AUTOGRAPH PROGRAMI KULLANIMININ 10. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN FONKSİYONLARIN SİMETRİLERİ VE CEBİRSEL ÖZELLİKLERİ KONUSUNDAKİ BAŞARISINA ETKİSİ

Mehmet ZENGİN

(Yüksek Lisans Tezi)

Eskişehir 2015

AUTOGRAPH PROGRAMI KULLANIMININ 10. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN FONKSİYONLARIN SİMETRİLERİ VE CEBİRSEL ÖZELLİKLERİ KONUSUNDAKİ BAŞARISINA ETKİSİ

Mehmet ZENGİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Abdülkadir ERDOĞAN

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimler Enstitüsü

Aralık 2015

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Mehmet ZENGİN'in "Autograph Programı Kullanımının 10. Sınıf Öğrencilerinin Fonksiyonların Simetrileri ve Cebirsel Özellikleri Konusundaki Başarısına Etkisi" başlıklı tezi 29.12.2015 tarihinde, aşağıda belirtilen jüri üyeleri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi programı yüksek lisans tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	**İmza**
Üye (Tez Danışmanı)	: Yard.Doç.Dr. Abdulkadir ERDOĞAN	.....
Üye	: Yard.Doç.Dr.Menekşe Seden TAPAN BROUTIN	.....
Üye	: Yard.Doç.Dr. Gökhan SERİN	.....

Prof.Dr. Esra CEYHAN
Anadolu Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitü Müdürü

ÖZET

AUTOGRAPH PROGRAMI KULLANIMININ 10. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN FONKSİYONLARIN SİMETRİLERİ VE CEBİRSEL ÖZELLİKLERİ KONUSUNDAKİ BAŞARISINA ETKİSİ

Mehmet ZENGİN
Matematik Eğitimi Anabilim Dalı
Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Aralık 2015

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir ERDOĞAN

Bu araştırmada Autograph programı kullanımının 10.sınıf öğrencilerinin fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusundaki başarısına ve bu konularla ilgili kuralları genellemelerine etkisi incelenmiştir. Araştırma, 2014–2015 eğitim-öğretim yılında Balıkesir'de bir Anadolu Lisesi'nin 10. sınıfında öğrenim gören 35 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel modele göre gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda dersler Autograph programı ile işlenmiş ve öğrenciler kendilerine önerilen öğrenme etkinliklerini bilgisayar ortamında Autograph programını kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Kontrol grubunda ise dersler geleneksel şekilde işlenmiş ve öğrenciler kendilerine önerilen öğrenme etkinliklerini sınıf ortamında gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin başarılarını ölçmek için fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusunu içeren kavramsal bilgi değerlendirme testi, genelleme becerilerini tespit etmek için ise konu değerlendirme testleri kullanılmıştır. Deney ve kontrol grubuna uygulama öncesi ön test, uygulama sonrası son test uygulanmış ve uygulama üç hafta sürmüştür. Verilerin analizinde dağılımlar normal ise bağımsız grup t-testi, dağılımlar normal değilse Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Bu analizlere ek olarak öğrencilerin ne tür hatalar yaptıkları, yapılan hataların sebepleri, en fazla doğru cevaplanan sorular ve en az doğru cevaplanan sorular nitel analiz yoluyla belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmanın sonunda, deney grubu öğrencilerinin araştırmanın ilk haftasından son haftasına doğru başarılarının arttığı gözlemlenmiştir. Buna bağlı olarak, Autograph programının fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusunun tümünde olmasa da bu konunun son alt başlığı olan genişleme-daralma konusunda öğrencilerin başarılarını artırdığı ve genelleme becerilerini geliştirdiği sonucuna istatistiksel olarak ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Autograph, Öğrenci Başarısı, Fonksiyonların Simetrileri ve Cebirsel Özellikleri, Genelleme, 10.sınıf

ABSTRACT

THE EFFECT OF USING AUTOGRAPH ON 10th GRADE STUDENTS' SUCCESS ON TOPIC OF FUNCTIONS' SYMMETRY AND ALGEABRAIC PROPERTIES

Mehmet ZENGİN
Anadolu University Graduate School of Educational Sciences
Department of Mathematics Education Program
December 2015
Advisor: Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir ERDOĞAN

The purpose of this study was to investigate the effect of using Autograph software program on 10th grade students' success and skills about generalizing rules in symmetry of functions and algebraic properties. This study was done with 35 students studying in Anatolian High School in Balıkesir. Research was carried out by semi-empirical model with pretest-posttest control group. All the lessons in experimental group were conducted through Autograph in the classroom and learning activities given to students by teacher were completed in a computerized environment using Autograph. Control group completed all the activities in the classroom with instructions given by teacher. Students' success was assessed through pre and post test scores of conceptual knowledge evaluation test and topic evaluation test was used to detect generalization skills of students. Prior to intervention pretest to both groups and after intervention posttest to both groups were applied and study took three consecutive weeks. If the analyses of data are normally distributed, independent samples t test was used. Mann-Whitney U test was used if the distribution was not normal. In addition to these analyses; most accurate answered questions and mistakes done by students were determined by quantitative analysis. At the end of the study it is observed that the success of experimental group students increased from the beginning of the study to the end of it. In addition to this using Autograph program did not improve the success of students in all topics of symmetry of functions but improved the success of subtopic dilation and shrink and students who used Autograph program sharpened their skills about generalizing rules of dilation and shrink.

Key Words: Autograph, Students' Success, Symmetry of functions and algebraic properties, generalization, 10th class

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında çok büyük emeği olan, tez çalışmamda bana yol göstererek tezin bitirilmesinde katkısı fazla olan tez danışmamım Sayın Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir ERDOĞAN'a,

Yüksek lisans derslerine katılmam için gerekli izinleri veren sevgili okul müdürüm Sayın Taner GÖKALP'e,

Tez çalışmam boyunca desteğini bir an olsun esirgemeyen ve bana daima moral ve motivasyon veren sevgili eşim ve aileme,

Gösterdikleri ilgi ve yardımlardan dolayı kendilerine teşekkürü bir borç bilirim.

Sayın Yrd. Doç. Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN'e ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Gökhan SERİN'e jüride yer almayı kabul ettikleri ve değerli görüşleri için çok teşekkür ederim.

Mehmet ZENGİN

İÇİNDEKİLER

JÜRİ ve ENSTİTÜ ONAY SAYFASI ii
ÖZET iii
ABSTRACT v
ÖN SÖZ vi
İÇİNDEKİLER vii
TABLOLAR LİSTESİ ix
ŞEKİLLER LİSTESİ x
EKLER LİSTESİ xi
BİRİNCİ BÖLÜM 1
GİRİŞ 1
Problem 1
Alanyazın Taraması 3
Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanmanın Kavramsal Anlamaya ve Başarıya Etkisi 3
Matematik Eğitiminde Fonksiyon Kavramı 13
Fonksiyonların Simetrileri ve Cebirsel Özellikleri 17
Simetri çeşitleri 18
Öteleme simetrisi 18
Yansıma simetrisi 19
Daralma-genişleme simetrisi 19
Öğretim Programında Fonksiyonlar ve Fonksiyonların Simetrileri 20
2013 Yılı Matematik Öğretim Programının Genel Amaçları 20
Öğretim Programında Fonksiyon Konusu 22
Matematik Öğretiminde Autograph Yazılımı 24
Matematik Eğitiminde Genelleme 27
Araştırmanın Amacı 29
Hipotez 30
Alt Hipotezler 30
Araştırmanın Önemi 31
Tanımlar 31
İKİNCİ BÖLÜM 33

YÖNTEM 33
Araştırmanın Modeli 33
Evren ve Örneklem 34
Kullanılan Materyaller 35
Veri Toplama Araçları 35
Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi 36
Konu Değerlendirme Testleri 38
Öğrenci Görüşme Formu 39
Çalışmanın Uygulanması ve Verilerin Toplanması 39
Verilerin Toplanması 40
Uygulama 40
Autograph Programının Tanıtılması 40
Konuların Öğretilmesi 47
Verilerin Çözümlenmesi 48
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 49
BULGULAR ve YORUMLAR 49
Kavramsal Bilgi Değerlendirme Ön Testine İlişkin Bulgular 49
Hipotez 50
Alt Hipotezler 51
Hipotez 1 51
Hipotez 2 52
Hipotez 3 53
Hipotez 4 54
Hipotez 5 56
Öğrencilerle Yapılan Görüşmeden Elde Edilen Bulgular 68
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM 71
TARTIŞMA 71
Sonuç ve Tartışma 71
Öneriler 74
EKLER 76
KAYNAKÇA 93

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Katılımcılar …….. 34
Tablo 2. Araştırmada Kullanılan Yöntemler ve Veri Toplama Araçları …….. 36
Tablo 3. Konu Değerlendirme Testleri Soru Dağılımları ……. 39
Tablo 4. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Ön-Test Sonuçları …….. 49
Tablo 5. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Son-Test Normallik Sonuçları …….. 50
Tablo 6. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Son-Test Sonuçları …….. 51
Tablo 7. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testindeki Simetri Soruları için Mann-Whitney U Testi Sonuçları …… 52
Tablo 8. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testindeki Öteleme Soruları için Mann- Whitney U Testi Sonuçları ...…… 53
Tablo 9. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testindeki Genişleme-Daralma Soruları için Mann-Whitney U Testi Sonuçları ...…….. 54
Tablo 10. Simetri Genelleme Soruları için Mann-Whitney U Testi Sonuçları ...….. 55
Tablo 11. Genişleme-Daralma Genelleme Soruları için Mann-Whitney U Testi Sonuçları ...……. 56
Tablo 12. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testindeki Simetriyle İlgili Sorular ..… 57
Tablo 13. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testindeki Ötelemeyle İlgili Sorular 60
Tablo 14. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testindeki Genişleme-Daralmayla İlgili Sorular ……. 63
Tablo 15. Simetriyle İlgili Genelleme Sorularının Dağılımı …… 65
Tablo 16. Ötelemeyle İlgili Genelleme Sorularının Dağılımı …… 66
Tablo 17. Genişleme-Daralmayla İlgili Genelleme Sorularının Dağılımı ……. 67

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Öteleme simetrisi örnekleri …….. 19
Şekil 2. Yansıma simetrisi örnekleri …….. 19
Şekil 3. Daralma-genişleme simetrisi örnekleri ……. 20
Şekil 4. Özelleştirme ve genelleme süreçleri ……. 28
Şekil 5. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi 1 ve 13 numaralı sorular ……. 57
Şekil 6. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi 3 ve 10 numaralı sorular ..…… 58
Şekil 7. 13 numaralı deney grubu öğrencisinin cevabı …… 59
Şekil 8. 15 numaralı deney grubu öğrencisinin cevabı ..……. 59
Şekil 9. 4 numaralı deney grubu öğrencisinin cevabı ……. 60
Şekil 10. 3 numaralı deney grubu öğrencisinin cevabı ..……. 62
Şekil 11. 24 numaralı kontrol grubu öğrencisinin cevabı ..……. 62
Şekil 12. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi 7 numaralı soru ..……. 63
Şekil 13. 25 numaralı kontrol grubu öğrencisinin cevabı ..……. 64
Şekil 14. 34 numaralı kontrol grubu öğrencisinin cevabı …… 65
Şekil 15. 29 numaralı kontrol grubu öğrencisinin cevabı ……. 68

EKLER LİSTESİ

EK A. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi …… 76
EK B. Simetri Konu Değerlendirme Testi …… 81
EK C. Genişleme-Daralma Konu Değerlendirme Testi …… 82
EK D. Öteleme Konu Değerlendirme Testi ……. 83
EK E. Araştırma İzni ……. 84
EF F. Ders Planı 1 …….. 85
EK G. Ders Planı 2 …… 87
EK H. Ders Planı 3 …… 89
EK I. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi Belirtke Tablosu …….. 91
EK J. Öğrenci Görüşme Formu …….. 92

BİRİNCİ BÖLÜM
GİRİŞ

Problem

Teknoloji, 21. yüzyıl matematik eğitimi için temel bir araç olup gerek okulda gerekse okul dışında gerçekleştirilecek eğitim-öğretim faaliyetlerinde teknolojiden yararlanılması konusunda tüm eğitim çevrelerinin fikir birliği içerisinde olduğu görülmektedir. Öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmek, ilgilerini canlı tutmak ve hedeflenen yeterliklerini artırmak için teknolojinin potansiyelinden mümkün olan en iyi seviyede yararlanmak eğitimle ilgili ulusal ve uluslararası kurumlar ve örgütler tarafından sıklıkla vurgulanmaktadır. Örneğin, Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi'nin (NCTM) matematik öğretiminde ve öğreniminde teknolojinin rolü hakkındaki tutumunun oldukça net olduğu görülmektedir. NCTM (2008), teknolojiyi 21.yüzyılda matematik eğitiminde başarı için olmazsa olmaz bir araç olarak tanımlamaktadır. Aynı zamanda NCTM, öğretmenin teknoloji kullanmasının sadece öğrencilerin derse olan motivasyonunun artmasına yardımcı olmadığını öğrencilerin kavramsal anlamasına da yardımcı olduğunu vurgulamaktadır.

Öğrenciler bilgilerinin işe yaradığını anladığı zaman yeni bir problemle karşılaşınca kavramsal bilgilerini kullanıp problemi çözebilmektedir. Eğer öğrencilere temel bilgiler anlama olmadan ezberleme ile öğretilirse bu bilgiler ileride kavramsal anlamaya dönüşmemektedir. NCTM'nin öğrenme ilkesine göre bilgiyi ezberleyen öğrenciler bilginin ne zaman ve nasıl kullanılacağını anlayamamaktadırlar (NCTM,2008). Eğer teknoloji uygun bir şekilde kullanılırsa öğrencinin anlamak ve uygulamak zorunda olduğu bilgiye diğer bir ifadeyle kavramsal bilgiye ulaşması kolaylaşabilir.

Diğer yandan teknoloji öğrencileri öğretmen, ders kitabı veya bir yayın tarafından sunulan bilgileri pasif olarak almaktan çıkarıp onları bilgiye ulaşmada aktif birer birey haline dönüştürebilme potansiyeline sahiptir. Öğrenciler bilgiye ulaştıktan sonra bu bilgiyi teknoloji yardımıyla kullanarak daha yenilerine ulaşabilir, bilgiyi istediği gibi düzenleyip, zenginleştirebilir. Bu durumda öğretmenin de rolü değişmektedir. Öğretmen artık bilgi dağıtıcı olarak ilgi odağı olan bir kişi rolünden çıkıp daha ziyade öğrencilerin proje hedeflerini ve yönergelerini belirleyen, öğrencilere

kaynak sağlayan, öğrenciden öğrenciye veya bir gruptan diğer gruba öğrencilerin aktiviteleri için öneriler ve destek vererek rehberlik eden bir kişi rolüne bürünmektedir (NCTM, 2008). Böylelikle, Ball ve Stacey (2005)'in belirttiği gibi teknoloji, öğrencilerin öğrenebildiği içeriğin kapsamını daha da genişletebilmekte ve öğrencilerin üstesinden gelebildiği problemlerin çeşitliliğini artırabilmektedir.

Bunun ötesinde teknoloji kullanımı öğrencinin ilgi ve motivasyonunun artmasına da yardımcı olabilir. Wilkins (2003), ilk matematik konusu öğretilmeden önce bile öğrencilerin matematiğe karşı olumsuz tutum ve isteksizlik sergileyebildiklerini gözlemlemiştir. Öğrencilerin matematiğe karşı olan genel tutumu öğrencilerin matematiği nasıl algıladığını etkilemekte sonuçta da öğrencilerin matematik başarısının nasıl olacağını belirlemektedir. Butler (2008), teknolojinin taktiksel olarak iyi bir şekilde kullanılması durumunda matematiğe karşı tutumu olumlu ya da olumsuz olan tüm öğrenciler için matematiğe ulaşma imkânı sağlayabileceğine dikkat çekmektedir. Kahveci (2010), öğrencilerin matematiğe karşı olan olumsuz tutumunun derslerin teknoloji yardımıyla işlenmesiyle olumlu yönde değiştiğini ve dersin klasik yöntemlere göre daha ilgi çekici bir hal aldığını araştırmasının sonucunda gözlemlemiştir.

Matematik eğitiminde teknoloji kullanımının en çok araştırıldığı alanların başında geometri öğretimi gelmektedir. Geometri dersinde teknolojik araç ve gereçlerin kullanılması geometrik bilginin görsel hale gelmesini sağlayabilmekte böylece birçok geometrik özellik ezberlenmeden keşfetme yoluyla öğrencinin kendisi tarafından öğrenilebilmektedir (NCTM, 2008). Başta geometri olmak üzere, teknolojik araçların farklı ülkelerde ve farklı matematik öğretimi programlarında öğrenci başarısını nasıl etkilediği konusunda çok farklı araştırmalar yapılmıştır (Ploger, 2009). Bununla birlikte teknolojik araçların öğrencilerin tümevarımsal yorumlamasını (öğrencilerin temel bilgilerden yola çıkarak matematiksel genel kurallara ulaşmasını) ve kavramsal anlamasını nasıl etkilediğinin analizi üzerine çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın amacı lise matematik dersinde özel bir yazılım olan Autograph programı kullanmanın öğrencilerin fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusu başarısına ve tümevarımsal genellemesine etkisinin belirlenmesidir. Bu çalışma için 10.sınıf konusu olan fonksiyonlarda simetri ve cebirsel özellikleri konusu seçilmiştir. Konu, fonksiyon grafiklerinde simetri (noktanın ve grafiklerin simetriği), daralma-genişleme (düşey ve yatay) ve öteleme alt konularını kapsamaktadır. Bu konunun

seçilmesinin nedeni ise Autograph programının dönüşümler konusu için uygunluğudur. Program, içerdiği özellik sayesinde dönüşümleri görsel hale getirmektedir. Ayrıca, animasyon özelliği ile program dönüşümde herhangi bir değişkenin değişmesiyle dönüşümün nasıl değişeceğini öğrencinin anında görmesini sağlamaktadır.

Alanyazın Taraması

Çalışmanın amacıyla ilgili alanyazın beş başlık altında ele alınmıştır. Birinci kısım matematik öğreniminde teknoloji kullanımının öğrenci başarısına ve matematikte kavramsal anlamaya etkisiyle ilgili yapılmış olan çalışmaları içermektedir. Bu teknolojiler Cabri, Geometer's Sketchpad, Texas Instrument hesap makineleri, diğer bazı dinamik geometri yazılımları ve bazı bilgisayar programlarıdır. Birinci kısımda incelenen çalışmalar teknoloji kullanımının öğrencilerin başarısını nasıl arttırdığına, matematiksel bir durumu veya problemi nasıl daha iyi yorumlamalarına yardımcı olduğuna ve matematiksel bir kavramı nasıl daha iyi anlamlandırmalarına imkân tanıdığına odaklanmaktadır.

Bu araştırmada ele alınan konu fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusu olduğu için ikinci kısım da fonksiyon konusu ile ilgili yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Bu kısımda fonksiyonların öğretiminin matematik öğretimindeki yeri, fonksiyonların öğretiminde karşılaşılan zorluklar ve fonksiyon konusundaki öğrenci kavram yanılgıları ile ilgili yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü kısımda yenilenen matematik programı kısaca incelenerek 10. sınıf müfredatına yeni getirilen fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri ile ilgili kazanımlar detaylı analiz edilmiştir. Dördüncü kısımda Autograph programı tanıtılmış, bu programla ilgili daha önce yapılan çalışmalar incelenmiş, fonksiyonlarda dönüşümler konusunun öğretiminde Autograph'ın nasıl kullanılabileceği ve bu kullanımın kâğıt-kalem ortamı ve diğer programlara oranla ne kazandırabileceği tartışılmıştır. Son kısımda ise matematik eğitiminde genelleme konusu kısaca özetlenmiştir.

Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımının Kavramsal Anlamaya ve Öğrenci Başarısına Etkisi

Bu başlık altında 2000'li yılların başından günümüze kadar çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalar gerçekleştirilme yıllarına göre en yeniden en eskiye doğru sunulmuştur.

Kutluca ve Baki (2013), ikinci dereceden fonksiyonlar konusunun öğretimine yönelik olarak bilgisayar temelli bir materyal geliştirmek ve bu materyali test etmek için bir araştırma yapmışlardır. Araştırmacılar elektronik tablolama ve bilgisayar cebir sistemlerini kullanarak bir materyal geliştirmiştir. Geliştirilen materyali test etmek için Trabzon'da bulunan iki farklı liseden 37 öğrenci seçilerek deney ve kontrol grubu olmak üzere iki grup oluşturulmuştur. Uygulamadan önce öğrencilerin hangi konularda zorlandıkları ve problem yaşadıkları araştırılmış ve ikinci dereceden fonksiyonlar konusunda öğrencilerin problem yaşadıkları tespit edilmiştir. Uygulama bilgisayar laboratuarında iki grup halinde hazırlanan materyalde yer alan yönergeler doğrultusunda yapılmıştır.

Araştırmanın sonucunda öğrencilerin bilgisayar destekli materyal yardımıyla pasiflikten kurtulduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yapılan görüşmeler aracılığıyla öğrencilerin matematik dersine karşı ilgi ve motivasyonlarının arttığı ve öğrencilerin zamanın nasıl geçtiğini anlayamadıkları tespit edilmiştir. Materyalin kullanımı sırasında öğrencilere kullanma talimatları yani yönergeler verildiğinden öğrenciler materyali kullanırken zorluk yaşamamışlardır. Araştırma sonunda öğrencilerin büyük bir kısmı materyalin yapısı, içeriği ve uygulanışı ile ilgili olarak olumlu yönde görüş bildirmiş ve öğrenciler ikinci dereceden fonksiyon konusunu kavramsal olarak daha iyi anladıklarını belirtmişlerdir.

Aksoy, Çalık ve Çınar (2012), Excel programının üniversite birinci sınıf öğrencilerinin fonksiyonların grafiklerini çizme başarılarına etkisini araştırmışlardır. Araştırmaya Bayburt Üniversitesi'nin Eğitim Fakültesi'nde Genel Matematik dersini alan 136 birinci sınıf öğrencisi katılmıştır. 68 öğrenci deney grubunda ve 68 öğrenci kontrol grubunda olmak üzere iki grup rastgele oluşturulmuştur. Deney grubu öğrencilerine Excel programı kullanılarak bilgisayar temelli öğretim yapılmış, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yapılmıştır.

Öğrencilerin birinci dereceden, ikinci dereceden ve üçüncü dereceden tek değişkenli fonksiyonların grafiklerini çizme becerilerini ölçmek için her iki gruba da Fonksiyon Grafiğini Çizme Testi ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Bu araştırmanın sonucuna göre Excel ile öğrenim gören öğrenciler geleneksel yolla öğrenim gören öğrencilere göre fonksiyon ve grafik çizme konusunda daha başarılı

olmuştur. Araştırma sonunda Excel programının fonksiyonların grafiklerini çizmek için aktif olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Kutluca ve Zengin (2011), öğrencilerin zorlandıkları bir konu olan ikinci dereceden fonksiyonların grafiklerinin çizimlerinin öğretiminde GeoGebra kullanımıyla ilgili olarak öğrencilerin görüşlerini belirlemek ve değerlendirmek için bir araştırma yapmışlardır. Araştırmaya Diyarbakır ilinde bulunan bir lisenin 10.sınıfında öğrenim gören 23 öğrenci katılmıştır. Araştırmacılar GeoGebra programını kullanarak bir öğretim materyali geliştirmişlerdir. Araştırmacılar uygulamaya başlamadan önce öğrencilere programı nasıl kullanacaklarını sunum yaparak anlatmışlardır. Bu sunumun ardından öğrencilerin programı kendi kendilerine kullanabilmelerini sağlamak ve öğrencileri programa alıştırmak için program kullanılarak yapılabilecek etkinlikler hazırlanmıştır.

Çalışmanın sonucunda, programın animasyon (canlandırma) ve şekli görsel hale getirme özelliği sayesinde öğrencilerin matematiksel nesneler arasındaki ilişkileri daha iyi kavradıkları, zor olan konuları böylece daha iyi öğrenebildikleri, GeoGebra yardımıyla konuyu öğrenmenin kalıcılığı artırdığı ve ders boyunca öğretmenin daha ilgi çekici olduğu anlaşılmıştır.

Kabaca, Çontay ve İymen (2011), parabol kavramının yapılandırılması için geometrik temsil ile cebirsel temsil arasındaki ilişkiyi çift taraflı olarak incelemeye fırsat sağlayan bir ortam tasarlamak ve tasarlanan öğrenme ortamında öğrencilerin davranışlarını incelemek için bir çalışma yapmışlardır. Araştırma daha önceden ikinci dereceden denklemler ve parabol konusunu öğrenmiş 23 tane 11.sınıf öğrencisi ile yapılmıştır. Öğrenciler ikinci dereceden denklemlerin parabol eğrileriyle ifade edildiklerini bilmelerine rağmen bu durumun neden böyle olduğuna dair kendilerine sorulan soruyu yanıtlayamamışlardır. Kendilerinden GeoGebra yardımıyla bunu araştırmaları istenmiş ama öğrenciler GeoGebra programını çok iyi bilmediklerinden kâğıt-kalem kullanarak akıl yürütme yoluna gitmişlerdir. Araştırma sabit bir noktaya ya da sabit bir doğruya eşit uzaklıktaki noktalar kümesi bulmadan başlayıp parabol tanımına kadar gidecek olan dört aşamadan oluşmuştur. Öğrencilerin hepsi bu aşamalardan geçmişlerdir.

Araştırmanın sonunda dinamik matematik yazılımı desteğinde tasarlanan öğrenme ortamının, öğrencilerin bilgisayar ile grup ya da bireysel olarak çalışma

yapmamalarına rağmen geometrik ilişkileri fark etmelerine yardımcı olabildiği görülmüştür.

Ruiz ve Lupianez (2010), Cabri Geometri dinamik geometri programının öğrencilerin oran-orantı konusundaki kavramsal anlamasına etkisini test etmek için bir araştırma yapmıştır. Araştırmaya Meksiko şehrindeki bir ortaokuldan 29 tane 6. sınıf öğrencisi katılmıştır. Bu araştırma için deney grubu ve kontrol grubu olmak üzere iki grup oluşturulmuştur. Deney grubuna oran-orantı konusu Cabri Geometri programıyla, kontrol grubuna ise klasik yolla öğretilmiştir. Her iki gruba da aynı öğretim etkinlikleri yaptırılmıştır. Bu etkinlikler şunlardır: Her öğrenci okulun oyun bahçesinde mümkün olabilecek en büyük oranda kendi futbol sahasını çizmeli ve her öğrenci kendi takımının orantılı olacak şekilde fotoğrafını çekmelidir. Her iki gruptaki öğrencilerden de etkinlikleri gerçekleştirirlerken çizimleri, tabloları ve sayısal verileri kullanmaları istenmiş, ama deney grubundan tüm çizimleri, tabloları ve sayısal verileri bilgisayar üzerinde yapmaları istenmiştir.

Araştırmacılar, Cabri Geometri programını kullanan öğrencilerin kolaylıkla figürleri sürükleyerek birbiri üzerine yerleştirdiklerini böylece oran-orantı konusunu klasik yolla öğrenen öğrencilere göre daha kolay somut hale getirdiklerini gözlemlemişlerdir. Bunlara ek olarak deney grubu öğrencilerinin kendilerine bir problem verildiğinde problemden gerekli olan bilgiyi kolayca toplayabildikleri ve elde edilen ölçüleri kullanarak kontrol grubuna göre eşit oranlarda daha net ve doğru şekiller çizebildikleri gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bu program, öğrencilerin oran-orantı ön bilgisi yeterli olmasa bile problemin çözümü için bir tıkanma yaşamadan ilerleyebilmelerini sağlamıştır.

Kebritchi, Hirumi ve Bai (2010), bir bilgisayar oyununun öğrencilerin matematik başarısına ve motivasyonuna etkisini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Araştırmaya Florida da bulunan bir liseden cebir dersini alan 193 öğrenci ve 10 öğretmen katılmıştır.

Çalışmada veri toplamak için nicel öğeler ve görüşmeler kullanılmıştır. Öğretmenler rastgele olarak deney ve kontrol gruplarına atanmışlardır. Çalışma okul zamanlarında olmak üzere Ağustos ayından Ocak ayına kadar yani 18 hafta sürmüştür. Araştırmacılar DimensionM diye adlandırılan, içerisinde çevrimiçi ders planları ve dersler için bazı kaynaklar barındıran bilgisayar oyununu kullanmışlardır. Bu programın

temel özelliği üç boyutlu bir ortamda öğrencileri problemleri çözmek için bir araya getirerek cebir konularını öğretebilmesidir. Deney grubundaki öğretmenler bilgisayar oyunuyla birlikte çevrimiçi öğretim kaynaklarını ve ders planlarını kullanmışlardır. Öğrencilerin motivasyonlarını test etmek için öğrencilere ön anket ve son anket, matematiksel başarılarını belirlemek için de ön test ve son test uygulanmıştır.

Eş değişkenli varyans analizi sonucuna göre deney grubu ile kontrol grubu arasında başarı yönüyle deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu anlaşılmıştır. Fakat iki grup arasında motivasyon yönüyle anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür. Araştırmacılar, bilgisayar oyununun oynandığı yerin öğrencilerin motivasyonuna bir etkisinin olup olmadığını anlamak için ANOVA testini yapmışlardır. Bu testin sonucuna göre bilgisayar oyununu hem sınıfta hem de bilgisayar laboratuarında oynayan öğrencilerin sadece bilgisayar laboratuarında oyunu oynayan öğrencilere göre daha fazla motivasyona sahip oldukları anlaşılmıştır. Bunlara ek olarak deney grubundaki öğrencilerin ön bilgilerinin, bilgisayar ve İngilizce dil becerilerinin öğrencilerin matematiksel başarısına ve motivasyonuna önemsenir derecede bir rollerinin olmadığı anlaşılmıştır.

