlemler. Burada sadece değişen nokta; fonksiyonun artan değil de, azalan fonksiyon olmasıdır.  $a$  değeri 0 ile 1 arasında değişirken  $f(x) = a^x$  üstel fonksiyonu hala pozitifdir ve  $a$  değeri 0 ile 1 arasında hangi değeri alırsa alsın,  $a^0$  değeri hala 1'dir. Öğrenci  $a$  değeri 0 ile 1 arasında değişirken,  $f(x) = a^x$  üstel fonksiyonunun özelliklerini kavramaya çalıştıktan sonra artık öğrencinin 0 ile 1 arasında herhangi bir  $a$  değeri verildiğinde,  $f(x) = a^x$  üstel fonksiyonunun grafiğini çizebilmesi beklenir. Böylelikle öğrencinin hem  $a$  değeri 1'den büyükken hem de  $a$  değeri 0 ile 1 arasındayken  $f(x)=a^x$  üstel fonksiyonunun özelliklerini kavraması ve bu fonksiyonun her iki durumda da grafiklerini rahatlıkla çizebiliyor hale gelmesi beklenmektedir.

## b) Çalışma Yaprağı-2'nin Yapısı ve Özelliği

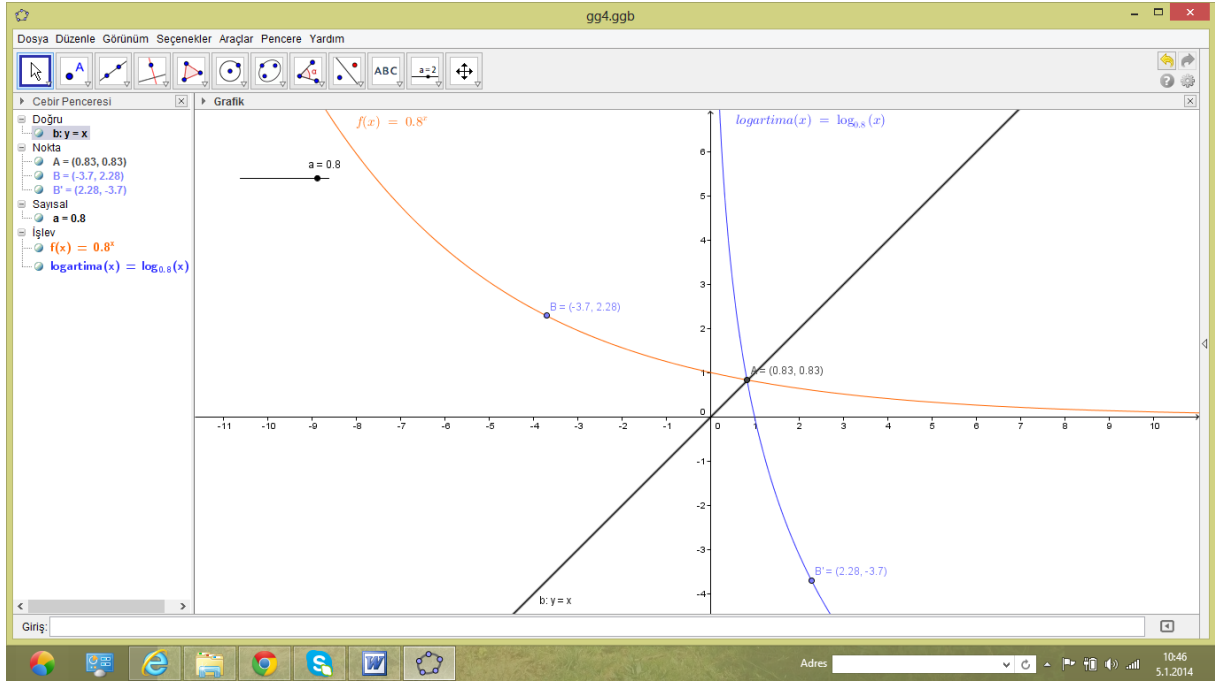
Bu çalışma yaprağında; logaritma fonksiyonu öğrencilere keşfettirilmesi amaçlanmaktadır. Keşfettirilmesi amaçlanan kazanım; 'Logaritma fonksiyonunun üstel fonksiyonun tersi olarak oluşturulur.' Bu çalışma yaprağında öncelikle G3 dosyası açılır:



Şekil 3.4.  $a > 1$  için  $f(x) = a^x$  fonksiyonu ve bu fonksiyonun  $y = x$  doğrusuna göre simetrisinin grafiği

Bu dosyada  $f(x) = a^x$  fonksiyonunun grafiği ve bu fonksiyonun  $y = x$  doğrusuna göre simetrisi verilmiştir.  $a$  değerleri 1'den büyük olarak belirlenmiştir ve sürgü yardımıyla  $a$  değerleri değişebilmektedir, dolayısıyla değişen fonksiyonların grafikleri de ekranda görülebilmektedir. Buradaki amaç  $a > 1$  için  $f(x) = a^x$  fonksiyonun grafiğinin simetrisini gözlemleyebilmek ve  $a$  değerleri değişirken bu grafiklerdeki değişimi ve sabit kalan özellikleri gözlemleyebilmektir. Dosyada öğrenci simetri fonksiyonunun üzerine tıkladığında yan tarafta o fonksiyona ait bilgiyi görecektir ve logaritma ifadesiyle karşılaşacaktır. Böylelikle aslında  $f(x) = a^x$  fonksiyonunun  $y=x$  e göre simetriğinin logaritma fonksiyonu olduğunu kavramaya çalışacaktır. Sonrasında, sorular yardımıyla logaritma fonksiyonunun özelliklerini tek tek incelemeye çalışacaktır. Bir sonraki adımda artık  $a > 1$  için logaritma fonksiyon grafiklerini öğrencinin kendisinin çizebilmesi ve üstel fonksiyon ve logaritmik

fonksiyonların grafikleri ayırt edebilmesi beklenmektedir. Bir diğer aşama, aynı şeyleri bu seferde  $0 < a < 1$  değerleri için gözlemleyebilmesidir:

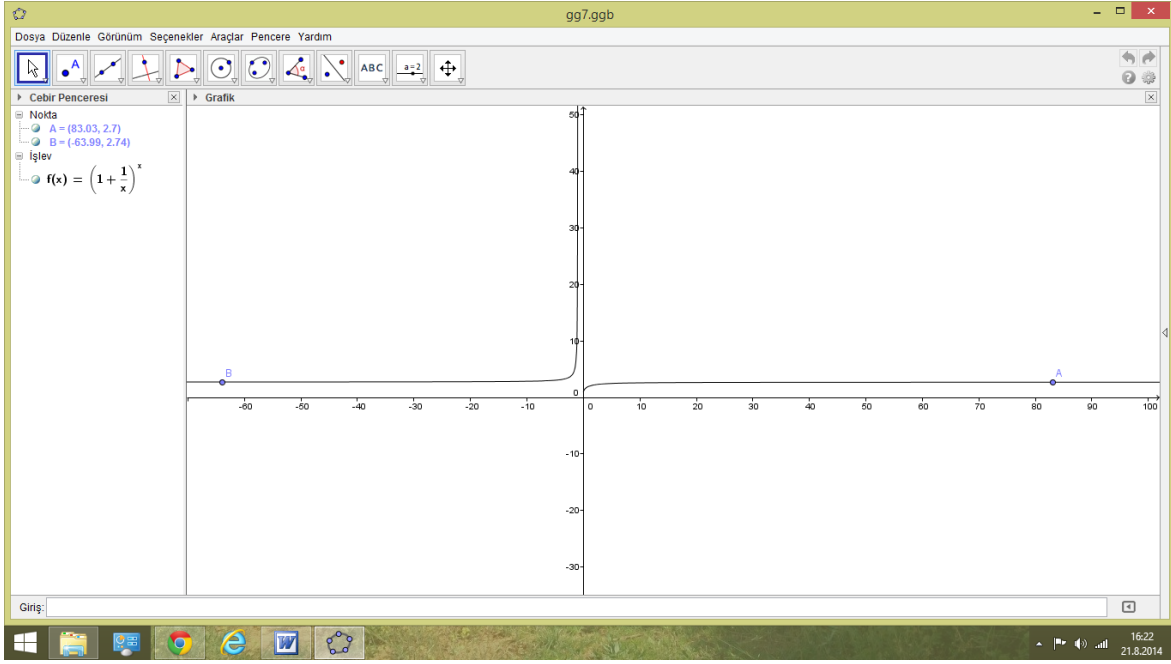


Şekil 3.5.  $0 < a < 1$  için  $f(x) = a^x$  fonksiyonu ve bu fonksiyonun  $y = x$  doğrusuna göre simetrisinin grafiği

Öğrencinin  $a$ 'nın değerine göre grafiğin şeklinin ve fonksiyonun özelliklerinin değiştiğini gözlemleyebilmesi ve  $0 < a < 1$  için  $f(x) = \log_a x$ 'in özelliklerini kavrayabilmesi bu kısımda önemlidir. Yine yukarıdaki aşamalar bu kısım için de geçerlidir. Bu kısım da bittikten sonra öğrenciden  $f(x) = \log_a x$  fonksiyonunun tersini cebirsel yöntemle alması istenir ve bu çalışmadaki gözlemlerini yazması istenir. Böylelikle, öğrenci artık logaritmanın üstel fonksiyonun tersi olduğunu kavramaya ve genel olarak bir fonksiyonun ters fonksiyonunun o fonksiyonun  $y=x$  doğrusuna göre simetriği olduğunu anlamaya çalışır. Öğrenci, grafik üzerinde simetri kavramının ve ters fonksiyon kavramının nasıl bir şey olduğunu noktalara bakarak gözlemler. Aslında  $y=x$  e göre simetri almanın  $y$  ile  $x$  değerlerinin yer değişmesi olduğunu ve ters fonksiyon kavramının da aslında  $y$  ile  $x$  değerlerinin yer değişmesi olduğunu gözlemler, fonksiyonlar ve tersi ve simetri konusundaki eksiklerini tamamlamaya çalışır ve artık öğrencinin aradaki bağlantıları kurabilmesi beklenir.

### c) Çalışma Yaprağı-3'ün Yapısı ve Özelliği

Bu çalışma yaprağının amacı; doğal logaritma fonksiyonunun grafiğini öğrencilerin görmesini sağlamak ve bu grafik yardımıyla öğrencilere  $e$  sayısını keşfettirmektir. Yani, bu çalışma yaprağı sayesinde öğrencilerin  $e$  sayısının nereden geldiğini görebilmesi beklenir. Bu nedenle bu çalışma yaprağı '*Doğal logaritma fonksiyonunu açıklar.*' kazanımı için tasarlanmıştır. Çalışma yaprağının işlenişi için öncelikle G5 dosyası açılır:



Şekil 3.6.  $e$  doğal logaritma fonksiyon grafiği

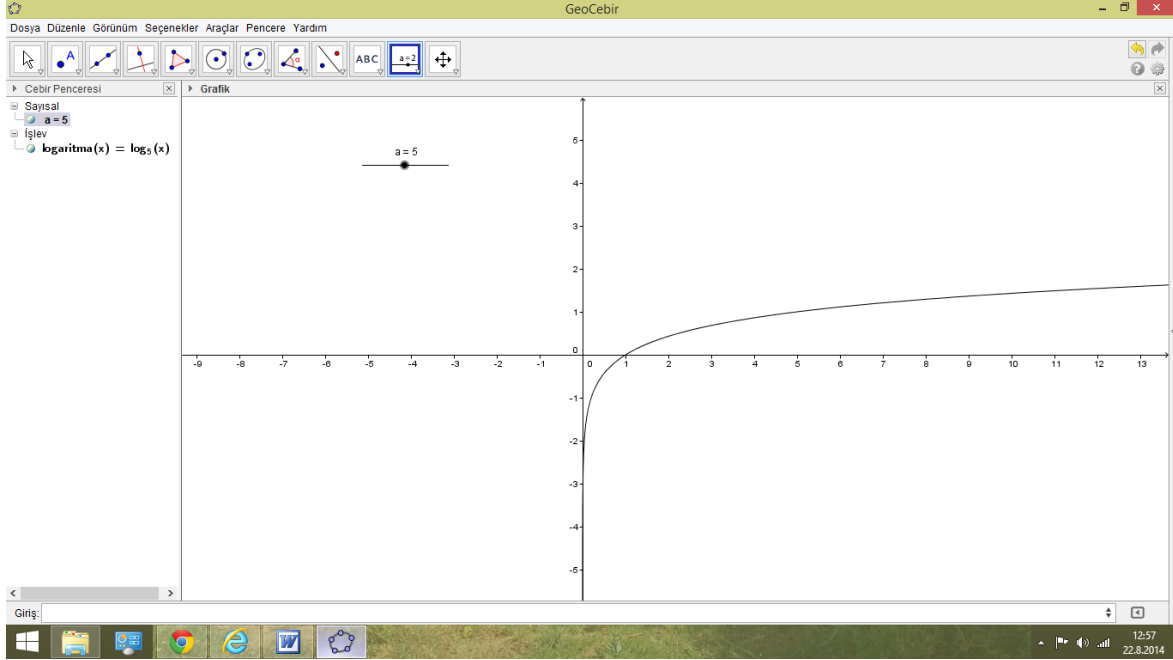
Dosyada doğal logaritma fonksiyonunun grafiği verilmiştir. Bu grafiğin üzerinde negatif tarafta bir A, pozitif tarafta da bir B noktası işaretlenmiştir. Öğrenciden bu noktaları çok küçük ve çok büyük  $x$  değerlerine getirerek bu değerlere karşılık gelen  $y$  değerlerini bulmaları istenir. Öğrenci burada iki durumda da  $x$  değerlerine karşılık gelen sayının 2,71... gibi bir sayı olduğunu gözlemlemektedir. Sonrasında da bu sayının  $e$  sayısı olduğu tanıtılır ve gerekli açıklamalar yapılır.

### d) Çalışma Yaprağı-4'ün Yapısı ve Özelliği

Bu çalışma yaprağında da logaritma fonksiyonunun özelliklerinden bazıları öğrenciye keşfettirilmeye çalışılır. Böylelikle öğrencinin bu özelliklerin mantığını kavraması ve bu bilgilerin öğrencide daha kalıcı olması beklenir. Öğrencinin artık özelliklerin nereden



geldiğini öğrendiği varsayıp öğrenciden gerektiğinde aynı özellikleri tekrar keşfedebilmesi beklenir. Bu çalışma yaprağının dayandığı kazanım şudur: ‘Logaritma fonksiyonunun özelliklerini gösterir ve uygulamalar yapar.’ Çalışma yaprağının işlenişi şöyledir: Öncelikle G6 dosyası açılır:



Şekil 3.7. Logaritma fonksiyon grafiği

Logaritması alınan sayı negatif olduğunda logaritmanın değerlerini gözlemleyebilmek için öğrenciye örnekler yaptırılır. Burada öğrenciye keşfettirilmek istenen logaritması alınan sayının negatif olamayacağıdır. Bir diğer aşama; logaritmanın tabanı ve logaritması alınan sayı aynı olduğundaki logaritma değeridir. Verilen örneklerdeki değerleri öğrenci hem sürgüyü hem de fonksiyon üzerinde verilen A noktasını hareket ettirerek bulur. Burada da keşfettirilmek istenen logaritmanın tabanı ve logaritması alınan sayı aynı olduğunda logaritma değerinin her zaman 1 olduğudur.

Bir diğer aşamada ise yine A noktası hareket ettirilerek  $\log_2 4$ ,  $\log_2 8$ ,  $\log_2 16$ ,  $\log_3 9$ ,  $\log_3 27$  gibi logaritmaların değerleri öğrenciye buldurulur. Buradaki amaç; öğrenciye 4, 8 ve 16'nın 2'nin kuvvetleri olduğunu ve 9 ve 27'nin de 3'ün kuvvetleri olduğunu hatırlatarak bir kural buldurmaaktır. Öğrencinin burada  $\log_a a^x = x$  olduğunu keşfetmesi beklenilir. Sonraki aşamada;  $\log_a b^x = x \log_a b$  olduğu öğrenciye yine örnekler üzerinden keşfettirilmeye çalışılır. Bir diğer aşamada ise logaritmanın tabanı da bir sayının kuvveti olarak verilmiştir ve

öğrencinin tabandaki kuvvetin, logaritmanın başına katsayı olarak bölüm durumunda geldiğini keşfetmesi beklenilir. Bu keşif öncelikle yine aynı şekilde logaritmanın tabanı ve logaritması alınan sayı aynı sayıların kuvvetiyken yaptırılır. Sonrasında ise logaritmanın tabanı ve logaritması alınan sayı farklı sayıların kuvvetiyken buldurulmaya çalışılır.

Sonuç olarak öğrencinin logaritması alınan sayının kuvvetinin logaritmanın başına katsayı olarak çarpım durumunda, logaritmanın tabanının kuvvetinin de logaritmanın başına yine katsayı olarak bölüm durumunda geldiğini keşfetmesi beklenilir. Bir diğer kuralın öğretilmesine gelinecek olunursa;  $\log_a(x \cdot y) = \log_a x + \log_a y$  olduğu öğrenciye öğretilmeye çalışılır. Sonrasında ise, öğrenciye  $\log_a(x/y) = \log_a x - \log_a y$  olduğu buldurulmaya çalışılır. Akabinde, öğrenciye bu kuralların mantıkları cebirsel yönden sorgulattırılır. Yani, logaritmik ifadeler öncelikle üstel fonksiyona çevrilerek ve öğrenciye üstel fonksiyonun kuralları hatırlatılarak bu kurallara ulaşılmaya çalışılır. En son olarak da öğrenciye bulunan bu kuralların pekiştirilmesi için örnekler yaptırılır. Özelliklerin geri kalanı artık sorgulama metoduyla bulunmaz, geri kalan kısım geleneksel öğretim metoduyla öğretilmeye çalışılır.

Daha sonra “Bir gerçekte sayının 10 tabanına göre logaritmasının hangi iki ardışık tam sayı arasında olduğu buldurulur. 1’den büyük bir sayının on tabanına göre logaritmasının pozitif, 0 ile 1 arasındaki bir sayının on tabanına göre logaritmasının negatif olduğu keşfettirilir.” kazanımına geçilir. Bu kısımda öğrenciye yine örnekler üzerinden ipuçları verilerek onluk tabandaki logaritmik sayıların hangi iki tam sayı arasında olduğu buldurulmaya çalışılır ve öğrencinin bir kural oluşturması beklenilir. Öğrenci logaritmanın içindeki sayıdan küçük olan 10’un kuvveti olan sayıyla büyük olan 10’un kuvveti olan sayının onluk tabandaki logaritmasını alacaktır. 10’un kuvveti olan bir sayının 10’luk tabandaki logaritması o sayının kuvveti kadardır, yani sonundaki 0 sayısı kadardır. Öğrenciye pozitif tam sayılar için bu kural keşfettirilmeye çalışıldıktan sonra ondalık sayılar için yine aynı mantıkla ondalık sayılar için olan kural keşfettirilmeye çalışılır. 1 ile 0 arasındaki ondalık sayıların onluk tabandaki değerleri negatif tamsayılar arasındadır.