Ploger ve Hecht (2009), Chartworld yazılımının üçüncü sınıf (9–10 yaş) öğrencilerinin kavramsal anlamaları üzerine etkisini test etmek için bir çalışma yapmışlardır. Chartworld, öğrencilerin çarpma işlemi, çarpma işleminde değişme özelliği, tam kare, kesirlerde bölme, çarpanlar ve asal sayılar gibi konuları öğrenmek için çeşitli örüntüler oluşturmasına izin veren esnek bir bilgisayar programıdır. Bu programın üçüncü sınıf öğrencilerinin kavramsal bilgilerine etkisini test etmek için iki deneysel çalışma yapılmıştır. Her iki çalışmada da hem Chartworld grubu hem de kontrol grubu öğretmen önderliğinde ders kitabından öğrenim görmüştür. Chartworld grubu Chartworld programını kullanmıştır.

İlk çalışmaya toplam 196 öğrenci katılmıştır. Bu öğrenciler deney grubunda 97 ve kontrol grubunda 99 öğrenci olmak üzere rastgele iki gruba ayrılmışlardır. Her iki gruba da öğrencilerin çalışmadan önceki bilgilerini ayarlamak için ön test ve ön görüşme uygulanmıştır. Birinci çalışma çarpma ve bölme konusuna odaklanmıştır. Her iki grup, her biri 30 dakika süren 8 derslik yani 4 saatlik eğitime tabi olmuşlardır. Tüm öğrenciler eğitimden sonra son test ve son görüşmeye alınmışlardır. İkinci çalışma ise

birinci çalışmadan üç hafta sonra uygulanmıştır. İkinci çalışma ise bölme, asal sayılar ve bileşik sayılara odaklanmıştır. İkinci çalışma da birinci çalışma kadar sürmüştür.

Araştırma sonucunda Chartworld grubunun istatistiksel olarak son testte ve son görüşmelerde kontrol grubuna göre kavramsal anlamalarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Chartworld grubunun deney grubuna göre son görüşmede %44, son testte ise %67 daha fazla kavramsal anlama kazanımı elde ettiği tespit edilmiştir. Bu sonuca göre Chartworld'un kavramsal bilgiyi geliştirmek için etkili bir program olduğu sonucuna varılmıştır.

Myers (2009), Geometer's Sketchpad programının lise öğrencilerinin geometri başarısı üzerine etkisini belirlemek için bir çalışma yapmıştır. Bu çalışma için Miami Dade Kasabasındaki her okuldan bir matematik öğretmeni seçilmiş ve öğretmenler okullar açılmadan önce Geometer's Sketchpad öğretimine tabi tutulmuşlardır. Her öğretmenin bulunduğu okulda bir deney grubu bir de kontrol grubu oluşturulmuştur. Her iki grubunda kullandığı müfredat ve kitaplar aynıdır. Sadece deney grubu haftada bir problemleri çözmek için bilgisayar laboratuarına gitmiştir. Öğrencilerin başarılarını belirlemek için Florida yerel testi kullanılmıştır.

Araştırma sonucuna göre her iki grup arasında belirli bir başarı farkı olmadığı, sadece ölçme ve istatistik konularında bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmacı Sketchpad programının öğrencilerin başarısını olumlu etkileyebileceğini ama etkisinin daha net görülmesi için yeni bir çalışma yapılmasını önermiştir.

Akkoç ve Kurt (2008), teknoloji ile artan-azalan ve ters fonksiyonlar konularının öğretmen adaylarına öğretilmesinin onların pedagojik alan bilgilerini nasıl etkilediğini incelemek için bir çalışma yapmışlardır. Araştırmada kullanılan teknoloji hesap makinesidir. Çalışma İstanbul'daki bir üniversitenin eğitim fakültesi orta öğretim matematik öğretmenliği bölümü 5. sınıfında öğrenim gören iki öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının artan-azalan ve ters fonksiyonlarla ilgili ön bilgilerini tespit etmek için bir anket uygulanmıştır. Çalışmanın verileri öğretmen adaylarına uygulanan anketler, öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları, mikro öğretim dâhilinde diğer aday öğretmenlere anlattıkları derslerin video kayıtları ve öğretmen adayları ile ders hazırlıkları ve anlattıkları derslerin öz değerlendirmeleri üzerine yapılan görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır.

Araştırmanın sonuçlarına göre öğretmen adaylarının grafik hesap makinesi ile artan, azalan ve ters fonksiyon kavramlarını öğrenmeleri, konu bilgilerini zenginleştirmiş ve buna bağlı olarak pedagojik alan bilgileri kullandıkları öğretim stratejileri ve temsiller boyutunda gelişme göstermiştir.

Gürbüz (2008), ilköğretim düzeyinde olasılık konusunun öğretiminde kullanılabilecek bilgisayar destekli örnek bir öğretim materyalinin olasılık konusu kavramsal bilgisine etkisini belirlemek için bir araştırma yapmıştır. Araştırmacı Dreamweaver MX 2004 ve Flash MX 2004 yazılımlarını kullanarak bir materyal geliştirmiştir. Bu materyal animasyon ve simülasyonlar içermektedir. Geliştirilen materyale ‘‘Bilgisayar Destekli Öğretim Materyali’’ (BDÖM) adı verilmiştir. BDÖM’nin uygulama öncesi eksiklerini görmek için 7 öğrencinin katıldığı bir pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonrasında BDÖM kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Araştırmanın sonuçlarına göre BDÖM ile gerçekleştirilen öğretim, öğrencilerin olasılık konusundaki problem çözme becerilerini ve kavramsal anlamalarını olumlu yönde etkileyen bir öğrenme ortamı sağlamıştır. Ayrıca materyal öğrenciler arasında etkileşimi sağlayarak iletişimi aktif hale getirmiş ve öğrencilerin birbirinden öğrenmelerine imkân vermiştir.

Hannafin ve Foshay (2008), bilgisayar temelli öğretimin etkililiğini araştırmak için bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmanın amacı bilgisayar temelli öğretim ile 10.sınıf öğrencilerinin Massachusetts yerel sınavındaki başarısını yükseltmektir. Çalışmaya katılan öğrenciler bu sınavdan kalma durumunda olanlardır. Bu öğrenciler haftanın dört günü bilgisayar temelli öğretim ve bir gün de öğretmenleriyle gerekli problemlerin çözümü üzerine çalışmışlardır. Gruptaki her bir öğrencinin herhangi bir bölümden %80 başarı elde etmeden diğer bölüme geçmesine izin verilmemiştir. Araştırma sonunda öğrencilerin bu testten 8. sınıfta ve 10. sınıfta aldığı puanlar incelenmiştir.

Araştırmanın sonucuna göre bilgisayar temelli öğretim gören öğrencilerin ilerlemesi normal öğrencilere göre daha fazla olmuştur. Bilgisayar temelli öğretime katılan öğrencilerin testten aldıkları puanlar 18 puan artarken kontrol grubundaki öğrencilerin puanları 9 puan artmıştır. Testten kalmaya çok yakın öğrencilerin

puanlarını arttırarak geçmeleri bilgisayar temelli öğretim ile yapılan öğretimin başarını göstermiştir.

Santos-Triago ve Cristobal-Escalante (2008) geometri öğretiminde Cabri Geometri kullanımı sonucunda lise öğrencilerinin problem çözme yaklaşımlarını analiz etmek için bir araştırma yapmışlardır. Çalışma iki aşama içermektedir. Birinci aşama öğrencilerin yapacağı görev serilerinden oluşmaktadır. Bu aşamada matematik öğretmenleri ve doktora öğrencileri her bir görevle ilgili hipotezi tanımlamakla görevlendirilmiştir. İkinci aşama ise görevlerin uygulanmaya konulmasıdır. Uygulamaya 12 lise öğrencisi katılmıştır. Uygulama her hafta üç saat problem çözümünden oluşup bir yarıyıl sürmüştür. Her iki aşamada da öğrenciler önce tek olarak daha sonra da ikişerli olarak çalışmışlardır. Her öğrenci kendilerine verilen görevleri yaptıktan sonra çözümlerini öğretmenlere ve diğer öğrencilere sunmuşlardır. Öğrenci etkileşimleri ve sunumları kayıt altına alınmıştır.

Video kayıtları, ses kayıtları ve öğrenci çalışmalarının incelenmesi sonucunda Cabri Geometri programını kullanan öğrencilerin yüksek seviye düşünme becerisi kazandıkları anlaşılmıştır. Bunun nedeni, programın öğrencilere tümevarımsal yorumlamayı kazandırması olarak açıklanmıştır. Program öğrencilere objeleri istediği gibi değiştirme ve nesneler arası ilişkileri görünür hale getirme imkânı verdiğinden öğrencilerin kavramsal anlamaları da gelişmiştir.

Bos (2007), Texas Instrument (TI) grafik hesap makinesinin 11. sınıf öğrencilerinin matematik başarısına etkisini araştırmak için bir araştırma yapmıştır. Araştırmaya toplam 19 sınıf katılmıştır. Katılan sınıflardan 10 tanesi deney grubu ve 9 tanesi de kontrol grubudur. Her iki gruba da ikinci dereceden denklemler anlatılmıştır. Araştırmaya katılan tüm öğrencilerin matematik dersi zayıf denecek düzeydedir. Programı kullanmadan önce öğrencilerin tümüne ön test ve programdan sonra da aynı test son test olarak uygulanmıştır. Deney grubundaki öğrenciler her gün 55 dakika bilgisayar laboratuarında TI programı eşliğinde çalışmışlardır. Bu öğrenciler, grafiklerini ve denklem çözümlerini TI kullanarak yapmışlardır. Kontrol grubundaki öğrenciler ise ders notları ve grafik kâğıtları ile konuyu öğrenmeye çalışmışlardır.

Araştırma sonucuna göre deney grubundaki öğrencilerin matematik başarısı kontrol grubundakilere göre istatistiksel olarak artmıştır. TI programı uygun biçimde

kullanıldığı zaman matematik başarısı düşük 11.sınıf öğrencilerinin başarısını arttıracağı görüşüyle araştırma sonuçlandırılmıştır.

Wu-Yuin Hwang, Nian-Shing Chen, Jian-Jie Dung, ve Yi-Lun Yang (2007), akıllı tahta ile desteklenen bir sınıfta öğrencilerin çoklu temsil yeteneklerini ve problem çözmede yaratıcılıklarını keşfetmek için bir araştırma yapmışlardır. Akıllı tahta çizim, ses kaydı ve fonksiyonları değiştirebilme özelliğine sahiptir. Her öğrenci kendi tahtasına problemin çözümünü yazabilmekte, çözümü değiştirebilmekte ve daha sonra çözümü internet üzerinde tartışma forumlarına yazabilmektedir. Araştırmaya matematik bilgi ve becerisi çok iyi olan 25 tane 6.sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrencilere öğretmen tarafından 16 tanesi sayılarla ve 5 tanesi geometri ile ilgili olmak üzere toplam 21 problem verilmiştir. Sayılarla ilgili problemler; aritmetik dizi, geometrik şekiller, çarpanlar ve sayı uygulamalarından oluşmaktadır. Uygulamaya geçilmeden önce öğrenciler iki hafta boyunca akıllı tahtayı nasıl kullanacakları hakkında dersler almışlardır. Daha sonra bir hafta problem çözümleri ve başka bir hafta ise çözümlerin eleştirisini yapmaları için öğrencilere süre verilmiştir. Araştırmanın sonunda öğrenciler 10 sorudan oluşan bir final sınavına katılmışlardır.

Araştırmanın sonunda akıllı tahta kullananlar kullanmayanlara göre final sınavından daha iyi not almışlardır. Öğretmenlerin görüşlerine göre öğrenciler akıllı tahta kullanırken eğlenerek kendilerini daha rahat hissetmişlerdir. Akıllı tahta kullanan öğrenciler problem çözümlerine aktif olarak katılmışlar, hatta diğer öğrencilerin çözümlerini dikkatlice takip edip yapıcı yorumlarda bulunmuşlardır.

Gurevich, Gorev ve Barabash (2005), farklı geometri düşünme seviyelerinde bulunan öğrencilerin geometri öğreniminde bilgisayarlı araç-gereçleri nasıl kullanacaklarını ve bu kullanımın onlara ne tür bir fayda sağlayacağını görmek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Öğrenciler Van Hiele'nin geometrik düşünme seviyelerine göre gruplara ayrılmışlardır. Araştırmaya katılan öğrenciler Achva Eğitim Fakültesi'nin ilköğretim ve lise matematik öğretmenliklerinde okuyan öğrencileridir. Araştırmaya 7 birici sınıf öğrencisi, 12 ikinci sınıf, 16 üçüncü ve 21 son sınıf öğrencisi katılmıştır.

Öğrencilerin 0'dan 4'e kadar hangi seviyede olduklarını anlamak için Van-Hiele testi ön test olarak uygulanmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin geometri öğrenirken bilgisayarı nasıl kullandığını araştırmak için bir anket uygulanmıştır. Geometri dersinde

öğrencilere çizimler için Microsoft Word, Geometer's Sketchpad ve ileri işlemler için MathematiX kullandırılmıştır.

Sayısal sonuçlara göre rutin ve rutin olmayan problemlerin anlaşılmasına yardımcı olmak için bilgisayar programı kullanılmasının anlamlı bir fark oluşturmadığı görülmüştür. Öğrenciler, programların sayısal cevapları bulmak için kullanılabileceği ama ispat yapmak için yardımcı olmadıkları yönünde görüş bildirmişlerdir. Aynı zamanda programların ispata olan ihtiyacı gidermediğini söylemişlerdir. Problemin rutin olup olmamasının da bilgisayar kullanımı için önemli olduğu görülmüştür. Rutin problemlerde öğrenciler çözüme yardımcı olması için bilgisayar kullanmıştır ama sonucun sağlamasını matematiksel olarak yapmışlardır. Rutin olmayan problemlerde ise öğrenciler problemi ana hatlarıyla belirlemek için bilgisayar kullanmışlardır. Rutin olmayan problemlerde bilgisayar kullanımının, yüksek düşünme seviyesine sahip öğrencilerin seviyesini düşük düşünme seviyesine sahip öğrencilere göre daha fazla ilerlettiği görülmüştür. Yani yüksek düşünme seviyesine sahip öğrenciler bilgisayarı daha etkili kullanmışlardır.

Drijvers (2004), bilgisayar cebir programının cebirsel kavramları ve işlemleri anlamaya etkisini araştırmak için bir çalışma yapmıştır. Araştırmacı özellikle bu tip programları kullanmanın parametre kavramının daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunup bulunmayacağını araştırmıştır. Çalışmaya 9. ve 11. sınıf seviyelerinden 110 öğrenci katılmış ve çalışma üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada öğrencilerin ön bilgileri belirlenip öğrencilerin seviyelerine göre kavramsal anlamalarını test etmek için değerlendirme soruları hazırlanmıştır. İkinci aşama olan öğretme aşamasında öğrencilerle görüşmeler de yapılmıştır. Öğrencilerin ön testleri, son testleri ve ders esnasında aldıkları notlar analiz edilmiştir. İlk aşamaya 9. sınıflar katılmış olup haftada 4 ders saati olmak üzere beş hafta matematik dersi almışlardır. Derslerin ana konusu sayıların çözümlenmesi ve değişkenlerle ilgilidir.

Öğrencilerin test sonuçlarından ve ders esnasında tuttukları notların analizlerine göre bilgisayar destekli cebir öğrenimi gören öğrencilerin parametre kavramı algısı nicelik değişimine doğru kaymıştır. Öğrenciler bilgisayar ortamında parametrelere verilen her bir değere karşı farklı değerler elde ettiklerinden dolayı parametrelerin değişken gibi davrandıklarını fark etmişlerdir. Yani bilgisayar destekli cebir öğretimi öğrencilerin parametre kavramı bilgisini olumlu yönde geliştirmiştir.

Baki ve Öztekin (2003) Excel programı kullanarak, öğrencileri pasif öğrenme durumundan kurtarıp aktif oldukları öğrenme ortamına geçecekleri bir ders materyali geliştirmek için bir çalışma yapmışlardır. Hazırlanan materyalin ilk önce uzman kişiler tarafından değerlendirilmesi yapılmış, daha sonra Trabzon ve Bayburt'ta ilinde bulunan toplam 15 matematik öğretmenine kurslar düzenlenerek tanıtılmıştır. Gözlemler, görüşmeler ve yazılı görüşler yardımıyla hazırlanan materyalle ilgili veriler toplanmıştır. Öğretmenlerin araştırmadan önce ve araştırmadan sonra geliştirilen materyal hakkında görüşlerini almak ve değerlendirmek için öğretmenlere görüşme formları verilmiştir. Öğretmenlerin kurstan beklentilerini ve geliştirilen materyal için hazır bulunuşluk düzeylerini belirlemek için ön görüşme formları kullanılmıştır.

Öğretmenler, öğrenciler tarafından genellikle zor ve sıkıcı bir ders olarak görülen matematik dersinin bu materyal sayesinde sevilen, eğlenceli bir ders olacağı ve öğrencilerin matematik dersine olan ilgilerinin artacağı, materyal yardımıyla öğrencilerin deneme yanılma yöntemini kullandıkları için materyalin öğrencilerde bilgilerin kalıcılığını artıracağı, materyalin öğrencileri problemlerin sonucu hakkında yorum yapmaya yönlendireceği ve öğretmenin sınıfta sorumluluğunun azalacağı yönünde görüş beyan etmişlerdir.

Araştırmanın sonunda bilgisayar destekli matematik öğretim materyalinin uygun ortam sağlandığında matematik derslerini zenginleştirmek amacıyla kullanılabileceği belirtilmiştir.

Wong (2001), bilgisayar temelli ev ödevlerinin normal ev ödevlerine göre Hong Kong'daki lise öğrencilerinin başarısına, akılda tutmaya ve tutumuna etkisini araştırmak için bir çalışma yapmıştır. Çalışmanın üç bölümü vardır: Hemen geri bildirimi olan bilgisayarlı alıştırmalar, bilgisayar oyunları şeklinde ev ödevleri ve öğrencilerin ilişkileri ve formülleri keşfetmesine imkân veren bilgisayarlı keşifler. Araştırmaya Hong Kong'dan beş tane okul seçilmiş ve 187 lise öğrencisi katılmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerin 46 tanesi (25 erkek, 21 kız) bilgisayarlı alıştırmalar, 46 tanesi (25 erkek, 21 kız) bilgisayar oyunları, 48 tanesi (23 erkek, 25 kız) bilgisayarlı keşif ve geriye kalan 47 öğrenci (23 erkek, 24 kız) de normal ev ödevi grubuna dâhil olmuşlardır. Grupların hepsi araştırmadan önce başarı ve tutum ön testine tabi tutulmuşlardır ve kendilerine verilen ödevleri dersten sonra tamamlamışlardır. Sadece bilgisayar temelli keşif grubundakilere ev ödevleri konunun öğretilmesinden bir gün

önce verilmiştir. Diğer gruptakiler konuyu öğrendikleri gün ev ödevlerini almışlardır. Araştırmanın hemen sonunda ve araştırmadan 12 hafta sonra gruplara son test uygulanmıştır.

Araştırma bilgisayarlı alıştırma grubu ile bilgisayarlı keşif grubu arasında ve aynı zamanda bilgisayarlı alıştırma grubu ile normal ev ödevi grubu arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir. 12 hafta sonra yapılan hatırlama testi de tüm gruplar arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, dört grup arasında matematiğe karşı tutumlarında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Matematik Eğitiminde Fonksiyon Kavramı

Bu başlık altında fonksiyon kavramı kısaca tanıtılmış, fonksiyonların farklı temsillerinden, fonksiyon konusunun matematik öğretimindeki yerinden ve fonksiyon öğretiminde karşılaşılan zorluklardan bahsedilmiştir.

Türk Dil Kurumu (2005) tarafından hazırlanan sözlükte kavram sözcüğü şöyle tanımlanmaktadır: ‘‘Nesnelerin veya olayların belirli ortak özelliklerini taşıyan ve ortak ad altında soyut ve genel tasarım.’’ Küme, ışın, doğru, açı, üçgen vb. matematiksel kavramlara örnektir. Altun (2008)’a göre matematik dersinde bir konunun öğretimi yapılırken o konuyla ilgili tüm kavramlar tanımlanır, açık ve net olarak ifade edilir daha sonra konuyla ilgili alıştırmalara ve uygulamalara geçilir. Eğer bir konuyla ilgili kavramlar açık ve net bir biçimde tanımlanmadan konuyla ilgili problemlere yani alıştırmalara geçilirse bu ezbere öğrenmeye neden olur. Ama matematikte bazı kavramların tanımı varken bazıların tanımı bulunmamaktadır. Örneğin nokta, doğru ve düzlem matematikte tanımsız kavramlar olarak bilinir. Bu kavramlar açıklanırken kavramlara nasıl ulaşılacağı belirtilerek somut hale getirilirler.

Fonksiyon kavramı günümüze kadar tarihsel süreci içinde farklı biçimlerde tanımlanmıştır. Leibniz, teğetin bir eğri fonksiyonu olduğunu belirtmesiyle fonksiyon kavramı matematikte ilk defa kullanılmıştır, Cauchy ise fonksiyonu bir formül olarak düşündüğünü belirtir (Kabael, 2010). 1939 yılında Bourbaki fonksiyonu ‘‘ X ve Y boş olmayan iki küme arasında, X kümesinin her elemanını Y kümesinin yalnız bir elemanına eşleyen bağıntı’’ olarak tanımlamıştır (Kleiner, 1989).

Matematiksel ve soyut düşünme becerilerini geliştiren fonksiyon konusu lise matematik derslerinde önemli bir yere sahiptir. Soyut boyutu oldukça ağır (Dreyfus,

1990) olduğundan fonksiyon konusu öğrenciler için anlaşılması zor olan bir konudur. Matematik dersi öğretim programlarının önemli bir konusu olan fonksiyon, kavramlar arası (örneğin fonksiyondan polinomlara, fonksiyonlardan toplam sembolüne) geçişleri sağlamaktadır (Selden ve Selden, 1992). Dolayısıyla fonksiyon konusu tam olarak yani kavramsal olarak öğrenilmezse öğrenciler için diğer matematiksel kavramlar anlamsız olabilir, türev ve integral konularının öğretiminde problemler yaşanabilir. Bayazıt (2010) fonksiyon konusunda öğrencilerin yaşadığı sıkıntıların çoğunlukla soyut olan kavramın kendisinden kaynaklandığını belirtmektedir. Eisenberg (1991) ise bu sıkıntının nedenini fonksiyonlarda çoklu temsillerin kullanılıyor olmasına ve bu temsiller arasında geçişlerin varlığının kavramın anlaşılmasını güçleştirmesine bağlamaktadır. Fonksiyonlar cebirsel, sembolik, grafiksel ve kümesel olarak temsil edilebilirler. Öğrenciler cebirsel temsilden grafiksel temsile veya kümesel temsilden cebirsel temsile geçişte zorluklar yaşamaktadırlar.

Bu sıkıntıları ortadan kaldırmak için çeşitli çözüm önerileri sunulmuştur. Örneğin NCTM (2000)'de cebir öğrenme alanı içerisindeki fonksiyon kavramı için diğer cebir konularında olduğu gibi sayısal ifadelerin temsillerine göre kavramların ve bir genellemeye varılabilecek matematiksel düşünme yollarının oluşturulması gerektiği ifade edilmiştir. O'callaghen (1998) ise bilgisayarın aktif olduğu öğretim metodunun fonksiyonların modellenmesi, farklı formlara çevrilmesi ve sözel olarak ifade edilmesinde etkili olduğunu belirtmiştir. Bilgisayar yardımıyla öğrenci fonksiyonların grafiksel gösterimi ile cebirsel gösterimi arasında ilişki kurabilmektedir. Böylece çoklu temsiller arasındaki ilişkiler açık ve net olarak ortaya konmakta ve güçlendirilmektedir. Bilgisayar yardımıyla öğrenciler fonksiyon grafiklerinin kesikli ve eğrisel de olabileceğini görmekte, fonksiyon grafiğinin kopmaması yani sürekli olması gerektiği gibi kavram yanılgısına düşmemektedirler. Öğrenciler, gerek konunun soyut olmasından gerekse de fonksiyonu grafik çizmek için kullanılan bir formül olarak gördüğünden dolayı kavram yanılgılarına düşmektedirler (Kabael, 2010). Bayazıt (2010) fonksiyonlardaki kavram yanılgılarını ve zorlukları yedi madde altında toplamıştır:

1) Fonksiyonu bire-bir eşleme yapan bir bağıntı olarak görme,

2) Liste biçiminde yazılımlara ilişkin zorluklar,

3) Fonksiyon grafiklerine ilişkin öğrenci yanılgıları,

4) Cebirsel ifadelere ilişkin öğrenci zorlukları ve yanılgıları,

5) Fonksiyonlar konusunda kullanılan sembol ve simgelere ilişkin zorluklar,

6) Fonksiyonların alt kavramlarına yönelik zorluklar,

7) Fonksiyonun temsilleri arasındaki ilişkilerin anlaşılmasında yaşanan zorluklar.

Sierpinska (1992) ise yaptığı bir çalışmada öğrencilerin fonksiyon kavramıyla ilgili kavram yanılgılarının nedenleri şöyle sıralamaktadır:

1) Öğrencilerin fonksiyonu bilinmeyen içeren denklem olarak görmesi,
2) Öğrencilerin fonksiyonu yeni bir problemi çözmeye başlama noktası olarak görmesi,
3) Öğrencilerin fonksiyonu bir formül olarak görmesi,
4) Öğrencilerin fonksiyonu bir aşama olarak görmesi (örneğin, öğrencinin elindeki sayıyı fonksiyonda kullanarak yeni bir sayı elde etmesi),
5) Öğrencilerin fonksiyonu grafik çizmek için kullanılan bir yol olarak görmesi.

Bayazit ve Aksoy (2013), fonksiyon kavramının epistemolojisi, matematik ders kitaplarında yer aldığı şekliyle fonksiyon ve fonksiyonla ilgili algı çeşitlerinin incelenmesiyle ilgili bir çalışma yapmışlardır.

Çalışmanın sonucunda araştırmacılar bazı önerilerde bulunmuşlardır. Bunlardan biri fonksiyonlar konusunda etkili bir öğretim yapabilmek için uygulanabilecek tek bir yöntemden bahsetmenin oldukça zor olduğudur. Bunun nedeni olarak bir yandan kavramın ilişkili olduğu düşüncelerin ve kullanılan temsillerin çokluğu, diğer yandan hitap edilen öğrenci kitlelerinin bilişsel seviyeleri ve geçmiş bilgi birikimleri gösterilmektedir. Bu nedenle, araştırmacılar fonksiyonların öğretiminde uygulanabilecek özel bir yöntemden ziyade genel bir yaklaşımdan bahsetmişlerdir. Bu yaklaşım en genel anlamda kavram eksenli öğretim yaklaşımı olarak ifade edilmiştir. Diğer bir öneri ise fonksiyon kavramının sadece belli üniteler kapsamında okutulup bırakılacak bir kavram olmadığının iyi anlaşılmasını sağlamaya yöneliktir. Araştırmacılara göre fonksiyon kavramı matematik ders programları kapsamında birçok konuyla yakın ilişkisi olan ve adeta programın birleştirici ve bütünleştirici bir öğesidir. Bu nedenle, fonksiyon kavramı nicel veya nitel çokluklar arasındaki ilişkilerin incelenmesinde kullanılan fonksiyonel bir düşünce tarzı olarak ele alınmalı ve matematik ders programlarının her aşamasında elverdiği ölçüde kullanılmalıdır.

Yavuz ve Kepceoğlu (2010), öğrencilerin fonksiyonlarda işlemler konusuna grafikler üzerinden yaklaşımlarını incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Öğrencilerin daha önceden karşılaşmadıkları sorulara verdikleri cevaplar çoklu temsiller yardımıyla analiz edilmiş ve öğrencilerin grafik okuma ve oluşturma becerileri ile ilgili çeşitli kestirimlerde bulunulmuştur. 65 lise son sınıf öğrencisinin çalışma grubunu oluşturduğu çalışma 2010–2011 öğretim yılında İstanbul'da üç farklı lisede uygulanmıştır. Araştırmaya katılan öğrenciler fonksiyon ve özellikleri ile ilgili tüm kavramlarla daha önceden karşılaşmışlardır. Dolayısıyla fonksiyon ve fonksiyonlarda işlemlerle ilgili yeterince deneyime sahip oldukları ve bundan dolayı öğrencilerin araştırma sorularına verecekleri cevapların araştırmaya olumlu yönde katkı yapacağı belirtilmiştir.

Verilerin analizinden elde edilen en önemli sonuç, cebirsel işlemleri yapmada çok iyi durumda olan öğrencilerin aynı başarıyı grafiklerle ilgili işlemlerde gösterememeleridir. Ayrıca kavramsal anlamanın yetersizliği nedeniyle birçok öğrenci grafiklere fonksiyon kavramından bağımsız bir yaklaşımda bulunarak soruyu yanıtlamaya çalışmışlardır. Diğer önemli bir sonuç ise matematik eğitiminde grafikleri diğer temsillerden (tablo, cebirsel, sembolik, v.b.) bağımsız olarak düşünmenin mümkün olmadığının anlaşılmasıdır. Araştırmacılara göre çoklu temsillerin öğretim sürecinde kullanılması sonucunda, öğrenciler sadece işlenen matematiksel kavramı daha iyi şekilde anlamakla kalmayıp, temsilleri ve özelliklerini de etkin bir şekilde kullanmayı da öğrenecektir.

Bayazit (2011), fen bilgisi ve sınıf öğretmenliği bölümlerinde okuyan öğretmen adaylarının grafikler konusundaki bilgi düzeylerini incelemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Araştırmaya Erciyes Üniversitesi Eğitim Fakültesinin sınıf öğretmenliği ile fen bilgisi öğretmenliğinde öğrenim gören toplam 40 öğrenci katılmıştır. Bu öğrencilerin 20 tanesi sınıf öğretmenliği, diğer 20 tanesi ise fen bilgisi öğretmenliği bölümündedir. Veriler yazılı bir sınav aracılığı ile toplanılmış ve sınavda öğrencilere toplam 8 tane açık uçlu soru yöneltilmiştir. Açık uçlu soruların kullanımıyla öğretmen adaylarının grafik okuma ve yorumlamada sahip oldukları bilgi düzeyleri hakkında nitel verilerin toplanılması amaçlanmıştır. Toplanan verilerin analizinde içerik analizi metodu kullanılmıştır.

Araştırmanın sonunda katılımcıların büyük çoğunluğunun grafikler konusunda nicel bilgilere sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının fonksiyon ve

denklem grafiklerine kıyasla güncel yaşam durumlarını temsil eden grafikleri yorumlamada daha başarılı olduğu görülmüştür. Fonksiyon ve denklem grafiklerini anlamada çok az sayıda katılımcı nitel algılar sergilerken güncel yaşam durumlarını temsil eden grafikleri yorumlamada her iki gruptaki öğrencilerin neredeyse tamamına yakını nitel yaklaşımlar sergilemiştir. Çalışmanın en çarpıcı sonucu ise öğretmen adaylarının çok büyük bir kısmının denklem ve fonksiyon grafikleri konusunda nitel bilgilerden yoksun oldukları gerçeği olmuştur.

Fonksiyonların Simetrileri ve Cebirsel Özellikleri

Cömert ve Aktaş (2011)'a göre simetri nesneler arasındaki en, boy, uzunluk ve konum bakımından benzerlik anlamına gelir. Simetri konusu matematik ve geometri derslerinde önemli bir yer işgal etmektedir. Fakat öneminin fazla olmasına rağmen ortaöğretimde nadir olarak problem çözümlerinde kullanılmaktadır. Yaglom (1962), simetri konusunun matematiğin farklı dalları olan cebir, geometri, olasılık ve analizi birbirine bağladığından bahsetmektedir. Dreyfus ve Eisenberg (1990), yaptıkları çalışmada lise matematik öğretmenlerinin simetriyi problem çözümünü kolaylaştıran bir araç olarak görmediklerini tespit etmişlerdir. Bu yüzden lise matematik öğretmenlerinin problem çözümlerimde simetri konusunun önemi hakkında hem kendilerinde hem de öğrencilerde farkındalık oluşturmaları gerektiğini düşünmektedirler. Aksoy ve Bayazit (2009), simetrinin doğada ve günlük hayatta fazla karşılaşılan bir konu ve insan veya başka canlıların vücutlarında görülebilen bir özellik olmasına rağmen öğrencilerin bu konuyu anlamada zorlandıklarını belirtmişlerdir. Knuchel (2004), yaptığı bir araştırmada insanların günlük hayatta simetriyi öteleme, döndürme, yansıma ve şekilleri birleştirerek yeni bir şekil oluşturmada gördüğünü ve kullandığını ama bilinçli olarak bunun simetri olduğunu fark etmediklerini tespit etmiştir. Leiken, Berman ve Zaslavsky (2000), simetriyi matematik öğretmenlerinin problem çözümlerimde kullanıp kullanmadıklarını tespit etmek ve simetrinin problem çözümlerinde kullanılabilecek bir araç olduğunu vurgulamak için bir çalışma yapmışlardır. Bunun için simetriyle çözülebilecek problemler tespit edilip öğretmenlerle zümre çalışmaları yapılmıştır. Çalışmanın başında öğretmenler problemlerin çözümü için simetriyi hiç kullanmamışlar kendi bildikleri yolları takip ederek çözüme ulaşmaya çalışmışlardır. Fakat çalışmanın

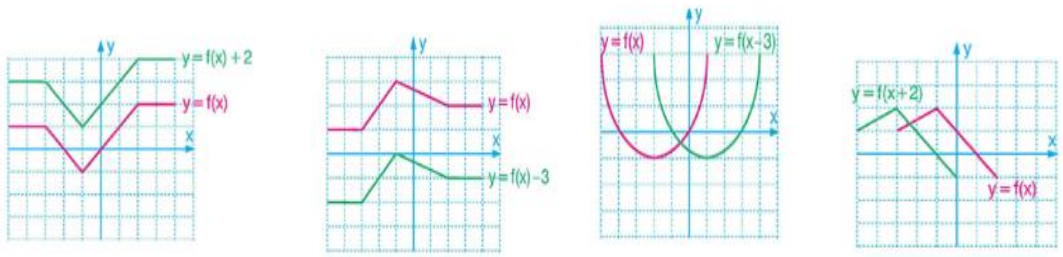
sonunda öğretmenlerin simetriyi problem çözümlerinde tamamıyla kullanmaları gerektiği konusunda ikna oldukları anlaşılmıştır.

Simetri çeşitleri

Simetri çeşitleri aşağıdaki gibi gruplandırılabilir:

Öteleme simetrisi

Bir şekil üzerindeki her bir nokta aynı yönde ve doğrultuda istenen miktar kadar kaydırılması öteleme olarak tanımlanmaktadır. Fonksiyon grafiklerinde öteleme ise grafiklerinin sola, sağa, aşağı ve yukarı doğru kaydırılmasıyla yeni grafiğin elde edilmesi işlemidir. Yapılan bu işlem veya işlemler öteleme yani kayma simetrisi olarak tanımlanır. Bir fonksiyonun denklemi y=f(x) iken y=f(x+c) olursa fonksiyonun grafiği c sayısının işaretine göre x-ekseni üzerinde hareket eder. Eğer c pozitif ise grafik sola doğru, c negatif ise grafik sağa doğru c birim hareket eder. Bu işleme yatay öteleme denir. Aynı şekilde fonksiyonun denklemi y=f(x) iken y=f(x)+c olursa fonksiyonun grafiği y-ekseni üzerinde, c sayısı pozitif ise yukarı doğru ve c negatif ise aşağı doğru hareket eder ki bu işleme ise dikey öteleme denir. Aşağıdaki şekilde öteleme simetrisi örnekleri görülmektedir.



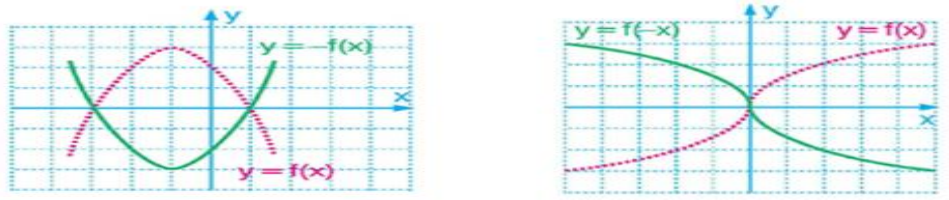
Şekil 1. Öteleme simetrisi örnekleri

Yansıma simetrisi

Yansıma simetrisi bir nesnenin ayna gibi düz bir çizginin sol tarafına konulmasıyla nesnenin çizginin sağında, nesnenin çizginin sağ tarafına konulmasıyla nesnenin çizginin solunda kendisiyle eşit uzaklıkta görünmesi olarak tanımlanmaktadır.

10.sınıf müfredatında bahsedilen simetri ise cebirsel anlamda simetridir. Herhangi bir fonksiyonun denklemi y=f(x) iken y=f(-x) olursa yeni fonksiyonun grafiği,

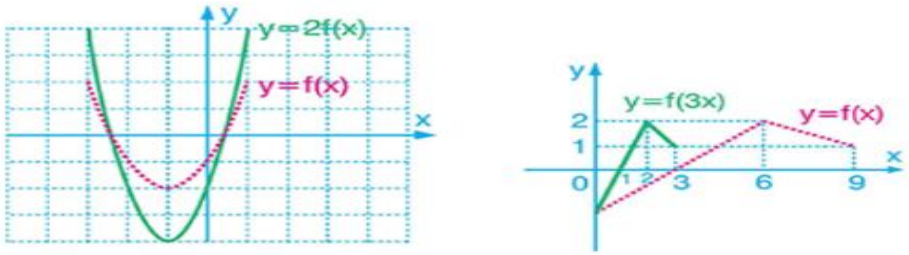
y=f(x) fonksiyonunun grafiğinin y-eksenine göre simetriğidir. Benzer şekilde bir fonksiyonun denklemi y=f(x) iken y= -f(x) olursa yeni fonksiyonun grafiği, y=f(x) fonksiyonunun grafiğinin x-eksenine göre simetriğidir.



Şekil 2. Yansıma simetrisi örnekler

Daralma-genişleme simetrisi

Herhangi bir fonksiyonunun grafiğinin kollarının birbirine göre durumlarını yani kolların daralıp veya genişleyeceğini belirleyen simetri türüdür. y=k.f(x) eğrisi; y=f(x) eğrisindeki y değerlerinin k ile çarpılmasıyla elde edilecek noktalardan geçecek şekilde çizilebilir. Bu işleme düşey genişleme ve daralma denir. Benzer şekilde y=f(k.x) eğrisi; y=f(x) eğrisindeki x değerlerinin k ye bölünmesiyle elde edilecek noktalardan geçecek şekilde çizilebilmektedir. Bu işleme de yatay genişleme ve daralma denir. Örneğin aşağıdaki şeklin ilk kısmında grafik düşey, ikinci kısımda ise grafik yatay olarak daralmaktadır.



Şekil 3. Daralma-genişleme simetrisi örnekleri

Öğretim Programında Fonksiyonlar ve Fonksiyonların Simetrileri

2013 Yılı Matematik Öğretim Programının Genel Amaçları

MEB (2013)'e göre teknolojinin ileri düzeyde gelişmesi insanları daha önceden hiç karşılaşmadıkları problemlerle karşılaştırmakta, matematiği seven ve değer veren,

matematik konularını kavramsal olarak öğrenip onu günlük hayatta kullanan, matematiksel yorumlama gücü gelişmiş insanlara her zamankinden daha fazla gereksinim duyulmaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı bu gereksinimden dolayı 2013 yılında yeni bir matematik programı tasarlamıştır ve tasarlanan program kademeli olarak 2013 yılının Eylül ayından itibaren uygulanmaya başlanmıştır.

Yeni matematik öğretim programında matematik konuları üç ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar 'sayılar ve cebir', 'geometri', 'veri, sayma ve olasılık' tır. Yeni öğretim programındaki genel amaç öğrencileri kişisel, sosyal ve mesleki hayata hazırlamak, matematiği seven ve öğrenmek için istekli bireyler yetiştirmek, öğrencilerin matematiksel düşünmelerini sağlamak ve üniversite de gerekli olan matematiksel bilgi ve becerileri kazandırmaktır (MEB, 2013).

Yukarıda da bahsedildiği gibi öğrencilerin matematiksel düşünmelerine ve problem çözücü bir birey olmalarını hedefleyen yeni matematik öğretim programı; matematiksel kavramlara, kavramların birbiriyle olan bağıntılarına, matematiğin temeli olan işlemlere ve bu işlemleri kapsayan matematiksel ifadelere önem vermektedir. Geleneksel matematik öğretimi yani tamamıyla işlem ve bilgi yükleme eksenli öğretim yerine kavramsal bilgi ile işlemlerin eş zamanlı yürütüldüğü ve bunların oranının eşit olduğu, öğrencilerin problemleri birbiriyle yorumlayarak çözdükleri bir öğretim yaklaşımıyla yeni matematik öğretim programı hazırlanmıştır. MEB'in yeni programın uygulanmasından beklentileri şunlardır: Öğrencilere araştırma yapma fırsatı verilmesi, öğrencilerin matematiksel ilişkileri kendilerinin bulması, öğrencilerin öğrendikleri konuları günlük hayatta kullanması ve güncel problemleri bu bilgiler yardımıyla çözmesi, öğrencilerin yorum yaparak, fikir beyan ederek öğrenime aktif bir şekilde katılmaları.

2005 programı öncesindeki matematik öğretim programları daha çok ezbere dayalı uygulamalar içeren tanım, teorem, ispat, uygulamalar, test yaklaşımını benimsemiş olmakla eleştirilmekteydi. Bu yaklaşım aracılığıyla öğrencilere matematiksel kavramları birbiriyle ilişkilendirilerek öğretilemeyeceği, matematiksel bilginin günlük hayat problemlerini çözmek için kullanışlı birer araca dönüştürülemeyeceği ve matematiksel düşüncenin temel prensiplerinin kavratılamayacağı eğitimciler tarafından ortak bir tespit olarak dile getiriliyordu. Bu bağlamda yeni programda öğrenme ilişkisi soldan sağa şu şekildedir:

Problem →Keşfetme →Hipotez Kurma →Doğrulama →Genelleme →İlişkilendirme → Çıkarım

Bu yaklaşıma göre öğrencilerin sebeplerden yola çıkarak ilişkileri keşfetmelerine, problemin değişkenlerini kullanarak ilişki kurmalarına, örneklerden yola çıkarak genelleme yapmalarına, matematiği aktif bir şekilde kullanarak modelleme yapma ve problem çözmelerine, çözümü benzerleriyle karşılaştırarak çıkarımlarda bulunmalarına ve tüm bunlar için problem çözmeye dayalı öğrenme ortamlarının tasarlanmasına büyük önem verilmiştir. Bunlara ek olarak yeni öğretim programı öğrenciyi öğrenmenin merkezine almaktadır. Böylece öğrenci kendi faaliyet ve çabaları yardımıyla başladığı çalışmalarını matematiksel bir olay ile ilişkilendirerek sonlandıracaktır (MEB, 2013).

Yeni öğretim programı öğrencilerin modelleme ve problem çözme yeteneklerinin geliştirilmesi için problem çözme temelli öğrenime önem vermiştir. Programda, öğrencilerin daha önce hiç karşılaşmadıkları bir durumla karşılaşmalarına problem denmiştir. Matematiksel problemler ise öğrencilerin problemi nasıl çözeceklerini bilmedikleri, çözüm yolunun öğrenci tarafından anlık olarak bulunamadığı dolayısıyla çözüme ulaşmak için öğrencinin muhakeme ve matematiksel düşünmeye ihtiyacı olduğu problem türleridir. Programda öğrencinin problem çözebilme becerisi; problemi doğru olarak anlama, problemi anladıktan sonra çözüm için bir metot bulma, bulduğu metodu çözüm için uygulama ve ulaştığı çözümü ispat etme yeteneği olarak tanımlanmakta ve öğrencinin problem çözerken sahip olduğu bilgi ve becerileri çözüm için deneyip becerilerini artırdığına vurgu yapılmaktadır. Yeni öğretim programında bahsedilen diğer bazı beceriler şunlardır: Hipotez kurma ve hipotezi test etme, yaptığı çözümün doğru olup olmadığını kontrol etme, çözüme götüren farklı yollar ve stratejiler geliştirme, parçadan bütüne veya bütünden parçaya doğru düşünme.

Yenilenen programda yukarıda ifade edilen süreçte bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımının öğrencilere yardımcı olacağından, bilgi ve iletişim teknolojilerinin programın başarılı bir şekilde uygulanmasını sağlayacak bir bileşen olduğundan bahsedilmektedir. Programda yer alan ve matematik derslerinde kullanılabilecek teknolojik materyaller şu başlıklar altında sıralanabilir: Dinamik geometri yazılımları, grafik çizim programları, grafik hesap makineleri, akıllı tahta ve tabletler, elde taşınılabilen veri depolama aletleri, oyunlar, istatistiksel yazılımlar ve internet. Yeni matematik öğretim programı öğrencilerin teknolojik materyalleri

kullanması için sahip olmaları gereken bazı kazanımlara ihtiyacı olduklarından bahsetmektedir. Bu kazanımlar şunlardır:

- Hesap makinesini ihtiyacı olduğu zaman yararlı bir biçimde kullanma,
- Elektronik tablo programlarını ihtiyacı olduğu zaman ve etkili kullanma,
- Dinamik matematik ve geometri yazılımlarını ihtiyacı olduğunda ve etkili kullanma,
- Matematik öğreniminde yardımcı olarak kullanılabilecek kaynakları kullanma,
- Matematiksel konuların anlaşılmasına yardımcı olacak kaynakları kullanma.

Öğretim Programında Fonksiyon Konusu

Yeni matematik öğretim programında fonksiyonlar konusu ikiye bölünmüş olup 9. ve 10. sınıf programlarına dâhil edilmiştir. Önceki programda fonksiyon konusu tamamıyla 9. sınıfta öğretilmekteydi. Yeni programda öğrencilerin 9. sınıfta fonksiyon kavramı ve gösterimini öğrenmesi yani ‘‘fonksiyon kavramını bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki olarak açıklama ve fonksiyonlarla ilgili problem durumlarını; tablo, grafik ve cebirsel gösterimlerinden yararlanarak inceleme (MEB,2013)’’ kazanımlarına ulaşmaları hedeflenmiştir. Önceki matematik programında fonksiyon kavramı bağıntı kavramıyla ilişkilendirilerek verilmekteydi. Yeni programda bağıntı yerine ilişki denmesi ve bağıntı kavramına girilmemesi dikkat çekicidir. 10. sınıfta ise öğrencilerin fonksiyonlarla işlemler ve uygulamalar yapması hedeflenmiştir. Programda bahsedilen işlemler ve uygulamalar şöyledir: gerçek sayılar kümesinde tanımlı fonksiyonlarda dört işlem, iki fonksiyonun bileşkesi, bir fonksiyonun tersi, bir fonksiyonun tersinin olması için gerek ve yeter şartların belirlenmesi, iki nicelik arasındaki ilişkinin fonksiyon kavramıyla açıklanması ve problem çözümlerinde fonksiyonların grafik ve tablo temsillerinin kullanılması.

2005 yılında oluşturulan matematik programında yer almayan ve 2013 yılında yenilenen programa eklenen fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusu 10. sınıf programına dâhil edilmiştir. Yeni matematik öğretim programında (MEB, 2013) ilgili kazanım ‘‘bir fonksiyonun grafiğinden, simetri dönüşümleri yardımı ile yeni fonksiyon grafikleri çizer’’ biçiminde ifade edilmiştir. Bu konunun hedefi ise yeni

matematik programında ‘‘İkinci dereceden bir fonksiyonun grafik gösteriminde, katsayılardaki değişimin grafik gösteriminde meydana getirdiği değişiklikleri gerekçeleriyle açıklama ve bu süreçte bilgi ve iletişim teknolojilerini etkili kullanma’’ olarak belirtilmiştir.

9. sınıfta fonksiyon kavramının tanımını ve grafiksel temsilini öğrenen öğrenci 10. sınıfta bir fonksiyonun denkleminde değişiklik olunca bu değişikliğin fonksiyonunun grafiğine nasıl bir etki yapacağını öğrenmeye hazır hale gelmektedir. Dolayısıyla burada hedeflenen kazanımlar bir fonksiyonun grafiği verilip fonksiyonun denklemindeki katsayıların değişiminin fonksiyonun grafiğinde meydana getirdiği değişiklikleri nedenleriyle açıklamaktır. Gerektiğinde konunun öğrenilmesi için dinamik matematik yazılımlarını etkili bir biçimde kullanılması önerilmektedir. Bu sayede bir fonksiyonun grafiğindeki değişime göre hangi özelliklerin korunduğunu (teklik, çiftlik, vb.) ve hangi özelliklerin değiştiğini (eksenlerin kesim noktası, grafiğin yönü, vb.) gözlemlemek, çıkarım ve genellemelerde bulunmak daha kolay hale gelebilecektir.

Bu konuyla ilgili ikinci kazanım ise programda ‘‘gerçek sayılar kümesinde tanımlı f ve g fonksiyonlarını kullanarak f+g, f-g, f.g, f/g fonksiyonlarını elde eder ve ilişkileri grafiksel olarak da açıklar’’ biçiminde ifade edilmiştir. Programda grafik konusuna önem verildiği kazanımlardan net olarak anlaşılmaktadır. Fonksiyonların grafikleri lise matematik dersi için büyük önem arz etmektedir. 11 ve 12. sınıfta öğretilen logaritma, limit, türev ve integral konuları grafikler yardımıyla öğrenciler tarafından daha çabuk kavranılmaktadır. Dolayısıyla öğrenciler fonksiyonların grafiksel temsillerini kavramsal olarak öğrenemezse diğer konuların öğrenilmesi öğrenciler için problem teşkil edecektir.

Matematik Öğretiminde Autograph Yazılımı

Autograph, Ekim 2001 yılında İngiltere’nin Peterborough ilindeki Oundle Okulu’nda çalışan Philip Couzens tarafından ileri sürülen fikir ile geliştirilmeye başlanan ve 2003 yılında tamamlanan hem dinamik bir geometri programı hem de 7. sınıftan üniversiteye (üniversite dâhil) kadar matematik öğretme ve öğrenmede kullanılabilen aktif, ücretli bir yazılımdır.

Autograph programı dönüşümler, konik kesitler (çember, elips, parabol, hiperbol), vektörler, eğim, türev ve benzeri konular için grafik çizme ve çizilen grafiği yorumlamaya imkân veren bir programdır. Autograph istatistiksel ve fonksiyonel grafikler çizmek, iki veya üç boyutta vektörlerle işlemler yapmak, şekillerin ve grafiklerin dönüşümlerini incelemek ve temel olasılık ilkelerini öğretmek amacıyla da kullanılabilmektedir. Autograph sayesinde grafikler, şekiller ve vektörler kolay bir şekilde değiştirilip anime edilebilmekte, böylece öğrencilere bu konularla ilgili kavramları daha kolay ve kalıcı anlama imkânı sunulmaktadır.

Autograph programı sayesinde benzer programlar olan Cabri Geometri ve Geometer's Sketchpad gibi kusursuz geometrik şekiller, grafikler çizilebilmekte ve fonksiyonlarla ilgili uygulamalar yapılabilmektedir. Bu programlardan farklı olarak Autograph programı tek değişkenli istatistikte, çok değişkenli verilerde, olasılıkta, üç boyutlu nesneleri görsel hale getirmede, iki boyutta ve üç boyutta nasıl doğru çizilebileceğini ve çizilen doğruların nasıl kesiştiğini animasyon ile göstermede de kullanılabilmektedir. Diğer programları kullanabilmek için klavyeye ve fareye ihtiyaç vardır ama Autograph içerdiği akıllı tahta modülü ile klavyesiz ve faresiz de kullanılabilmektedir. Program standart ve ileri olmak üzere iki seviyeden oluşmaktadır. Standart seviye ortaokul ve lise konularını, ileri seviye ise üniversite konularını içermektedir.

Autograph programını sınıflarda kullanmak öğretimin kalitesini ve verimliliğini arttırabilir. Matematik; etkileşim, muhakeme ve gözlem gerektiren bir derstir. Autograph yazılımı yardımıyla öğrenciler birbiriyle etkileşime geçerek, muhakeme ve gözlem yaparak verimli bir matematik dersi işleyebilirler. Autograph yazılımı öğrenciler arasındaki ya da öğrenci ile öğretmen arasındaki etkileşimin bir aracı olarak akıllı tahtayı daha ilgi çekici hale getirebilir. Böylece öğrenciler derse katılarak daha çabuk dönüt verebilirler. Autograph, öğretmenler için içeriği yani verilmesi gerekli konuyu tüm sınıfa sunmada ve öğrenciler için içerdiği görsel kanıtlar aracılığı ile dersi daha zevkli bir hale getirmede yardımcı olabilir.

Stacey (2007), matematik öğreniminde dinamik yazılımlar kullanmanın değişkenlerle ve fonksiyonlarla ilgili kavramları anlamayı pekiştireceğini ve cebir öğrenimi için öğrencileri motive edeceğini iddia etmektedir. Briggs ve Bennet (1999), sınıflarda dinamik yazılım kullanmanın öğrenme zamanını kısaltabileceğinden

bahsetmektedir. Çoğu araştırmacı teknoloji kullanımının grafikler konusunun öğretimine etkisini araştırmak için Cabri Geometri, grafik hesap makineleri, GeoGebra ve Geometer's Sketchpad yazılımlarını kullanmışlardır. Dinamik bir yazılım olan Autograph programının fonksiyonların grafikleri, cebir öğretimi ve analitik öğretimi üzerine etkisini araştıran çalışma sayısı sınırlıdır.

Tarmizi, Yunus, Ayub ve Bakar (2009), ikinci dereceden bir bilinmeyenli denklemlerin öğretiminde Autograph programı kullanmanın öğrencilerin kavramsal bilgisine ve bilişsel anlamasına etkisini test etmek için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmaya Malezya'daki lise öğrencilerinden 86 öğrenci katılmıştır. Öğrenciler Autograph programının öğretimi için üniversiteye getirilmiş, deney ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmışlardır. Deney grubunda 39, kontrol grubunda ise 47 öğrenci vardır. Tüm öğrenciler sayısal bölümlü olduğundan seviyelerinin birbirine eşit olduğu varsayılmıştır. Deney grubuna Autograph programı tanıtılmış ve program kullanılarak ikinci dereceden denklemler anlatılmıştır. Kontrol grubuna ise ikinci dereceden denklemlerin temel bilgileri öğretilmiştir. Deney grubundaki öğrencilere bu programı daha önceden bilip bilmediklerini anlamak için anket yapılmış, hiçbir öğrencinin daha önceden bu programı kullanmadığı anlaşılmıştır.

Araştırmanın sonucuna göre Autograph grubunun başarısı kontrol grubunun başarısından düşük olmuştur. Aynı zamanda kontrol grubunun bilişsel anlamasının deney grubuna göre daha iyi olduğu görülmüştür. Araştırmacılar sonucun böyle çıkmasını öğrencilerin öğretim esnasındaki dikkat eksikliğine, iyi bir planlamanın olmamasına ve öğretmen faktörüne bağlamışlardır.

Işıksal ve Aksar (2005), Excel ve dinamik geometri özelliği olan Autograph programı kullanımının 7. sınıf öğrencilerinin matematik başarısına etkisini belirlemek için 64 tane öğrenciyle bir çalışma yapmıştır. 21 öğrenci Autograph temelli öğretim grubuna, 21 öğrenci Excel temelli öğretim grubuna ve 22 öğrenci ise geleneksel öğretim grubuna ayrılarak 3 çalışma grubu oluşturulmuştur. Öğrencilerin matematik başarısını belirlemek için bir matematik başarı testi kullanılmıştır. Araştırmacılar Autograph programının nasıl çalıştığını öğrencilere öğretmek için 2 ders saati harcamışlardır. Excel grubundaki öğrenciler bu programı nasıl kullanacaklarını önceden öğrendikleri için herhangi bir ön öğretime tabi tutulmamışlardır. Bu iki gruptaki öğrenciler bilgisayar laboratuarında öğretmenden veya araştırmacılardan herhangi bir yardım almadan tekil

olarak çalışmışlardır. Öğretmenler sadece teknik bir problem durumunda yardımcı olmuşlardır. Kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yani öğretmenin tahtaya problemleri yazdığı ve çözdüğü bir öğretim uygulanmıştır. Tüm gruplara aynı problemler uygulanmış olup kontrol grubundaki öğrencilerin problemlerin çözümü için hesap makinesi ve bilgisayar kullanmalarına izin verilmemiştir. Eğer öğrenciler bir problemin çözümünde zorlandıysa öğretmenleri tahtada bu problemi çözmüştür.

Bu araştırmanın sonucuna göre Autograph temelli eğitim alan öğrenciler diğer iki gruba göre matematik başarı testinde daha iyi bir başarı elde etmişlerdir. Buna ek olarak Autograph kullanan öğrencilerin diğer gruptaki öğrencilere göre çalışma sürecinde daha fazla eğlendikleri gözlemlenmiştir. Araştırma sonucuna göre geleneksel grup öğrencilerinin başarısı Excel grubundaki öğrencilerden daha fazla olmuştur.

Catley (2003), Autograph programının Microsoft Word, Excel v.b. gibi temel programlar göz önüne alınarak modellendiğini ifade etmektedir. Catley Autograph kullanılarak bireysel öğrenmeyi yani öğrencilerin kendi kendilerine öğrenmesini teklif etmiştir. Bu nedenle öğrencilere verilen görevleri yapmaları için Autograph ile interaktif çalışma yaprakları hazırlamış ve öğrencilerin kendilerine verilen ödevleri yaparken kullandıkları klavye ve fareden zevk aldıklarını gözlemlemiştir. Bilgisayar temelli programlar kullanılarak yapılan matematik öğretiminin ve öğreniminin öğrencilerin sınav puanlarını arttırdığını ifade etmiştir.

Butler (2004), yaptığı çalışmada üç boyut kavramını Autograph ile görsel hale getirebildiğinden bahsetmektedir. Buttler çalışmasında öğrencilerin üç boyutta doğruların ve vektörlerin nasıl kesiştiğini bu program yardımıyla verilen örneklerle daha net anladığını gözlemlemiştir.