### **3.3.3. GeoGebra’nın Kullanıldığı Zenginleştirilmiş Öğrenme Ortamlarının Gerçek Sınıf Ortamında Uygulanması (Pilot Uygulama)**

Matematik öğretiminde dinamik geometri yazılımı GeoGebra kullanımı ile zenginleştirilmiş ortamların öğrenme üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmayı amaçlayan bu

çalışmada araştırmacının çalıştığı alanın sınırlarını görebilmesi için pilot çalışma oldukça önemlidir. Pilot çalışma araştırmacıya pek çok fayda ve deneyim sağlamıştır. Dolayısıyla çalışma için önemli bir başlangıç noktası olmuştur. Dinamik geometri yazılımı GeoGebra ile geliştirilen etkinliklerin pilot çalışması 2013-2014 öğretim yılında İstanbul il ve ilçelerinde öğrenim görmekte olan liselerden birinde okumakta olan iki 11. sınıf öğrencilerine yapılmıştır. Pilot çalışmayı araştırmacı o okulda öğretmenlik yaptığı ve iki 11. sınıfın dersine girdiği için bizzat kendisi uygulamıştır. Pilot çalışma sonucunda etkinliklere son şekli verilmiştir.

### **3.4. Asıl Uygulamanın Yapılması**

Bu bölümde asıl çalışmanın deney grubunda ve kontrol grubunda yürütülen boyutları alt başlıklar altında incelenecektir.

#### **3.4.1. Deney Grubunda Yapılan Öğretim**

Deney grubunda üstel fonksiyon ve logaritma konusunun teknolojiye uygun olan kazanımlarında GeoGebra destekli öğretim materyalleri kullanılmıştır. Diğer kazanımlarda ise aynı kontrol grubundaki gibi düz anlatım yöntemi kullanılarak öğretime devam edilmiştir. Ayrıca, GeoGebra destekli öğretim materyallerinin kullanıldığı kazanımlarda o kazanıma ait çalışma yaprağı tamamlandıktan sonra o çalışma yaprağında bulunmayan MEB kitabında bulunan soru tipleri de sınıf ortamında çözülmüştür. Böylelikle, kontrol grubunun gördüğü, fakat deney grubunun görmediği soru tipi kalmamıştır. Bu da sonuçların olumsuz etkilenmesini engellemiştir. GeoGebra destekli öğretim materyalleriyle öğretim şu şekilde olmuştur: Bilgisayar laboratuvarındaki bilgisayarlara GeoGebra programı ve GeoGebra dosyaları dersten önce yüklenmiştir. Çalışma yaprakları; her gruba 1 tane denk gelecek şekilde çoğaltılmıştır. Böylelikle ders öncesi hazırlık tamamlanmıştır. Öğrencilerden bilgisayar laboratuvarında bulunan bilgisayar sayısına göre 2'şerli 3'erli gruplara ayrılarak bilgisayarların başına oturmaları istenmiştir. Sonrasında, bilgisayarlar da açılıp hazır olduktan sonra ders başlamıştır.

Her gruba birer çalışma yaprağı dağıtılıp grupların bu çalışma yapraklarındaki yönergelere uyarak soruları yine çalışma yapraklarına cevaplandırmaları istenmiştir. Gruplar

yapılandırmacı yaklaşımla hazırlanmış bu sorularla uğraşırken, öğretmen tüm grupları dolaşmaktadır. Onlara takıldıkları yerde ipuçları vermektedir ve yanlış giden gruplara cevaplara yönelik sorular yönelterek yanlışlarını görmelerini sağlamaktadır. Ayrıca gruplar arası etkileşim sayesinde bir grup takıldığı yerde diğer gruptan yardım almaktadır. Bu şekilde, öğretmenin yetişemediği yerde öğrenciler birbirine yardım etmektedir.

Çalışma yaprakları bittikten sonra öğrencilere o çalışma yaprağından neler öğrendikleri tartışma yapılarak paylaşılmıştır. Anlaşılmayan yerler ise tekrar gözden geçirilmiştir. Yani deney grubunda yapılan öğretimde öğrencinin rolü; çalışma yapraklarını okuyarak yönergeler doğrultusunda en doğru sonuca ulaşmak için arkadaşıyla birlikte çalışmak ve tartışmaktır. Öğretmenin rolü ise; öğrenciler çalışma yaprakları doğrultusunda etkinlikleri yaparken onları gözlemek, takıldıkları yerlerde onlara dönüt vermek ve uygun sorularla bilgilerini yapılandırmalarına rehberlik etmektir. Sınıfta öğrencilerin 2'şerli gruplar halinde çalıştığı ve buldukları sonuçları birbirleriyle tartıştıkları bir ortam mevcuttur. Öğretmen, öğrenciler çalışırken çalışma yapraklarını ve bilgisayar ekranlarını gözlemleyerek ne düzeye ulaştıklarını değerlendirmektedir. Bu şekilde üstel fonksiyon ve logaritma konunun teknoloji yardımıyla işlenebilecek tüm kazanımları GeoGebra destekli öğretim materyalleri ile öğrencilere keşfettirilmiştir.

### **3.4.2. Kontrol Grubunda Yapılan Öğretim**

Kontrol grubunda dersin işlenişinde geleneksel öğretim yöntemi kullanılmıştır. Öğretmen dersi tahtada anlatmış, öğrencilere sorular sorarak konunun anlaşılıp anlaşılmadığını anlamaya çalışmıştır, gerektiğinde anlaşılmayan yeri yeniden anlatmıştır. Soruları ya sınıftaki en başarılı öğrenciler ya da öğretmen cevaplamıştır. Diğer öğrenciler ise dersi bazen takip edip bazen etmemişlerdir. Kazanımlar deney grubuyla aynıdır. Öğrenciler sadece soru sorulduğu zaman etkileşim halindedir, diğer zamanlarda dinleyici konumundadırlar. Öğretmen öğrencinin dersi anlayıp anlamadığını öğrencilere soru sorarak öğrenmeye çalışmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrenme ortamları Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrenme ortamları

Gruplar	Materyal	Öğretmen	Öğrenci	Kazanımlar	Sınıf ortamı	Değerlendirme
Deney	Dinamik geometri yazılımı GeoGebra kullanılmıştır.	Öğretmen, öğrenciler çalışma yaprakları doğrultusunda etkinlikler yaparken onları gözlemlemiş, takıldıkları yerlerde onlara dönütler vermiş ve uygun sorularla bilgilerini yapılandırmalarına rehberlik etmiştir.	Öğrenci çalışma yapraklarını okuyarak yönergeler doğrultusunda en doğru sonuca ulaşmak için arkadaşlarıyla birlikte çalışmış ve tartışmıştır.	Kazanımlar kavramsal öğrenmeyi amaçlamış, bu amaçla küçük parçalar halinde uygun öğrenme ortamlarına serpiştirilmiştir.	Öğrenciler arkadaşlarıyla 2'şerli ve 3'erli gruplar halinde çalışmış ve buldukları sonuçları birbirleriyle tartışmışlardır.	Öğretmen öğrencilerin çalışma yapraklarını gözlemlediği kadar bilgisayar ekranlarını da gözlemleyerek onlara uygun yönergeler vermiş ve işleyişte çalışma yaprakları bilgisayar ve rolünü analiz ederek öğrencilerin kazanımlarının ne düzeyde olduğunu incelemiştir.
Gruplar	Materyal	Öğretmen	Öğrenci	Kazanımlar	Sınıf ortamı	Değerlendirme
Kontrol	Sadece geleneksel öğretim yöntemiyle ders işlenmiştir.	Öğretmen dersi tahtada anlatmıştır. Kavramları kazanımlar doğrultusunda tanımlamıştır. Öğrencilere sorular sorarak konunun anlaşılıp anlaşılmadığını anlamaya çalışmış, gerektiğinde yeniden anlatmıştır.	Soruları ya sınıftaki en başarılı öğrenciler ya da öğretmen cevaplamıştır. Diğer öğrenciler de dersi bazen takip etmiş bazen etmemişlerdir.	Kazanımlar deney grubunda dikkate alınan kazanımlarla aynıdır. Fakat adım adım bir parçanın bütünü gibi öğretmenin takip ettiği sırada verilmiş öğrencinin bütünü anlaması amaçlanmıştır.	Öğrenciler klasik sınıf düzeninde, sıralar art arda dizilmiş halde oturmuşlardır ve birbirleriyle etkileşimleri söz konusu değildir. Sadece dersi dinlemişlerdir ve soru sorulduğu zaman öğretmen öğrenci etkileşimi mümkün olabilmektedir.	Öğretmen öğrencilerin neyi öğrenip öğrenmediğini öğrencilere soru sorarak anlamaya çalışmış ve anlaşılmayan yerleri tekrar anlatarak problemi çözmeye çalışmıştır.

### 3.5. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada veri toplamak amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen 20 çoktan seçmeli sorudan oluşan “Başarı testi” deney ve kontrol grubuna öntest ve sontest olarak uygulanmıştır. Deney grubundaki öğrencilerin uygulamaya ilişkin görüşlerini almak amacıyla üç açık uçlu sorudan oluşan “Anket Formu” kullanılmıştır.

#### 3.5.1. Başarı Testi

Öğrencilerin üstel fonksiyon ve logaritma hakkındaki ön bilgilerini ölçmek için ve uygulama sonrasında ne kadar öğrendiklerini ölçmek için öntest ve sontest olarak kullanılmak üzere 20 sorudan oluşan çoktan seçmeli başarı testi hazırlanmıştır. Bu test hazırlanırken ilgili literatür ve öğretim programı (MEB, 2013) ve ilgili kazanımları incelenmiştir. Test madde havuzunun oluşturulması sürecinde daha önceki üniversiteye giriş sınav soruları ile çeşitli ders kitabı ve yardımcı kitaplardan yararlanılmıştır. Çoktan seçmeli başarı testindeki soruların kazanımlara göre dağılımları Tablo 3.2’de verilmiştir:

Tablo 3.2. Soruların kazanımlara göre dağılımı

Kazanımlar	Soru No
Üstel fonksiyonu açıklar.	1, 2, 3, 9
Üstel fonksiyonların bire bir ve örten olduğunu gösterir.	9
Logaritma fonksiyonunu üstel fonksiyonun tersi olarak oluşturur.	3, 4, 5, 6, 7, 8
On tabanında logaritma fonksiyonunu ve doğal logaritma fonksiyonunu açıklar.	15, 16, 20
Logaritma fonksiyonunun özelliklerini gösterir ve uygulamalar yapar.	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
Üstel ve logaritmik denklemlerin ve eşitsizliklerin çözüm kümelerini bulur.	18, 19, 20
Üstel ve logaritmik fonksiyonları gerçek/gerçekçi hayat durumlarını modelleme ve problem çözmede kullanır.	10

Hazırlanan başarı testi öncelikle bir matematik uzmanı tarafından gözden geçirilmiş 3 kere revize edilmiştir. Matematik uzmanının uygundur görüşü alındıktan sonra iki

matematik öğretmeni tarafından incelenmiştir. Matematik öğretmenleri, logaritma konusu öğrencilere yabancı bir konu olacağı için öğrencilerin öntestte başarılı olamayacaklarını, ama testin söntest için gayet uygun olacağını belirtmişlerdir.

Son olarak 25 sorudan oluşan başarı testi kapsam ve görünüş geçerliği için üst sınıflardan 30 öğrenciye çözdürülmüştür. Bu öğrencilerin aynı zamanda test hakkındaki fikirleri de alınmıştır. Bazı öğrenciler soruların bazılarını zor bulurken, bazıları soruların genelini çözebildiğini belirtmişlerdir. Öğrenciler, aynı zamanda soruların onlara katkı sağladıklarını da belirtmişlerdir.

Pilot uygulamada öğrencilerin sorulara verdiği cevaplara göre başarı testindeki maddelerin madde güçlüğü ve ayırt ediciliği hesaplanmıştır. Oluşan sonuçlara göre 5 madde testten çıkarılmış ve testteki soru sayısı 20'ye düşürülmüştür.

*Madde güçlük indeksi:* Bir test sorusunun güçlüğü, o soruya doğru cevap veren öğrencilerin sayısının, tüm öğrencilerin sayısına oranıdır. Madde güçlük indeksi 0 ile 1 arasında değerler alır. Madde güçlük indeksi 1'e yaklaştıkça madde kolaylaşır, 0'a yaklaştıkça madde zorlaşır. Değerin 0.50 civarında olması, maddenin orta güçlükte olduğunu gösterir (Özçelik, 1997).

*Madde ayırıcılık gücü indeksi:* Bir maddenin ayırıcılığı, o maddedeki davranışı bilenle bilmeyen öğrencilerin ayırt edilebilirlik gücüdür. Madde ayırıcılık gücü indeksi (-1) ile (+1) arasında değer alır. Madde ayırt edicilik gücü 0 ile 0,19 arasında olanlar geliştirilmesi ve negatif olanlara testte yer verilmemesi, ayırt edicilik gücü 0,20-0,29 arasında olanların ise maddeler düzeltilerek teste alınması önerilmektedir. Ayırt edicilik gücü 0,30 ile 0,39 arasında olanlar "iyi", 0,40 ve üzerinde olan maddeler ise "çok iyi" madde olarak nitelendirilmektedir (Özçelik, 1997).

Bu araştırma kapsamında başarı testinde yer alan maddelere ilişkin madde güçlük ve ayırt edicilik indeks değeri hesaplanmıştır. Madde güçlük indeksi 0,30'un altında yer alan 3 madde ile 0,20 nin altında kalan 2 maddenin başarı testinden çıkarılmasına karar verilmiştir. Başarı testi kapsamında yer alan 20 maddenin madde güçlük ve ayırt edicilik değerlerine Tablo 3.3'te yer verilmiştir.

Tablo 3.3. Başarı Testi İçin Yapılan Madde Analizi Sonuçları

Madde No	Madde Güçlüğü	Madde Ayırt ediciliği	Madde No	Madde Güçlüğü	Madde Ayırt ediciliği
S1	0,30	0,31	S11	0,50	0,69
S2	0,40	0,38	S12	0,80	0,50
S3	0,47	0,50	S13	0,37	0,69
S4	0,30	0,31	S14	0,17	0,31
S5	0,57	0,44	S15	0,27	0,38
S6	0,40	0,38	S16	0,40	0,50
S7	0,77	0,31	S17	0,50	0,31
S8	0,37	0,44	S18	0,67	0,50
S9	0,43	0,56	S19	0,23	0,31
S10	0,30	0,31	S20	0,27	0,38

Tablo 3.3 incelendiğinde başarı testinde yer alan S14, S15, S19, S20 maddeleri madde güçlüğü bakımından “zor”, S7 ve S12 maddeleri “kolay”, diğerlerinin ise “orta” güçlüğüne sahip olduğu anlaşılmaktadır. Tablo 3.3 madde ayırt edicilik bakımından incelendiğinde başarı testindeki 11 maddenin (S1, S2, S4, S6, S7, S10, S14, S15, S17, S19, S20) “iyi, diğerlerinin ise “çok iyi” nitelikte ayırt edici olduğu görülmektedir. Tüm bu bulgular ışığında başarı testinin son halindeki maddelerin ayırt ediciliğinin 0,30 dan yüksek olduğu, madde güçlüğü değerleri bakımından test içerisinde hem zor hem kolay hem de orta düzeyde sorular olduğu söylenebilir.

*Test güvenilirliği:* Bir testin güvenilirliği, o testin tesadüfi hatalardan arınlık derecesi ve test maddelerinin, testin tümüyle olan tutarlılığıdır. Güvenirlik katsayısı 0 ile 1 arasında değerler alır. Güvenirlik katsayısının 0.70 değerinin üzerinde olması beklenir. 0.70’in altındaki değerler için, güvenilirliğin iyi olmadığı şeklinde yorumlanmaktadır (Büyüköztürk, 2003). Bu araştırmaya kapsamında geliştirilen çoktan seçmeli başarı testinin KR-20 güvenilirlik katsayısı hesaplanmış ve 0,86 olduğu belirlenmiştir. Bu yönüyle başarı testinin güvenilir olduğu kabul edilmiştir.

### 3.5.2. Görüş Anketi

Deney grubunda dinamik geometri yazılımı GeoGebra’ya dayalı olarak gerçekleştirilen etkinliklere ve yapılan öğretime ilişkin öğrencilerin görüşlerini belirlemek



amacıyla 3 adet açık uçlu sorudan oluşan anket uygulanmıştır. Hazırlanan ankette yer alan sorular “*Daha önceden işledikleri matematik dersi ile GeoGebra ile yapılan öğretimin farklı yönleri nelerdir?*”, “*GeoGebra ile öğretimin size sağladığı olumlu yönleri nelerdir?*”, “*GeoGebra ile öğretim sürecinde karşılaştığınız sorunlar ve olumsuzluklar nelerdir?*” şeklindedir.

### **3.6. Verilerin Analizi**

Araştırma sonunda elde edilen nicel verilerin analizinde SPSS 17.0 paket programı kullanılmıştır. Grupların öntest ve sontest puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Skewness ve Kurtosis normallik testleri yapılmıştır. Dağılımın normal çıkması nedeniyle verilerin analizinde parametrik testler kullanılmıştır. Araştırmada öğrencilerin üstel fonksiyon ve logaritma konusunu kavrama ve uygulama düzeylerini ölçmek amacıyla öntest ve sontest olarak çoktan seçmeli matematik başarı testi kullanılmıştır. Grupların öntest puanları arasındaki karşılaştırmalar bağımsız örneklemeler için t-testi kullanılarak yapılmıştır. Grupların sontest puanlarının karşılaştırılmasında grupların öntest puanları kontrol edilerek tek faktörlü kovaryans analizi (ANCOVA) yapılmıştır. Çünkü, öntest, sontest kontrol gruplu bir desende, araştırmacı deneysel işlemin etkili olup olmadığına odaklanmışsa, en uygun istatistiksel işlem, öntestin ortak değişken olarak kontrol edildiği tek faktörlü ANCOVA’dır (Büyüköztürk vd., 2010).

Regresyon ve ANOVA’nın birleşimi olarak tanımlanabilen ANCOVA, çok farklı sayıda istatistiksel durumlarda en çok kullanılan yöntemdir ve diğer yöntemlerin tek başına kullanılmasına göre zaman konusunda tasarruf sağlar. Fisher ANCOVA’yı deneysel analizlerin kesinliğini, hassaslığını artırmak için geliştirmiştir (Rutherford, 2001). ANCOVA, bir araştırmada etkisi test edilen faktörlerin dışında, bağımlı değişkenle ilişkisi bulunan ancak eşit kabul edilen ya da hesaba katılmayan değişkenlerin (covariate) istatistiksel olarak disiplinli bir şekilde deneysel kontrolünü sağlar. Böylece, deneysel çalışmaya ait daha doğru, net ölçüm sonuçları sağlar (Field, 2005; Büyüköztürk, 2011). Hata payını azaltan ANCOVA, covariate ve bağımlı değişken arasındaki korelasyonu belirler ve bu etkiyi ortadan kaldırır (Rutherford, 2001). Bu doğrultuda araştırmamızda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön başarı testi ortalamaları istatistiksel olarak farklı olduğu için başarı testi için uygun görülen yöntem ANCOVA’dır.