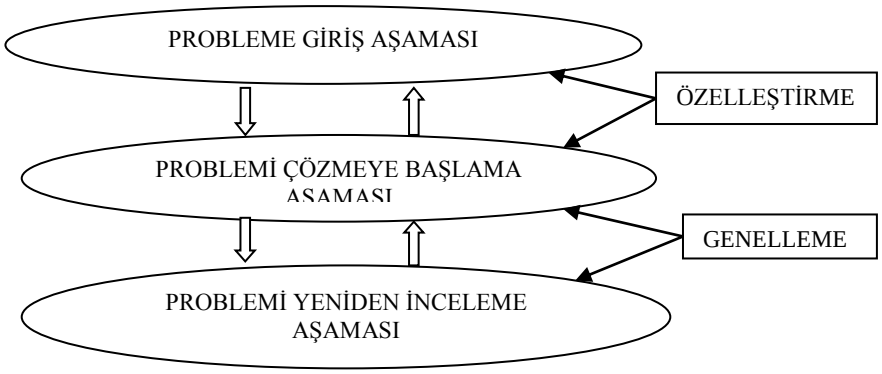
Bu programı kullanan farklı ülkelerden öğretmenlerin yorumları ise Autograph programının internet sitesinde şu şekilde verilmiştir:

- ‘Autograph 3 matematik için benim şevkimi yeniden canlandırmıştır.’(Galler)
- ‘Sonunda çizgileri, düzlemleri ve vektörleri üç boyutta görsel hale getirebilmekteyim.’(Kanada)
- ‘Matematik öğretiminde teknoloji kullanmam Autograph elde ettikten sonra üç katına çıktı.’ (USA)
- ‘Autograph programının bir öğretmen tarafından yazıldığı açıkça belli.’ (Avustralya)

- ‘Sonunda histogram grafikleri düzgün ve kusursuz olarak çizilebilmektedir.’ (Singapur)
- ‘Sonunda diferansiyel denklemler kapalı olarak yazılabilmektedir.’ (Hong Kong)
- ‘Matematik bilgilerini öğrencilere çok kolay bir biçimde iletebilmekteyim.’ (Güney Afrika)
- ‘Autograph kullanımı tüm sınıfa öğretim için bire bir.’ (Kanada)
- ‘Mükemmel’ (İrlanda)
- ‘Autograph programını elde ettiğim ay olan Temmuzdan beri kullanımına hiç ara vermedim. Bence Autograph harikulade bir öğretim kaynağı ve öğrencilerim bu programı kullanmamdan kesinlikle istifade etmişlerdir.’ (İngiltere)

Matematik Eğitiminde Genelleme

Genelleme matematikte büyük bir öneme sahiptir. Bunu Mason (1996, s. 68), ‘‘genelleme matematiğin özüdür’’ cümlesiyle ifade etmektedir. Polya (1957) matematiksel sonuçları ve bilimsel keşifleri genellemeye dayandırmaktadır. NCTM (2000) standartlarında ise genelleme matematik eğitiminin genel amaçları arasında gösterilmektedir. Stacey, Burton ve Mason (1985, s. 2) genelleme yapmayı ‘‘öğrencilerin matematiksel düşünme ve problem çözme yoluyla elde ettiği sonuçları birkaç örnekten hareketle daha genel ve daha geniş uygulanabilir olarak yeniden ifade etmesi’’ olarak tanımlamaktadır. Bu tanıma göre genelleme yardımıyla öğrenciler basit örneklerle gözlem yaparak istenilen matematiksel kurallara ulaşmaktadırlar. Polya (1957, s. 108) ise genellemeyi ‘‘bir kavrama ilişkin anlayıştan bu kavramı içeren bir kümeye ilişkin anlayışa geçmek veya sınırlı bir kümeye ilişkin kavrayıştan bu sınırlı kümeyi de içeren daha kapsamlı bir kümeye ilişkin kavrayışa geçmek’’ olarak tanımlamıştır. Kaput (1999, s. 142)’a göre genelleme, ‘‘akıl yürütme ve iletişim kurma eylemini örnek durumların ötesinde bir seviyeye, örnek durumlar arasındaki bir örüntüye, yapıya veya ilişkiye taşımak’’ şeklinde tanımlanmıştır. Dolayısıyla genellemede parçalar belli bir kurala göre birleşerek bütünü oluşturmaktadır. Stacey, Burton ve Mason (1985) genellemeye ulaşmayı sağlayan parçaları bir araya getirme işlemini özelleştirme olarak tanımlamaktadır. Yani genelleme sırasında özelleştirme işlemi de yapılmaktadır. Bu da genellemenin bazı süreçlerden geçtiğini göstermektedir. Stacey, vd. (1982) özelleştirme ve genelleme süreçlerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir.



Şekil 4. Özelleştirme ve genelleme süreçleri (Stacey, vd. 1985'ten uyarlanmıştır.)

Matematik eğitiminde geneleme ile ilgili çalışmalara özellikle örüntülerin genellenmesi konusunda rastlanmaktadır. Radford (2006) örüntülerin genelleme sürecini aritmetik ve cebirsel olmak üzere ikiye ayırmıştır. Radford'a göre tüm terimler için geçerli olacak bir ifade yazmaksızın örüntüye ilişkin birtakım ortak yönlerin fark edilmesi ve bazı ilişkilerin belirtilmesi aritmetik genellemeyi, örüntüde yer alan ilişkisel yapının fark edilmesi sonucu her terim için geçerli olacak bir ifadenin yazılması cebirsel genellemeyi ifade etmektedir. Aynı zamanda Radford genelleme ile tümevarım arasında farkın olduğunu savunmuştur. Radford, tümevarım yoluyla genel terimin örüntü terimlerinin sahip olduğu ortak özellikten hareketle değil, deneme yanılma yoluyla bulunduğunu belirtmektedir. Yani tümevarımda tahmin etme yoluyla ilerlendiğinden cebirsel düşünmenin varlığına rastlanmadığına dikkat çekmektedir.

Öğrencilerin örüntülerde genelleme yapmaları için takip etmesi gereken yolları Bell (1976) şöyle sıralamıştır: İlişkileri belirleme, varsayımları test etmek için örnekler oluşturma, mümkün olduğu kadar fazla sayıda ve çeşitlilikte örnekler toplama, örnekleri sistemli bir şekilde organize etme, aynı sonuca ulaşılan denemeleri belirleme ve benzer bir deneme yapma, varsayımlar ortaya koyma.

Bu araştırmada öğrencilerden beklenen genelleme öğrencilerin örneklerden yola çıkarak fonksiyonlarda simetri konusu cebirsel özelliklerinin genellenmesidir. Bu özellikler şunlardır: $y = f(x)+b$, $y=f(x)-b$, $y = f(x-a)$, $y=f(x+a)$, $y = k.f(x)$, $y = f(k.x)$, $y = -f(x)$ *ve* $y = f(-x)$. Örneğin, 'b' sayısının değişmesi fonksiyonun grafiğini y ekseni üzerinde aşağı veya yukarı olarak hareket ettirir. Öğrenci 'b' sayısını değiştirerek grafiğin bu değişimden nasıl etkilendiğini bulacaktır. Benzer şekilde 'a' sayısının

değişmesi fonksiyonun grafiğini x ekseni üzerinde sağa veya sola doğru hareket ettirir. Öğrenci ‘a’ sayısının aldığı değere göre grafiği hangi yöne doğru öteleyeceğine karar verecektir.

Eğer öğrenci, bu denklemlerden herhangi biriyle karşılaştığı zaman fonksiyonun grafiğine ne tür bir dönüşüm uygulayabileceğine hemen karar verebiliyorsa öğrenci genelleme yapmış ve denklemin ne tür bir dönüşümü temsil ettiğini öğrenmiştir.

Bu genelleme yardımıyla öğrenciler bir fonksiyonun denkleminin katsayılarının değişiminin fonksiyonun grafiğinde meydana getirdiği değişikliği ya da değişiklikleri nedenleriyle birlikte açıklayabilecektir. Bunlara ek olarak, 9. sınıf programında öğrencilerin cebirsel ifadeleri (denklemleri) kullanarak noktalar bulması ve buldukları noktaları koordinat düzlemine yerleştirdikten sonra birleştirerek grafik çizmeleri hedeflenmektedir. Yapılan bu genelleme ile öğrencilerin grafik çizmek için fonksiyonun denklemini kullanarak noktalar bulmasına gerek kalmayacaktır. Öğrenci kendisine verilen grafiğe gerekli dönüşümü veya dönüşümleri uygulayarak yeni grafiği kolayca çizme imkânına kavuşabilecektir. Örneğin, $f(x) = x^2$ fonksiyonunun grafiği verilip öğrenciden $f(x) = x^2 + 2$ fonksiyonunun grafiğinin çizilmesi istenilirse genellemeyi bilen öğrenci kendisine verilen grafiği y ekseni üzerinde yukarı doğru 2 birim öteleyerek hemen çizebilir. Eğer genelleme tam olarak anlaşılmamışsa öğrenci ‘x’ değişkenine değerler vererek bu değerlere karşı ‘y’ değerleri bulup noktalar elde ettikten sonra bu noktaları birleştirerek istenilen grafiği çizmek durumundadır.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı 10. sınıf matematik dersinde, özel bir yazılım olan Autograph programı kullanmanın öğrencilerin fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusu başarısına ve kuralları genellemesine etkisinin belirlenmesidir. Çalışmada bunun yanı sıra, öğrencilerin daha başarılı/başarısız oldukları problem türleri, daha çok/daha az zorlandıkları problemler ve sıklıkla yaptıkları hatalar tespit edilerek Autograph kullanımının öğrencilerin söz konusu kavramları anlamlandırmalarına ne derece etkili olduğu konusunda nitel bulgulara ulaşmak amaçlanmaktadır. Çalışmada son olarak, öğrencilerin Autograph kullanımı hakkındaki görüşlerini belirlemek amaçlanmaktadır. Bu çalışma için 10. sınıf konusu olan fonksiyonlarda simetri ve cebirsel özellikleri konusu seçilmiştir. Konunun içeriği fonksiyon grafiklerinde simetri (noktanın ve

grafiklerin simetriği), daralma-genişleme (düşey ve yatay) ve ötelemedir. Bu konunun seçilmesinin nedeni ise Autograph programının dönüşümler konusu için uygunluğudur. Program içerdiği animasyon özelliği sayesinde dönüşümleri görsel hale getirmektedir. Program, animasyon özelliği ile dönüşümde herhangi bir değişkenin değişmesiyle dönüşümün nasıl değişeceğini öğrencinin anında görmesini sağlamaktadır.

Hipotez

Fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özelliklerini öğrenirken Autograph programını kullanan öğrenciler bu programı kullanmadan klasik yolla eğitim gören öğrencilere göre fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusunda daha başarılı olurlar.

Alt Hipotezler

1. Fonksiyonların simetri ve cebirsel özelliklerini Autograph programı kullanarak öğrenen öğrenciler fonksiyonlarda yansıma konusunda daha başarılıdırlar.
2. Fonksiyonların simetri ve cebirsel özelliklerini Autograph programı kullanarak öğrenen öğrenciler fonksiyonlarda öteleme konusunda daha başarılıdırlar.
3. Fonksiyonların simetri ve cebirsel özelliklerini Autograph programı kullanarak öğrenen öğrenciler fonksiyonlarda genişleme ve daralma konusunda daha başarılıdırlar.
4. Fonksiyonların simetri ve cebirsel özelliklerini Autograph programı kullanarak öğrenen öğrenciler fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özelliklerini genellemede yani muhakeme yoluyla cebirsel kurallara ulaşmada daha başarılıdırlar.
5. Fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özelliklerini Autograph programı kullanarak öğrenen öğrenciler bu konuları daha iyi anlamlandırıp, daha az hata yaparlar.

Araştırmanın Önemi

Baki ve Öztekin (2003)'e göre teknolojik gelişmeler yeni öğrenim fırsatları sunmakta ve öğrencinin daha kolay öğrenmesine imkân veren yeni ortamlar oluşturarak hem öğrenciye hem de öğretmene yardımcı olmaktadır. Kutluca ve Zengin (2011), öğrenme ortamında öğrenmeyi kolaylaştıracak materyaller kullanmanın öğrenciyi merkeze aldığını, öğrencinin matematikle uğraşmasını ve matematiği sevmeyi sağladığını,

matematik öğretimini zevkli bir hale getirerek matematiğin yorumlanmasına ve tartışılmasına imkân verdiğini belirtmektedir. Yenilenen matematik öğretim programı öğretmenlerin ders esnasında öğrencilerin ihtiyaçlarına göre bilgi ve iletişim teknolojilerinden en üst seviyede yararlanmalarını tavsiye etmektedir.

Bu çalışma 2013 yılında yenilenen lise matematik öğretim programlarında 10. sınıf matematik programına ilave edilen fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusunun tümü üzerine yapılacak bir çalışma olması bakımından önemlidir. Yeni program bu konuya önem vermektedir. Yeni öğretim programının bu konudaki hedeflerinin yerine gelmesi için teknolojinin etkin şekilde nasıl kullanılabileceğinin araştırılmasına ihtiyaç vardır. Bu konu fonksiyon grafiklerinin simetrileri, ötelenmesi ve genişleyip daralmasını içermektedir. Ülkemizde yapılmış olan çalışmalar bu konuları genellikle ayrı ayrı olarak ele almakta, sadece öğrenci başarısına odaklanmakta ve bu konuların öğretiminde bilgi teknolojisi olarak Cabri Geometri, GeoGebra, Mathematica, Excel ve Geometer's Sketchpad kullanmaktadırlar. Ülkemizde Autograph programı kullanılarak yapılmış çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Dolayısıyla bu çalışma öğrencilerin Autograph yazılımı kullanarak fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusunu öğrenmesi ve aynı zamanda öğrencilerin Autograph yazılımı kullanarak fonksiyon grafiklerinin simetrilerinin ve cebirsel özelliklerinin genellemesini test etmesi bakımından da bir ilk teşkil etmektedir.

Tanımlar

Autograph. Matematik öğreniminde öğrencilere derse aktif olarak katılım ve görsel yaklaşım imkânı veren bir tür interaktif cebir ve geometri yazılımıdır.

Genelleme. Öğrencinin bazı gözlem ya da örneklere dayanarak genel düşüncelere ulaşmasıdır.

Fonksiyon. A ve B boştan farklı iki küme olmak üzere, A kümesinin her elemanını B kümesinin yalnızca bir elemanıyla eşleyen bağıntıdır.

Fonksiyonların Simetrileri. Bir fonksiyonun grafiğinden, simetri dönüşümleri yardımı ile yeni bir fonksiyonun grafiğinin elde edilmesidir.

Fonksiyonların Cebirsel Özellikleri. Fonksiyonların cebirsel ifadelerinin, bu ifadeler üzerinde yapılan işlemlerin ve dönüşümlerin taşıdığı özeliklerdir.

İKİNCİ BÖLÜM
YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın evren ve örneklemi, araştırmanın modeli, veri toplama araçları ve veri toplama araçlarıyla ilgili uygulama, uygulamada kullanılan sorular ve verilerin analiziyle ilgili bilgiler verilmiştir.

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada ön test – son test kontrol grup içeren yarı deneysel araştırma modeli kullanılmıştır. Bu modeller, araştırmacının kontrolü altında neden sonuç ilişkilerini tespit etmek amacıyla kullanılan modellerdir. Deneme modelli araştırmalarda, amaçlar genellikle hipotezler şeklinde ifade edilir. Ön test- son test kontrol grubu içeren model deneysel model çeşitlerinden biridir. Yarı deneysel modellerde taraf tutmadan oluşturulan, biri deney grubu diğeri ise kontrol grubu olan iki tane grup vardır. Karasar (2012) yarı deneysel modeldeki her iki grup için uygulama öncesi ve uygulama sonrası ölçümlerin yapıldığını, ön test puanlarının karşılaştırılması gerektiğini, eğer ön testlerden alınan puanlar arasında anlamlı bir fark yoksa sadece son testten alınan puanların ortalamaları kullanılarak gruplar arası anlamlı farkın olup olmadığının belirlenmesi gerektiğini belirtmektedir.

Nicel araştırmalarda toplanan veriler sayısal değerlere dönüştürülür ve bu sayısal değerlerin istatistiksel analizleri yapılarak sonuca gidilmeye çalışılır. Bunlara ek olarak nicel araştırmaların hipotezlerle desteklenmesi ve bu hipotezlerin kabul edilip edilmeyeceğine istatistiksel analizler sonucu karar verilmesi bu tür araştırmaların en belirgin özelliğidir. Nitel araştırmalarda ise toplanan nitel veriler genellikle içerik analizi yöntemiyle çözümlenir (Yıldırım ve Şimşek, 1999), gruplar ve temalar oluşturulur. Bu çalışmada öğrencilerin başarı seviyelerine yönelik nicel analizler gerektiren hipotezlere ek olarak, öğrencilerin fonksiyonların cebirsel özellikleri ve simetrilerini Autograph programı sayesinde daha iyi anlamlandırıp daha az hata yapacaklarına yönelik nitel analizler gerektiren bir hipotez de yapılmıştır. Bu hipotezi test etmek için nitel analiz yöntemlerinden içerik analizine başvurulmuştur. Çalışmada diğer yandan öğrencilerin Autograph kullanımı hakkında ne düşündüklerinin öğrenilmesi amaçlanmıştır. Bunun içinde öğrencilerle yazılı görüşmeler yapılmış ve bu görüşmeler betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir.

Evren ve Örneklem

Araştırmanın genel evrenini Anadolu liselerinin 10. sınıflarında öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Çalışmanın hedef yani çalışılabilir evrenini 2014–2015

Eğitim-Öğretim yılında Balıkesir'deki bir Anadolu lisesinde öğrenim gören 10. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

Karasar (2012) genel evrenin soyut bir kavram olduğunu yani tanımlanması kolay fakat ulaşılması güç ve hatta çoğu zaman olanaksız olduğunu belirtmektedir. Hedef evren ise, somut ve ulaşılabilen evrendir. Örneklem evrene göre eleman sayısı daha az bir kümedir ve elemanları evrenden belli kıstaslara göre seçilir.

Araştırmanın örneklemini 2014–2015 Eğitim-Öğretim yılında Balıkesir ilindeki bir Anadolu Lisesinin 10. sınıfında okuyan toplam 35 öğrenci oluşturmaktadır. Tablo 1' de gösterildiği gibi 18 öğrenci deney grubuna ve 17 öğrenci de kontrol grubuna alınmıştır. Deney grubundaki 18 öğrencinin 4 tanesi kız, 14 tanesi erkektir. Kontrol grubundaki 17 öğrencinin 7 tanesi kız, 10 tanesi erkektir.

Tablo 1.

Katılımcılar

	Deney Grubu	Kontrol Grubu
N (Toplam)	18	17
Cinsiyet	14 erkek, 4 kız	10 erkek, 7 kız

Araştırmada örnekleme yapılırken yansızlık yani tesadüfilik ve rastgelelik kuralına riayet edilmiştir. Karasar (2012) yansızlığı, evrendeki her bir elemanın örnekleme dâhil olma olasılığının belli, birbirinden bağımsız ve birbirine eşit olması olarak tanımlamaktadır.

Seçilen okulda 9. sınıf matematik karne not ortalamaları birbirine yakın iki tane sınıftan Autograph temelli matematik eğitimi uygulanacağı bir sınıf deney grubu, klasik öğretimin uygulanacağı bir sınıfı ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Hem deney grubuna hem de kontrol grubuna kavramsal bilgi değerlendirme testi ön test olarak uygulanmış ve grupların ön testten aldıkları başarı puanlarına bakılmıştır. Grupların başarı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Kullanılan Materyaller

Bilgisayarlar. Haftada iki ders saati deney grubu öğrencileri tarafından laboratuvardaki 18 adet bilgisayar kullanılmıştır. Öğretmen ise deney grubunda sınıfta ders anlatımı sırasında bilgisayar kullanmıştır.

Konu Değerlendirme Testleri. Deney ve kontrol grubundaki öğrenciler tarafından doldurulan ve her iki gruptaki öğrencilerin haftanın konusundaki başarılarını tespit etmek amacıyla hazırlanmış olan testlerdir. Testlerin haftalara göre dağılımı aşağıdaki gibidir:

- 1.Hafta. Fonksiyon grafiklerinde yansıma
- 2.Hafta. Fonksiyon grafiklerinde öteleme
- 3.Hafta. Fonksiyon grafiklerinde genişleme-daralma

Milimetrik Kâğıtlar. Kontrol grubundaki öğrenciler tarafından fonksiyonların grafiklerini çizmek için kullanılmıştır.

Cetvel. Kontrol grubundaki öğrenciler tarafından kâğıt üzerinde çizim yapmak için kullanılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Bu bölümde araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının özellikleri, bu araçların hazırlanma süreçleri ve hazırlanmaları aşamasındaki geçerlik ve güvenirlik çalışmaları ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Araştırmada veri toplamak için Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi, Konu Değerlendirme Testleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Tablo 2'de veri toplama araçları görülmektedir.

Tablo 2.

Araştırmada Kullanılan Yöntemler ve Veri Toplama Araçları

Kullanılan yöntem	**Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi**	**Konu Değerlendirme Testleri**	**Görüşme**

Autograph ile Öğretim (Deney Grubu)	+	+	+
Klasik Öğretim (Kontrol Grubu)	+	+	

Tekin (1977), geçerliği bir ölçme aracının ölçmeyi amaçladığı özelliği, başka herhangi bir özellikle karıştırmadan, ölçebilme derecesi olarak tanımlamıştır. İçerik, yani kapsam geçerliği, geçerlik ölçütlerinden biridir. Kapsam geçerliği, ölçeğin ve ölçekteki her bir maddenin amaca ne derece hizmet ettiğidir (Tekin, 1977).

Karasar (2012), güvenirliği ölçülmek istenen nesnenin, her zaman aynı ifadeleri veya sembolleri alması ve ölçme işleminin tesadüfü hatalardan arındırılmış olması olarak tanımlamaktadır. Yani güvenilir bir ölçme aracı aynı kişiye veya gruba farklı zamanlarda uygulandığında benzer sonuçlar vermelidir. Güvenirlik hesaplanmış bir katsayıdır ki sıfırla bir arasında değerler alabilir. Bu katsayının değeri 1'e yaklaştıkça ölçme aracının güvenirliği artar.

Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçlarının kapsam geçerliği ve güvenirlik çalışmalarının nasıl yapıldığı her bir ölçme aracının başlığı altında verilecektir.

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi

Bu araştırmada öğrencilerin fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusundaki başarılarını ölçmek için 14 sorudan oluşan bir kavramsal bilgi değerlendirme testi hazırlanmıştır. (Ek-A). Bu test ilk olarak 12. sınıfta okuyan 35 öğrenciye uygulanmıştır. Testin Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı 0,82 bulunmuştur.

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi'nin kapsam geçerliğini sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek için alanında uzman kişilerin görüşlerine başvurulmuştur. Bu amaçla kavramsal bilgi değerlendirme testi, alan uzmanı olan bir öğretim elemanı ve üç matematik öğretmeni tarafından kontrol edilmiştir (Bkz. Ek-I). Ayrıca soruların anlaşılabilirliği, açık ve net olmasını sağlamak için test bir Türk Dili ve Edebiyatı öğretmeni tarafından da kontrol edilmiş, sorularda kullanılan ifadelerin açık ve net olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi hazırlanırken fonksiyonlarda yansıma, öteleme ve genişleme-daralma kavramlarının her birinin alt bileşenleri (örneğin, x

ekseninde öteleme, y ekseninde yansıma) belirlenmiş ve testte her bir bileşene yönelik sorulara yer verilmiştir. İlk hazırlanan testte 15 soru bulunmaktaydı. Bu soruların bazılarında sadece fonksiyonların denklemleri verilip grafikleri istenmekte veya bir fonksiyonun grafiği verilip yapılan dönüşüme göre yeni grafik çizimi istenmekte, bazı sorularda ise grafiğin dönüşümünün yerine noktaların dönüşümden sonra o noktanın yeni koordinatlarının bulunması istenmekteydi. Uzman görüşü sonunda diğer sorularla testin soru sayısının 14 olması kararlaştırılmıştır. Verilen bir noktaya gerekli simetri dönüşümleri uygulanarak bulunan yeni noktanın koordinatlarının yazılmasıyla ilgi soru iptal edilmiştir. Hazırlanan testteki her soruda fonksiyonun hem grafiğinin hem de denkleminin verilip yapılan dönüşüme göre yeni grafiğin çizilmesinin istenmesi, uygulama düzeyindeki davranışların ölçülmesi için bazı sorularda birden fazla dönüşüm istenmesi, noktanın dönüşümünün yerine öğretim programı gereği grafiğin dönüşümünün istenmesi kararlaştırılmıştır. Testin bazı sorularında sadece bir dönüşüm uygulanması istenmekte, bazılarında ise fonksiyonun grafiğine ardışık olarak iki dönüşüm uygulayarak yeni grafiğinin çizilmesi istenmektedir.

Testteki 1, 2, 3, 7, 10, 13 numaralı sorular ‘‘Bir fonksiyonun grafiğinden, yansıma simetrisi dönüşümleri ile yeni fonksiyon grafikleri çizer’’ kazanımına;

4, 5, 9, 10, 11, 12, 14 numaralı sorular ‘‘Bir fonksiyonun grafiğinden, öteleme simetrisi dönüşümleri ile yeni fonksiyon grafikleri çizer’’ kazanımına;

3, 6, 7, 8, 14 numaralı sorular ‘‘Bir fonksiyonun grafiğinden, genişleme-daralma simetrisi dönüşümleri ile yeni fonksiyon grafikleri çizer’’ kazanımına ayrılmıştır (Ek-I).

En fazla soru sayısı öteleme konusuna ayrılmıştır. Bunun nedeni öteleme simetrisinin x ekseni üzerinde sağa ve sola, y ekseni üzerinde ise yukarı ve aşağıya doğru olmak üzere dört faklı şekilde gerçekleşmesidir. En az soru sayısı ise genişleme-daralma konusuna ayrılmıştır. Bunun nedeni ise genişleme-daralma konusunda iki ihtimal bulunmasıdır: grafik ya genişler ya da daralır.

Araştırmacı tarafından hazırlanan ve başka bir öğretmen tarafından da tekrar kontrol edilen cevap anahtarında her doğru cevap için 1 puan her yanlış cevap için 0 puan verilmiştir. Birden fazla dönüşüm çeşidi içeren sorularda ise bu dönüşümlerden biri doğru cevaplanan her soru için 1 ve tamamı doğru cevaplanan her soru için ise 2 puan verilmiştir.

Konu Değerlendirme Testleri

Öğrencilerin haftanın konusuyla ilgili alıştırma yapmaları için öğrencilere haftalık olarak öğrendikleri konuyla ilgili öğretmen tarafından hazırlanan ve alanında uzman bir öğretim üyesi ile öğretmenler tarafından kapsam geçerliği Ek-I'da sunulan belirtke tablosuna paralel bir şekilde kontrol edilen konu değerlendirme testi soruları sorulmuştur. Sorular 10. sınıf matematik ders kitabından alınmıştır. Konu değerlendirme sorularında öğrencilere her doğru cevap için 1 puan her yanlış cevap için 0 puan verilmiştir. Konu değerlendirme soruları simetri, öteleme ve genişleme-daralmayla ilgilidir ve simetriyle ilgili 10 soru (Ek-B), genişleme-daralmayla ilgili 10 soru (Ek-C), ötelemeyle ilgili 12 soru (Ek-D) içermektedir.

Ayrıca konu değerlendirme testleri öğrencilerin fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleriyle ilgili kuralların genellemesine ulaşıp ulaşmadıklarını test etmek için bazı sorular içermektedir. 10 tane simetri sorusundan 4'ü, 12 tane öteleme sorusundan 4'ü ve 10 tane genişleme-daralma sorusundan 2'si istenilen özelliktedir ki bunlar öğrencilerin fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri ile ilgili öğrenmesi gereken kuralların tamamıdır. Sorulan 4 simetri sorusunun ikisi noktanın x ve y eksenine göre simetriğiyle diğer ikisi ise grafiğin x ve y eksenine göre simetrisiyle ilgilidir. 4 tane öteleme sorusunun ikisi x ekseni üzerinde pozitif ve negatif yönde ötelemeyle diğer ikisi ise y ekseni üzerinde aşağı ve yukarı doğru ötelemeyle ilgilidir. Genişleme daralma sorularından biri grafiğin genişlemesi diğeri ise grafiğin daralması dönüşümü ile ilgilidir.

Deney grubu ile kontrol grubuna verilen konu değerlendirme soruları arasındaki tek fark kontrol grubuna bazı fonksiyonların grafiklerinin verilmiş olmasıdır. Deney grubu bu grafikleri Autograph yazılımı yardımıyla çizebilecekleri için fonksiyonların grafikleri verilmemiştir.

Konu değerlendirme testleri haftanın son matematik ders saatinde öğrencilere uygulanmıştır. Deney grubuyla kontrol grubuna verilen süre eşittir. Kontrol grubu tüm soruları sınıfta öğretmen gözetiminde, deney grubu ise bilgisayar laboratuarında öğretmen gözetiminde çözmüşlerdir. Bu testlerin çözümünde öğretmenin rolü gözetmenlik ile sınırlı tutulmuştur. Öğretmen, soruların çözümleri hakkında herhangi bir fikir beyan etmemiş ve öğrencilerin soruların çözümlerine yönelik sorularını yanıtsız bırakmıştır.

Deney grubu öğrencileri kavramsal bilgi değerlendirme testini çözerken Autograph programını kullanmayacaklardır. Yani deney grubu öğrencilerinin genellemelere Autograph programı yardımıyla ulaşması beklenildiğinden bu sorular konu öğrenildikten sonra sıcağı sıcağına yapılacak olan konu değerlendirme testlerinde sorulmuştur.

Tablo.3

Konu Değerlendirme Testleri Soru Dağılımları

Konu Adı	Soru Sayısı	Genelleme Soru Sayısı
Simetri	10	4
Öteleme	12	4
Genişleme-Daralma	10	2

Öğrenci Görüşme Formu

Öğrencilerin Autograph programı destekli öğretime dair düşüncelerini öğrenmek amacıyla açık uçlu 3 sorudan oluşan öğrenci görüşme formu deney grubu öğrencilerine uygulanmıştır (Ek-J).