Gruplar arası karşılaştırma yapmadan önce ANCOVA'nın aşağıda belirtilen varsayımlarının incelenmesi gerekir:

- a) Grupların bağımlı değişkene ilişkin puanları normal dağılmaktadır.
- b) Grupların bağımlı değişkene ilişkin puanlarının varyansları eşittir.
- c) Araştırmaya katılanların öntest ve sontest puanları arasında doğrusal bir ilişki vardır.
- d) Grupların önteste göre sontest istatistik puanlarını tahminde kullanılacak regresyon doğrularının eğimleri eşittir (Rutherford, 2001; Field, 2005; Büyüköztürk, 2011).

Özellikle çoklu karşılaştırmalarda, ANCOVA varsayımları karşılanmazsa esas analize karşı olan endişeler artar. Varsayımları test etmek ve bu varsayımlar sağlandıktan sonra analiz yapmak elde edilen sonuçlara olan güveni artırır ve körü körüne analiz sonuçlarına bağlı kalınmaması gerektiğini vurgular (Field, 2005).

ANCOVA varsayımları karşılandığında güçlü bir teknik olduğundan (Büyüköztürk, 2011) ve ANCOVA yapılırken mutlaka varsayımlarına bakılması gerektiğinden (Field, 2005) başarı testi için varsayımların karşılanıp karşılanmadığı tek tek incelenmiştir.

Bu araştırma kapsamında kullanılan görüş anketinden elde edilen nitel veriler, içerik analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler incelenerek araştırma amacı doğrultusunda kategoriler oluşturulmuş, öğrenci görüşlerine ait bazı örnekler alıntılar yapılarak sunulmuştur.

## 4. BULGULAR VE YORUMLAR

### 4.1. Nicel Bulgular

#### 4.1.1. Deney ve Kontrol Gruplarının Öntest Puanlarına İlişkin Bulgular

Deneysel işlem öncesi deney ve kontrol gruplarının öntest başarı puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan bağımsız örneklem t-testi sonuçları Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. *Grupların öntest puanlarına ilişkin t-testi sonuçları*

Ölçüm	Grup	<i>N</i>	$\bar{x}$	SS	sd	<i>T</i>	<i>p</i>
Öntest	Deney	18	6,94	4,24	33	.115	.909
	Kontrol	17	6,76	3,92			

Tablo 4.1’de görüldüğü gibi grupların öntestleri için yapılan bağımsız t-testi sonucunda deney ve kontrol gruplarının öntest başarı puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır [ $t(33) = .115, p > .05$ ]. Buna göre deneysel işlem öncesi deney ve kontrol gruplarının öntest başarı düzeylerinin denk olduğu söylenebilir.

#### 4.1.2. Deney ve Kontrol Gruplarının Sontest Puanlarına İlişkin Bulgular

“Kazanımlarını GeoGebra destekli öğretim yardımıyla edinmiş deney grubu öğrencileri ile geleneksel içerikli dersler almış kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrasında, öntest puanları kontrol altına alındığında sontest puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” alt problemine yanıt aranmış, başarı testi için ANCOVA varsayımları incelenmiştir.

*1. Varsayım:* Grupların bağımlı değişkene ilişkin öntest ve sontest puanları normal dağılmaktadır, varsayımı incelenmiştir.

Tablo 4.2. *Başarı Testinin Öntest Sontest Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik*

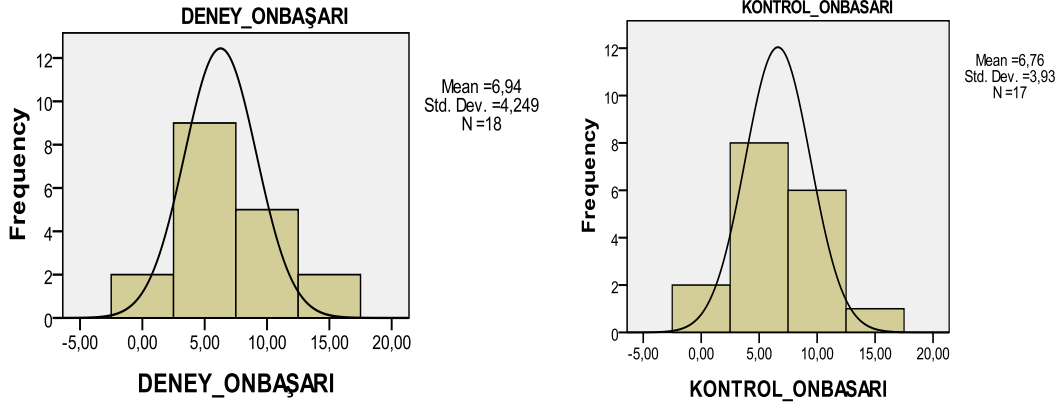
Ölçüm	Grup		$\bar{x}$	SS	Çarpıklık (Skewness)	Basıklık (Kurtosis)	KS-Z
Öntest	Deney	18	6,94	4,24	,390	-,106	1.220 ( $p>.05$ )
	Kontrol	17	6,76	3,92	,115	-,020	1.078 ( $p>.05$ )
Sontest	Deney	18	67,50	11,91	-,558	-,514	.764 ( $p>.05$ )
	Kontrol	17	50,58	14,98	,298	-,820	.708 ( $p>.05$ )

Analizlerde temel olan, puanların normalden aşırı sapma göstermemesidir. Çarpıklık katsayısı (Skewness) +1 ve -1 sınırları içinde kalıyorsa, puanların normalden aşırı sapma göstermediği şeklinde yorumlanabilir. Çarpıklık katsayısının (Skewness) 0 olması ortalamaya göre tam simetrik dağılımı, 0'dan küçük olması sola, 0'dan büyük olması sağa çarpıklık gösterir (Büyüköztürk, 2012). Tablo 4.2'de görüldüğü gibi Skewness değerleri incelendiğinde deney ve kontrol grupları için yapılan normallik analizinde öntest ve sontest değerlerinin tamamı +1 ve -1 aralığında olduğu için bu değerler normal dağılım göstermektedir.

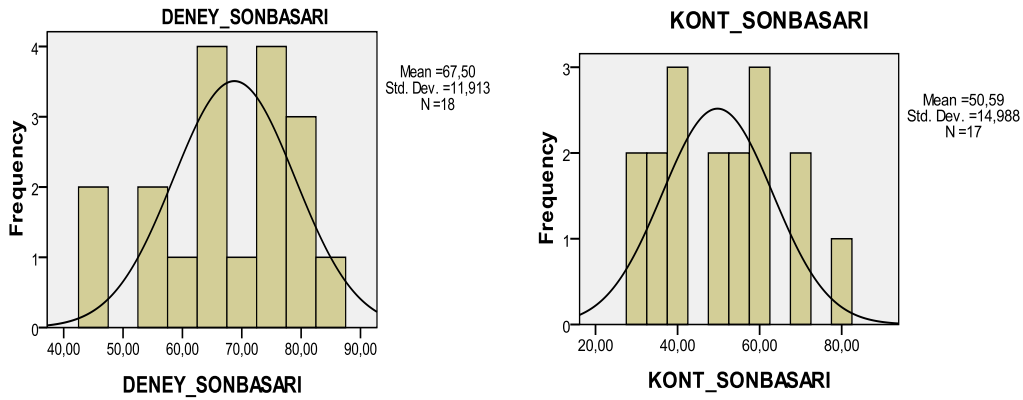
Bununla birlikte grupların öntest ve sontest puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla Kolmogorov-Smirnov (One Sample K-S) normallik testi uygulanmıştır. Tablo 4.2'de görüldüğü gibi öntest deney (KS-Z=1.220,  $p>.05$ ), öntest kontrol (KS-Z=1.078,  $p>.05$ ), sontest deney (KS-Z=.764,  $p>.05$ ), sontest kontrol (KS-Z=.708,  $p>.05$ ) grupların puanlarının normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

Dağılımın normalliği konusunda başvurulan başka bir yöntem grafik ile incelemedir. Bunun için, normal dağılım eğrisinin de çizdirildiği histogram da sıklıkla kullanılır (Büyüköztürk, 2012). Deney ve kontrol grubunun başarı testi normal dağılım histogramları Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 de verilmiştir. Bu grafiklerden de anlaşılacağı gibi deney ve kontrol grubundaki tüm test sonuçları Skewness (Çarpıklık Testi) sonuçlarını destekler mahiyette normal dağılım göstermektedir. Sonuç olarak, ANCOVA testini

uygulamak için gerekli varsayımlardan grupların bağımlı değişkene ilişkin puanları normal dağılmaktadır, varsayımı sağlanmıştır.



Şekil 4.1. Ön test puanlarının normal dağılım grafiği



Şekil 4.2. Son test puanlarının normal dağılım grafiği

2. Varsayım: Grupların bağımlı değişkene ilişkin puanlarının varyansları eşittir, varsayımı incelenmiştir. Bu varsayımın sağlanabilmesi için Levene Testi sonuçlarına bakılmalıdır. Levene Testi'nin anlamlılık değeri 0,05'ten büyük olmalıdır (Field, 2005). Bu araştırma kapsamında başarı testi için Levene testi sonucuna göre bağımlı değişkene ilişkin puanlarının varyansları eşit olduğu, varsayımı karşıladığı belirlenmiştir [ $F(1-33) = 2.140$ ,  $p > .05$ ].

3. Varsayım: Araştırmaya katılanların öntest ve sontest puanları arasında doğrusal bir ilişki vardır, varsayımı incelenmiştir. Kontrol grubunun öntest ve sontest puanları arasında

orta düzeyde pozitif yönlü anlamlı ilişki olduğu belirlenmiştir [ $r = .698$ ,  $n = 17$ ,  $p < .01$ ]. Benzer şekilde deney grubunun öntest ve sontest puanları arasında orta düzeyde pozitif yönlü anlamlı ilişki olduğu belirlenmiştir [ $r = .770$ ,  $n = 18$ ,  $p < .01$ ]. Bu değerlerden hareketle bu ilişkinin doğrusal olduğu söylenebilir. ANCOVA'nın ortak değişken ve bağımlı değişken arasında doğrusal bir ilişki vardır varsayımı karşılanmaktadır.

4. Varsayım: Grupların önteste göre sontest istatistik puanlarını tahminde kullanılacak regresyon doğrularının eğimleri eşittir, varsayımı incelenmiştir. ANCOVA'nın son varsayımında regresyon doğrularının eşitliği için sontest üzerinde Öntest\*Grup ortak etkisinin anlamlı olup olmadığı test edilmelidir.

Tablo 4.3. Deney ve kontrol gruplarının başarı testi için regresyon katsayıları

Grup	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Grup	1220,385	1	1220,385	12,417	,001
Öntest	2950,115	1	2950,115	30,015	,000
<b>Öntest*Grup</b>	<b>55,379</b>	<b>1</b>	<b>55,379</b>	<b>,563</b>	<b>,459</b>
Hata	3046,902	31	98,287		
Toplam	131525,000	35			

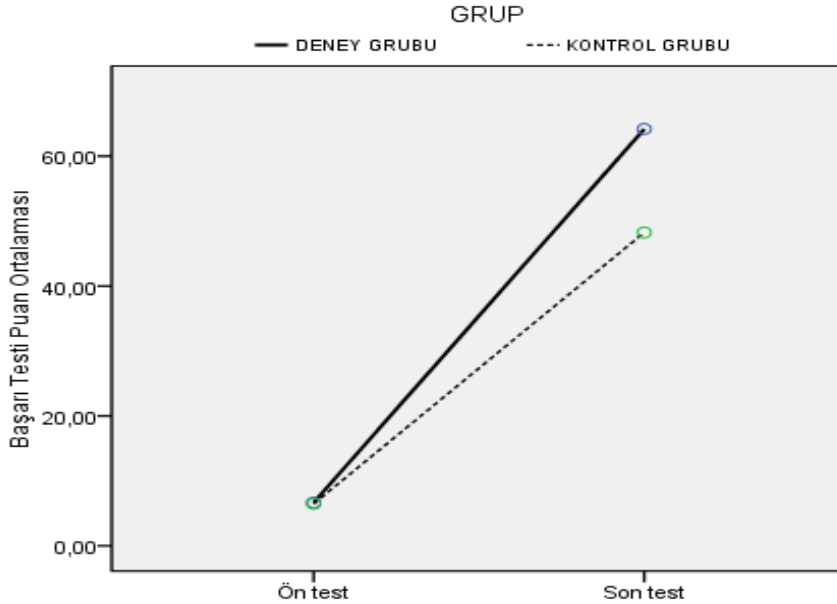
Bu varyansın anlamı, kovaryansların (covariate) ve analiz sonuçlarının arasındaki ilişki, çalışılan tüm deneysel gruplarda aynı olmalıdır şeklindedir. Regresyon eğimlerinin eşitliği varsayımının sağlanması için anlamlılık değerinin 0,05'ten büyük olması gerekir (Field, 2005). Tablo 4.3'te görüldüğü gibi bu doğrultuda yapılan analiz sonucunda sontest puanları üzerinde Öntest\*Grup ortak etkisinin anlamlı olmadığı saptanmıştır [ $F(1,31) = .563$ ,  $p > .05$ ]. Bu bulgu, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin önteste dayalı sontest puanlarının tahminine ilişkin hesaplama regresyon doğrularının eğimlerinin eşit olduğunu gösterir (Büyüköztürk, 2012). Bu nedenle ANCOVA'nın regresyon doğrularının eğimlerinin eşit olduğu varsayımı sağlandığı söylenebilir.

ANCOVA'nın varsayımlarının sağlandığı gösterildikten sonra grupların öntest puanlarına göre düzeltilmiş sontest puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı test edilmiştir.

Tablo 4.4. *Deney ve kontrol gruplarının düzeltilmiş puanları*

GRUP	n	SonTestPuanı		Düzeltilmiş Sontest Puanı	
		Ort.	S.Sapma	Ort.	S.Hata
DENEY GRUBU	18	67,50	11,91	67,323	2,321
KONTROL GRUBU	17	50,58	14,98	50,776	2,388

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öntest puanlarına göre düzeltilmiş başarı testi ortalama puanları Tablo 4.4’te verilmiştir. Buna göre öntest orijinal puanları deney grubu için düzeltilmiş sontest puanı 67.323, kontrol grubunun düzeltilmiş sontest puanı ise 50.776 olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.3’te deney ve kontrol gruplarının düzeltilmiş öntest ve sontest başarı puan ortalamalarına ilişkin grafik verilmiştir.



Şekil 4.3. *Deney ve kontrol grupların düzeltilmiş öntest ve sontest puanları*

ANCOVA'nın varsayımlarının sağlandığı gösterildikten sonra grupların öntest puanlarına göre düzeltilmiş sontest puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.5. Deney ve kontrol grubunun düzeltilmiş sontest puanlarına göre ANCOVA sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmî Eta Kare Değeri ( $\eta^2$ )
Öntest	2904,337	1	2904,337	29,958	,000	,484
Grup	2392,800	1	2392,800	24,682	,000	,435
Hata	3102,281	32	96,946			
Toplam	8507,143	34				

ANCOVA sonuçlarına göre, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öntest puanlarına göre düzeltilmiş sontest ortalama puanları arasında, deney grubu lehine anlamlı bir farkın olduğu bulunmuştur [ $F(1, 32) = 24.682, \eta^2 = .435, p < .01$ ]. Bonferroni testi sonuçlarına göre grupların düzeltilmiş son-test puanları dikkate alındığında deney grubunun ortalamasının ( $\bar{x} = 67.323$ ) kontrol grubunun ortalamasından ( $\bar{x} = 50.776$ ) daha yüksek olduğu ve bu anlamlı farkın deney grubu lehine olduğu [*Ortalama puan farkı* = 16.547,  $p < .01$ ] görülmektedir. Ayrıca Tablo 4.5'teki eta kare etki indeksi değeri ( $\eta^2 = .435$ ) dikkate alındığında (Cohen, 1997) deney grubunda yapılan GeoGebra destekli öğretimin öğrencinin matematik başarıları üzerinde büyük düzeyde etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Bu değerlere göre kazanımları GeoGebra destekli öğretimle edinen deney grubu öğrencilerinin, geleneksel eğitim almış kontrol grubu öğrencilerine göre istatistiksel olarak akademik anlamda daha başarılı oldukları görülmüştür. GeoGebra destekli öğretimle işlenen çeşitli öğrenme alanlarındaki derslerde kazanımların daha etkili edinildiği söylenebilir.