Öğrenci görüşme formunda öğrencilerin Autograph programı destekli öğretim hakkında ne düşündükleri, kullanılan yöntemin öğrencilerinin hoşuna gidip gitmeği, programı kullanırken ne gibi sıkıntılarla karşılaştıkları ve programı kullanmaya hangi durumlarda başvurdukları hakkında bilgi elde edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın Uygulanması ve Verilerin Toplanması

Bu bölümde Autograph temelli öğretim uygulamasına veri toplama araçlarının uygulanmasına ilişkin bilgilere ve verilerin çözümlenmesinde kullanılan analizlerle ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Verilerin Toplanması

Araştırma için ilk olarak gerekli izinler alınmıştır (Ek-E). İzinler alındıktan sonra 2014 yılı 23 Ekim ile 14 Kasım arasında Balıkesir ilinde bulunan bir lisede bir öğretmen ve 35 öğrenci ile veri toplama araçlarının uygulaması yapılmıştır. Uygulamalar deney

grubu öğrencilerine bilgisayar laboratuarında öğretmen gözetiminde, kontrol grubuna ise sınıfta öğretmen gözetiminde yapılmıştır. Öğretim toplamda üç hafta sürmüştür.

- 1.Hafta. Fonksiyon grafiklerinde simetri
- 2.Hafta. Fonksiyon grafiklerinde öteleme
- 3.Hafta. Fonksiyon grafiklerinde genişleme-daralma

Uygulama

Araştırmaya başlamadan önce ilk olarak dersleri yürütecek olan sınıfların öğretmenine daha sonra ise deney grubu öğrencilerine Autograph programı tanıtılmıştır. Sınıfların öğretmenine araştırmaya başlamadan önce araştırmacı tarafından Autograph kullanımı ile ilgili bir haftalık (6 ders saati) bir eğitim verilmiştir. Eğitimin içeriği programın kullanım menüleri ile fonksiyon konusunun bu program ile nasıl öğretileceğiyle ilgili bilgilendirmeleri kapsamıştır. Dersleri yürütecek olan sınıfların öğretmeni üniversite eğitimi yıllarında Cabri, Geo-Gebra ve Geometer's Sketchpad gibi programların kullanımını öğrendiğinden, Autograph programını nasıl kullanılacağını araştırmacı tarafından verilen bir haftalık eğitimde kolayca öğrenmiştir. Deney grubundaki her bir öğrenciye bilgisayar laboratuarında Autograph programı yüklü bir bilgisayar verilmiştir. Bu sayede öğrencilere yeterli zaman verilerek öğrencilerin programı ve programın işlevlerini tanımaları sağlanmıştır. Öğrencilerin programı tanımaları bir hafta sürmüştür. Eğitim dersin öğretmeni tarafından verilmiştir.

Autograph Programının Tanıtılması

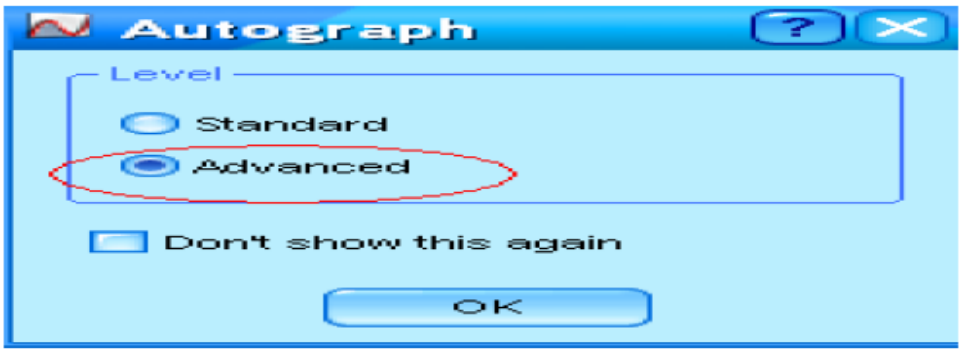
Autograph programının tanıtılma süreci aşağıdaki gibi gerçekleşmiştir:

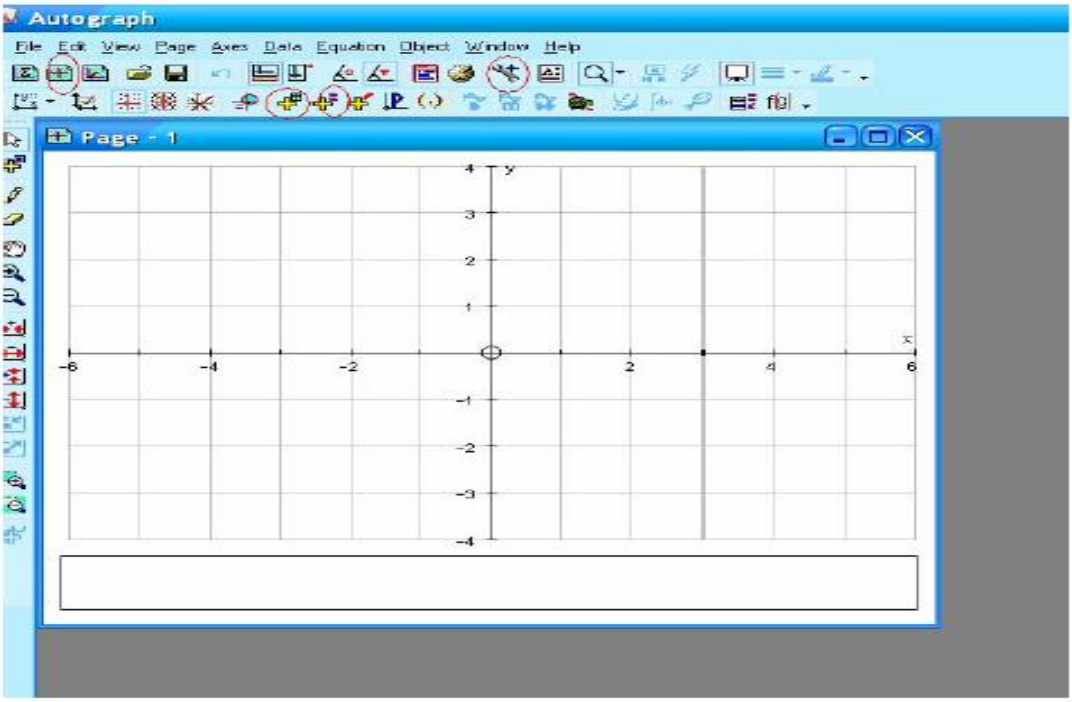
1. Programı açmak için bilgisayarın başlama ikonuna tıklanır ve tüm programlardan Autograph 3 seçilir.

   Başlama (Start) → Tüm Programlar→Autograph 3



2. Programı hangi seviyede çalıştırmak istediğinizde ilgili kısım ekrana gelecektir. Bu kısımdan ileri (advanced) kutusu işaretlenerek program açılır.





 Yeni 2D (iki boyutlu) grafik sayfası açar.

 Açılan sayfada nokta işaretlemek için kullanılır.

 Denklem yazmak için kullanılır.

 Eksenlerin büyüklüğünü veya küçüklüğünü ayarlamak için kullanılır.

3. Programın temel fonksiyonları tanıtıldıktan sonra Autograph programı kullanılarak örnek bir öğrenme etkinliği yapılmıştır. Bu etkinliğin amacı öğrencilerin programı nasıl kullanacaklarını ve programın araçlarının fonksiyonlarını öğrenmeleridir. Başka bir ifadeyle bu etkinliğin amacı, araştırma için öğrencileri programı kullanmaya hazır hale getirmektir.

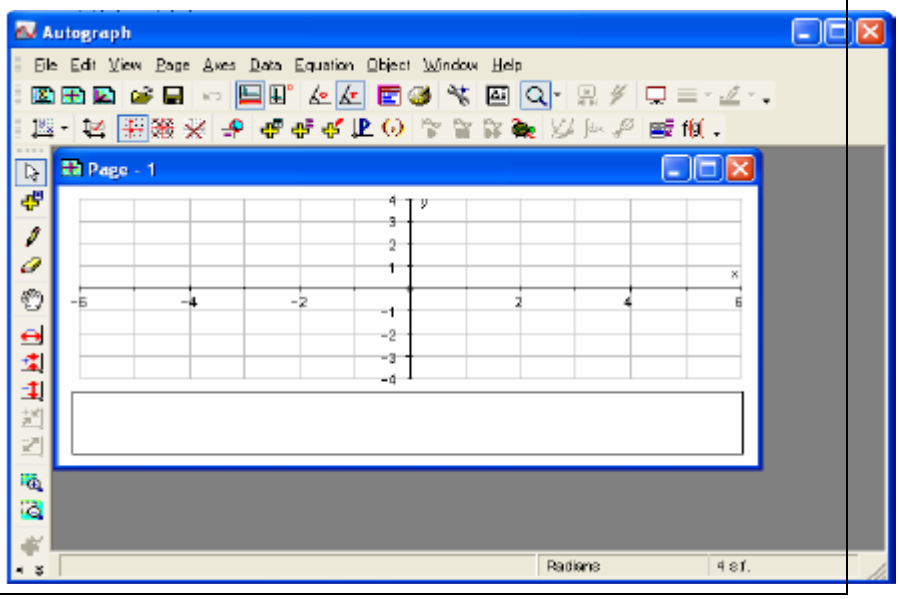
   Öğrenme etkinliği aşağıdaki gibidir:

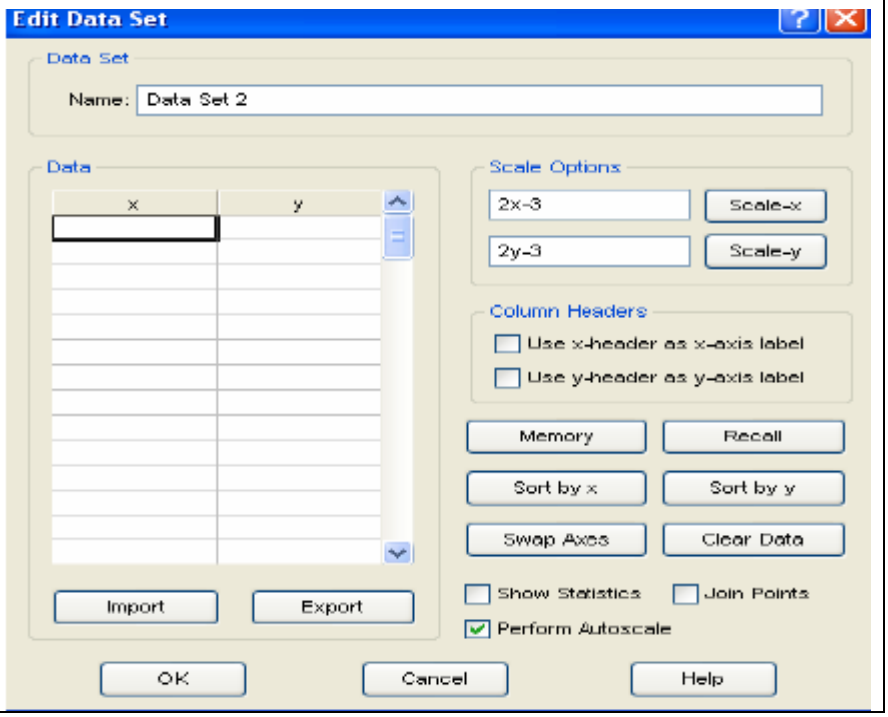
ETKİNLİK: İKİNCİ DERECEDEN FONKSİYONLAR

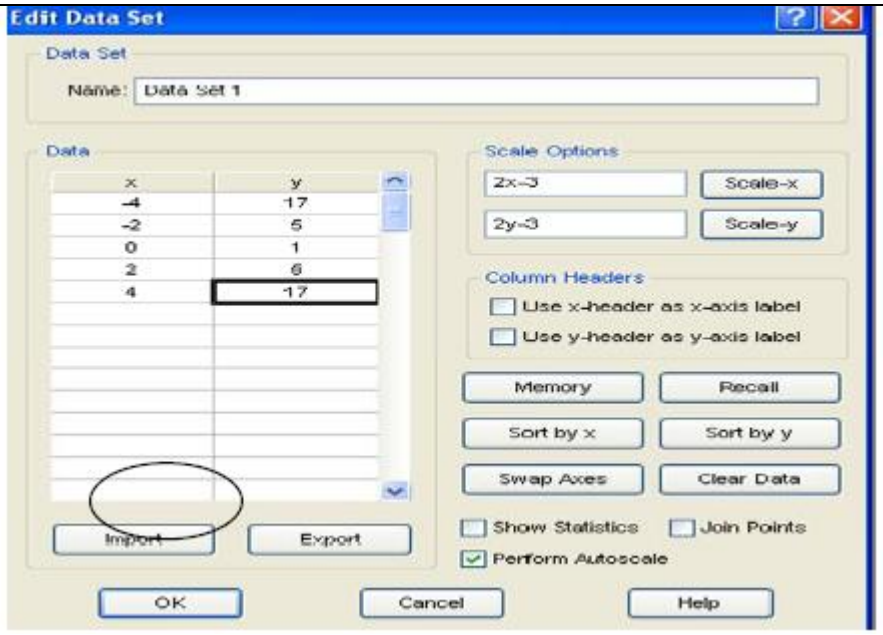
Amaç: Verilen noktaları kullanarak ikinci dereceden bir fonksiyonun grafiğini Autograph programı üzerinde çizebilme.

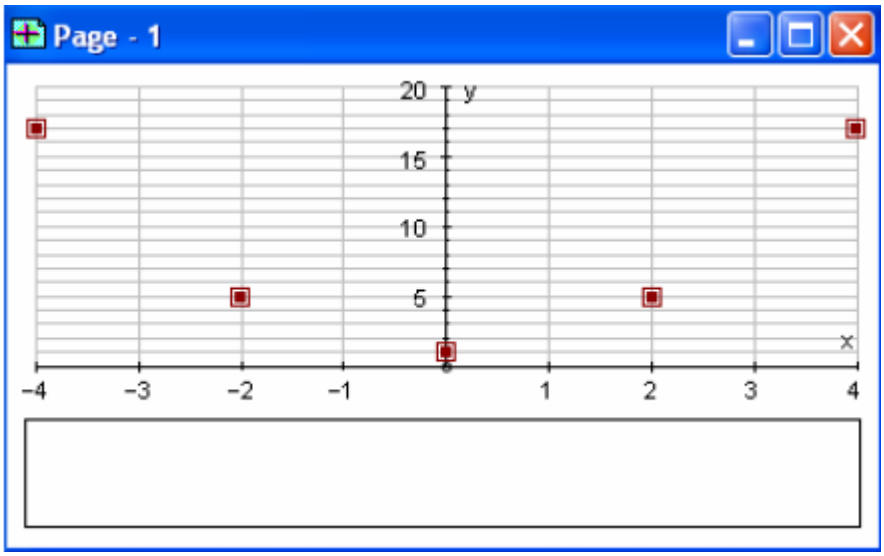
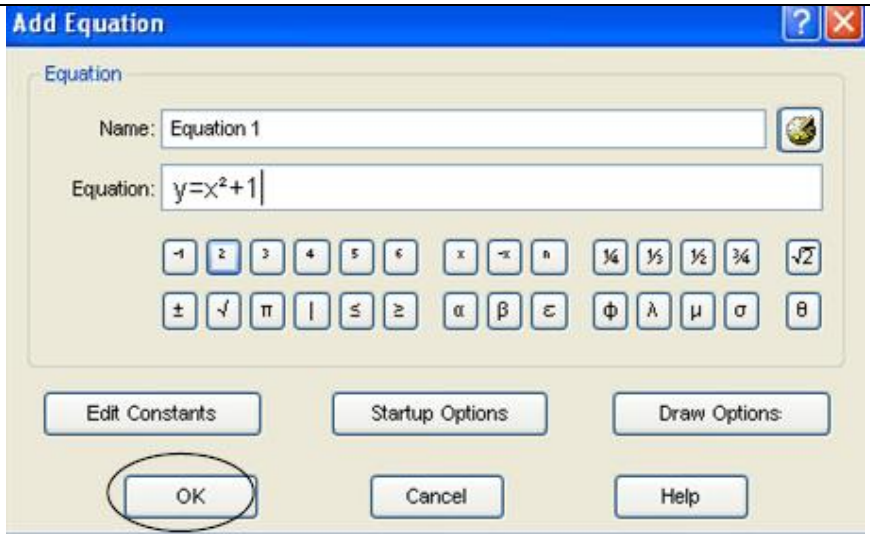
Soru 1: Aşağıdaki tabloda verilen noktaları kullanarak Autograph üzerinde $f(x)= x^2+1$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.

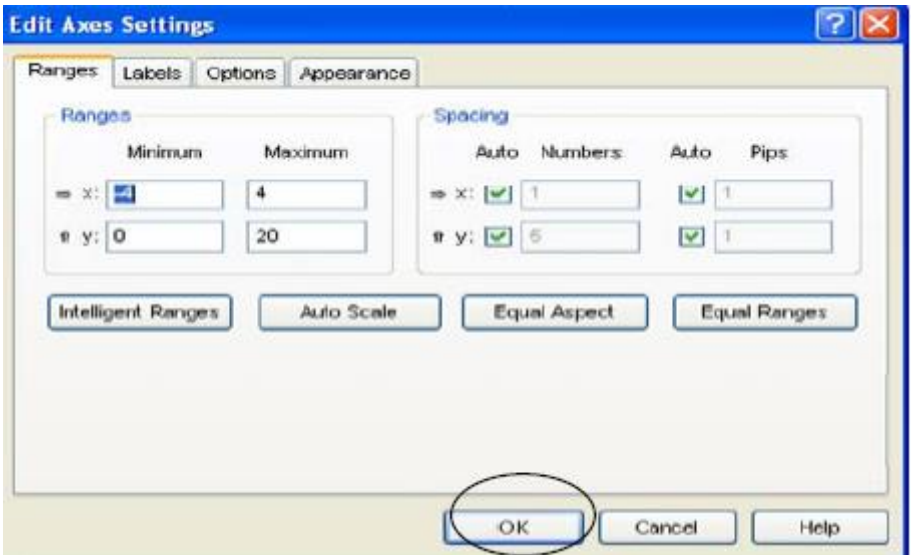
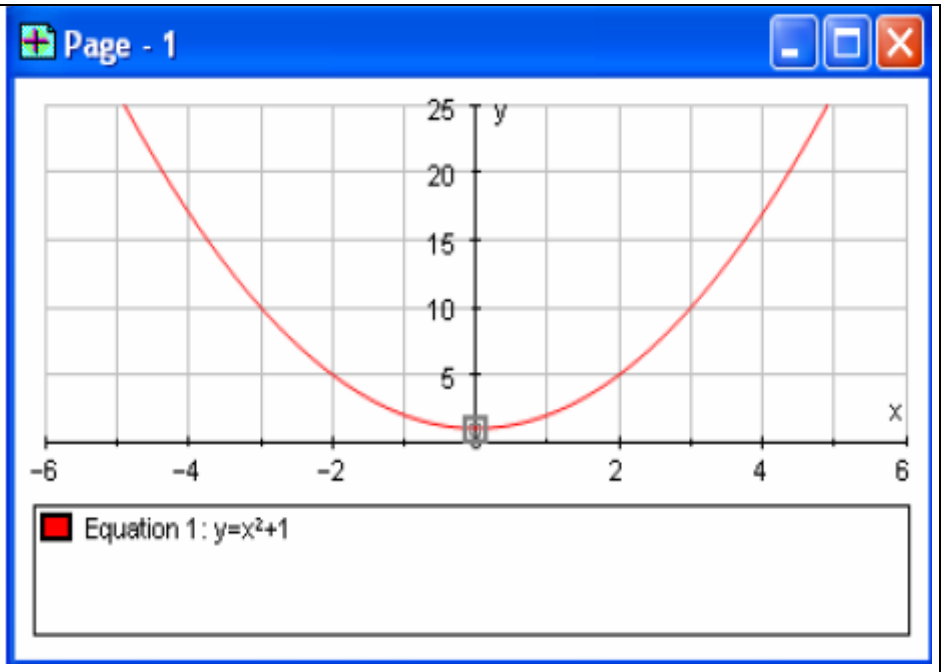
x	-4	-2	0	2	4
f(x)	17	5	1	5	17

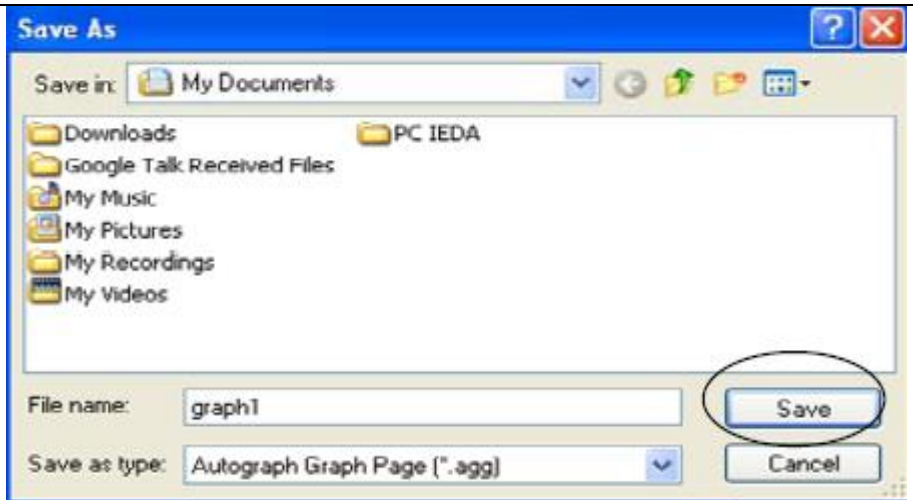
ADIM	TALİMATLAR	EKRAN NOTLARI
1	İki boyutlu, x ve y eksenlerini içeren grafik sayfası açılır.	

2	Tabloda verilen noktaları sayfaya eklemek için  ikonuna tıklanır.	

3	Tabloda verilen noktalar manüel olarak sırasıyla x ve y kutularına girilir. Daha sonra OK kutusuna tıklanır.	

4	Girilen noktalar ekranda görülecektir.	
5	Verilen denklemin programa yazılması için  ikonuna tıklanılır. Denklem yazıldıktan sonra OK kutusu tıklanır.	

6	Eksenlerin büyüklüğü ayarlanmak istenirse  ikonuna tıklanır ve ayarlama yapılarak OK tıklanır.	
7	Noktalar ve fonksiyonun denklemi girildikten sonra grafik ekranda görülür.	

8	Grafiği kaydetmek için  ikonuna tıklanır. Daha sonra kaydet (save) tıklanır.	

Soru 2: Aşağıdaki tabloda verilen noktaları kullanarak Autograph üzerinde $f(x)= x^2-2x+1$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.

x	-3	-1	1	3	5
f(x)	16	4	0	4	16

Bu soru öğrencilere ödev olarak bırakılmıştır.

Konuların Öğretilmesi

Deney grubu öğrencilerine Autograph programının kullanımı öğretildikten sonra konuların öğretilmesine geçilmiştir. Sırasıyla konuların öğretimi, fonksiyon grafiklerinin yansıması, ötelenmesi ve grafiklerde genişleme-daralma olmak üzere üç haftalık zamana yayılmıştır. Derslerin içeriği araştırmacı tarafından hazırlanmış olup her iki grupta da aynı içerik uygulanmıştır. Ders anlatımı esnasında kullanılacak olan örnekler 10. sınıf matematik ders kitabından alınmıştır. Deney grubu öğrencilerinin ve kontrol grubu öğrencilerinin haftada 6 saat olan matematik dersinin 4 saati öğretime, geriye kalan 2 saati ise uygulamaya ayrılmıştır.

1.Hafta

İlk hafta deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerine fonksiyon grafiklerinin simetrileri konusu anlatılmıştır. Deney grubu ve kontrol grubu için aynı ders planları hazırlanmıştır. Deney grubundaki öğrencilere konu akıllı tahtada Autograph programı

kullanılarak anlatılmıştır (Bkz. Ek-F). Kontrol grubu öğrencilerine aynı konu aynı öğretmen tarafından akıllı tahtada başka herhangi bir çizim programı kullanılmadan öğretilmiştir. Konu anlatımı bittikten sonra her iki gruba da simetri konu değerlendirme testleri verilip cevaplamaları istenmiştir. Deney grubu öğrencileri bilgisayar laboratuarında Autograph kullanarak, kontrol grubu öğrencileri ise sınıfta öğretmen gözetiminde soruları cevaplamışlardır. Öğrencilere konu değerlendirme testi sorularını cevaplamaları için iki ders saati süre verilmiştir. 1. hafta her iki grupta da devamsızlık yapan öğrenci yoktur.

2.Hafta

İkinci hafta deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerine fonksiyon grafiklerinin ötelenmesi konusu anlatılmıştır. Deney grubundaki öğrencilere konu akıllı tahtada Autograph programı kullanılarak anlatılmıştır (Bkz. Ek-G). Kontrol grubu öğrencilerine aynı konu aynı öğretmen tarafından akıllı tahtada başka herhangi bir çizim programı kullanılmadan öğretilmiştir. Konu anlatımı bittikten sonra her iki gruba da öteleme konu değerlendirme testleri verilip cevaplamaları istenmiştir. Deney grubu öğrencileri bilgisayar laboratuarında Autograph kullanarak, kontrol grubu öğrencileri ise sınıfta öğretmen gözetiminde soruları cevaplamışlardır. Öğrencilere konu değerlendirme testi sorularını cevaplamaları için iki ders saati süre verilmiştir. 2. hafta sadece deney grubunda iki öğrenci iki ders saati devamsızlık yapmıştır.

3.Hafta

Üçüncü hafta deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerine fonksiyon grafiklerinin genişlemesi-daralması konusu anlatılmıştır. Deney grubundaki öğrencilere konu akıllı tahtada Autograph programı kullanılarak anlatılmıştır (Bkz. Ek-H). Kontrol grubu öğrencilerine aynı konu aynı öğretmen tarafından akıllı tahtada başka herhangi bir çizim programı kullanılmadan öğretilmiştir. Konu anlatımı bittikten sonra her iki gruba da genişleme-daralma konu değerlendirme testleri verilip cevaplamaları istenmiştir. Deney grubu öğrencileri bilgisayar laboratuarında Autograph kullanarak kontrol grubu öğrencileri ise sınıfta öğretmen gözetiminde soruları cevaplamışlardır. Öğrencilere konu değerlendirme testi sorularını cevaplamaları için iki ders saati süre verilmiştir. 3. hafta her iki grupta da devamsızlık yapan öğrenci olmamıştır.

Verilerin Çözümlenmesi

Verilerin analizinde SPSS 22.0 istatistik programı kullanılmıştır. Dağılımlar normal ise gruplar arasındaki farkın belirlenmesinde bağımsız t-testi, dağılımlar normal değilse gruplar arası farkın belirlenmesinde Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Testlerde öğrencilere her doğru cevap için 1 puan, bir soruda iki dönüşümden sadece birini doğru yaptıysa 1 puan, her iki dönüşümü doğru yaptıysa 2 puan ve her yanlış cevaba da 0 puan verilmiştir. Ortaya çıkan bulgular tablolar üzerinde sunulmuştur.

Kavramsal bilgi değerlendirme testi simetri, öteleme, genişleme-daralma alt bölümlerinde gruplar arası anlamlı farkın olup olmadığını öğrenmek için Mann-Whitney U testi yapılmıştır.

İstatistiksel çözümlemelere ek olarak öğrencilerin hem konu değerlendirme testlerindeki genelleme ile ilgili sorulara verdikleri cevaplar hem de kavramsal bilgi testindeki cevapları teker teker incelenerek en sık yapılan hatalar belirlenmeye ve hata türlerine göre sınıflandırılmaya çalışılmıştır. Böylelikle, istatistiksel sonuçlara ek olarak, öğrencilerinin başarısının neden ve nasıl arttığı veya artmadığı sorularına cevap aranmıştır. Öğrencilere dağıtılan görüşme formundan elde edilen veriler ise betimsel analiz yoluyla çözümlenerek, öğrenci görüşlerinden bire bir alıntılar sunulmuştur.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
BULGULAR

Bu bölümde uygulama öncesi ve sonrasında öğrencilere uygulanan kavramsal bilgi değerlendirme testleri, uygulama sırasında öğrencilerin haftanın konusuyla ilgili bilgilerini değerlendirmek için uygulanan konu değerlendirme testleri ile öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen bulgulara ilişkin sonuçlara yer verilmiştir.

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Ön Testine İlişkin Bulgular

Uygulamaya geçilmeden önce deney ve kontrol gruplarının homojenliğini yani her iki grubun fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusundaki hazır bulunuşluk düzeylerinin denk olup olmadığını tespit etmek için öğrencilerin ön testten aldıkları toplam puanlar incelenmiştir. Ön testten elde edilen toplam puanlar normal olarak dağılmadığından puanlar arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını öğrenmek için Mann-Whitney U testi yapılmıştır.

Tablo 4.

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Ön-Test Sonuçları

	Autograph Grubu	**Kontrol Grubu**	**U**	**p**
Ortalama	1,83	1,35	111,5	0,15
Standart Sapma	0,85	0,99		
N	18	17		

Tablo 4'te puanlar arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını öğrenmek için hesaplanan 111,5 U istatistik değeri 0,05 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p=0,15>0,05$). Dolayısıyla deney ve kontrol grubu uygulama öncesi konu ile ilgili ön bilgileri bakımından ön testten aldıkları toplam puanlara göre birbirine denktir.

Hipotez

Autograph Programının Öğrencilerin Fonksiyonların Simetrileri ve Cebirsel Özellikleri Konusu Başarısına Etkisi

Fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özelliklerini öğrenirken Autograph programını kullanan öğrencilerin bu programı kullanmadan klasik yolla eğitim gören öğrencilere göre fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusunda daha başarılıdırlar.

Bu hipotezi test etmek için kavramsal bilgi değerlendirme testi öğrencilere son test olarak uygulanmıştır.

Her iki grubun kavramsal bilgi değerlendirme testinden aldıkları puanların normal dağılım sergileyip sergilemediklerini öğrenmek için Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri yapılmıştır. Test sonuçları tablo 5'te gösterilmiştir. Bu testler sonucunda her iki grubun normal dağılım sergilediği görülmüştür.

Tablo 5.

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Son-Test Normallik Sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistics	df	Sig.	Statistics	df	Sig.
Deney Grubu	,144	18	,200	,958	18	,555
Kontrol Grubu	,127	17	,200	,964	17	,700

Deney ve kontrol grubunun kavramsal bilgi değerlendirme son test sonuçları normal olarak dağıldığından ortalamalar arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını tespit etmek için bağımsız grup t-testi yapılmıştır. Bağımsız grup t-testi sonuçları tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6.

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Son-Test Sonuçları

	Deney Grubu	**Kontrol Grubu**	**t**	**df**	**p**
Ortalama	14,72	13,35	1,22	33	0,23
Standart Sapma	3,37474	3,23924			
N	18	17			

Tablo 6 incelendiğinde, deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir (p=0,23>0,05).

Alt Hipotezler

Hipotez 1- *Fonksiyonların simetri ve cebirsel özelliklerini Autograph programı kullanarak öğrenen öğrenciler fonksiyonlarda simetri konusunda daha başarılıdırlar.*

Bu hipotezi test etmek için öğrencilerin kavramsal bilgi değerlendirme testinde bulunan simetri sorularına verdikleri cevaplar analiz edilerek sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır. Kavramsal bilgi değerlendirme testinde bulunan 14 sorudan 1, 2, 3 ve 13 numaralı sorular doğrudan simetriyle ilgili 7 ve 10 numaralı sorular dolaylı olarak (iki dönüşümden biri simetri) simetriyle ilgilidir. Eğer öğrenciler bu sorulardaki simetriyle ilgili kısmı doğru cevaplamışlarsa 1 puan, yanlış cevaplamışlarsa 0 puan almıştır. Yani öğrencilerin sadece simetri puanları göz önüne alınmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının simetri sorularının cevaplarından aldıkları puanlar incelenmiş olup puanların normal olarak dağılmadığı belirlenmiştir. Bu iki grubun simetri doğru cevap ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını tespit etmek için Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Yapılan testin sonuçları tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7.

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testindeki Simetri Soruları için Mann-Whitney U Testi Sonuçları

	Autograph Grubu	**Kontrol Grubu**	**U**	**p**
Ortalama	5,22	5,29	142,5	0,72
Standart Sapma	1,86	1,10		
N	18	17		

Tablo 7'ye göre deney ve kontrol gruplarının simetri puanları arasında anlamlı bir fark görülmemektedir ($p=0,72>0,05$).

Hipotez 2- *Fonksiyonların simetri ve cebirsel özelliklerini Autograph programı kullanarak öğrenen öğrenciler fonksiyonlarda öteleme konusunda daha başarılıdırlar.*

Bu hipotezi test etmek için, öğrencilerin kavramsal bilgi değerlendirme testindeki öteleme ile ilgili sorulara verdikleri cevaplar incelenmiştir.

Kavramsal bilgi değerlendirme testi olan son testte bulunan 14 sorudan 4, 5, 9, 11 ve 12 numaralı sorular doğrudan ötelemeyle ilgili 10 ve 14 numaralı soru dolaylı olarak (iki dönüşümden biri öteleme) ötelemeyle ilgilidir. Bu sorularda sadece öteleme puanları dikkate alınmıştır.

Deney ve kontrol grubunun öteleme sorularının cevaplarından aldıkları puanlar incelenmiş olup puanların normal olarak dağılmadığı belirlenmiştir. Bu iki grubun öteleme doğru cevap ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını tespit etmek için Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Yapılan testin sonuçları tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8.

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testindeki Öteleme Soruları için Mann-Whitney U Testi Sonuçları

	Autograph Grubu	**Kontrol Grubu**	**U**	**p**
Ortalama	6,17	5,88	126	0,35
Standart Sapma	1,75	1,32		
N	18	17		

Tablo 8'e göre deney ve kontrol gruplarının öteleme puanları arasında anlamlı bir fark görülmemektedir (p=0,35>0,05).

Hipotez 3- *Fonksiyonların simetri ve cebirsel özelliklerini Autograph programı kullanarak öğrenen öğrenciler fonksiyonlarda genişleme ve daralma konusunda daha başarılıdırlar.*

Bu hipotezi test etmek için, öğrencilerin kavramsal bilgi değerlendirme testinde bulunan genişleme-daralma sorularına verdikleri cevapların puanları analiz edilmiştir. Kavramsal bilgi değerlendirme son testinde 6 ve 8 numaralı sorular doğrudan 3, 7 ve 14 numaralı sorular dolaylı olarak genişleme-daralmayla ilgilidir.

Bu sorulardan elde edilen puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için önce bu puanların normal olarak dağılıp dağılmadığına bakılmıştır. Dağılımın normal olmamasından dolayı ortalamalar arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını test etmek için Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Testin sonuçları tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9.

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testindeki Genişleme-Daralma Soruları için Mann-Whitney U Testi Sonuçları

	Autograph Grubu	**Kontrol Grubu**	**U**	**p**
Ortalama	3,33	2,00	72	0,006
Standart Sapma	1,5	0,86		
N	18	17		

Tablo 9'daki sonuca göre deney grubu kontrol grubuna göre genişleme-daralma sorularının doğru çözümünde daha başarılıdır (0,05> p=0,006).

Hipotez 4- *Fonksiyonların simetri ve cebirsel özelliklerini Autograph programı kullanarak öğrenen öğrenciler fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusu genelleme başarısı yani muhakeme yoluyla cebirsel kurallara ulaşma başarısı klasik yolla eğitim alan öğrencilere göre daha fazladır.*

Bu hipotezi test etmek için konu değerlendirme testlerine genelleme soruları ilave edilmiştir. Bu sorular özelden genele şeklinde hazırlanmış olup öğrenciden dönüşümler konusuyla ilgili kural bulması ve bulduğu kuralı genellemesi istenmektedir.

İlk hafta öğrencilere simetri konu değerlendirme testinde 4 adet genelleme sorusu sorulmuştur. Bu sorulardan ilk iki tanesi x-eksenine, diğer iki tanesi ise y-eksenine göre noktanın ve fonksiyonun simetrileriyle ilgilidir. Dolayısıyla öğrencilerden istenen simetri genellemeleri birbirinden farklıdır. Bu nedenle önce her soru için ayrı analiz yapılmış daha sonra simetri genelleme puanı oluşturularak bir analiz daha yapılmıştır. Puanların dağılımı normal olmadığı için Mann-Whitney U testi yapılarak puanlar arasında anlamlı bir farkın varlığı araştırılmıştır. Testin sonuçları tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10.

Simetri Genelleme Soruları için Mann-Whitney U Testi Sonuçları

	simetri6	simetri7	simetri9	simetri10
Mann-Whitney U	125,500	112,000	98,000	98,000
Wilcoxon W	245,500	217,000	234,000	203,000
Z	-,132	,000	-1,346	,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,895	1,000	,178	1,000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,941[b]	1,000[b]	,580[b]	1,000[b]

	Simetri genelleme puanı
Mann-Whitney U	122,500
Wilcoxon W	293,500
Z	-1,096
Asymp. Sig. (2-tailed)	,273
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,318[b]

Tablo 10'dan her bir sorunun ve simetri genelleme puanının anlamlılık değerinin 0,05'ten büyük olduğu görülmektedir. Sonuç olarak iki grup arasında simetriyle ilgili kuralları genelleme başarısı yönünden anlamlı bir fark yoktur.

İkinci hafta öğrencilere öteleme konu değerlendirme testinde 4 adet genelleme sorusu sorulmuştur. Sorulan sorulardan iki tanesi x ekseni üzerinde sağa ve sola doğru ötelemeyle, diğer iki tanesi ise y ekseni üzerinde aşağı ve yukarı doğru ötelemeyle ilgilidir. Deney grubu öğrencilerinin tamamı bu soruları cevaplamalarına rağmen kontrol grubu öğrencilerinden sadece 4 öğrenci bu soruları cevaplandırdığından gruplar arası karşılaştırma yapılamamıştır.

Üçüncü hafta öğrencilere genişleme-daralmayla ilgili iki tane genelleme sorusu sorulmuştur. Bu sorulardan birincisi genişleme, ikincisi ise daralmayla ilgilidir. Simetri kısmında yapıldığı gibi önce her soru için ayrı analiz yapılmış daha sonra genişleme-daralma genelleme puanı oluşturularak bir analiz daha yapılmıştır. Puanlar arasında

anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Testin sonuçları tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11.

Genişleme-Daralma Genelleme Soruları için Mann-Whitney U Testi Sonuçları

	genişleme9	genişleme10
Mann-Whitney U	68,000	68,000
Wilcoxon W	204,000	204,000
Z	-2,915	-2,915
Asymp. Sig. (2-tailed)	,004	,004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,014[b]	,014[b]

	Genişleme-daralma genelleme puanı
Mann-Whitney U	81,000
Wilcoxon W	234,000
Z	-2,775
Asymp. Sig. (2-tailed)	,006
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,017[b]

Tablo 11'deki sonuçlara göre her bir sorunun ve genişleme-daralma sorularından elde edilen toplam puanın anlamlılık değerinin 0,05'ten küçük olduğu görülmektedir. Sonuç olarak genişleme-daralma genelleme sorularının doğru olarak çözümünde deney grubu kontrol grubuna göre kuralların genellenmesinde daha başarılıdırlar şeklinde yorumlanabilir.

Hipotez 5- *Fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özelliklerini Autograph kullanarak öğrenen öğrenciler bu konuları daha iyi anlamlandırıp, daha az hata yaparlar.*

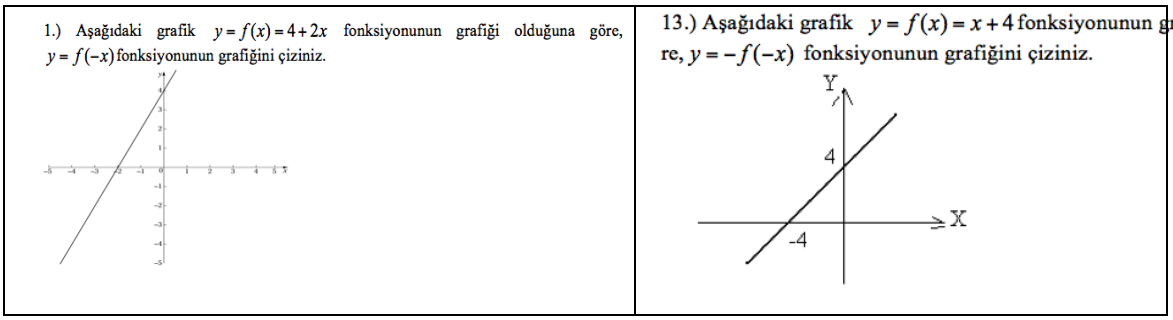
Bu hipotezi test etmek için öğrencilerin kavramsal bilgi testindeki simetri, ötele ve genişleme-daralma sorularına verdikleri cevaplarla konu değerlendirme testlerindeki genelleme ile ilgili sorulara verdikleri cevaplar incelenerek ne tür hatalar yaptıkları bulunarak gruplar arasında kıyaslamalar yapılmıştır.

Tablo 12.

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testindeki Simetriyle İlgili Sorular

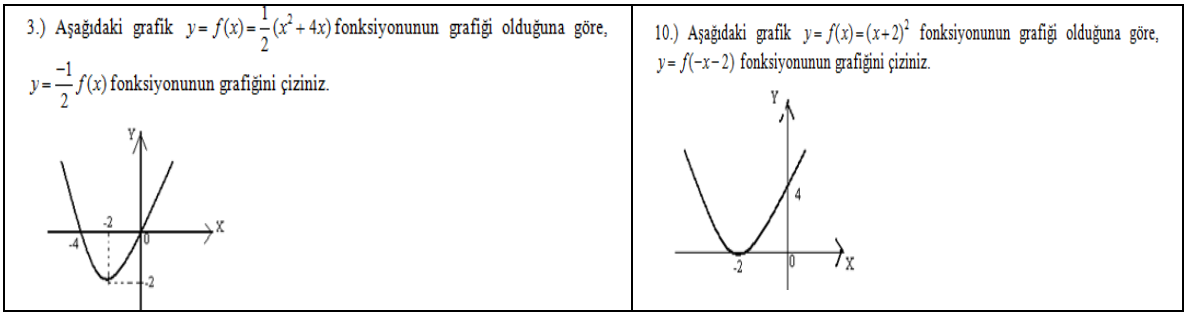
	Yapılma Yüzdesi	
Soru No	Deney Grubu	Kontrol Grubu
1	%78	%100
2	%78	%94
3	%50	%53
7	%72	%88
10	%44	%47
13	%92	%71
Ortalama	%69	%75,5

Tablo 12'ye göre deney grubunun Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi'ndeki ortalama başarısı %69, kontrol grubunun ise %75,5'tir. Deney grubunda en çok başarılan soru 13 numaralı sorudur. Öğrencilerin % 90'ından fazlası bu soruyu doğru cevaplamıştır. Bu soru x eksenine ve y eksenine göre olmak üzere iki simetri dönüşümünü birden içermektedir. Bu soruda kontrol grubunun başarısı %71'de kalmıştır. Kontrol grubunda ise başarı oranı en yüksek olan soru 1 numaralı sorudur. Bu soru y eksenine göre simetri ile ilgilidir. Kontrol grubunun tamamı bu soruyu doğru cevaplarken deney grubunun bu sorudaki başarısı %78'de kalmıştır. Aslında 1 ve 13 numaralı sorular birbirine söz konusu olan fonksiyonlar ve grafikler açısından oldukça benzer sorulardır. Buna rağmen grupların başarı oranları farklılık göstermektedir.



Şekil 5. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi 1 ve 13 numaralı sorular

3. soru ile 10. sorunun doğru cevaplanma yüzdeleri her iki grupta da en düşüktür. Bu sorular iki dönüşüm gerektiren sorulardır.



Şekil 6. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi 3 ve 10 numaralı sorular

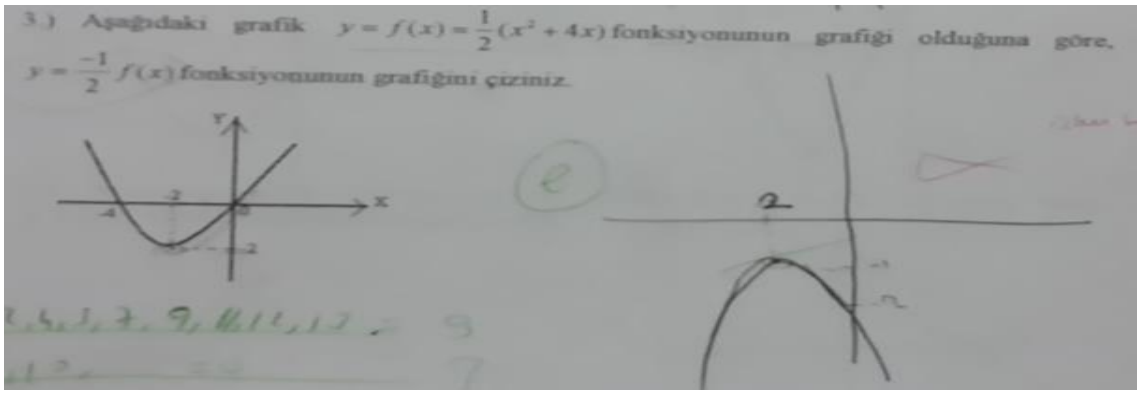
3. soru x ekseninde simetri ve genişleme dönüşümü gerektirirken 10. soru y ekseninde simetri ve öteleme dönüşümü gerektirmektedir. 3, 10 ve 13 numaralı sorulara ek olarak, en az bir dönüşümü simetri olmak üzere iki dönüşüm içeren diğer bir soru 7 numaralı sorudur. Bu soru daralma ve y ekseninde simetri dönüşümü gerektirmektedir. 3 ve 10 numaralı sorularda parabol grafiği söz konusu iken 7. soruda doğrusal fonksiyon grafiği söz konusudur. Bu sorunun başarı oranı ise deney grubunda % 72, kontrol grubunda %88'dir. Bu sorunun her iki grupta da 3. ve 10. sorudan daha iyi cevaplandığı görülmektedir. Deney grubunun, her üçü de iki dönüşüm içermesine rağmen, 13. soruda yüksek başarı gösterirken 3. ve 10. soruda zorlanması dikkat çekicidir. Bu fark, 13. soruda da doğrusal fonksiyon grafiğinin söz konusu olmasıyla ilişkili olabilir.

Öğrencilerin her soruda aldıkları puanlar incelendiğinde, çoğunlukla 0 puan ya da iki dönüşümden birisini doğru yaparak 2 puan üzerinden bir puan aldıkları görülmektedir. 3. soruda deney grubundan 6 öğrenci (%33) 0 puan, 4 öğrenci 1 puan ve 8 öğrenci 2 puan almıştır. 3. soruda kontrol grubundan 8 öğrenci (%47) 0 puan, 4 öğrenci 1 puan ve 5 öğrenci 2 puan almıştır. 10. soruda deney grubundan 8 öğrenci (

%44) 0 puan, 6 öğrenci 1 puan ve 4 öğrenci 2 puan almıştır. 10. soruda kontrol grubundan 8 öğrenci

(%47) 0 puan, 2 öğrenci 1 puan ve 7 öğrenci 2 puan almıştır. Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin bu soruların simetri ile ilgili bölümlerini çözerken yaptıkları hatalar şunlardır:

- 3. soruda tepe noktasının yanlış konumlandırılması: Bu soruda verilen grafiğin tepe noktası x ekseninin altında olduğundan öğrenciler simetri aldıktan sonra tepe noktasını x ekseninin üst kısmına çıkarmayarak hata yapmışlardır. Bu hatayı deney grubundan 9 öğrenci, kontrol grubundan da 9 öğrenci yapmıştır. Şekil 7'de bu hatayı yapan bir öğrencinin cevabı görülmektedir.



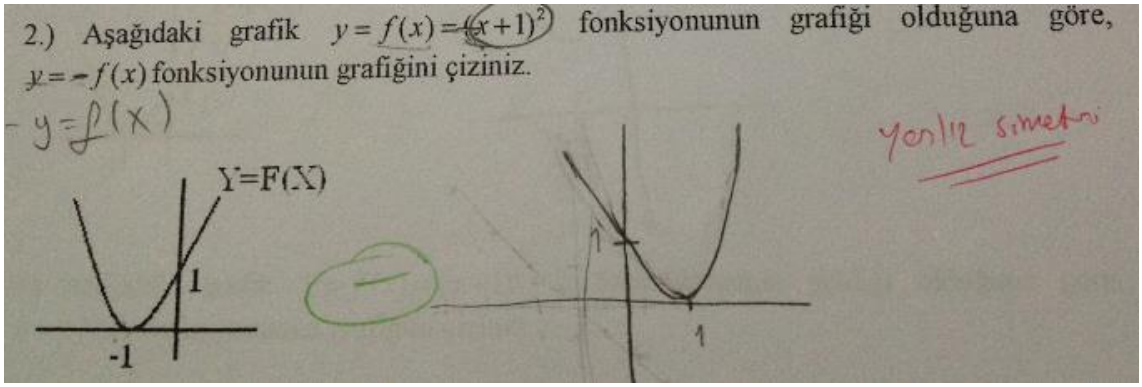
Şekil 7. 13 numaralı deney grubu öğrencisinin cevabı

- 10. soruda y-ekseni yerine x-eksenine göre simetri alma: Bu hatayı deney grubundan 10 öğrenci, kontrol grubundan 9 öğrenci yapmıştır.

Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin sadece simetri dönüşümü içeren 1, 2 ve 13 numaralı soruları çözerken yaptıkları hatalar şunlardır:

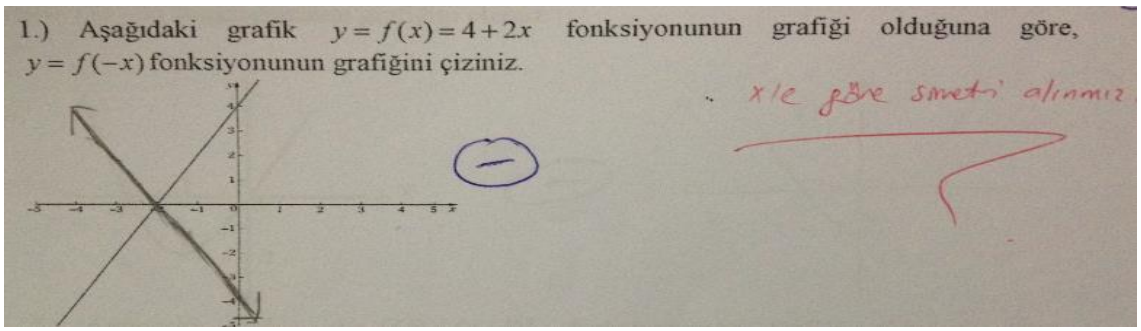
- x ekseni yerine y eksenine göre simetri alma: Bu hatayı deney grubundan 3, kontrol grubundan 1 öğrenci yapmıştır. Yani deney grubunun %17'si ve kontrol grubunun %6'sı bu hatayı yapmıştır.
- y ekseni yerine x eksenine göre simetri alma: Bu hatayı sadece deney grubundan 3 öğrenci yapmıştır. Yani deney grubunun %17'si bu hatayı yapmıştır.

Örneğin 15 numaralı deney grubu öğrencisi şekil 6'da görüldüğü gibi x-eksenine göre simetri alması gerekirken y-eksenine göre simetri alarak soruyu yanlış cevaplamıştır.



Şekil 8. 15 numaralı deney grubu öğrencisinin cevabı

Şekil 9'da ise y-eksenine göre simetri alması gerekirken x-eksenine göre simetri alan bir öğrencinin cevabı görülmektedir.



Şekil 9. 4 numaralı deney grubu öğrencisinin cevabı

Sonuç olarak her iki grupta simetri soruları ile ilgili yapılan hatalarda öğrencilerin çoğunlukla x eksenine göre simetri ile y eksenine göre simetriyi karıştırdıkları görülmektedir. Simetri soruları ile ilgili bir başka hata türü, simetri alırken (3. soruda x-eksenine göre) parabolün tepe noktasını doğru konumlandıramama ile ilgilidir. Bu hata türüne her iki grupta da aynı oranda rastlanmasına rağmen simetrileri karıştırma ile ilgili hatalara deney grubunda daha sıklıkla rastlandığı görülmektedir.

Tablo 13.

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testindeki Ötelemeyle İlgili Sorular

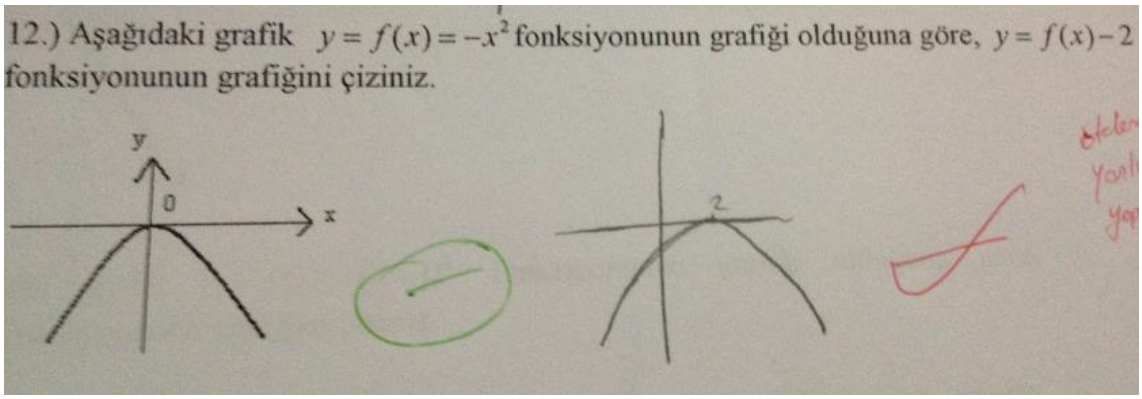
	Yapılma Yüzdesi	
Soru No	Deney Grubu	Kontrol Grubu
4	%85	%91
5	%72	%65
9	%67	%74
10	%39	%47
11	%100	%76
12	%78	%88
14	%88	%53
Ortalama	%75	%70,5

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testindeki 4 ve 11 numaralı sorular yalnızca x-ekseni üzerinde öteleme yapılmasını gerektiren sorulardır (4. soru sağa doğru öteleme, 11. soru sola doğru öteleme) . Diğer taraftan 5 ve 12 numaralı sorular ise yalnızca y-eksenine göre öteleme gerektiren sorulardır (5. soru yukarıya yönde, 12. soru aşağı yönde). Bunlara ek olarak, 9 soru iki yönde öteleme (x-ekseninde sola doğru ve y ekseninde aşağı yönde), 10. soru x ekseninde sağa doğru öteleme ve simetri dönüşümü, 14. soru ise x ekseninde sağa doğru öteleme ve daralma dönüşümü gerektiren sorulardır.

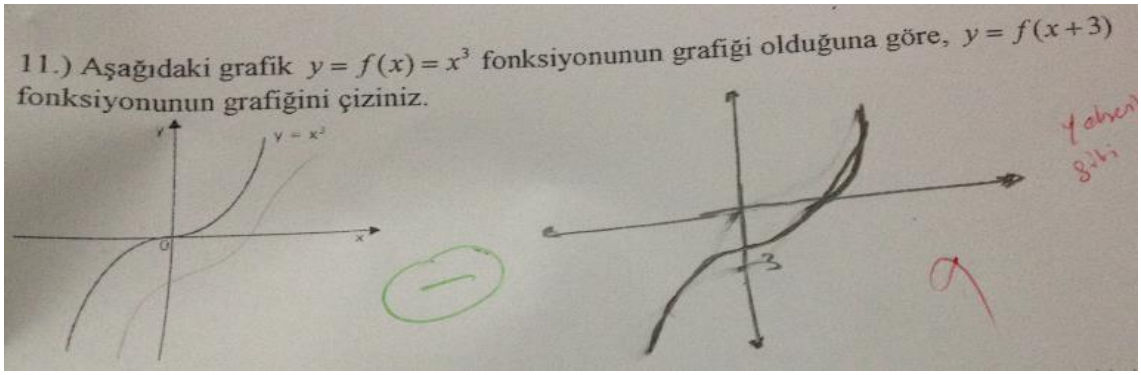
Tablo 13'e göre deney grubunun Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi'ndeki ortalama başarısı %75, kontrol grubunun ise %70,5'tir. Deney grubunda başarı oranı en yüksek olan soru 11 numaralı sorudur. Öğrencilerin hepsi bu soruyu doğru cevaplamıştır. Bu soruda kontrol grubunun başarısı %76 olmuştur. Kontrol grubunun başarı oranı en yüksek olan soru 4 numaralı sorudur. Deney grubunun bu sorudaki başarısı %85'te kalmıştır. Başka bir ifadeyle deney ve kontrol grupları en yüksek başarıyı farklı iki x ekseni üzerinde öteleme sorularında göstermişlerdir. Biri simetri ve birisi de x ekseninde öteleme dönüşümü içeren 10 numaralı sorunun doğru cevaplanma yüzdesi her iki grup ta da en düşüktür. Bu soruda kontrol grubunun başarı oranı %47'de ve deney grubunun başarı oranı %39'da kalmıştır.

Öğrencilerin öteleme sorularını çözerken şu hataları yaptıkları görülmüştür:

- x-ekseni üzerinde negatif yönde öteleme yapılması gerekirken pozitif yönde öteleme yapma (9. soru): Bu hatayı deney grubundan 1 (%6), kontrol grubundan ise 4 (%24) öğrenci yapmıştır.
- y-ekseni üzerinde öteleme yapması gerekirken x-ekseni üzerinde öteleme yapma (5 ve 12. soru): Bu hatayı sadece deney grubundan 3 (%17) öğrenci yapmıştır. Örneğin 3 numaralı deney grubu öğrencisi grafiği y ekseni üzerinde 2 birim negatif yönde ötelemesi gerekirken x ekseni üzerinde 2 birim öteleyerek soruyu yanlış cevaplamıştır (Şekil 10).
- x-ekseni üzerinde öteleme yapması gerekirken y-ekseni üzerinde öteleme yapma (11. soru): Bu hatayı deney grubundan 2 (%11), kontrol grubundan ise 4 (%24) öğrenci yapmıştır. Örnek olarak şekil 11'de x ekseni üzerinde 3 birim negatif yönde öteleme yapması gerekirken y ekseni üzerinde öteleme yapan 24 numaralı kontrol grubu öğrencisinin cevabı görülmektedir.



Şekil 10. 3 numaralı deney grubu öğrencisinin cevabı



Şekil 11. 24 numaralı kontrol grubu öğrencisinin cevabı

Sonuç olarak her iki grupta öteleme soruları ile ilgili yapılan hatalar incelendiğinde, öğrencilerin genellikle eksenleri karıştırdıkları örneğin y eksenine göre öteleme yapması gerekirken x eksenine göre öteleme yaptığı veya tersi görülmektedir. Öteleme soruları ile ilgili bir başka hata türü, x ekseninde yönlerin yanlış tayin edilmesiyle ilgilidir. Bu hata türüne kontrol grubunda daha sık rastlanmaktadır.

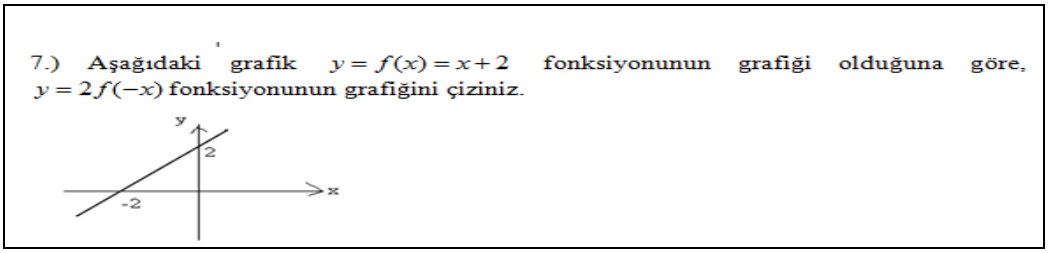
Tablo 14.