#### 4.2. Deneysel Uygulamaya İlişkin Öğrenci Görüşleri

Deneysel uygulama sonunda öğrencilerden ayrı ayrı kâğıtlara GeoGebra ile yapılan etkinlikler hakkındaki görüşlerini yazmaları istenmiştir. Bu araştırma kapsamındaki öğrencilerden elde edilen görüşler sınıflandırılarak maddeler halinde aşağıda verilmiştir:



**a) GeoGebra ile öğretim dersini görsel açıdan zenginleştirilmesi:**

Öğrenciler önceden ezberledikleri formüllerin anlamlarını bilmediklerini, fonksiyonlarda simetri kavramını bile zihinlerinde canlandıramadıklarını, fakat GeoGebra üzerinde üstel ve logaritmik fonksiyonların grafikleri üzerinde işlemler yaparken hem genel olarak koordinat düzlemini ve fonksiyon kavramını daha iyi anladıklarını hem de üstel ve logaritmik fonksiyonların anlamlarını ve nasıl değiştiklerini anladıklarını belirtmişlerdir. Buna ilişkin bazı öğrencilerin görüşleri şöyledir:

*“Fonksiyonların grafiğini anlamama yardımcı oldu. Eksiklerim vardı bu çalışmayla büyük ölçüde kapattım. Görsellerle desteklendiği için daha çok aklımda kaldı. Ayrıca eğlenceli bir çalışma oldu. Arkadaşlarımla yaptığım için çok eğlendim. Çok yararlı oldu.” (Ö3)*

*“Bu çalışmada öncelikle fonksiyonların grafik üzerindeki çizimlerini ve oluşmalarını çok iyi anladım. Arada logaritmik çizimler de olduğu için arkadaşlarımla ilk başta biraz zorlansak da ilerleyen alıştırma ve çözümlerde olayı çok iyi anladım. Bence oldukça yararlıydı bilgisayardaki grafik programı da anlamama yardımcı oldu.” (Ö9)*

**b) GeoGebra ile öğretimin konunun daha iyi anlaşılmasına yardımcı olması:**

Öğrenciler eskiden sadece konuların formüllerini ve soru tiplerini ezberlediklerini belirtirken, hem çalışma yapraklarındaki keşfettirici yaklaşımla, hem de GeoGebra programının dinamik ve görsel özellikleriyle artık bilgileri kendilerinin öğrendiklerini ve bilgiler arasındaki bağlantıları daha rahat görebildiklerini belirtmişlerdir. Buna ilişkin bazı öğrenci görüşleri şöyledir:

*“Üstel ve logaritmik fonksiyonlar konusunun mantığını anladığımı düşünüyorum, diğer matematik konuları gibi sadece formülleri ve soru tiplerini ezberlemedim, bu formüllerin nereden geldiğini anladım. Bu çalışmanın okulumuzda bulunan 11. sınıf öğrencilerine katkı sağladığından eminim.” (Ö5)*

*“Bu çalışma sayesinde genel olarak fonksiyonlar konusunda ezbere yaptığımız grafiklerin yapılma mantığını anladık. Kısacası bizim için yararlı olduğunu düşünüyoruz.” (Ö1-Ö2)*

*“Çok yararlı bir çalışma olduğu kanısındayım. Fonksiyonların grafiği konusundaki eksiklerimi büyük ölçüde kapattım.” (Ö4)*

*“Bu çalışma öncesinde fonksiyonların tersini alırken ezbere işlem yapıyorduk ancak artık fonksiyonların tersini alırken yaptığımız işlemlerin aşamalarını daha iyi anladım. Bizler için yararlı bir çalışma oldu.” (Ö6)*

**c) GeoGebra ile öğretimin dersi eğlenceli hale getirmesi:**

Öğrenciler yapılan grup çalışmalarlarıyla arkadaşlarıyla etkileşim içerisinde bir şeyler öğrenebilmenin onlar için çok eğlenceli olduğunu ve aynı zamanda derslere aktif olarak katılabilme imkânı buldukları için eskisi gibi derslerde sıkılmadıklarını belirtmişlerdir. Eskiden konuların anlamlarını anlamadıkları için konuların onlara sıkıcı geldiğini, fakat artık konuların anlamlarını öğrenmiş olmanın verdiği mutluluğu paylaştıklarını belirtmişlerdir. Buna ilişkin bazı öğrenci görüşleri şöyledir:

*“Fonksiyonların grafiğini anlamama yardımcı oldu. Eksiklerim vardı bu çalışmayla büyük ölçüde kapattım. Görsellerle desteklendiği için daha çok aklımda kaldı. Ayrıca eğlenceli bir çalışma oldu. Arkadaşlarımla yaptığım için çok eğlendim. Çok yararlı oldu.” (Ö3)*

*“Anlamadığımız fonksiyonlar konusunu pekiştirme imkânı veren bu programa sonsuz teşekkürlerimizi sunuyoruz. Bu eğitici program sayesinde anlayamadığımız grafik konusunu biraz daha anlama imkânı bulduk. Okulumuzun yaptığı bu benzersiz eğitim için çok teşekkür ediyoruz.” (Ö10-Ö11)*

*“Üstel fonksiyonları, logaritmik fonksiyonları ve bunların grafikte gösterilmesi konusunda farklı bir bakış açısı sahibi oldum. Sadece cebirsel açıdan logaritmaları incelemek yerine grafikler halinde incelemek konuyu daha iyi kavramamı sağladı.” (Ö12)*

**d) Diğer matematik konularında da bu tür programların kullanılmasının önerilmesi:**

Öğrenciler yukarıda sayılan sebeplerden dolayı GeoGebra ile öğretimi çok beğendikleri için onların matematiği daha çok sevebilmeleri ve daha iyi anlayabilmeleri amacıyla matematik derslerinde sık sık bu yöntemle başvurulması gerektiğini

belirtmişlerdir. Matematik derslerinde en azından ayda bir böyle bir etkinliğin yapılabileceğini böylelikle matematik dersinden kopmayacaklarını ve dersi daha çok sevebileceklerini belirtmişlerdir.

*“Logaritma konusunu uygulamalı olarak gördüğümüz için çok faydalı bir çalışma oldu. Böyle uygulamalı dersler bizim açımızdan olumlu sonuçlar doğuracaktır. Öğrencilere böylece matematik-geometri gibi dersler sevdirebilir.” (Ö7)*

*“Her ay bir kere yaparsak daha yararlı olacağını ve sınav puanlarımızı arttıracığını düşünüyorum.” (Ö8)*

**e) GeoGebra programını ilk defa kullanan öğrencilerin anlamakta güçlük çekmesi:**

Birkaç öğrenci başlarda programı anlamakta güçlük çektiğini, fakat sonrasında öğretmenin ve grup arkadaşının da yardımıyla programa adapte olduğunu belirtmişlerdir.

*“Başlarda programı kullanırken biraz zorlandım. Fakat, sonrasında arkadaşlarımla beraber programın özelliklerini keşfettik.” (Ö8)*

*“İlk etapta program bana çok yabancı geldi. Ama, sonrasında öğretmenimin de yardımıyla çalışmaya ayak uydurdum.” (Ö11)*

Özet olarak, öğrenciler tarafından GeoGebra ile öğretimle soyut olan matematik konuları daha somut hale getirdiği, böylelikle öğrencilerin konuları daha iyi anlamalarını sağladığı ve GeoGebra ile öğretimin dersi daha zevkli hale getirdiği belirtilmiştir.

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, ortaöğretim 11. sınıf üstel ve logaritmik fonksiyon konusunda dinamik geometri yazılımı GeoGebra'nın kullanılmasının öğrenci başarısı üzerine etkilerini ortaya çıkarmaktır. Dolayısıyla, “üstel ve logaritmik fonksiyon konusunun öğretiminde dinamik geometri yazılımı GeoGebra'nın kullanılmasının öğrenci başarısına etkisi” elde edilen bulgular ışığında tartışılmıştır.

Bu çalışma, üstel ve logaritmik fonksiyon konusunda dinamik geometri yazılımı GeoGebra'nın kullanıldığı zenginleştirilmiş ortamlar hazırlanarak uygulanmış ve sonuçlar geleneksel metodun kullanıldığı ortamla karşılaştırılmıştır. Bu çalışma için iki grup ele alınmıştır. Gruplar; dinamik geometri yazılımı GeoGebra'nın uygulandığı deney grubu ve hiçbir müdahalenin yapılmadığı kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

Uygulamaya başlamadan önce grupların ön başarılarını ölçmek için hazırlanan başarı testi gruplara öntest olarak uygulanmıştır. Grupların ön başarıları arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Yani, elde edilen bulgular doğrultusunda grupların uygulama başlamadan önce başarı yönünden denk oldukları belirlenmiştir. Yine bulgular doğrultusunda deney ve kontrol gruplarında bulunan öğrencilerin uygulama başlamadan önceki ve uygulama bitimindeki başarı düzeyleri arasında bir artış olduğu da görülmektedir. Yapılan ANCOVA testi sonucunda ise GeoGebra destekli öğretim materyalinin kullanıldığı deney grubunun geleneksel öğretim yapıldığı kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Bu yönüyle GeoGebra ile yapılan öğretimin öğrenci başarısını artırmada daha etkili olduğu görülmüştür.

Benzer şekilde; Furkan ve Zengin (2011), GeoGebra destekli öğretimin trigonometrik fonksiyon grafikleri, Doğan ve İçel (2011), üçgen ve Pisagor bağıntısı, Yavuz ve Kepceoğlu (2010), limit ve süreklilik kavramları, Reis (2010), tam sayılar konusu, Saha ve arkadaşları (2010), düzlem geometrisi konusunun öğretiminde öğrenci

başarısı üzerine etkisini araştırmışlardır. Aynı şekilde; Genç (2010), çokgenler ve dörtgenler konusu, Öztürk (2012), sekizinci sınıf düzeyinde trigonometri ve eğim konuları, Sarı (2012), yedinci sınıf düzeyinde dönüşüm geometrisi konusu, Mercan (2012), yine yedinci sınıf düzeyinde dönüşüm geometrisi konusu, Sümen (2013), simetri konusunun öğretiminde GeoGebra destekli öğretimin öğrenci başarısı üzerine etkisini araştırmıştır. Filiz de (2009), GeoGebra ve Cabri Geometri II dinamik geometri yazılımlarının web destekli ortamlarda kullanılmasının öğrenci başarısına etkisini araştırmıştır. GeoGebra ile ilgili yapılan bu araştırmaların hepsinin ortak sonucu şudur ki; araştırılan bu konularda GeoGebra destekli öğretim gören öğrenciler geleneksel yöntemle öğretim gören öğrencilere göre daha başarılı olmuşlardır. Bu yönüyle, bu araştırmanın bulgusunu destekler niteliktedir.

Deney grubunun daha başarılı olmasının başlıca nedeninin dinamik geometri yazılımı olan GeoGebra'nın sağladığı avantajlar olduğu düşünülmektedir. Böyle düşünülmesinin nedeni, GeoGebra'nın; grafik çizimi yapılabilen, çizilen grafik üzerindeki herhangi bir noktanın işaretlenebildiği ve işaretlenen noktanın görüntüsünün gözlemlenebildiği bir yazılım olmasıdır. Ayrıca GeoGebra dinamik özelliğinden dolayı, çizilen grafiklerin denklemlerindeki değişkenin artırılıp azaltılabilmesi için ekran üzerine belli aralıklarda tanımlanabilen bir buton koyulmasına fırsat verir ve değişkenin değeri değiştikçe bu değişimin grafikte de gözlemlenebilmesine fırsat verir. Yani, bu programı kitaplardan ayıran belki de en önemli özellik, oluşturulan şekillerin kitaplardaki gibi sabit değil, dinamik bir yapıya sahip olmasıdır. GeoGebra programı, aynı zamanda bir grafiğin ya da o grafik üzerindeki bir noktanın bir doğruya göre simetriğini görme olanağı sağlar. Böylelikle simetri kavramının, fonksiyon kavramının ve ters fonksiyon kavramının anlaşılabilmesine olanak sağlar. Bununla birlikte, üstel ve logaritmik fonksiyon gibi birbirinin tersi olan fonksiyonların kavranmasını da kolaylaştırmış olur. Dinamik geometri yazılımı olan GeoGebra hakkındaki öğrenci görüşleri incelediğinde de; öğrenciler, GeoGebra'nın soyut olan matematiği somut hale getirdiğini belirtmişlerdir. Eskiden konuyu anlamak yerine sadece ezberlediklerini, fakat GeoGebra ile yapılan öğretim sayesinde konu içerisindeki kavramların asıl anlamlarını anlayabildiklerini ve bu durumun öğrenilen konuya temel oluşturan konuların da anlaşılmasına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Yani, GeoGebra destekli öğretim, öğrencilerin matematiği anlamlı ve kalıcı bir şekilde öğrenmelerine ve matematiksel yapıyı çözmelerine yardımcı olmuştur.

GeoGebra destekli yapılan öğretimin sağladığı tüm bu avantajlar değerlendirildiğinde öne sürülebilecek sonuç şudur ki; eğer öğrencilerin soru tiplerini ezberlemeleri yerine konunun özünü öğrenmeleri isteniyorsa, geleneksel öğretim yerine bilginin GeoGebra ortamı üzerinde öğrenciye görsel olarak keşfettirilmesinin öğrenciye daha büyük katkı sağlayacağı söylenebilir.

Bu araştırmada deney grubunda yapılan öğretimin daha etkili olmasının bir diğer nedeni de deney grubunda uygulanan öğrenciyi merkeze alan yapılandırmacı yaklaşımın temel alınmasının olduğu düşünülmektedir. Uygulamaya konulan yeni ortaöğretim matematik programına bakılacak olunursa, programın felsefesinin yapılandırmacı yaklaşımı benimsediği görülmektedir. Bu çalışmada da, deney grubunda öğrencinin keşfetmesine imkân veren, öğrenciyi aktif kılan yapılandırmacı yaklaşım benimsenerek hazırlanan etkinlikler uygulanmıştır. Öğrencilere tam bir öğrenme ortamı sunularak, onların bilgilerini kendilerinin yapılandırmaları sağlanmıştır. Böyle bir ortamda öğrenciler yaparak yaşayarak kendi bilgilerini oluşturmuşlardır. Bu da beraberinde başarıyı getirmiştir. Nitekim çalışma sonrasında elde edilen nitel veri bulgularına göre deney grubunda bulunan öğrenciler kendi bilgilerini oluşturabildiklerini ifade etmişlerdir.

Hazırlanan bu etkinliklerin temelini dinamik geometri yazılımı olan Geogebra dosyaları oluştursa da, bu dosyaların öğrencinin keşfetmesine olanak tanıyan asıl kısmı, içerisinde öğrenciyi yönlendiren ve öğrencinin bilgiyi keşfetmesini sağlayan sorular barındıran çalışma yapraklarıdır. Öğrenci çalışma yaprakları öğrencilere hem tartışma imkânı sunmuş hem de düşüncelerini rahat bir şekilde dile getirme imkânı sağlamıştır. Öğrenci çalışma yaprakları öğrencilerin derslerde hem daha etkin olmalarını, hem de onların daha aktif olmalarını sağlamıştır. İstenen düzeyde öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi için öğrencinin aktif olduğu çağdaş öğrenme/öğretme yaklaşımlarından faydalanılması gerektiği belirtilmektedir. Bunlardan biri de çalışma yaprağıdır. Yapılan çalışmalar, öğrenci çalışma yapraklarının öğrencileri aktif kıldığı, derse karşı ilgilerini arttırdığı ve etkili kavram öğretimini sağladığı ortaya koymaktadır (Birgin ve Kutluca, 2007). Bu çalışmada kullanılan öğrenci çalışma yapraklarının öğrencilerin derslere karşı motivasyonlarını ve ilgilerini üst düzeyde arttırmasına örnek olarak etkinliklerdeki öğrenci görüşleri verilebilir. Bu tartışmalar ışığında, çalışmada kullanılan öğrenci çalışma yapraklarının öğrencilerin başarılarını arttırdığı söylenebilir.

Nitekim Birgin ve Kutluca (2007) yaptıkları çalışmada yedinci sınıf matematik dersinde Excel ve Coypu programları yardımıyla hazırlanan çalışma yapraklarının öğrenci başarısını artırdığı sonucuna varmışlardır. Aktepe (2012) yedinci sınıflarda cebirsel denklemin yapılandırmacı öğretim yaklaşımına uygun hazırlanmış çalışma yapraklarıyla öğretiminin öğrenci başarısına etkisi ve Özdemir (2012) de yapılandırmacı öğretim yaklaşımına uygun olarak hazırlanmış çalışma yapraklarıyla 7. sınıflarda olasılık öğretimi adlı çalışmalarında öğrenci çalışma yapraklarının öğrenci başarısını artırdığı sonucuna varmışlardır. Benzer şekilde, Yaşa (2010) da çalışma yaprakları destekli problem çözme stratejilerinin öğretiminin öğrenci başarısına etkisi adlı çalışmada öğrenci çalışma yapraklarının öğrenci başarısını artırdığı sonucuna varmıştır. Yapılandırmacı yaklaşımla hazırlanan çalışma yapraklarının öğrenci başarısını artırdığına yönelik araştırmalara verilebilecek örnekler artırılabilir. Dolayısıyla çalışma yapraklarının uygun öğretim yöntemiyle verilmesinin öğrenci başarısını artıracığı düşünülmektedir.

Deney grubunda elde edilen başarının bir başka nedeninin ise grup çalışmasının olumlu etkisinin olduğu düşünülmektedir. Ülkemizde okul sistemi, yaygın olarak bireysel başarılar üzerine inşa edilmiş olup, öğrencilere işbirliğinin değerini gösterecek ve işbirliğiyle öğrenmelerini sağlayacak yeterince aktivite sunmamaktadır. Okullar işbirliğini desteklemediği ve öğrencilere bu yönde özel etkinlikler sunmadığı sürece öğrenciler hem zengin öğrenme fırsatlarından mahrum kalacaklar hem de yetişkin dünyasında işlerini görebilmeleri için gerekli olan işbirliği becerilerini kazanamayacaklardır (Artzt & Newman, 1999). Bu çalışmada yapılan grup çalışması ile öğrencilere birlikte çalışma, birbirlerine ve birbirlerinin düşüncelerine saygılı olma fırsatı verilmiştir. Öğrenciler grup çalışmaları sayesinde rahat bir tartışma imkânı bulmuşlardır. Uygulamalarda öğrenciler kendilerini serbest hissederek rahat konuşma ortamları bulmuşlardır. Bu sayede fikirlerini rahatlıkla dile getirmişlerdir. Yanlış yapmaları durumunda bunu rahatlıkla dile getirerek bu sayede yanlışlarını fark etme ve düzeltme imkânı bulmuşlardır. Deney grubunda uygulama başlangıcında pasif durumda olan bazı öğrenciler çalışma boyunca daha aktif hale gelmiş ve zamanla her derse katılır duruma gelmişlerdir. Hoyles (1985) matematikte grup çalışmasının öğrencilerin matematiği daha iyi anlamasını sağladığını belirtmiştir. Barbato (2000) ve Bilgin & Akbayır (2002) yaptıkları çalışmalarda, grup çalışmalarının pasif olan öğrencileri daha aktif hale getirdiğini belirtmektedirler. Ayrıca, deney grubundaki öğrenciler, grup çalışması içerisinde aktif oldukları için, kendilerini rahatlıkla ifade

edebildikleri için ve grup arkadaşlarıyla sürekli diyalog halinde buldukları için uygulama esnasında sıkılmadıklarını aksine uygulama yapılırken çok eğlendiklerini belirtmişlerdir.

Özetle, yapılan değerlendirme sonucunda, deney grubunda bulunan öğrencilerin başarılarında meydana gelen artış kontrol grubunda bulunan öğrencilerden daha fazla çıkmıştır. Deney grubunda bulunan öğrenciler aynı zamanda konunun özünü öğrendiklerini, yani ne anlama geldiğini öğrendiklerini belirtmişlerdir. Deney grubundaki öğrenciler, eskiden konularda sadece formülleri ve soru tiplerini öğrendiklerini, ancak bu uygulama sayesinde gördükleri kavramların ne demek olduğunu da öğrendiklerini belirtmişlerdir. Deney grubunun daha başarılı olmasının nedenlerine bakılacak olunursa; başta dinamik geometri yazılımı GeoGebra'nın öğrencilere sunduğu avantajlar, yapılandırmacı yaklaşımın sağladıkları, grup çalışmasının sağladığı avantajlar ve çalışma yaprağının yapılandırmacı yaklaşımın kullanılabilmesine hizmet etmesi söylenebilir.



## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu bölümde elde edilen bulgular benzer çalışmalardaki bulgularla karşılaştırılmış, yapılan araştırmanın sonuçlarına yer verilmiş; elde edilen bulgular ve sonuçlar ışığında konu hakkında çalışmak isteyen araştırmacı ve eğitimcilere yönelik önerilerde bulunulmuştur.

### 6.1. Sonuçlar

Ortaöğretim 11. sınıflarda üstel fonksiyon ve logaritma alanlarında GeoGebra destekli öğretimin öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarına olan etkisi incelenmiştir. Yarı deneysel yürütülen bu çalışmada kontrol grubunda geleneksel öğretim ile dersler işlenmiştir. Üstel ve logaritmik fonksiyonlar konusunun öğretiminde, GeoGebra destekli yapılan öğretimin, geleneksel öğretime göre öğrenci başarısını artırmada daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Deney grubunda gerçekleştirilen GeoGebra ile öğretime ilişkin öğrenci görüşleri alındığında; öğrencilerin konuyu daha iyi öğrendikleri ve öğrenirken de eğlendikleri ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin çalışma esnasında grup çalışması yapmaları, bilgiyi kendilerinin keşfetmeleri ve konunun mantığını anlamalarının verdiği heyecan ve özgüvenle, öğrenciler GeoGebra destekli derslerin daha çok yapılması gerektiğini, böylelikle matematik derslerini daha çok sevebileceklerini belirtmişlerdir.