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testindeki Genişleme-Daralmayla İlgili Sorular

	Yapılma Yüzdesi	
Soru No	Deney Grubu	Kontrol Grubu
3	%53	%35
6	%78	%41
7	%77	%85
8	%72	%32
14	%81	%50
Ortalama	%72,2	%48,6

Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi'ndeki 6 numaralı soru yalnızca daralma ve 8 numaralı soru ise yalnızca genişleme yapılmasını gerektiren sorulardır. Diğer taraftan 3 numaralı soru x eksenine göre simetri ve genişleme dönüşümü ve 7 numaralı soru y eksenine göre simetri ve daralma gerektirmektedir. Bunlara ek olarak 14 numaralı soru ise öteleme ve daralma dönüşümü gerektiren sorudur. Tablo 14'e göre deney grubunun ortalama başarısı %72,2, kontrol grubunun ise %48,6'dır. Deney grubunun başarı oranı en yüksek olan soru 14 numaralı sorudur. Öğrencilerin %80'inden fazlası bu soruyu

doğru cevaplamıştır. Bu soruda kontrol grubunun başarısı %50'de kalmıştır. Kontrol grubunda ise başarısı yüksek olan soru 7 numaralı sorudur. Bu sorunun diğer iki dönüşüm içeren 3 ve 14 numaralı sorulardan kontrol grubu öğrencileri tarafından daha iyi cevaplandırıldığı görülmektedir. Her Deney grubunda en az başarılan soru 3 numaralı soru iken kontrol grubunda en az başarılan soru 8 numaralı soru olmuştur.



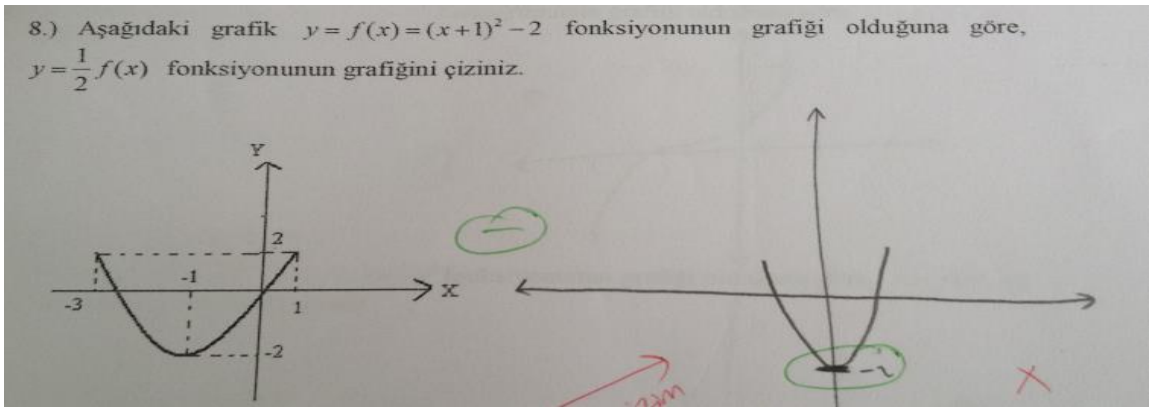
Şekil 12. Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testi 7 numaralı soru

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin 7. sorunun daralma ile ilgili bölümünü çözerken yaptıkları hata şöyledir:

- y-ekseni üzerindeki 2 sayısını 2 ile çarpıp 4 bulup daralma yapmaları gerekirken x-ekseni üzerindeki -2 sayısını 2 ile çarpıp -4 bulup daralma yapmaya çalışılması: Deney grubundan 2, kontrol grubundan 3 öğrenci bu hatayı yapmıştır.
- Her iki eksen üzerindeki sayının 2 ile çarpılması hatası: Deney grubundan 3 öğrenci bu hatayı yapmıştır.

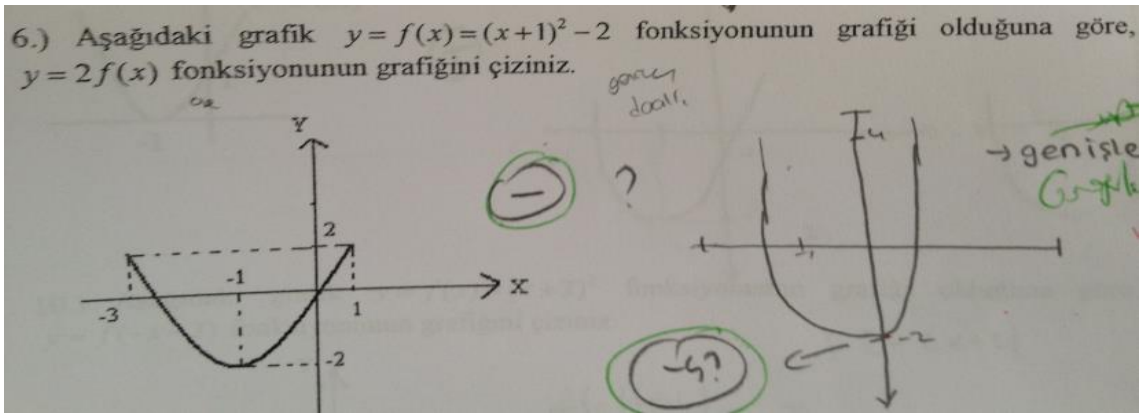
Öğrencilerin diğer genişleme-daralma sorularını yanıtlarken yaptıkları hatalar şunlardır:

- Genişleme yapılması gerekirken daralma yapılması (8. soru): Bu hatayı deney grubundan 4 öğrenci, kontrol grubundan ise 7 öğrenci yapmıştır. Yani deney grubunun %22'si ve kontrol grubunun %41'i bu hatayı yapmıştır. Örnek olarak şekil 13'te genişleme yapılması gerekirken daralma yapan 25 numaralı öğrencinin cevabı görülmektedir.



Şekil 13. 25 numaralı kontrol grubu öğrencisinin cevabı

- Daralma yapılması gerekirken genişleme yapılması (6. soru ve 7. soru): Bu hatayı deney grubu öğrencilerinden 2 (%11), kontrol grubu öğrencilerinden ise 5 (%29) öğrenci yapmıştır. Örneğin şekil 14'te daralma yapması gerekirken genişleme yapan 34 numaralı öğrencinin cevabı görülmektedir.



Şekil 14. 34 numaralı kontrol grubu öğrencisinin cevabı

Sonuç olarak her iki grupta genişleme-daralma soruları ile ilgili yapılan hatalarda öğrencilerin çoğunlukla genişleme ile daralmayı karıştırdıkları görülmektedir. Bu hata türüne deney grubuna göre kontrol grubunda daha çok rastlanmaktadır. Genişleme-daralma soruları ile ilgili yapılan başka hata türü, grafiğin x ve y eksenlerini kestiği yerdeki sayıları kendilerine verilen katsayı ile çarpmaları ile ilgilidir. Bu hata türüne ise deney grubunda daha sıklıkla rastlandığı görülmektedir.

Tablo 15.

Simetriyle İlgili Genelleme Sorularının Dağılımı

Soru No	Deney Grubu Doğru Sayısı	Deney Grubu Yanlış Sayısı	Deney Grubu Boş Sayısı	Kontrol Grubu Doğru Sayısı	Kontrol Grubu Yanlış Sayısı	Kontrol Grubu Boş Sayısı	Deney Grubu Doğru Cevap Yüzdeleri	Kontrol Grubu Doğru Cevap Yüzdeleri
6	15	2	1	13	2	2	%88	%86
7	16	0	2	14	0	3	%100	%100
9	14	2	2	14	0	3	%87,5	%100
10	10	4	4	10	4	3	%71	%71
						Ortalama	%86,6	%89,3

Tablo 15'e göre deney grubunun Simetri Konu Değerlendirme Testi'ndeki genelleme sorularını ortalama doğru cevaplama yüzdesi %86,6, kontrol grubunun ise %89,3 tür. Deney grubunda ve kontrol grubunda başarı oranı en yüksek olan soru 7 numaralı sorudur. Her iki grupta da öğrencilerin tamamı bu soruyu doğru cevaplamıştır. Bu soru y=f(x) fonksiyonunun x eksenine göre simetriğinin alınmasıyla yeni fonksiyonun (y= -f(x)) denkleminin yazılmasını içermektedir. 6 numaralı soru (x,y) noktasının x eksenine göre simetriğinin alınmasıyla ilgilidir. Deney grubunun bu soruyu doğru cevaplama başarı oranı kontrol grubunun başarı oranından daha fazladır. Diğer taraftan (x,y) noktasının y eksenine göre simetriğini içeren 9. sorunun doğru cevaplanma yüzdesi kontrol grubunda daha yüksektir. Kontrol grubunda bu soruya cevap veren 14 öğrencinin tamamı soruyu doğru cevaplamıştır. Deney grubunda ise 9. soruya cevap veren 16 öğrenci arasından 14'ü soruyu doğru cevaplamıştır. Deney ve kontrol grubunun doğru cevap yüzdelerinin birbirine eşit olduğu tek soru 10 numaralı sorudur. 10. Soru y=f(x) fonksiyonunun y eksenine göre simetriğinin denkleminin (y=f(-x)) yazılmasını içermektedir.

Deney ve kontrol grubunun simetri ile ilgili genelleme sorularını çözerken yaptıkları hatalar şöyledir:

- Noktanın simetrisinin x ekseni yerine y eksenine göre alınması (6. soru): Bu hatayı deney ve kontrol grubundan 2'şer öğrenci yapmıştır.
- Noktanın simetrisinin y ekseni yerine x eksenine göre alınması (9. soru): Bu hatayı sadece deney grubundan 2 öğrenci yapmıştır.

- Fonksiyonun y ekseni yerine x eksenine göre simetriğinin alınması (10. Soru): Bu hatayı deney ve kontrol grubundan 4'er öğrenci yapmıştır.

Sonuç olarak her iki grupta öğrencilerin simetri genelleme sorularını çözerken çoğunlukla x eksenine göre simetri ile y eksenine göre simetriyi karıştırdıkları görülmektedir.

Tablo 16.

Ötelemeyle İlgili Genelleme Sorularının Dağılımı

Soru No	Deney Grubu Doğru Sayısı	Deney Grubu Yanlış Sayısı	Deney Grubu Boş Sayısı	Kontrol Grubu Doğru Sayısı	Kontrol Grubu Yanlış Sayısı	Kontrol Grubu Boş Sayısı	Deney Grubu Doğru Cevap Yüzdeleri	Kontrol Grubu Doğru Cevap Yüzdeleri
3	18	0	0				%100	
6	17	1	0				%94	
11	15	0	3				%100	
12	15	0	3				%100	
						Ortalama	%98,5	

Tablo 16'da deney grubu öğrencilerinin öteleme ile ilgili genelleme soruları cevaplama oranları görülmektedir. Kontrol grubu öğrencileri bu soruları cevaplandırmadığından gruplar arası bir değerlendirme yapılamamıştır. Deney grubunda başarı oranı en yüksek olan sorular 3, 11 ve 12 numaralı sorulardır. Bu sorulara cevap veren öğrencilerin tamamı soruları doğru cevaplamıştır. Öteleme Konu Değerlendirme Testi'ndeki 3. soru y=f(x) fonksiyonunun grafiği verildiğinde c>0 için y=f(x)+c fonksiyonun grafiğinin çizilmesini, 6. soru ise y=f(x) fonksiyonunun grafiği verildiğinde c>0 için y=f(x)-c fonksiyonunun grafiğinin çizilmesini içermektedir. Bu soruyu deney grubundan bir öğrenci cevap kâğıdına ''c arttıkça grafik azalır'' yazarak soruyu yanlış cevaplamıştır. 11. soru y=f(x) fonksiyonunun grafiği verildiğinde c>0 için f(x+c) fonksiyonunun grafiğinin çizilmesini, 12 soru y=f(x) fonksiyonunun grafiği verildiğinde c>0 için f(x-c) fonksiyonunun grafiğinin çizilmesini içermektedir.

Tablo 17.

Genişleme-Daralmayla İlgili Genelleme Sorularının Dağılımı

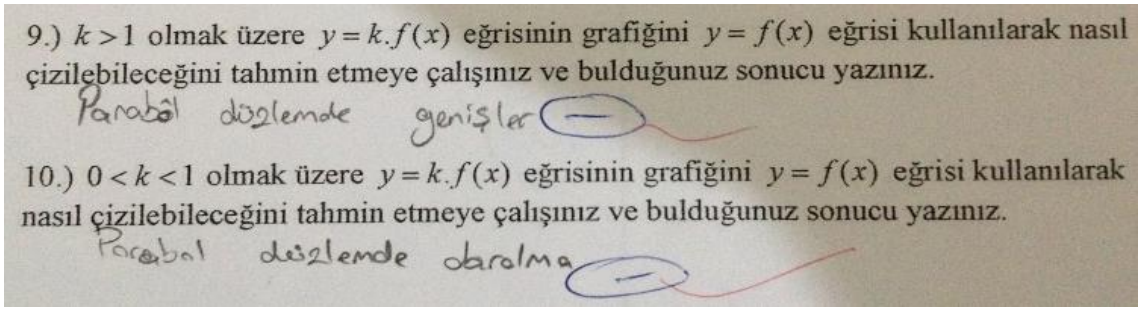
Soru No	Deney Grubu Doğru Sayısı	Deney Grubu Yanlış Sayısı	Deney Grubu Boş Sayısı	Kontrol Grubu Doğru Sayısı	Kontrol Grubu Yanlış Sayısı	Kontrol Grubu Boş Sayısı	Deney Grubu Doğru Cevap Yüzdeleri	Kontrol Grubu Doğru Cevap Yüzdeleri
9	15	2	1	6	9	2	%88	%38
10	15	2	1	6	9	2	%88	%38

Tablo 17'ye göre deney grubunun Genişleme-Daralma Konu Değerlendirme Testi'ndeki genelleme sorularını ortalama doğru cevaplama yüzdesi %88, kontrol grubunun ise %38'dir. 9. soru $k>1$ olmak üzere $y=k.f(x)$ fonksiyonunun grafiğini $y=f(x)$ fonksiyonunun grafiğini kullanarak çizmeyi, 10. soru ise $0<k<1$ olmak üzere $y=k.f(x)$ fonksiyonunun grafiğini $y=f(x)$ fonksiyonunun grafiğini kullanarak çizmeyi içermektedir.

Deney ve kontrol grubunun genişleme-daralma ile ilgili genelleme sorularını çözerken yaptıkları hatalar şöyledir:

- Daralma dönüşümü yerine genişleme yapılması (9. soru): Bu hatayı deney grubundan 2, kontrol grubundan 9 öğrenci yapmıştır.
- Genişleme dönüşümü yerine daralma dönüşümü yapılması (10. soru): Bu hatayı deney grubundan 2, kontrol grubundan 9 öğrenci yapmıştır.

Sonuç olarak her iki grupta öğrencilerin genişleme-daralma genelleme sorularını çözerken çoğunlukla genişleme ile daralmayı karıştırdıkları görülmektedir. Bu hata türüne kontrol grubunda deney grubuna göre çok daha fazla rastlanmaktadır. Dolayısıyla kontrol grubu öğrencileri grafiğin ne zaman genişleyip ve ne zaman daralacağını tam olarak anlayamamış ve bu iki kavramı birbiriyle karıştırarak soruları yanlış cevaplamışlardır. Şekil 15'te 29 numaralı kontrol grubu öğrencisinin bu hatayı yansıtan cevabı görülmektedir.



Şekil 15. 29 numaralı kontrol grubu öğrencisinin cevabı

Öğrencilerle Yapılan Görüşmeden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde matematik dersinin Autograph programı ile işlenilme sürecine ilişkin öğrencilere dağıtılan görüşme formundan elde edilen verilere ait bulgulara yer verilmiştir.

Autograph programını kullanmak matematik dersinde size nasıl yardımcı olmuştur? şeklindeki soruyu öğrencilerin tamamı cevaplandırmıştır. Bu öğrencilerden 6'sı Autograph programını kullanmak matematik dersinde görselliği daha net olarak ortaya koyduğu için konuların daha rahat ve kısa bir sürede anlaşıldığını belirtmiştir. Örneğin, 12 numaralı öğrenci bu konuda şöyle demiştir: *''Autograph programı benim daha iyi düşünmemi sağladı. Konular gözümün önüne geldi.''* 4 numaralı öğrenci ise bu konuda şöyle demiştir: *''Görsel içerikli bir ders olduğu için sıkıcı geçmedi.''* Cevap veren öğrencilerden 8'i denklemini kullanarak çizilmesi zor olan grafikleri program yardımıyla çizmenin kolay olduğunu ve grafikleri karşılaştırmada programın faydalı olduğunu belirtmiştir. Örneğin, 7 numaralı öğrenci görüşünü şöyle belirtmiştir: *'' Özellikle fonksiyonların grafiklerini çizmede ve denklem kurmada bu programın çok yararı oldu. Fonksiyonların simetrisini almayı da çok kolaylaştırdı.''* 17 numaralı öğrenci ise *''Zor olan problemlerde grafiği çizmemi çok kolaylaştırdı.''* diyerek fikrini beyan etmiştir. Geriye kalan 4 öğrenci ise programın kullanılmasını tam olarak öğrenemedikleri için programdan yeterli düzeyde faydalanamadıklarını belirtmiştir. Örneğin, 10 numaralı öğrenci bu konuda şöyle demiştir: *''Program biraz karmaşık olduğundan pek faydalanamadım.''*

Normal derste mi yoksa Autograph ile yapılan derste mi daha çok eğlendiniz? şeklindeki soruyu öğrencilerin tamamı cevaplandırmıştır. Öğrencilerin tamamı Autograph ile yapılan derste daha çok eğlendiklerini belirtmiştir. Ama öğrenciler dersin daha eğlenceli olmasını bazı sebeplere bağlamıştır. Öğrencilerden 3'ü Autograph programının dersi daha görsel hale getirdiği için eğlendiğini belirtmiştir. Örneğin, 3 numaralı öğrenci şöyle demiştir: *'' Autograph ile yapılan ders daha görsel olduğu için eğlendim ve zevk aldım.''* Öğrencilerden 2'si program sayesinde bilgisayar kullanma fırsatı bulduğunu ve bu nedenle daha çok eğlendiklerini söylemiştir. 18 numaralı öğrenci bu konuda şöyle demiştir: *''Autograph programında bilgisayar kullandığım için*

ilgimi daha çok çekti. Bu yüzden Autograph ile yapılan ders benim için daha eğlenceliydi.'' Bu soruya cevap veren öğrencilerden 3'ü ders esnasında fazla tanım ve ezbere dayalı bir yöntem kullanmayıp, sorular üzerinden konuların öğretilmesinden dolayı eğlendiklerini belirtmiştir. Örneğin, 17 numaralı öğrenci bu konuyla ilgili olarak şöyle demiştir: *'' Autograph ile yapılan derste daha az tanım ve ezber kullandık. Soru üzerinden giderek konunun mantığını kavradık. Normal bir dersten daha eğlenceliydi.''* 12 numaralı öğrenci ise *''Autograph programı ile konuları daha doğru olarak birbirinden ayırt ettim ve daha çok eğlendim.''* diyerek görüşünü belirtmiştir.

Ders esnasında ne tür sıkıntılarla karşılaştınız? şeklindeki soruyu 18 öğrenci cevaplandırmıştır. Bunlardan 11'i ders esnasında programı kullanırken herhangi bir sıkıntıyla karşılaşmadığını belirtmiştir. Öğrencilerden 4'ü programın ilk zamanlarda kendilerine zor geldiği ve programı kullanmaya alışmanın zaman almasından dolayı sıkıntıyla karşılaştıklarını belirtmiştir. 15 numaralı öğrenci bu konuyla ilgili olarak şöyle demiştir: *'' Autograph programını kullanmaya başlarken alışma süreci gibi sıkıntılarla karşılaştım.''* 23 numaralı öğrenci ise *'' Çok büyük bir sıkıntı olmadı ama başta programı çok iyi bilmediğimiz için biraz sıkıntı çektik.''* diyerek görüşünü belirtmiştir. 3 öğrenci ise bilgisayardan kaynaklanan teknik problemlerden ve kendilerine verilen zamanın kısıtlı olmasından dolayı sıkıntı yaşadıklarını belirtmiştir. Örneğin, 1 numaralı öğrenci bu konuyla ilgili olarak şöyle demiştir:*''Bilgisayarla ilgili teknik problemler beni rahatsız etti.''* 18 numaralı öğrenci ise şöyle demiştir: *''Programı öğrenmek biraz zaman aldı.''*

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
TARTIŞMA

Bu bölümde 10. sınıf matematik dersi fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusu öğretiminde Autograph programı kullanmanın öğrencilerin başarısına ve kuralları genellemesine etkisiyle ilgili ulaşılan sonuçlar ve öneriler verilmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Araştırmaya başlamadan önce deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanan ön testten elde edilen veriler analiz edilmiş ve her iki grubun puanlarının normal dağılım sergilediği ve puanların ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Yani her iki grubun uygulama öncesi hazır bulunuşluklarının aynı olduğu görülmüştür.

Uygulama sonrasında öğrencilere kavramsal bilgi değerlendirme testi fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özelliklerini öğrenirken Autograph programını kullanan öğrencilerin bu programı kullanmadan klasik yolla eğitim gören öğrencilere göre fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleri konusunda daha başarılı olurlar hipotezini test etmek için son test olarak uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda deney grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Öğrencilerin programı öğrenebilmeleri için 6 ders saati yani 240 dakika süre ayrılmıştı. Bu sürede öğrencilere programın genel kullanım menüleri tanıtılmış, programdan fonksiyon grafiklerinin çiziminde nasıl yararlanılacağı birkaç soru üzerinde gösterilmişti. Görüşme formuna da yansıdığı şekliyle, buna rağmen bazı öğrenciler kendilerine verilen sürenin az olmasından yakınmıştır. Yani programın öğretilmesine ayrılan zamanın yetersiz olması öğrenci eğitiminin yetersiz olmasına bu da her iki grup arasında başarı yönüyle anlamlı bir fark bulunmamasına neden olmuş olabilir. Sonuç olarak öğrenciler Autograph programını uygulamalarında yeterince etkin kullanamamış olabilir. Benzer şekilde uygulamaya ayrılan iki ders saati, uygulama ortamının yapısı ve öğrencilerin bireysel olarak bilgisayarda matematik çalışma alışkanlıkları gibi faktörler de deney grubu öğrencilerinin Autograph programını yeterince etkin kullanmasına engel olmuş olabilir.

Autograph programıyla eğitim alan öğrenciler klasik yolla eğitim alan öğrencilere göre fonksiyonlarda simetri konusunda daha başarılıdırlar alt hipotezini test etmek için deney ve kontrol grupları üzerinde yapılan analizler sonucunda deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Her iki grupta da simetri sorularının doğru cevaplanma yüzdeleri (10 numaralı soru hariç) yüksektir. Deney grubunun ortalama başarısı %69, kontrol grubunun ortalama başarısı ise %75,5'dir. Öğrencilerin şekillerin simetrisini ilkokul ve noktanın simetrisini de ortaokul yıllarında öğrenmesi, aynı zamanda hayatın içinde simetriye örnek teşkil eden nesnelerin çokluğu dolayısıyla öğrencilerin her zaman simetriyle içli dışlı olması her iki grubun da yüksek puan almış olmasını sağlamış olabilir. Öğrencilerle yapılan görüşmede bazı öğrenciler ilk başlarda Autograph programını anlamada zorlandıkları ve programı anlamanın biraz zaman aldığı yönünde görüş beyan etmiştir. Simetri konusunun ilk haftanın konusu olmasından ve bazı öğrencilerin ilk

haftalarda programı iyi kullanamamasından kaynaklanan nedenlerden dolayı deney grubunun kontrol grubuna göre simetri başarısı kısmen düşük olmuş olabilir.

Autograph programıyla eğitim alan öğrenciler klasik yolla eğitim alan öğrencilere göre fonksiyonlarda öteleme konusunda daha başarılıdırlar alt hipotezini test etmek için gruplar üzerinde yapılan analizler sonucunda gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ama deney grubu öğrencilerinin doğru çözdükleri soru sayısı ortalaması kontrol grubu öğrencilerinkinden fazladır. Deney grubunun ortalama başarısı %75, kontrol grubunun ortalama başarısı ise %70,5'dir. Bu fark Autograph programının öteleme sorularının çözümüne yardımcı olduğunun göstergesi olabilir. Öğrencilerin grafiğin hangi yönde kaç birim öteleneceğiyle ilgili program üzerinde yeterince alıştırma yapmış olmalarından dolayı bu fark ortaya çıkmış olabilir. Öteleme ile ilgili konu değerlendirme testinin uygulandığı hafta, deney grubunun bilgisayar laboratuvarında testte verilen sorulara çalışması, kontrol grubunun ise bıkkınlık göstererek bu soruları çözmemesi de böyle bir sonucun ortaya çıkmasına etki etmiş olabilir.

Autograph programıyla eğitim alan öğrenciler klasik yolla eğitim alan öğrencilere göre fonksiyonlarda genişleme ve daralma konusunda daha başarılıdırlar alt hipotezini test etmek için deney ve kontrol grupları üzerinde yapılan analizler sonucunda deney grubu ile kontrol grubunun genişleme-daralma sorularından aldıkları puanların ortalamaları arasında anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Deney grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre genişleme-daralma konusunda daha başarılı olmuştur. Deney grubunun Kavramsal Bilgi Değerlendirme Testindeki genişleme-daralma ile ilgili sorulardaki ortalama başarısı %72,2 kontrol grubunun ortalama başarısı ise %48,6'dır. Bu sonuca göre Autograph destekli öğretim yönteminin öğrencilerin başarısını artırdığı ve genişleme-daralma konusunun anlaşılmasına yardımcı olduğu söylenebilir. Bunun nedeni genişleme-daralma konusunun son konu olması, öğrencilerin zaman içinde programı kullanmaya daha iyi alışması ve programı daha etkin kullanmaya başlamalarından dolayı son konuda daha başarılı olmuş olabilirler. Kontrol grubunda ise öğrenciler fonksiyon grafiklerinin ne zaman genişleyip daralacağını gözlemleme fırsatı bulamamış ve bilgilerin öğrencilere öğretmen tarafından hazır olarak verilmesi öğrencileri değişkenleri ezberleyerek grafiğin

genişleyip daralacağına karar vermeğe zorlamış ve uygulama esnasında da öğrenciler genişlemeyle daralmayı karıştırıp soruları yanlış çözmüş olabilirler.

Autograph programıyla eğitim alan öğrencilerin dönüşümler konusu kurallarını genellemesi yani muhakeme yoluyla kurallara ulaşma becerileri klasik yolla eğitim alan öğrencilere göre daha iyidir hipotezini test etmek deney ve kontrol grubu öğrencilerine sorulan genelleme sorularının cevapları analiz edilerek sonuca gidilmeye çalışılmıştır. Yapılan analizler sonucunda simetri ve ötelemeyle ilgili genelleme sorularından alınan puanlar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ama öğrencilerin genişleme-daralmayla ilgili genelleme sorularından aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Deney grubunun konu değerlendirme testindeki genişleme-daralma ile ilgili sorulardaki ortalama başarısı %88 iken kontrol grubunun ortalama başarısı sadece %38'dir. Autograph ile öğrenim gören deney grubu öğrencilerinin genişleme-daralma konusu genellemeleri kontrol grubuna göre çok daha iyi olduğu görülmüştür.

Fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özelliklerini Autograph programı kullanarak öğrenen öğrenciler bu konuları daha iyi anlamlandırıp, daha az hata yaparlar hipotezi öğrencilerin kavramsal bilgi değerlendirme testindeki simetri, öteleme ve genişleme-daralma sorularına verdikleri cevaplarda ne tür hatalar yaptıkları ve konu değerlendirme testlerindeki genelleme sorularına verdikleri cevaplarda ne tür hatalar yaptıkları analiz edilerek test edilmiştir.

Simetri sorularının çözümünde yapılan hatalar öğrencilerin genellikle x ekseni yerine y eksenine göre veya y ekseni yerine x eksenine göre simetri almalarından kaynaklanmaktadır. Bu tür hatalara deney grubunda daha sıklıkla karşılaşılmıştır. Bu hatanın nedeni öğrencilerin fonksiyon denklemi ile grafikleri arasında tam olarak bir bağ kuramayıp $y= -f(x)$ ve $y=f(-x)$ formüllerindeki eksi işaretini sadece yön olarak düşünmeleri olabilir. Burada değişken kavramının da devreye girdiği görülmektedir. Öğrenciler $y= -f(x)$ yazarken fonksiyonun aldığı değerlerin değiştiğini, $y=f(-x)$ yazarken de değişkenin aldığı değerlerin değiştiğini tam olarak kavrayamamış olabilirler. Değişken kavramının anlaşılmasındaki zorluk pek çok çalışmada belirtilmiştir (örn. Bayazıt, 2010). Bu zorluk bu çalışmaya katılan her iki grup öğrenci tarafından da yaşanmış olabilir.

Simetri soruları ile ilgili bir başka hata türü, simetri alırken parabolün tepe noktasını doğru konumlandıramama ile ilgilidir. Bir soruda bu hatayı hem deney grubu

hem de kontrol grubu öğrencilerinin yarısı yapmıştır. Bu hata ikinci derecede denklemler/fonksiyonlar ve parabol çizimlerinin programda fonksiyon grafiklerinin simetrileri konusundan sonraki konu olmasından ve henüz tam olarak öğretilmemiş olasından kaynaklanmış olabilir.