Yapılan sınıf içi gözlemlere dayalı olarak söylenebilir ki; GeoGebra destekli öğretim öğretmenlere vakit kaybı olarak gelse de öğrencilerde anlamlı öğrenme gerçekleştirdiği için, öğrencilerin konuyu daha iyi öğrenmelerini sağlamakta, onları ezbercilikten uzak tutmakta ve böylelikle farklı soru tiplerini kolaylıkla yapabilmelerini ve konuyu unutmamalarını sağlamaktadır. Böylelikle, derslerde daha az soru tipi çözülerek,

öğretmenin şikâyet ettiği vakit kaybı buradan tolere edilebilmekte ve GeoGebra destekli öğretim kalıcı öğrenmeyi sağladığı için tekrarlara gerek kalmamaktadır.

## 6.2. Öneriler

Bu bölümde araştırmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda eğitimcilere ve araştırmacılara yönelik bazı önerilerde bulunulmuştur:

- Öğrenciler, çalışma yapraklarında verilen keşfettirici soruların onları bazen zorladığını belirtmişlerdir. Öğrencilerin çalışma yaprağını çözmeyi bırakmamaları için uygulamayı yaptıran öğretmenin aralarda dolaşıp öğrencileri ipuçlarıyla yönlendirmesi ve grup çalışması önerilir.
- Bu araştırmada GeoGebranın öğrenci başarısını artırmadaki katkıları ele alındığında lise matematik konularının öğretiminde geleneksel öğretim metodu yerine GeoGebra destekli öğretimle desteklenebilir.
- Okullarda teknoloji sınıflarında veya bilgisayar laboratuvarlarında GeoGebra gibi ücretsiz yazılımlar bilgisayarlara kurulmalı, temel seviyede de olsa öğrencilerin programla tanışması sağlanmalıdır.
- Öğrencilerin GeoGebra ile öğretimde grup çalışması ve aynı zamanda keşfetmenin ve konuyu kavramanın verdiği mutluluk göz önünde bulundurularak, matematik derslerinin öğrencilere sevdirebilmesi için ortaöğretim matematik ders kitapları içerisine GeoGebra destekli etkinlikler konulmalıdır.
- GeoGebra kullanımını öğrenmek önceden çalışma gerektirdiğinden üniversitelerdeki matematik öğretmenliği programlarına GeoGebra destekli matematik öğretimi dersi konulabilir.
- Sahada çalışan öğretmenleri GeoGebra kullanımı ve faydaları hakkında bilgilendirmek ve bilinçlendirmek için hizmet içi eğitim programları düzenlenebilir.

- Bu araştırmada sadece GeoGebra destekli öğretimin öğrenci başarısı üzerine etkisi incelenmiştir. Bu nedenle, GeoGebra destekli öğretimin öğrenci başarısının kalıcılığı ve öğrencilerin matematiğe yönelik tutumları üzerine etkisi incelenebilir.
- Bu araştırma, üstel ve logaritmik fonksiyonların öğretimi ile sınırlandırılmıştır. Bu yönden bundan sonra yapılacak araştırmalarda diğer lise matematik konularının öğretiminin GeoGebra destekli öğretime etkileri incelenebilir.

## KAYNAKÇA

- Akkuş, M. (2004). *Logaritma konusunda 10. sınıf öğrencilerinin kavram yanılgıları nelerdir?* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Akpınar, B.,& Aydın, K. (2007). Türkiye ve bazı ülkelerin eğitim reformlarının karşılaştırılması. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*, 82-88.
- Aktepe, E. (2012). *7. sınıflarda cebirsel denklemlerin yapılandırmacı öğretim yaklaşımına uygun hazırlanmış çalışma yapraklarıyla öğretiminin öğrenci başarısına etkisi.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Anderson, O. R. (1997). A neurocognitive perspective on current learning theory and science instructional strategies. *Learning*, 81, 67-89.
- Antohe, V (2009). Limits of educational soft GeoGebra in a critical constructive review annals. *Computer Science Series. 7th Tome 1st Fasc, 2009*, Tibiscus University of Timisoara, Romania.
- Arslan, S. (2006). Matematik Öğretiminde Teknoloji Kullanımı. Hülya Gür (Ed.), *Matematik Öğretimi*. İstanbul: Lisans Yayıncılık.
- Artzt, A. F. & Newman, C. M. (1999). *How to Use Cooperative Learning in the Mathematics Class*. Reston Virginia.
- Arzarello, F., Olivero, F., Paola, D. & Robutti O. (2002). A cognitive analysis of dragging practises in Cabri environments. *ZDM*, 34 (3), 66-72.
- Aşkar, P. (1992). İlköğretimde bilgisayar: Kuram ve uygulamalar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8.
- Aydın, N. (2000). Liselerde matematik derslerinde zor öğrenilen konular, zor öğrenilme nedenleri ve bunları öğretme yöntemleri. *VIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi: Cilt 1*. Trabzon: KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi.

- Baki, A. (2002). *Öğrenen ve Öğretenler İçin Bilgisayar Destekli Matematik*. İstanbul: Ceren Yayın- Dağıtım.
- Baki, A, Güven, B & Karataş, İ. (2004). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile keşfederek matematik öğrenme. *V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiri Kitabı*,2, 884-891. Ankara: ODTÜ.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi*. Trabzon: Derya Kitabevi.
- Baki, A. & Özpınar, İ. (2007). Geometri öğretiminde Logo programının öğrencilerinin tutum ve akademik başarılarına etkileri. *The Proceedings of 7th International Educational Technology Conference, Near East University, NorthCyprus*.
- Barbato, R. A. (2000). Policy implications of cooperative learning on the achievement and attitudes of secondary school mathematics students (January 1, 2000). *ETD Collection for Fordham University*. Paper AAI9975337.<http://fordham.bepress.com/dissertations/AAI9975337>
- Baydaş, Ö. (2010). *Öğretim elemanlarının ve öğretmen adaylarının görüşleri ışığında matematik öğretiminde GeoGebra kullanımı*.Yayınlanmamışyüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Bedir, D (2005). *Bilgisayar destekli matematik öğretiminin ilköğretimde geometri öğretiminde yeri ve öğrenci başarısı üzerindeki etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bilgiç, S. F. (2011). *İlköğretim 7. sınıf çember ve daire alt öğrenme alanında aktif öğrenmenin öğrencilerin başarıları, tutumları ve kalıcılık düzeylerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Birgin, O. & Topuz, F. (2015). Geogebra yardımıyla geliştirilen öğretim materyaline ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri: Çember ve daire örneği, 16-18 Mayıs 2015, II. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu*, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman.

- Birgin, O. & Acar, H. (2014). 11. sınıf düzeyinde üstel ve logaritmik fonksiyon grafiklerinin öğretimine yönelik GeoGebra destekli öğretim materyalinin geliştirilmesi, 30-31 Mayıs 2014, *I. Ulusal Yükseköğretimde Eğitim Araştırmaları ve Uygulamaları Kongresi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- Birgin, O., Özkaya, Y., & Duru, A. (2014). II. Dereceden Fonksiyonların Grafiklerinin Öğretiminde Geogebra Kullanımına İlişkin Öğrenci Görüşleri, 11-14 Eylül 2014, *XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Birgin, O., Kutluca, T., & Gürbüz, R. (2008). Yedinci sınıf matematik dersinde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısı üzerine etkisinin incelenmesi. *Proceedings of 8th International Educational Technology Conference* (s.879-882). Eskişehir: Nobel Yayın Dağıtım.
- Birgin, O. & Kutluca, T. (2007). 7. sınıf matematik dersinde Excel ve Coypu programları yardımıyla çalışma yapraklarının geliştirilmesi. *EDU 7, 2(2)*, 23-28.
- Bulut, S. (2004). İlköğretim programlarında yeni yaklaşımlar matematik (1-5. sınıf). *Bilim ve Akıl Aydınlığında Eğitim Dergisi, 5*, 54-55.
- Bulut, M. (2009). *İşbirliğine dayalı yapılandırmacı öğrenme ortamlarında kullanılan bilgisayar cebir sistemlerinin matematiksel düşünme, öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Deneyel Desenler*. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Ceylan, T. (2012). *GeoGebra yazılımı ortamında ilköğretim matematik öğretmen adaylarının geometrik ispat biçimlerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Çakıroğlu, Ü., Güven, B. & Akkan, Y. (2008), Matematik öğretmenlerinin matematik eğitiminde bilgisayar kullanımına yönelik inançlarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 38-52.
- Çepni, S. (2001). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş*. Trabzon: Erol Ofset.
- Çetin, Y. (2004). *Keşfederek ve uygulayarak logaritma öğretimi*.Yayınlanmamışyüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çiftçi, İ. (2006). *Bir öğretim materyali olarak bilgisayar destekli matematik yazılımlarının değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Delice, A. (2005). Türk ve İngiliz sisteminde matematik eğitiminin karşılaştırılması. *Milli Eğitim Dergisi*, 167.
- Demirel, Ö., Seferoğlu, S. S. & Yağcı, E. (2001). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Dikovic, L. (2009). Implementing dynamic mathematics resources with GeoGebra at the college level. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 3.
- Dikovic, L. (2009). Applications GeoGebra into Teaching Some Topics of Mathematics at the College Level, *ComSIS* (6).
- Doğan, M. & İcel, R. (2011). *Bilgisayar destekli öğretimin matematik başarısına etkisi: GeoGebra örneği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Dreyfus, T. (1990). Advanced mathematical thinking. In P. Nesher & J. Kilpatrick (Eds), *Mathematics and cognition: A research synthesis by the international group for the psychology of mathematics education*.

- Duru, A. & Korkmaz, H. (2010). Öğretmenlerin Yeni Matematik Programı Hakkındaki Görüşleri ve Program Değişim Sürecinde Karşılaşılan Zorluklar, *H. Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38, 68-81.
- Düzce, S. (2012). *Özel dersanelerdeki öğretmenlerin matematik ve geometri derslerinde GeoGebra yazılımının kullanılabilirliğine yönelik görüşleri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Erdoğan, Y. & Sagan, B. (2002). Oluşturmacılık yaklaşımının kare, dikdörtgen ve üçgen çevrelerinin hesaplanmasında kullanılması. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara, Bildiri Kitapçığı, 1001-1006*.
- Eşme, İ. (2008). PISA 2006 sonuçları ve Türkiye’de fen eğitimi. *Radikal Gazetesi*, 09.01.2008.
- Faydacı, S. (2008). *İlköğretim 6. sınıf öğrencilerine geometrik dönüşümlerden öteleme kavramının bilgisayar destekli ortamda öğretiminin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Field, A. (2005). *Discovering Statistics Using SPSS*. London: SAGE Publication.
- 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.
- Fulton, K., Glenn, A. D. & Valdez, G. (2003). *Three preservice programs preparing tomorrow’s teachers to use technology: A Study in Partnership*, Illinois: Learning Point Associates.
- Furkan, H. & Zengin, Y. (2011). *Dinamik matematik yazılımı GeoGebra’nın öğrencilerin başarılarına ve tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.



- Genç, G. (2010). *DGY ile 5. sınıf çokgenler ve dörtgenler konularının kavratılması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Genel, T. (1998). *Ortaöğretimde ikinci dereceden fonksiyonların grafiği konusunun öğretiminde bilgisayar desteğinin rolü*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gür, H. & Seyhan, G. (2006). İlköğretim 7. sınıf matematik öğretiminde aktif öğrenmenin öğrenci başarısı üzerine etkisi. *BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi*, 8,1.
- Gürbüz, R. & Birgin, O. (2012). The effect of computer-assisted teaching on remedying misconceptions: the case of the subject 'probability'. *Computers & Education*, 58(3), 931-941.
- Gürbüz, R. (2007). Bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin kavramsal gelişimlerine etkisi: Olasılık örneği. *Eurasian Journal of Educational Research*, 28, 75-87.
- Güven, B. (2002). *Dinamik geometri yazılımı Cabri ile keşfederek geometri öğrenme*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon. 182s.
- Güven, B & Karataş, İ. (2003). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile geometri öğrenme: Öğrenci görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, Vol. 2, Issue 2, Article 10.
- Hand, B. & Treagust, D. F. (1991). Student achievement and science curriculum development using a constructive framework. *School Science and Mathematics*, 91, 4, 172-176.
- Hızal, A. (1989). *Programlı Eğitim Yönetiminin Etkinliği*, Ankara: Ankara Üniversitesi Yayınları, No:117.
- Hohenwarter, M. (2004). *Bidirectional dynamic geometry and algebra with GeoGebra*. July 14, <http://class.pedf.cuni.cz/katedra/yeme/clankyucast/Hohenwarter.pdf>, Erişim Tarihi:04.05.2011

- Hohenwarter, M. & Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra: The case of GeoGebra. *Proceedings of British Society for Research into Learning Mathematics*, 27,3, November 2007.
- Hoyles, C. (1985). What is point of group discussions in mathematics? *Educational Studies in Mathematics*, 16(1), 205-214.
- İnce, M. (2008). *Students' learning of quadratic equations through use of interactive whiteboard and graphing software*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Middle East Technical University.
- Jonassen, D. H. (1996). *Computers in the classroom: Mindtools for critical thinking*. New Jersey: Prentice-Hall Press.
- Kan, O. (2014). *GeoGebra destekli öğretimin lineer cebir dersine ait bazı konularda akademik başarı üzerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Karakuş, Ö. (2008). *Bilgisayar destekli dönüşüm geometrisi öğretiminin öğrenci erişimine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kısakürek, M. A. (1983). Eğitim programlarının hazırlanması ve geliştirilmesi. *Eğitim Bilimleri Dergisi*, 16, 1, 217-243.
- Kieran, C. (1990). Cognitive processes involved in learning school algebra. In P. Nesher, & J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics and cognition: A research synthesis by the international group for the psychology of mathematics education* (pp. 96-112). England: Cambridge University Press.
- Knuth, E. J. (2000). Student understanding of the cartesian connection: An exploratory study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(4), 500-508.
- Kurt, Ş. (2002). *Bütünleştirici öğrenme kuramına uygun çalışma yapraklarının geliştirilmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Kutluca, T. & Zengin, Y. (2011). Matematik öğretiminde GeoGebra kullanımını hakkında öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 160-172.
- Kutluca, T. (2009). *İkinci dereceden fonksiyonlar konusu için tasarlanan bilgisayar destekli öğrenme ortamının değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kutluca, T. & Baki, A. (2009). 10. sınıf matematik dersinde zorlanılan konular hakkında öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin görüşlerinin incelenmesi. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17 (2), 616-632.
- Kutluca, T., & Birgin, O. (2007). Bilgisayar destekli öğretim materyali hakkında matematik öğretmen adaylarının görüşlerinin değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 81-97.
- Leinhardt, G., Zaslavsky, O. & Stein, M. K. (1990). Functions, graphs, and graphing: Tasks, learning, and teaching. *Review of Educational Research; Spring 1990; 60(1)*, 1. Academic Research Library.
- Lopez, N. R., 2011. GeoGebra Workshop for the Initial Teacher Training in Primary Education, *International Journal for Technology in Mathematics Education*, Volume 18, No 4, 183-188.
- Lu, Y. W. A. (2008). English and Taiwanese Upper Secondary Teachers' Approaches to the Use of GeoGebra, *Acta Scientiae*, v.10, n.2, jul/dez. Canoas, Brazil.
- MEB. (2003). *Üçüncü Uluslararası Matematik ve Fen Bilgisi Çalışması. Ulusal Raporu*. MEB-EARGED: Ankara.
- MEB. (2004). *İlköğretim Matematik Dersi (1-5. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi.
- Mercan, M. (2012). *İlköğretim 7. Sınıf matematik dersine alt öğrenme alanının öğretiminde dinamik geometri yazılımı GeoGebra'nın kullanımının öğrenci*

*başarısı ve kalıcılık üzerinde etkisi.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

MEB (2006). *Orta Öğretim Matematik (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) Dersi Öğretim Programı*  
Ankara: MEB Devlet Basımevi

MEB (2013). *Matematik dersi öğretim programı ve kılavuzu ( 9-12. sınıflar)* Ankara:  
Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi.

Minato, S. & Yanase, S. (1984). On The relationship between student's attitudes toward school mathematics and their levels of intellegence. *Educational Studies in Mathematics*, 54, 3, 313-320.

Moore, N. M. (2005). Constructivism using group work and the impact on self-efficacy, intrinsic motivation and group work skills on middle-school mathematics students. *Dissertation Abstract Index*, 66, 2, 263 A.

Moss, L. J. (2000). *The use of dynamic geometry software as a cognitive tool.* PhD  
*Dissertation*, The University of Texas at Austin.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, VA.

Özbellek, S. G. (2003). *İlköğretim 6. ve 7. sınıf düzeyindeki açığı konusundaki karşılaşılan kavram yanlışları eksik algulamalarının tespiti ve giderilme yöntemleri.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Özçelik, A. D. (1997). *Test Hazırlama Kılavuzu.* Ankara: ÖSYM Yayınları.

Özdemir, G. (2012). *Yapılandırmacı öğretim yaklaşımına uygun olarak hazırlanmış çalışma yapraklarıyla 7. Sınıflarda olasılık öğretimi.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Özmen, H. & Yıldırım, N. (2005). Çalışma yapraklarının öğrenci başarısına etkisi: Asitler ve bazlar örneği. *Türk Fen Eğitimi Dergisi (TUFED)*, 2(2), 124-143. <http://www.tused.org>
- Öztürk, B. (2012). *GeoGebra matematik yazılımının ilköğretim 8. sınıf matematik dersi trigonometri ve eğim konuları öğretiminde, öğrenci başarısına ve Van Hiele geometri düzeyine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Peker, Ö. (1985). Ortaöğretim Kurumlarında Matematik Öğretimi Sorunları. *Matematik Öğretimi ve Sorunları*, 52. Ankara: TED Yayınları.
- PISA (2003). “Learning For Tomorrow’s World. First Results From Pisa 2003” OECD, France.
- Reis, Z., & Özdemir, Ş. (2010). Using GeoGebra as an information technology tool : Parabola teaching. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 9, 565-572.
- Rıza, E. (1995). *Eğitimde Yöntemler Teknolojisi*. İzmir: Karınca Matbaacılık.
- Romberg, T. A., Carpenter, T. P., & Fennema, E. (1993). Toward a common research perspective. In T. Romberg, E. Fennema, & T. P. Carpenter (Eds.), *Integrating research on the graphical representation of functions* (pp. 1-9). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rutherford, A. (2001). *Introducing ANOVA and ANCOVA a Glm Approach*. London: SAGE Publication.
- Saha, R. A., Ayub, A. F. M. & Tarmizi, R. A. (2010). The effect of GeoGebra on mathematics achievement: enlightening coordinate geometry learning. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 8, 686-693.
- Sands, M. & Özçelik, D. A. (1997). Okullarda Uygulama Çalışmaları, Öğretmen Eğitimi Dizisi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.

- Sarı, H. Y. (2012). *İlköğretim 7. Sınıf matematik dersi “dönüşüm geometrisi” alt öğrenme alanının öğretiminde dinamik geometri yazılımlarından sketchpad ile GeoGebra'nın kullanımlarının öğrencilerin başarısına ve öğrenmelerin kalıcılığına etkilerinin karşılaştırılması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Selçik, N. & Bilgici, G. (2011). GeoGebra yazılımının öğrenci başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(3), 913-924.
- Selden, A.,& Selden, J. (1992). Research perspective on conceptions of functions: Summary and overview. In G. Harel, & E. Dubinsky (Eds.), *The concept of function: Aspects of epistemology and pedagogy*,(pp. 1-16). Washington. DC: Mathematical Association Of America.
- Sezer, N. (1989). *Bilgisayarlı Öğretimin İlkokul 5. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Erişimine Etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Sulak, S. A., Allahverdi, N. (2002). Matematik dersinde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarı ve tutumlarına etkisi. *II. Uluslar arası Eğitim Teknolojileri Sempozyum, Sakarya, Bildiriler CD Rom'u*.
- Sümbüloğlu, K. (1988). *Sağlık Bilimlerinde Araştırma Yöntemleri ve İstatistik*. Ankara: Matış Yayınları.
- Sümen, Ö. Ö. (2013). *GeoGebra yazılımı ile simetri konusunun öğretiminin matematik başarısı ve kaygısına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Şahin, T. Y. & Yıldırım, S. (1999). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*. Ankara: Arı Yayıncılık.
- Şeker, H. B. (2014). *GeoGebra yazılımı ile geometri öğretiminin geometri ders başarısına ve geometri öz-yeterliliğine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Şişman, M., Lökçü, M., Oğuz, T. & Atak, Ö. (2012) *Ortaöğretim Matematik 11. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Tabuk, M. (2003). *İlköğretim 7. sınıflarda “Çember, Daire ve Silindir” konusunun öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin başarıya etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tall, D & Winner, S. (1981). Concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 151-169.
- Taş, M. (2010). *Dinamik matematik yazılımı GeoGebra ile eğrisel integrallerin görselleştirilmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Taşcıoğlu, Ç. (1992). *Bilgisayar destekli eğitim yaklaşımlarında ilköğretimde uygulanabilirliği ve ilköğretim için geliştirilmiş bir ders yazılımının bilgisayar destekli eğitim yaklaşımları açısından değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Thistlethwaite, D. L. & Campbell, D. T. (1969). Regression-discontinuity analysis: An alternative to the ex post facto experiment. *Journal of Educational Psychology*, 51, 309-317.
- TIMSS (2000). *“International Mathematics Report 1999.”* IEA, 2000, Boston.
- Tor, H. & Erden, O. (2004). İlköğretim öğrencilerinin bilgi teknolojilerinden yararlanma düzeyleri üzerine bir araştırma. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET Volume 3, Issue 1, Article 16*.
- Trigo, M. Pe´rez, H. & Rodrı´guez, A. (2008). Connecting dynamic representations of simple mathematical objects with the construction and exploration of conic sections. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, Vol. 39, No. 5, 657–669.

- Tutak, T. (2008). *Somut nesnelere ve dinamik geometri yazılımının kullanımının öğrencilerin bilişsel öğrenmelerine, tutumlarına ve Van Hiele geometri anlama düzeylerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tutak, T. & Birgin, O. (2008). Geometri öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi. Proceedings of 8th International Educational Technology Conference (s.1062-1065). Eskişehir: Nobel Yayın Dağıtım.
- Ufuktepe, Ü. (2003). Matematik eğitiminde yenilik. Matder. <http://www.matder.org.tr>. 25 Ekim 2005.
- Uzun, P. (2014). *GeoGebra ile öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve geometriye yönelik tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Vatansever, S. (2007). *İlköğretim 7. sınıf geometri konularını dinamik geometri yazılımı Geometer's Sketchpad ile öğrenmenin başarıya, kalıcılığa etkisi ve öğrenci görüşleri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Vinner, S. (1983). Concept definition, concept image and the Notion of functions. *The International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 14, 293-305.
- Yaşa (2010). *Çalışma yaprakları destekli problem çözme stratejilerinin öğretiminin öğrenci başarısına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Yavuz, İ. & Kepceoğlu, İ. (2010). *GeoGebra yazılımıyla limit ve süreklilik öğretiminin öğretmen adaylarının başarısına ve kavramsal öğrenmelerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



Yiğit, N. & Akdeniz, A. R. (2000). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli materyallerin geliştirilmesi: Öğrenci çalışma yapıları. *IV. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, 6-8 Eylül 2000*. Ankara: H. Ü. Eğitim Fakültesi.

YÖK (1998). Fakülte-Okul İşbirliği Kılavuzu, Öğretmen Eğitimi Dizisi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.

Zengin, Y. (2011). *Dinamik matematik yazılımı GeoGebra'nın öğrencilerin başarılarına ve tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

## **EKLER:**

**EK-1:** “Üstel Fonksiyon ve Logaritma” Alt Öğrenme Alanına İlişkin Ön-Test ve Son-Test Olarak Uygulanan Konu Başarı Testi

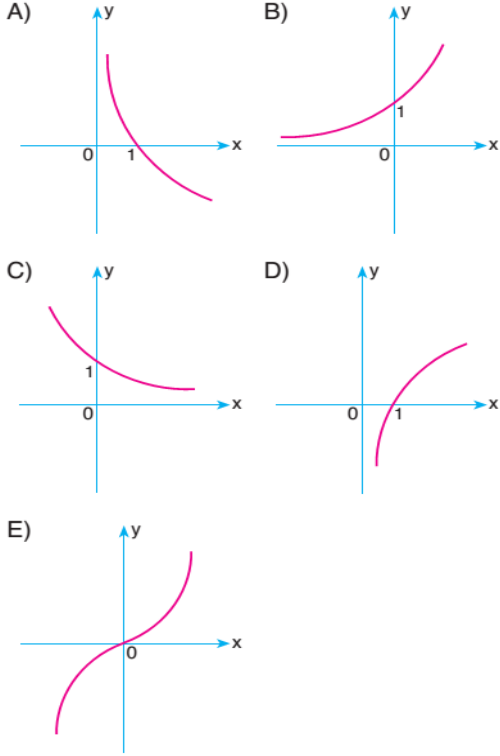
**EK-2:** GeoGebra Destekli Öğretim Esnasında Kullanılan Etkinlik Kâğıtları ve Bilgisayar Görüntüleri

**EK-3:** Görüş AnketFormu

## EK-1: Üstel Fonksiyon ve Logaritma Konusuna Ait Başarı Testi

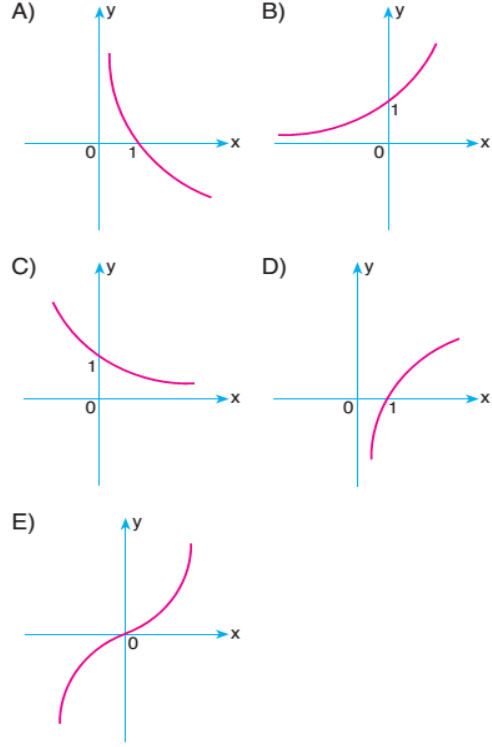
### Soru 1.

$F(x) = 0,3^x$  fonksiyonunun grafiği aşağıdakilerden hangisi olabilir?

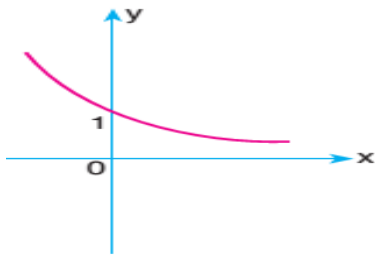


### Soru 2.

$F(x) = 2^x$  fonksiyonunun grafiği aşağıdakilerden hangisi olabilir?



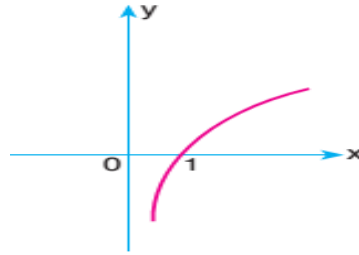
### Soru 3



Yukarıdaki grafiğin denklemi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

A)  $\log_{0.5}x$  B)  $\log_2x$  C)  $2^x$  D)  $0,5^x$  E)  $x^2$

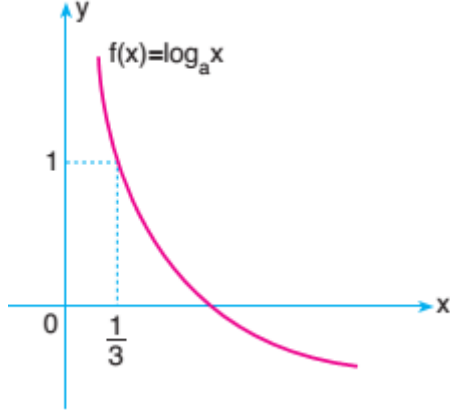
### Soru 4



Yukarıdaki grafiğin denklemi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

A)  $\log_{0.5}x$  B)  $\log_2x$  C)  $2^x$  D)  $0,5^x$  E)  $x^2$

### Soru 5



Yukarıda  $\log_a x$  fonksiyonunun grafiği verilmiştir. Buna göre  $f(1/27)$  nin değeri kaçtır?

- A)-3 B)-1 C)1 D)2 E)3

### Soru 7

2006 – ÖSS

$f: \left(-\frac{1}{3}, \infty\right) \rightarrow \mathbb{R}$  fonksiyonu

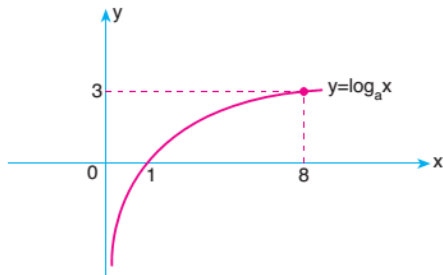
$$f(x) = \log_3(3x + 1)$$

ile tanımlanıyor.

Buna göre, ters fonksiyonu belirten  $f^{-1}(x)$  aşağıdakilerden hangisidir?

- A)  $f^{-1}(x) = 3^x$  B)  $f^{-1}(x) = 3^x + 1$   
C)  $f^{-1}(x) = \log(3x + 1)$  D)  $f^{-1}(x) = \frac{3^x - 1}{3}$   
E)  $f^{-1}(x) = \frac{x^3 + 1}{3}$

### Soru 6



$f(x) = \log_a x$  fonksiyonunun grafiği yukarıdaki gibidir. Buna göre  $f^{-1}(4)$  kaçtır?

- A) 4 B) 8 C) 12 D) 16 E) 32

### Soru 8

$f: \mathbb{R} \rightarrow (-\infty, 2)$ ,  $f(x) = 2 - 2 \cdot 3^{2x-1}$  fonksiyonu için

$f^{-1}(x)$  aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A)  $1 + \log_3 \frac{2-x}{2}$  B)  $\frac{1}{2} \left[ 1 - \log_3 \frac{x}{2} \right]$   
C)  $\frac{1}{2} \left[ 1 - \log_3 \frac{2-x}{2} \right]$  D)  $1 - \log_3 \frac{2-x}{2}$   
E)  $\frac{1}{2} \left[ 1 + \log_3 \frac{2-x}{2} \right]$

### Soru 9

$f: R \rightarrow (0, \infty)$ ,  $f(x) = 3^x$  için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Artandır.
- B) Bire birdir.
- C) Örtendir.
- D)  $y$  eksenini 1'de keser.
- E)  $x$  eksenini 0'da keser.

### Soru 10

4000 TL sini yıllık %10 faiz ile bankaya yatıran bir kişinin anaparanın 3 katına çıkması için kaç yıl geçmesi gerekir?

- A)  $\log_{1,1}2$
- B)  $\log_{1,2}3$
- C)  $\log_{1,1}3$
- D)  $\log_{1,1}4$
- E)  $\log_{1,2}4$

### Soru 11

#### 1981 – ÖYS

$y = \log_7 \frac{1}{x}$  ve  $x = 7^5$  ise  $y$  nin değeri nedir?

- A) -5
- B)  $-\frac{1}{5}$
- C)  $\frac{1}{5}$
- D) 5
- E) 7

### Soru 12

#### 1985 – ÖYS

$\log_3 5 = a$  olduğuna göre  $\log_5 15$  ifadesinin değeri nedir?

- A)  $\frac{1}{a-1}$
- B)  $\frac{a}{a-1}$
- C)  $\frac{a-1}{a}$
- D)  $\frac{a}{a+1}$
- E)  $\frac{a+1}{a}$

### Soru 13

#### 1987 – ÖYS

$\log(a + b) = \log a + \log b$  olduğuna göre  $b$  nin  $a$  türünden değeri nedir?

- A)  $\frac{a}{a+1}$
- B)  $\frac{a+1}{a}$
- C)  $\frac{a}{a-1}$
- D)  $\frac{a-1}{a}$
- E)  $\frac{a+1}{a-1}$

### Soru 14

#### 1998 – ÖYS

$$\frac{3}{\log_4 24} + \frac{6}{\log_{\sqrt{2}} 24} + \frac{12}{\log_{4\sqrt{3}} 24}$$

işleminin sonucu kaçtır?

- A) 1
- B) 3
- C) 6
- D) 8
- E) 12

### Soru 15

2012 – LYS

$$2^x = \frac{1}{5}$$

$$3^y = \frac{1}{4}$$

olduğuna göre,  $x.y$  çarpımının değeri kaçtır?

- A)  $\frac{\ln 3}{\ln 2}$       B)  $\frac{\ln 15}{\ln 2}$       C)  $\frac{\ln 5}{\ln 4}$   
D)  $\frac{\ln 25}{\ln 3}$       E)  $\frac{\ln 5}{\ln 6}$

### Soru 16

1987 – ÖYS

$$\ln(xy) = 2a, \quad \ln\left(\frac{x}{y}\right) = 2b \quad \text{olduğuna göre}$$

$x$  in değeri nedir?

- A)  $e^{a+b}$       B)  $e^{b-a}$       C)  $e^{a-b}$   
D)  $e^{-(a+b)}$       E)  $e^{ab}$

### Soru 17

$x = 2^{\log_3 4}$  ve  $y = 4^{\log_3 2}$  ise  $\log_x y$  ifadesinin eşiti kaçtır?

- A) -2      B) -1      C) 0      D) 1      E) 2

### Soru 18

1997 – ÖYS

$\log_2(2\log_3(3\log_4(x+2))) = 1$  olduğuna göre  $x$  kaçtır?

- A) 6      B) 5      C) 4      D) 3      E) 2

### Soru 19

2008 – ÖSS

$$\log_4 9 + \log_2(a-3) < 4$$

eşitsizliğini sağlayan kaç tane  $a$  tam sayısı vardır?

- A) 3      B) 4      C) 5      D) 6      E) 7

### Soru 20

$6e^{2x} - 11e^x + 3 = 0$  denkleminin çözüm kümesini bulunuz.

- A)  $\{ \ln 1/3, \ln 1/2 \}$       B)  $\{ \ln 1/3, \ln 3/2 \}$   
C)  $\{ \ln 1/2, \ln 3/2 \}$       D)  $\{ \ln 1/2, \ln 2 \}$   
E)  $\{ \ln 1/2, \ln 3 \}$

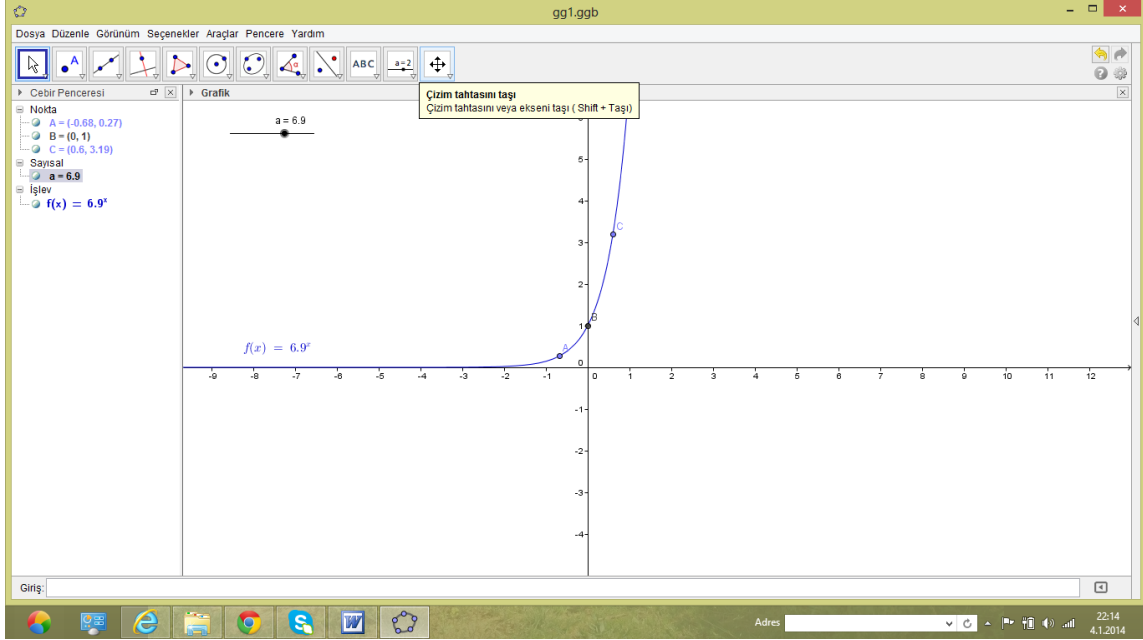
*Başarılar*

*Hatice Acar*

## EK-2: GeoGebra Destekli Öğretim Esnasında Kullanılan Etkinlikler

### ÇALIŞMA YAPRAĞI-1 (Üstel Fonksiyon)

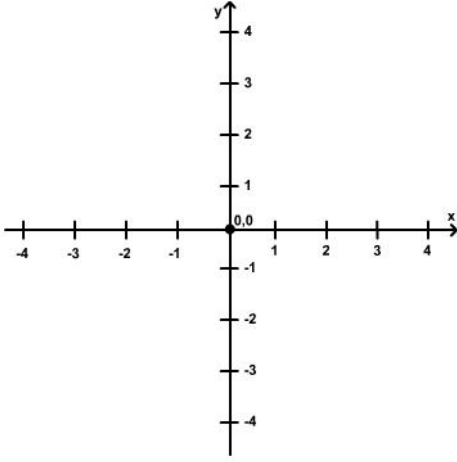
- G1 dosyasını açınız. Sürgüyü hareket ettirerek  $a > 1$  iken  $f(x) = a^x$  fonksiyonunun değişimini inceleyiniz.



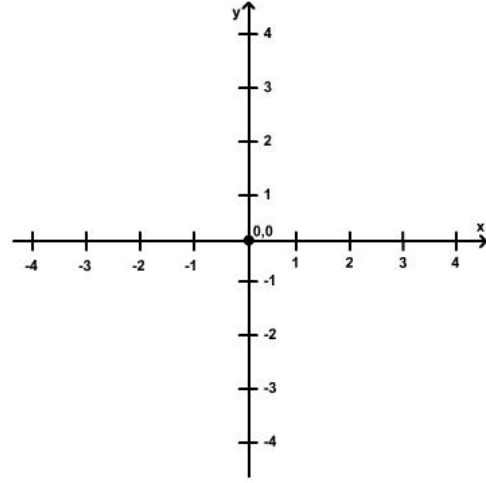
Boşlukları uygun ifadelerle incelediğiniz dosyadan yararlanarak doldurunuz.

- $a > 1$  için;
- $f(x) = a^x$  fonksiyonu .....dır.  
a) artan                      b) azalan
  - $\forall x \in R$  için  $f(x) = a^x \dots 0$  ifadesinde “=, <, >” işaretlerinden boşluğa hangisi gelir?
  - $x = 0$  için  $y = f(0) = a^0$  değeri ne olur?  
a) 1   b) 2   c) 3   d) 4   e) 5

Aşağıda verilen grafikleri de verilen koordinat düzlemleri üzerine çiziniz.

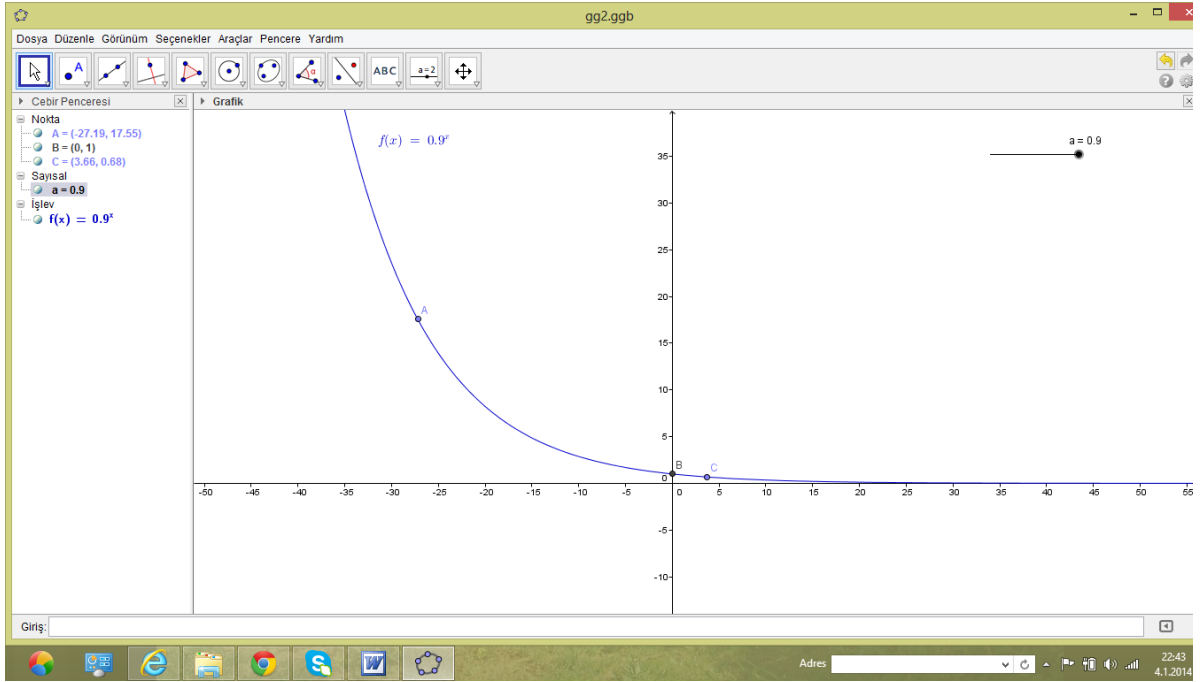


$$f(x) = 2^x$$



$$f(x) = 3^x$$

- G2 dosyasını açınız. Sürgüyü hareket ettirerek  $0 < a < 1$  iken  $f(x) = a^x$  fonksiyonunun değişimini inceleyiniz.





Boşlukları uygun ifadelerle incelediğiniz dosyadan yararlanarak doldurunuz.

$0 < a < 1$  için;

- $f(x) = a^x$  fonksiyonu .....

a) artandır      b) azalandır

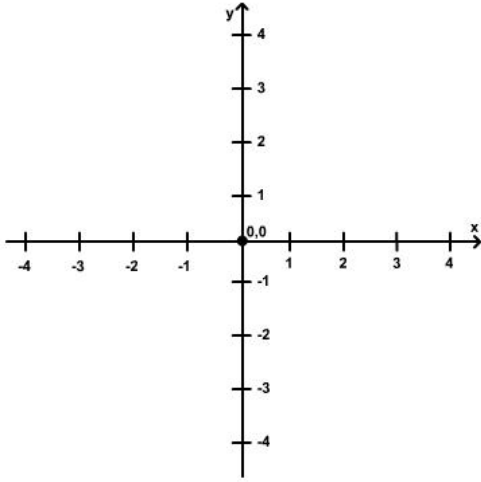
- $\forall x \in R$  için  $f(x) = a^x \dots 0$

a) =    b) <    c) >

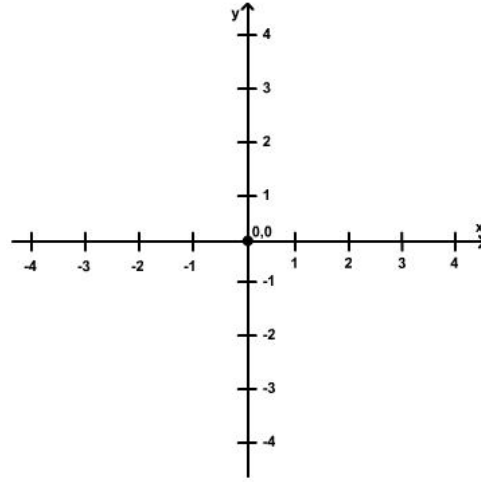
- $x = 0$  için  $y = f(0) = a^0$  değeri ne olur?

a) 1    b) 2    c) 3    d) 4    e) 5

Aşağıda verilen grafikleri de verilen koordinat düzlemleri üzerine çiziniz.



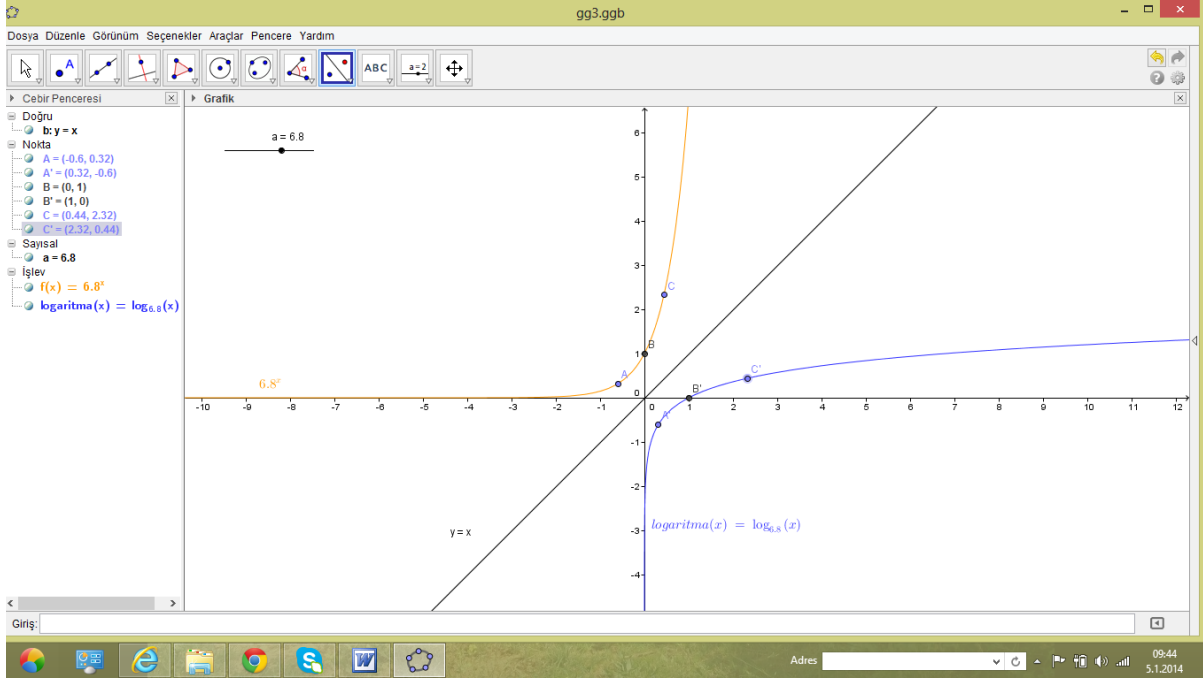
$$f(x) = 0,3^x$$



$$f(x) = 0,5^x$$

## ÇALIŞMA YAPRAĞI-2 (Logaritma Fonksiyonu)

Gg3 dosyasını açınız.  $A > 1$  için  $f(x) = a^x$  fonksiyonunun  $y = x$  doğrusuna göre simetri fonksiyonunu inceleyiniz.



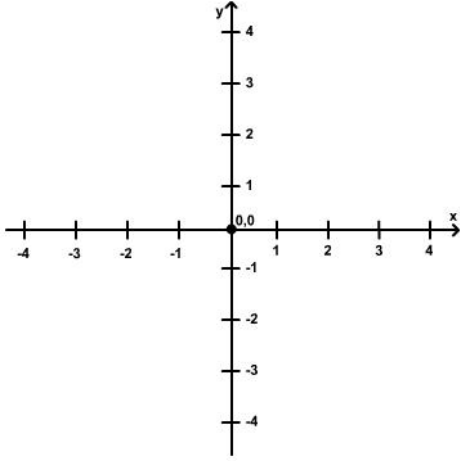
- $f(x) = a^x$  in  $y = x$  e göre simetri fonksiyonunun denklemini incelediğiniz dosyadan yararlanarak yazınız: .....

Boşlukları uygun ifadelerle incelediğiniz dosyadan yararlanarak doldurunuz.

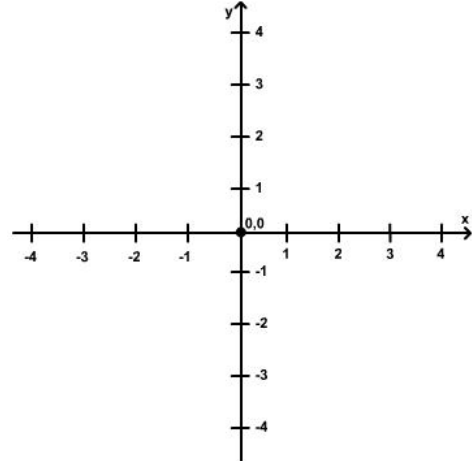
$a > 1$  için;

- $f(x) = \log_a x$  fonksiyonu .....
  - a) artandır      b) azalandır
- $f(x) = \log_a x$  fonksiyonu  $x \dots 0$  için tanımlıdır.
  - a) =    b) <    c) >
- $x = 1$  için  $y = f(1) = \log_a 1 = \dots$  noktasından geçer.
  - a) 0    b) 1    c) 2    d) 3    e) 4

Aşağıda denklemleri verilen üstel fonksiyonların grafiklerini çizip aynı düzlem üzerinde  $y = x$  doğrusuna göre simetri fonksiyonlarını gösteriniz.

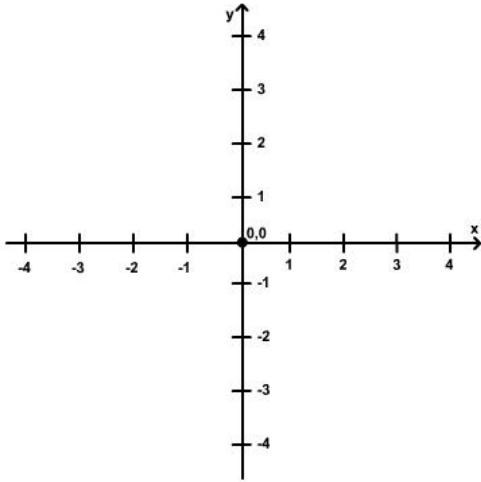


$$f(x) = 2^x$$

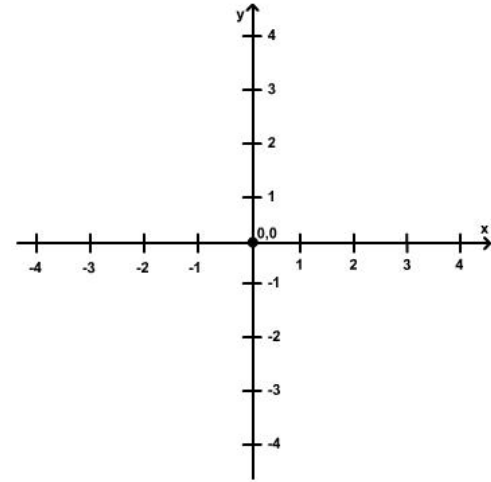


$$f(x) = 3^x$$

Aşağıda denklemleri verilen logaritmik fonksiyonları koordinat düzlemi üzerinde gösteriniz.

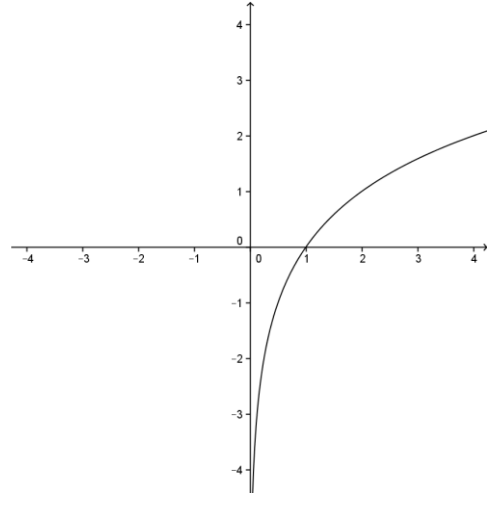
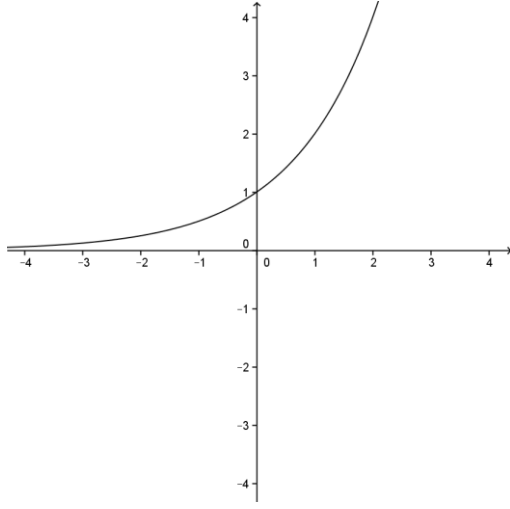


$$f(x) = \log_2 x$$



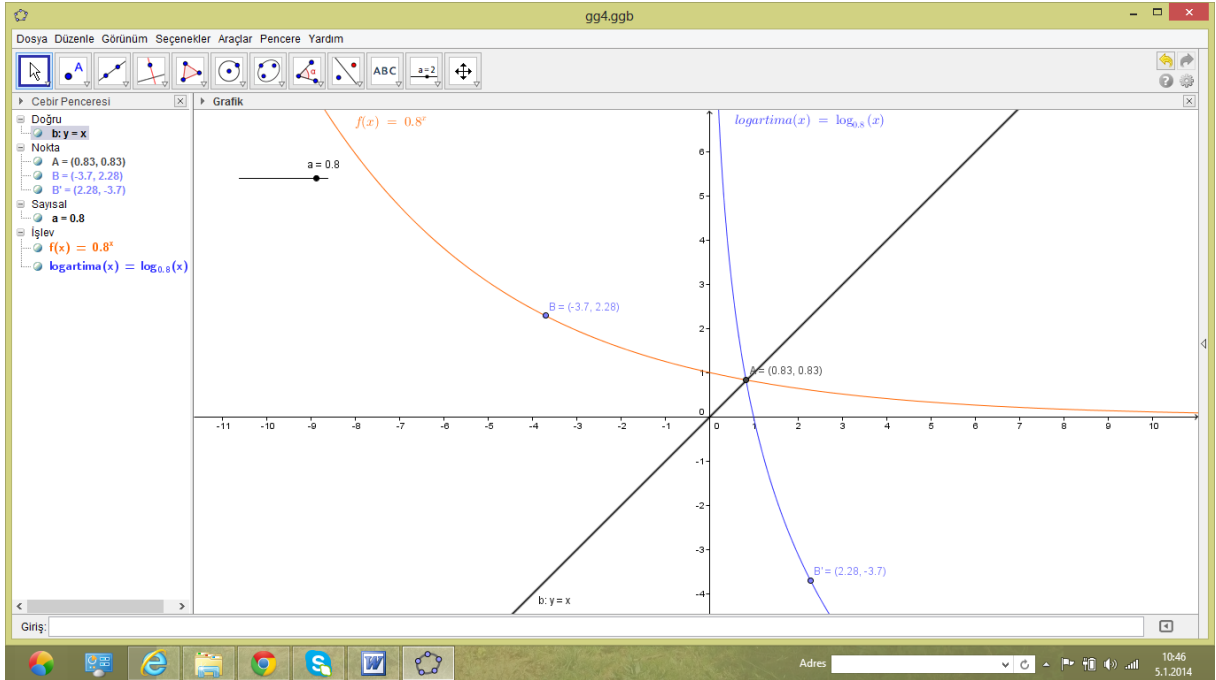
$$f(x) = \log_3 x$$

Aşağıdaki grafikleri, verilen fonksiyon denklemleriyle eşleştiriniz.



.....  
a)  $f(x) = \log_z x$       b)  $f(x) = 2^x$

Gg4 dosyasını açınız.  $0 < a < 1$  için  $f(x) = a^x$  fonksiyonunun  $y = x$  doğrusuna göre simetri fonksiyonunu inceleyiniz.



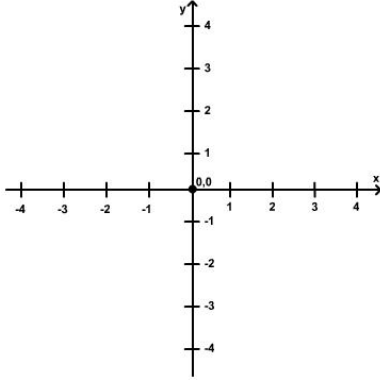
- $f(x) = a^x$  fonksiyonunun  $y = x$ 'e göre simetri fonksiyonunun denklemini incelediğiniz dosyadan yararlanarak yazınız:

Boşlukları uygun ifadelerle incelediğiniz dosyadan yararlanarak doldurunuz.

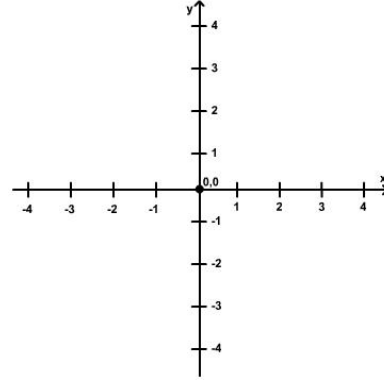
$0 < a < 1$  için;

- $f(x) = \log_a x$  fonksiyonu .....  
 a) artandır      b) azalandır
- $f(x) = \log_a x$  fonksiyonu  $x \dots 0$  için tanımlıdır.  
 a) =    b) <    c) >
- $x = 1$  için  $y = f(1) = \log_a 1 = \dots$  noktasından geçer.  
 a) 0    b) 1    c) 2    d) 3    e) 4

Aşağıda denklemleri verilen üstel fonksiyonların grafiklerini çizip aynı düzlem üzerinde  $y = x$  doğrusuna göre simetri fonksiyonlarını gösteriniz.

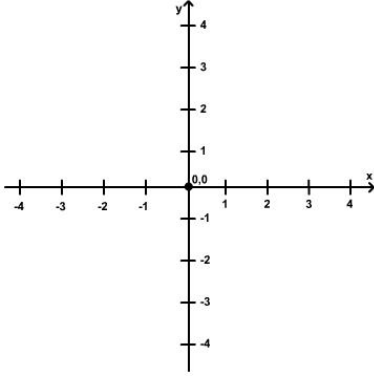


$$f(x) = (0.2)^x$$

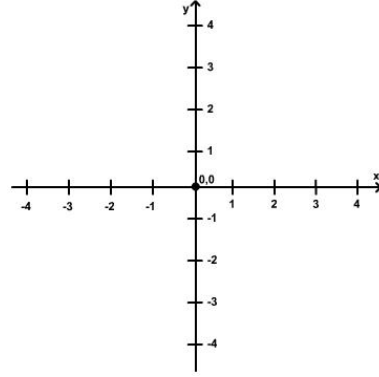


$$f(x) = (0.3)^x$$

Aşağıda denklemleri verilen logaritmik fonksiyonları koordinat düzlemi üzerinde gösteriniz

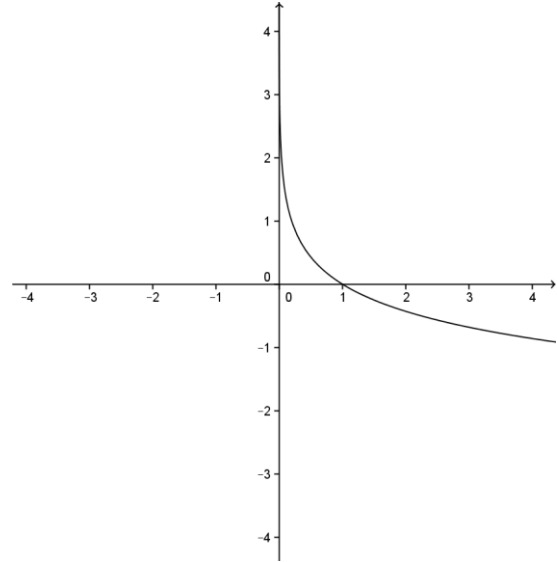
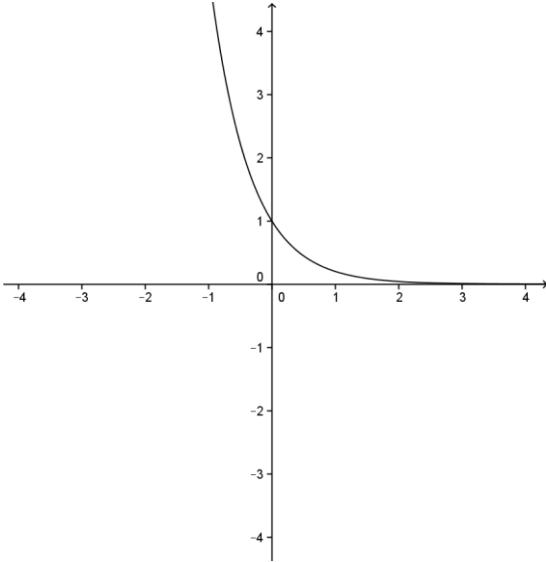


$$f(x) = \log_{0.2} x$$



$$f(x) = \log_{0.3} x$$

Aşağıdaki grafikleri, verilen fonksiyon denklemleriyle eşleştiriniz.



.....

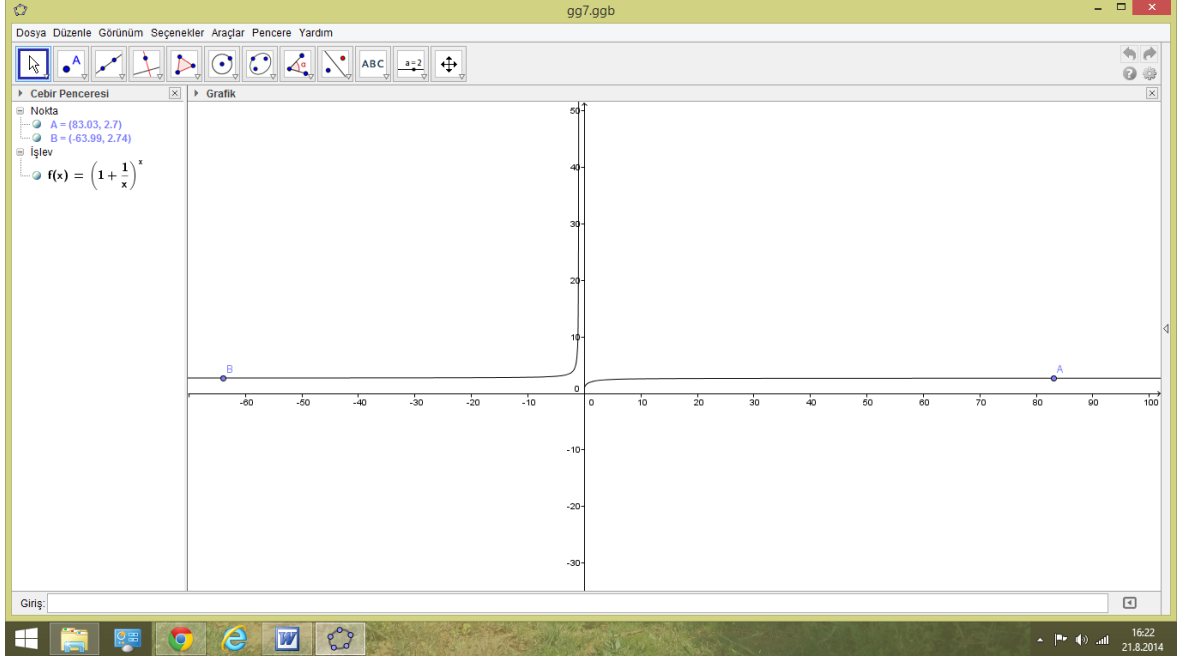
.....

a)  $f(x) = 0.2^x$     b)  $f(x) = \log_{0.2} x$

- $f(x) = a^x$  fonksiyonun tersini cebirsel yöntemlerle alınız.
- Bu çalışmadan elde ettiğiniz sonucu yazınız.

### ÇALIŞMA YAPRAĞI-3 (Doğal Logaritma Fonksiyonu)

G5 dosyasını açınız. A ve B noktalarını 0'dan uzaklaştırarak bu noktalara karşılık gelen değerleri gözlemleyiniz.

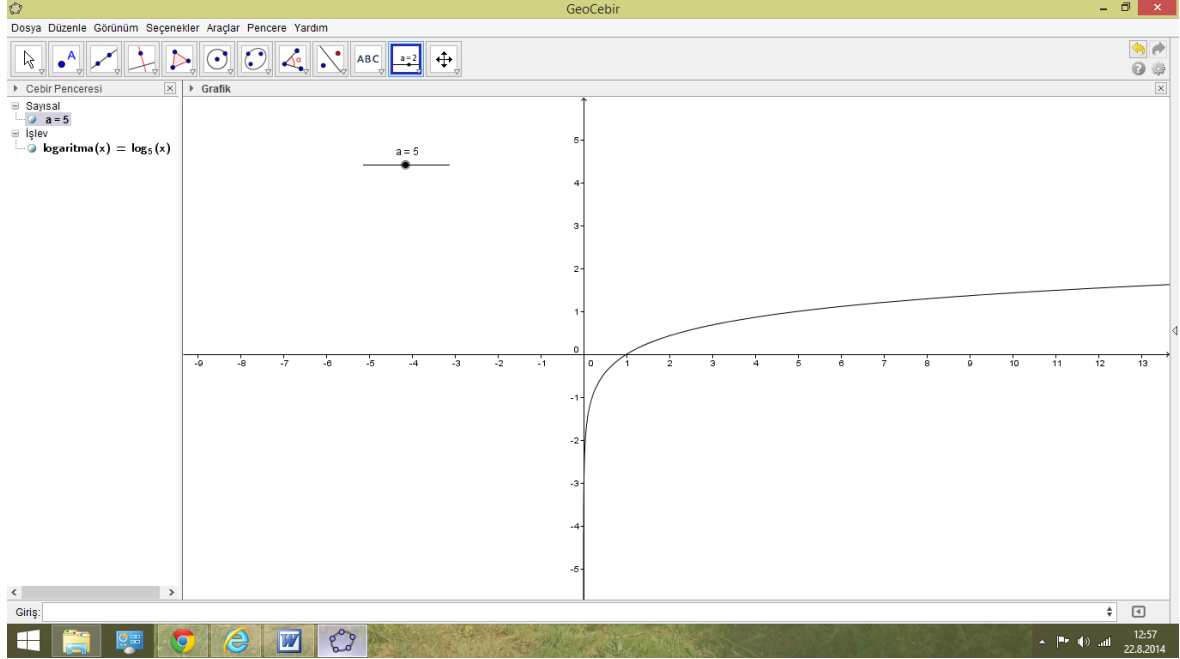


- $x$  sonsuza giderken fonksiyonun değeri kaçaya yaklaşmaktadır?
- Bu noktaya  $e$  değeri denilmektedir. **E sayısı** veya **Euler sayısı**, matematik, doğal bilimler ve mühendislikte önemli yeri olan sabit bir reel sayı, doğal logaritmanın tabanı, irrasyoneldir, ve tam değeri sonlu sayıda rakam kullanılarak yazılamaz. Yaklaşık değeri şöyledir:

$$e = 2,71828182845904523536..10.$$

## ÇALIŞMA YAPRAĞI-4 (Logaritma Fonksiyonunun Özellikleri)

G6 dosyasını açınız.  $\log_{0,5}(-5)$ ,  $\log_2(-6)$ ,  $\log_5(-7)$  gibi çeşitli negatif sayıların logaritmalarını sürgüyü hareket ettirerek çeşitli tabanlarda gözlemleyiniz.



- Bu gözlemlerinizi nasıl bir sonuca varabilirsiniz?
- Sürgüyü ve A noktasını hareket ettirerek  $\log_2 2$ ,  $\log_3 3$  ve  $\log_4 4$  sayılarının değerlerini bulunuz.
- Buradan nasıl bir sonuca varabilirsiniz?
- Aynı şekilde sürgüyü ve A noktasını hareket ettirerek  $\log_2 4$ ,  $\log_2 8$ ,  $\log_2 16$ ,  $\log_3 9$  ve  $\log_3 27$  sayılarının cevaplarını bulunuz.
- 4, 8 ve 16'nın 2'nin dereceleri olduğunu ve 9 ve 27'nin de 3'ün dereceleri olduğunu hatırlayarak buradan nasıl bir sonuca varabilirsiniz?
- Üstteki örneklerden çıkardığınız sonuçları aklınızda bulundurarak aşağıdaki soruları cevaplayınız:

Sizce  $\log_3 2^4$ ,  $\log_3 2$ 'nin kaç katıdır?

$\log_3 2^5$ ,  $\log_3 2$  nin kaç katıdır?

$\log_3 2^6$ ,  $\log_3 2$  nin kaç katıdır?



- Buradan nasıl bir sonuca varabilirsiniz?
- Sürgüyü ve A noktasını hareket ettirerek  $\log_4 2$ ,  $\log_4 4$ ,  $\log_4 8$  ve  $\log_4 16$  nin sonuçlarını bulunuz.
- Bulduğunuz bu sonuçlar üzerinden 2, 4, 8 ve 16'nın 2'nin dereceleri olduğunu da göz önünde bulundurarak bir kural üretmeye çalışınız ve bulduğunuz bu kuralı yazınız.
- Bulduğunuz bu kuralı göz önünde bulundurarak  $\log_9 3$ ,  $\log_9 9$  ve  $\log_9 27$  nin cevaplarını da GeoGebra dosyasını kullanmadan siz bulmaya çalışınız.
- Üstteki örneklerden çıkardığınız sonuçları göz önünde bulundurarak aşağıdaki sorular üzerinde tahmin yürütünüz:

$$\log_4 3^2, \log_2 3 \text{ ün kaç katıdır?}$$

$$\log_8 3^2, \log_2 3 \text{ ün kaç katıdır?}$$

$$\log_{16} 9, \log_2 3 \text{ ün kaç katıdır?}$$

- Tüm bu sonuçlardan yararlanarak bir kural oluşturmaya çalışınız.
- Aşağıdaki soruları GeoGebra kullanmadan cevaplayınız.

$$\log_2 8 = ? \quad \log_2 2 + \log_2 4 = ?$$

$$\log_3 27 = ? \quad \log_3 3 + \log_3 9 = ?$$

$$\log_2 16 = ? \quad \log_2 4 + \log_2 4 = ?$$

$$\log_2 16 = ? \quad \log_2 2 + \log_2 8 = ?$$

- Tüm bu sonuçlardan ne sonuca varabiliriz? Sizce vardığınız sonucun mantığı nereden gelmektedir?
- Aşağıdaki soruları GeoGebra kullanmadan cevaplayınız.

$$\log_2 8 = ? \quad \log_2 16 - \log_2 2 = ?$$

$$\log_2 4 = ? \quad \log_2 8 - \log_2 2 = ?$$

$$\log_2 2 = ? \quad \log_2 16 - \log_2 8 = ?$$

- Tüm bu sonuçlardan ne sonuca varabiliriz? Sizce vardığınız sonucun mantığı nereden gelmektedir?

- Yukarıdaki örnekleri düşünerek aşağıdaki soruları cevaplayınız:

$$\text{Log}_2 3 + \text{log}_2 9 = \text{log}_2 \dots$$

$$\text{Log}_3 2 + \text{log}_3 4 = \text{log}_3 \dots$$

$$\text{Log}_4 5 + \text{log}_4 2 = \text{log}_4 \dots$$

$$\text{Log}_2 10 - \text{log}_2 2 = \text{log}_2 \dots$$

$$\text{Log}_3 20 - \text{log}_3 4 = \text{log}_3 \dots$$

$$\text{Log}_4 12 - \text{log}_4 6 = \text{log}_4 \dots$$

- $\text{Log} 1 = ?$ ,  $\text{log} 10 = ?$ ,  $\text{log} 3$  hangi iki tamsayı arasında olabilir?
- $\text{Log} 10 = ?$ ,  $\text{Log} 100 = ?$ ,  $\text{Log} 27$ ,  $\text{log} 33$  ve  $\text{log} 73$  hangi iki tam sayı arasında olabilir?
- $\text{Log} 123$  ün hangi iki ardışık tamsayı arasında olduğunu nasıl bulabilirsiniz?
- Buradan yola çıkarak bir gerçek sayının onluk logaritmasının hangi iki ardışık tam sayı arasında olduğunu nasıl bulabiliriz?
- $\text{Log} 1 = ?$ ,  $\text{Log} 0,1 = ?$ ,  $\text{Log} 0,5$  hangi iki tam sayı arasında olabilir?
- $\text{Log} 0,1 = ?$ ,  $\text{Log} 0,01 = ?$ ,  $\text{Log} 0,03$  sayısı hangi iki tam sayı arasında olabilir?
- $\text{Log} 0,004$  sayısı hangi ardışık iki tam sayı arasındadır?
- Bu örnekleri göz önünde bulundurduğunuzda hangi sayıların onluk tabandaki değerleri pozitif, hangilerinininki negatiftir?

### **EK-3: Görüş Anket Formu**

Sevgili öğrenciler GeoGebra destekli öğretimle ilgili görüşleriniz için aşağıdaki soruları içtenlikle cevaplamanızı rica ederim.

**1.** Daha önceden işlediğiniz matematik dersi ile GeoGebra ile yapılan öğretimin farklı yönleri nelerdir?

**2.** GeoGebra ile öğretimin olumlu yönleri nelerdir?

**3.** GeoGebra ile öğretim sürecinde karşılaştığınız sorunlar ve olumsuzluklar nelerdir?

# ÖZGEÇMİŞ

## Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ACAR, Hatice  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi veyeri : 09.06.1988 Duisburg  
e-mail : [haticecar@mynet.com](mailto:haticecar@mynet.com)

## Eğitim

Derece	Eğitim Bilimi	Mezuniyet Tarihi
Tezsiz Yüksek Lisans	Boğaziçi Üniversitesi / Ortaöğretim Matematik Eğitimi	2012
Lise	U.Ş.A.K. Anadolu Öğretmen Lisesi	2006

## İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2012-2013	Esenler Anadolu İmam Hatip Lisesi	Matematik Öğretmeni
2013-2014	Beykoz Anadolu Lisesi	Matematik Öğretmeni
2014-2015	Beykoz Boğaziçi Anadolu İHL	Matematik Öğretmeni
2015-.....	Çavuşbaşı Anadolu İmam Hatip Lisesi ve İmam Hatip Ortaokulu	Matematik Öğretmeni

## Yabancı Dil

İngilizce, Almanca

## Yayınlar

Birgin, O., & Acar, H. (2014). 11.sınıf düzeyinde üstel ve logaritmik fonksiyon grafiklerinin öğretime yönelik GeoGebra destekli öğretim materyalinin geliştirilmesi, 30-31 Mayıs 2014, *I.Ulusal Yükseköğretimde Eğitim Araştırmaları ve Uygulamaları Kongresi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi, İstanbul.

Birgin, O., & Acar, H. (2014). Lise öğrencilerinin matematik dersinde akıllı tahta kullanımına yönelik tutumlarının incelenmesi, 30-31 Mayıs 2014, *I.Ulusal Yükseköğretimde Eğitim Araştırmaları ve Uygulamaları Kongresi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi, İstanbul.