Ötelemeyle ilgili soruların çözümünde genel olarak yapılan hata öteleme yönlerinin ve öteleme akslarının (x ekseni ve y ekseni) karıştırılmasıdır. Deney grubu öğrencileri kontrol grubuna göre bu tip hataları daha az yapmıştır. Öteleme yönlerinin karıştırılması ile ilgili hata, öğrencilerin fonksiyonun denklemindeki (örneğin f(x-a)) eksi işaretini negatif yön ve artı işaretini (örneğin f(x+a)) de pozitif yön olarak düşünmeleri olabilir. Bu hataya kontrol grubunda daha çok rastlanmıştır.

Aksların karıştırılmasıyla ilgili hata ise genel olarak y=f(x)+a dönüşümü ile y= f(x+a) dönüşümünün karıştırılması ile ilgilidir. Birinci dönüşüm fonksiyonun her değerine sabit bir sayı eklemek anlamına gelip y ekseni üzerinde bir ötelemeye işaret ederken, ikinci dönüşüm değişkene bir sayı eklemek anlamına gelip x ekseni üzerinde bir ötelemeye işaret etmektedir. Bu hatanın nedeni yine öğrencilerin değişken kavramını tam olarak anlamlandıramayıp iki ifade arasındaki farkı ayırt edememeleri olabilir. Aksların karıştırılması hatasına deney ve kontrol gruplarında yakın oranlarda rastlanmıştır.

Genişleme-daralma sorularının çözümünde genişleme yerine daralma veya tersinin yapılması gibi hatalar bulunmaktadır. Deney grubu öğrencileri bahsedilen hataları daha az yapmışlardır ve bu konuda daha başarılı olmuşlardır. Bu öğrenciler program sayesinde k.f(x) formülündeki k sayısının 1'den büyük veya 0 ile 1 arasında olduğu zaman y=f(x) fonksiyonunun grafiğinin nasıl bir dönüşüm geçirdiğini kontrol grubuna göre daha iyi anlamlandırıp, ne zaman genişleme ve daralma yapacaklarını daha iyi kavramış olabilirler. Deney grubu öğrencilerinin genişleme-daralma ile ilgili genelleme sorularını çözerken 17 öğrenciden sadece 2'sinin hata yapması bu yorumu destekler niteliktedir.

Sonuç olarak, uygulamanın ilk konusu olan simetri dönüşümünden son konusu olan genişleme-daralma dönüşümüne doğru deney grubu öğrencilerinin başarılarının arttığı, kontrol grubu öğrencilerinin ise başarılarının düştüğü gözlemlenmektedir. Bu sonuca Autograph programı kullanımın etki ettiği düşünülebilir. Deney grubu ilk haftalarda programa yeterince hakim olamadığından ilk konuda yeterince başarı

göstererememiş, zaman içinde programın kullanımına alıştıkça programı daha etkin kullanarak daha yüksek başarı göstermiş olabilir. Buna ek olarak, deney grubu görüşmelere de yansıdığı şekliyle, Autograph programının kullanımıyla matematik dersine karşı daha ilgili ve motive bir hale gelmiş, bu da dersi daha iyi dinlemelerine ve verilen görevleri daha iyi yerine getirmelerine neden olmuş olabilir.

Diğer yandan, nitel analizler her üç dönüşümle ilgili olarak benzer hatalara her iki grupta da rastlandığını göstermektedir. Bu hataların fonksiyonlarda değişken kavramı ile ilgili hatalar olduğu görülmektedir. Autograph programının etkin kullanımı değişken kavramının daha iyi anlamlandırılmasına ve değişkenler üzerine dönüşümler gerçekleştirirken daha az hata yapılmasına katkı sağlayabilir (Bos, 2007; Stacey, 2007). Bu çalışmada bu yönde bir etki net olarak gözlemlenememiştir. Bunun nedeni olarak çalışma süresi ve çalışmanın planlanış biçimi gösterilebilir. Tarmizi, Yunus, Ayub ve Bakar (2009)'ın belirttiği gibi bu yönde bir etki gözlemlemek için çalışmanın daha uzun soluklu planlanması, daha kapsamlı ders içeriklerinin oluşturulması ve öğretmenin rolünün daha iyi modellenmesi gerekmektedir.

Öneriler

Araştırma sonuçlarına göre Autograph programı zor olan bazı dönüşüm konularının anlatılmasında örneğin fonksiyonların grafiklerinde genişleme-daralma konusunun öğretilmesinde, öğrencilerin konuya ilgilerini çekmede etkili bir yöntem olarak kullanılabilir. Yurt dışında pek çok öğretmen tarafından etkili bir şekilde kullanılan Autograph programının ülkemizdeki matematik öğretmenlerine tanıtımı yapılıp derslerinde kullanmaları veya öğretmen adaylarının bu programı eğitimleri sürecince çeşitli aktivitelerle öğrenmeleri ve programı bilen bir birey olarak mezun olmaları sağlanabilir.

Bu çalışmada fonksiyonların grafiklerinde simetri, öteleme ve genişleme-daralma konularının hepsi küçük bir örneklem üzerinden gerçekleştirilmiştir. Yapılacak araştırmalarda daha büyük örneklemle bu konulara ayrı ayrı odaklanıp incelemeler yapılabilir. Buna ek olarak, bu çalışmada dersin öğretmenine Autograph programı uygulama öncesi tanıtılmış ve öğretmen programı uzun bir süre derslerinde kullanarak kendi Autograph temelli öğretim teknik ve stratejilerini geliştirememişti. İleriki çalışmalarda öğretmenlere daha iyi bir eğitim verilip, öğretmenlerin kendi teknik ve

stratejilerini geliştirdikten sonra araştırma süreci planlanabilir. Benzer şekilde, Autograph temelli ders içerikleri dersin öğretmeni ile birlikte daha detaylı şekilde hazırlanıp dersler daha detaylı şekilde planlanabilir.

Diğer yandan, bu çalışma kısmen kısa süreli bir çalışmadır. Kısa süreli çalışmalarda Autograph gibi bir teknolojik aracın öğrenci başarısına etkisi hemen gözlenemeyebilir. Öğrencilerin programın özelliklerini daha iyi tanımalarına ve programı daha iyi kullanmalarına imkan tanınıp, Autograph programı ile derslerin işlenmesine tam olarak alıştıkları daha uzun çalışmalar yapılabilir. Böylece programın öğrenci başarısına ne derece etki ettiği daha iyi ölçülebilir. Ayrıca, bu tarz bir çalışmada öğrencilerin programı nasıl kullandıkları süreç içinde gözlenebilir. Böylelikle öğrencilerin programı kullanım şekilleri ile başarıları arasındaki ilişki de incelenebilir.

EKLER

EK A KAVRAMSAL BİLGİ DEĞERLENDİRME TESTİ

Öğrencinin

Adı – Soyadı: ……

Numarası: …….

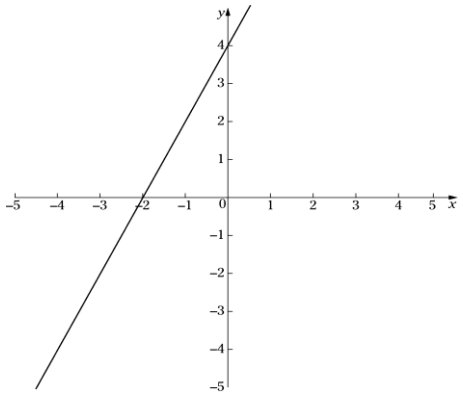
Sınıfı: ……

Bu sınav kâğıdında fonksiyonların simetrileri ve cebirsel özellikleriyle ilgili 14 soru bulunmakta ve 4 sayfadan oluşmaktadır. Sınav süresi **50** dakikadır. **Cevaplarınızı mutlaka size verilen soru kâğıdındaki ilgili yerlere soruda sizden istenilen şekilde yapınız.** Sınav sonunda kâğıtlarınızı lütfen sınav gözetmenine teslim ediniz.

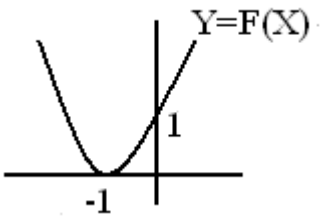
Tek bir dönüşüm içeren sorular **1**, iki tane dönüşüm içeren sorular ise **2** puandır. İki dönüşümden herhangi biri doğru yapılırsa **1** puan verilecektir.

Başarılar dilerim
Mehmet ZENGİN

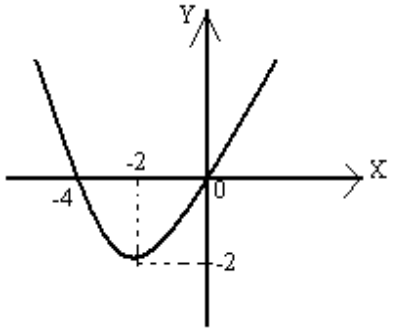
1.) Aşağıdaki grafik $y = f(x) = 4 + 2x$ fonksiyonunun grafiği olduğuna göre, $y = f(-x)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.



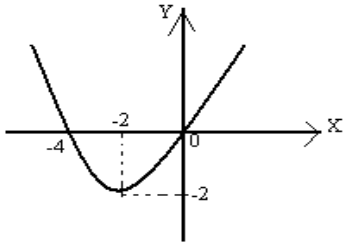
2.) Aşağıdaki grafik $y = f(x) = (x+1)^2$ fonksiyonunun grafiği olduğuna göre, $y = -f(x)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.



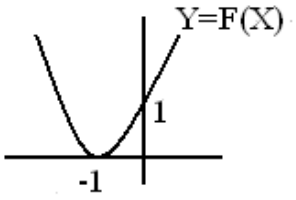
3.) Aşağıdaki grafik $y = f(x) = \frac{1}{2}(x^2 + 4x)$ fonksiyonunun grafiği olduğuna göre, $y = \frac{-1}{2} f(x)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.



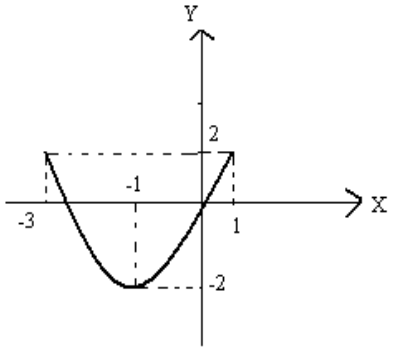
4.) Aşağıdaki grafik $y = f(x) = \frac{1}{2}(x^2 + 4x)$ fonksiyonunun grafiği olduğuna göre, $y = f(x-3)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz



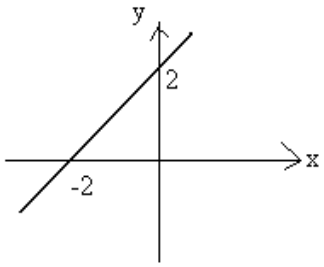
5.) Aşağıdaki grafik $y = f(x) = (x+1)^2$ fonksiyonunun grafiği olduğuna göre, $y = f(x) + 4$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.



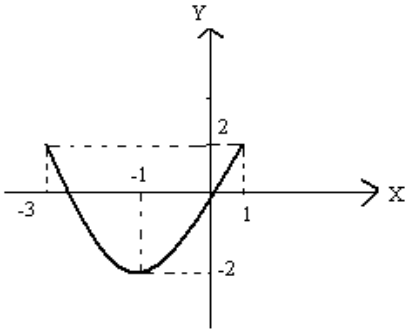
6.) Aşağıdaki grafik $y = f(x) = (x+1)^2 - 2$ fonksiyonunun grafiği olduğuna göre, $y = 2f(x)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.



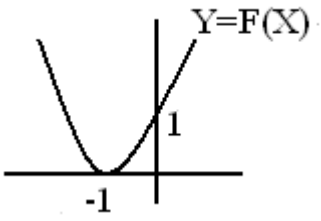
7.) Aşağıdaki grafik $y = f(x) = x + 2$ fonksiyonunun grafiği olduğuna göre, $y = 2f(-x)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.



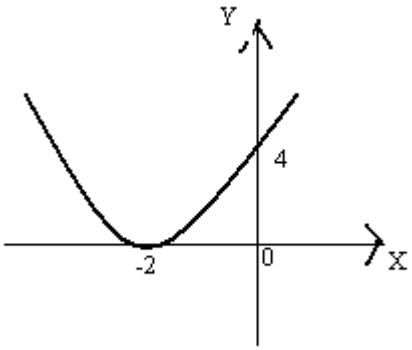
8.) Aşağıdaki grafik $y = f(x) = (x+1)^2 - 2$ fonksiyonunun grafiği olduğuna göre, $y = \frac{1}{2} f(x)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.



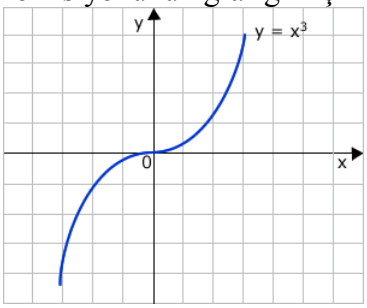
9.) Aşağıdaki grafik $y = f(x) = (x+1)^2$ fonksiyonunun grafiği olduğuna göre, $f(x+1)-2$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.



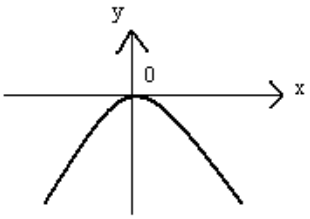
10.) Aşağıdaki grafik $y = f(x) = (x+2)^2$ fonksiyonunun grafiği olduğuna göre, $y = f(-x-2)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.



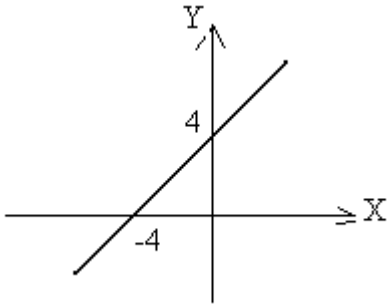
11.) Aşağıdaki grafik $y = f(x) = x^3$ fonksiyonunun grafiği olduğuna göre, $y = f(x+3)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.



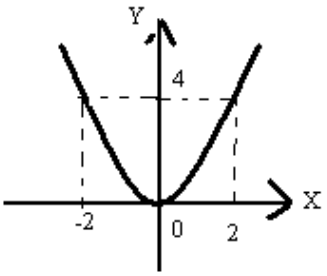
12.) Aşağıdaki grafik $y = f(x) = -x^2$ fonksiyonunun grafiği olduğuna göre, $y = f(x)-2$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.



13.) Aşağıdaki grafik $y = f(x) = x + 4$ fonksiyonunun grafiği olduğuna göre, $y = -f(-x)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.



14.) Aşağıdaki grafik $y = f(x) = x^2$ fonksiyonunun grafiği olduğuna göre, $y = 2f(x-2)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.



EK B SİMETRİ KONU DEĞERLENDİRME TESTİ

1.) Aşağıdaki tabloda boş bırakılan yerleri doldurunuz.

A noktası	A nın x eksenine göre simetriği	A nın y eksenine göre simetriği
(3,4)		
(-2,1)		
(-6,0)		
(0,2)		

(-1,-3)		
(2,-a)		

2.) Köşeleri A(3,1), B(5,3), C(4,4) ve D(2,2) noktaları üzerinde olan dikdörtgeni çizip x ve y eksenine göre simetriğini bulunuz.

3.) (1,0), (0,1) ve (2,1) noktalarından geçen grafiği çiziniz. Bu grafiğin x eksenine göre simetriğini gösteriniz.

4.) $y = x$ grafiğini çiziniz ve x eksenine göre simetriğini aldıktan sonra elde edilen grafiğin denklemini yazınız.

5.) $y = x^2$ grafiğini çiziniz ve x eksenine göre simetriğini aldıktan sonra elde edilen grafiğin denklemini yazınız.

6.) (x,y) noktası $y = f(x)$ fonksiyonunun grafiği üzerinde bir nokta olsun. (x,y) noktasının x eksenine göre simetriğini bulunuz.

7.) 6.sorudan yararlanarak $y = f(x)$ fonksiyonunun x eksenine göre simetriğini tahmin ediniz ve denklemini yazınız.

8.) $y = x$ grafiğini çiziniz ve y eksenine göre simetriğini aldıktan sonra elde edilen grafiğin denklemini yazınız.

9.) (x,y) noktası $y = f(x)$ fonksiyonunun grafiği üzerinde bir nokta olsun. (x,y) noktasının y eksenine göre simetriğini bulunuz.

10.) 9.sorudan yararlanarak $y = f(x)$ fonksiyonunun y eksenine göre simetriğini tahmin ediniz ve denklemini yazınız.

EK C GENİŞLEME VE DARALMA KONU DEĞERLENDİRME TESTİ

1.) $f(x) = x$ grafiğini kullanarak $f(x) = 2x$ grafiğini çiziniz.

2.) $f(x) = x$ grafiğini kullanarak $f(x) = \frac{1}{2}x$ grafiğini çiziniz.

3.) $f(x) = x$ grafiğini kullanarak $f(x) = -2x$ grafiğini çiziniz.

4.) $f(x) = x$ grafiğini kullanarak $f(x) = -\frac{1}{2}x$ grafiğini çiziniz.

5.) $f(x)=x^2$ grafiğini kullanarak $f(x)=2x^2$ grafiğini çiziniz.

6.) $f(x)=x^2$ grafiğini kullanarak $f(x)=\frac{1}{2}x^2$ grafiğini çiziniz.

7.) $f(x)=x^2$ grafiğini kullanarak $f(x)=-2x^2$ grafiğini çiziniz.

8.) $f(x)=x^2$ grafiğini kullanarak $f(x)=-\frac{1}{2}x^2$ grafiğini çiziniz.

9.) $k>1$ olmak üzere $y=k.f(x)$ eğrisinin grafiğini $y=f(x)$ eğrisi kullanılarak nasıl çizilebileceğini tahmin etmeye çalışınız ve bulduğunuz sonucu yazınız.

10.) $0<k<1$ olmak üzere $y=k.f(x)$ eğrisinin grafiğini $y=f(x)$ eğrisi kullanılarak nasıl çizilebileceğini tahmin etmeye çalışınız ve bulduğunuz sonucu yazınız.

EK D ÖTELEME KONU DEĞERLNDİRME TESTİ

1.) $y=x^2$ grafiğini çiziniz. Bu grafiği kullanarak $y=x^2+2$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.

2.) $y=x$ grafiğini çiziniz. Bu grafiği kullanarak $y=x+2$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.

3.) $c>0$ olmak üzere, $y=f(x)$ in grafiği verildiğinde $y=f(x)+c$ nin grafiğinin nasıl çizileceğini tahmin ediniz.

4.) $y=x^2$ grafiğini çiziniz. Bu grafiği kullanarak $f(x)=x^2-2$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.

5.) $y = x$ grafiğini çiziniz. Bu grafiği kullanarak $y = x - 2$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.

6.) $c > 0$ olmak üzere, $y = f(x)$ in grafiği verildiğinde $y = f(x) - c$ nin grafiğinin nasıl çizileceğini tahmin ediniz.

7.) $f(x) = x$ grafiğini kullanarak $f(x + 2)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.

8.) $f(x) = x$ grafiğini kullanarak $f(x - 2)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.

9.) $f(x) = x^2$ grafiğini kullanarak $f(x + 2)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.

10.) $f(x) = x^2$ grafiğini kullanarak $f(x - 2)$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.

11.) $c > 0$ olmak üzere, $y = f(x)$ in grafiği verildiğinde $f(x + c)$ nin grafiğinin nasıl çizileceğini tahmin ediniz

12.) $c > 0$ olmak üzere, $y = f(x)$ in grafiği verildiğinde $f(x - c)$ nin grafiğinin nasıl çizileceğini tahmin ediniz

EK E **ARAŞTIRMA İZNİ**

T.C.
BALIKESİR VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 98703519/100/5143977 10/11/2014
Konu: Mehmet ZENGİN'in araştırma izni

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Genel Sekreterlik)

İlgi :31.10.2014 tarihli ve 11926 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Yüksek Lisans Programı öğrencisi Mehmet ZENGİN'in Özel Balıkesir Fırat Anadolu Lisesi ve Özel Balıkesir Fırat Fen Lisesi 10. Sınıf öğretmenleri ve öğrencileri ile yüksek lisans tezini hazırlamak üzere test çalışması uygulamasının uygun görüldüğüne dair Valilik Makamının 07.11.2014 tarihli ve 5135172 sayılı onayı ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

GELEN EVRAK
Kayıt No: 17.11.2014
Kayıt Tarihi: 2182

Yusuf CENGİZ
Vali a.
İl Milli Eğitim Müdürü

EKLER :
1- Valilik Onayı (1 Sayfa)

Anadolu Üniversitesi Rektörlüğü
Evrak Kayıt Servisi
K. TARİHİ: 17 Kasım 2014
K. NOSU: 10624

Güvenli Elektronik İmzalı
Aslı ile Aynıdır.
10 Kasım 2014
Emin AYGÖ
V.H.K.İ

1- Epst. B/. Eas Md
Y.İ.Md.

Kasaplar Mh. Eski Sındırgı Cad. No:1-10100 BALIKESİR
Elektronik Ağ:balikesir.meb.gov.tr
e-posta: ozelogretim10@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: Hasan OKUR VHKİ
Tel: (0 266 2396273
Faks: (0 266) 2390735

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. http://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden c735-8fcb-3d62-8822-c6d6 kodu ile teyit edilebilir.

EK F **DERS PLANI 1**

Konu: Fonksiyon grafiklerinde yansıma simetrisi

Düzey: 10.Sınıf

Süre: 240 Dakika

Öğrenci Sayısı: 18

Kazanımlar: Bir fonksiyonun grafiğinden, yansıma simetrisi dönüşümleri yardımı ile yeni fonksiyon grafikleri çizer. y = -*f*(*x*) *ve y* = *f*(-*x*)

Öğrenme Materyalleri: Simetri Konu Değerlendirme Testi, Akıllı Tahta, Autograph.

Öğrenme-Öğretme Strateji ve Yöntemi: Autograph Temelli Matematik Eğitimi, Tartışma, Problem Çözme

Öğretme-Öğrenme Süreci:

Akıllı tahtaya aşağıdaki fonksiyonların denklemleri yazılır. Autograph yardımıyla sırasıyla bu fonksiyonların grafikleri çizilir. Öğrencilere *y* = -*f*(*x*) *ve y* = *f*(-*x*) fonksiyonlarının grafiklerinin $y = f(x)$ fonksiyonunun grafiğini kullanılarak nasıl çizilebilecekleri sorusu sorularak öğrencilerin akıl yürütmeleri sağlanır.

Soru 1: $\boldsymbol{y = f(x) = x^3}$ veriliyor. *y* = -*f*(*x*) *ve y* = *f*(-*x*) fonksiyonlarının grafiklerini çiziniz.

Soru 2: $\boldsymbol{y = f(x) = \frac{1}{x}}$ veriliyor. *y* = -*f*(*x*) *ve y* = *f*(-*x*) fonksiyonlarının grafiklerini çiziniz.

İlk olarak birinci soru tahtaya yazılır ve verilen fonksiyonun grafiği Autograph yardımıyla öğretmen tarafından çizilir. Öğrencilerin problemi tartışarak, çözüme yönelik akıl yürütmeleri için yeterli süre verilir. Söz almak isteyen öğrencilere söz hakkı verilerek fikirleri alınır. Öğrencilerin cevaplarını not etmesi istenir. Daha sonra öğretmen Autograph programını kullanarak yeni fonksiyon grafiklerini sırayla çizer. Öğretmen grafikleri çizerken programda bu konu için hangi modülü nasıl kullanacaklarını da öğrencilere gösterir. Öğrencilerden, elde edilen yeni grafiklerle $y = f(x)$ fonksiyonunun grafiğinin karşılaştırılması istenir. İki grafik arasında ne tür farklar olduğu program üzerinde açıkça gösterilir. Benzer şekilde ikinci soru çözülür.

Son aşamada öğrencilere simetri konu değerlendirme testi verilir. Öğrencilerin bilgisayar laboratuarında Autograph programını kullanarak testteki soruları çözmeleri istenir. Öğrencilere testteki soruları çözmeleri için 80 dakika süre verilir. Sürenin bitiminde öğrencilerin cevap kâğıtları toplanır.

EK G **DERS PLANI 2**

Konu: Fonksiyon grafiklerinde öteleme

Düzey: 10.Sınıf

Süre: 240 Dakika

Öğrenci Sayısı: 18

Kazanımlar: Bir fonksiyonun grafiğinden, öteleme dönüşümleri yardımı ile yeni fonksiyon grafikleri çizer. $y = f(x)+b$, $y = f(x)-b$, $y = f(x+a)$, $y = f(x-a)$

Öğrenme Materyalleri: Öteleme Konu Değerlendirme testi, Akıllı Tahta, Autograph.

Öğrenme-Öğretme Strateji ve Yöntemi: Autograph Temelli Matematik Eğitimi, Tartışma, Problem Çözme

Öğretme-Öğrenme Süreci:

Akıllı tahtaya aşağıdaki fonksiyonların denklemleri yazılır. Autograph yardımıyla sırasıyla bu fonksiyonların grafikleri çizilir. Öğrencilere $y = f(x) + 3$, $y = f(x) - 3$ ve $y = f(x + 3), y = f(x - 3)$ fonksiyonlarının grafiklerinin $y = f(x)$ fonksiyonunun grafiğini kullanılarak nasıl çizilebilecekleri sorusu sorularak öğrencilerin akıl yürütmeleri sağlanır.

Soru 1: $\boldsymbol{y = f(x) = 2x^2}$ veriliyor. $y = f(x) + 3$, $y = f(x) - 3$ ve $y = f(x + 3), y = f(x - 3)$ fonksiyonlarının grafiklerini çiziniz.

Soru 2: $\boldsymbol{y = f(x) = -x^2}$ veriliyor. $y = f(x) + 2$, $y = f(x) - 2$ ve $y = f(x + 2), y = f(x - 2)$ fonksiyonlarının grafiklerini çiziniz.

İlk olarak birinci soru tahtaya yazılır ve verilen fonksiyonun grafiği Autograph yardımıyla öğretmen tarafından çizilir. Öğrencilerin problemi tartışarak, çözüme yönelik akıl yürütmeleri için yeterli süre verilir. Söz almak isteyen öğrencilere söz hakkı verilerek fikirleri alınır. Öğrencilerin cevaplarını not etmesi istenir. Daha sonra öğretmen Autograph programını kullanarak yeni fonksiyon grafiklerini sorudaki sırayla çizer. Öğretmen grafikleri çizerken programda bu konu için hangi modülü nasıl kullanacaklarını da öğrencilere gösterir. Öğrencilerden, elde edilen yeni grafiklerle $y = f(x)$ fonksiyonunun grafiğinin karşılaştırılması istenir. Ötelemelin hangi yönlerde olduğu öğrencilerle tartışarak sonuca bağlanır. İki grafik arasında ne tür farklar olduğu program üzerinde açıkça gösterilir. Benzer şekilde ikinci soru çözülür.

Son aşamada öğrencilere öteleme konu değerlendirme testi verilir. Öğrencilerin bilgisayar laboratuarında Autograph programını kullanarak testteki soruları çözmeleri istenir. Öğrencilere testteki soruları çözmeleri için 80 dakika süre verilir. Sürenin bitiminde öğrencilerin cevap kâğıtları toplanır.

EK H DERS PLANI 3

Konu: Fonksiyon grafiklerinde genişleme-daralma

Düzey: 10.Sınıf

Süre: 240 Dakika

Öğrenci Sayısı: 18

Kazanımlar: Bir fonksiyonun grafiğinden, genişleme-daralma dönüşümleri yardımı ile yeni fonksiyon grafikleri çizer. $y = kf(x)$

Öğrenme Materyalleri: Genişleme-Daralma Konu Değerlendirme Testi, Akıllı Tahta, Autograph.

Öğrenme-Öğretme Strateji ve Yöntemi: Autograph Temelli Matematik Eğitimi, Tartışma, Problem Çözme

Öğretme-Öğrenme Süreci:

Akıllı tahtaya aşağıdaki fonksiyonların denklemleri yazılır. Autograph yardımıyla sırasıyla bu fonksiyonların grafikleri çizilir. Öğrencilere $y = 3f(x), y = \frac{1}{3}f(x),$ $y = -3f(x)$ ve $y = -\frac{1}{3}f(x)$ fonksiyonlarının grafiklerinin $y = f(x)$ fonksiyonunun grafiğini kullanılarak nasıl çizilebilecekleri sorusu sorularak öğrencilerin akıl yürütmeleri sağlanır.

Soru 1: $\boldsymbol{y = f(x) = x}$ veriliyor. $y = 3f(x),\ y = \frac{1}{3}f(x),\ y = -3f(x)$ ve $y = -\frac{1}{3}f(x)$ fonksiyonlarının grafiklerini çiziniz.

Soru 2: $\boldsymbol{y = f(x) = x^3}$ veriliyor. $y = 2f(x),\ y = \frac{1}{2}f(x), y = -2f(x)$ ve $y = -\frac{1}{2}f(x)$ fonksiyonlarının grafiklerini çiziniz.

İlk olarak birinci soru tahtaya yazılır ve verilen fonksiyonun grafiği Autograph yardımıyla öğretmen tarafından çizilir. Öğrencilerin problemi tartışarak, çözüme yönelik akıl yürütmeleri için yeterli süre verilir. Söz almak isteyen öğrencilere söz hakkı verilerek fikirleri alınır. Öğrencilerin cevaplarını not etmesi istenir. Daha sonra öğretmen Autograph programını kullanarak yeni fonksiyon grafiklerini çizer. Öğretmen grafikleri çizerken programda bu konu için hangi modülü nasıl kullanacaklarını da öğrencilere gösterir. Öğrencilerden, elde edilen yeni grafiklerle $y = f(x)$ fonksiyonunun grafiğinin karşılaştırılması istenir. Öğrencilerin karşılaştırma yaparken fonksiyon denkleminin katsayısının tamsayı ve rasyonel sayı olduğu durumlara odaklanması istenilir. İki grafik arasında ne tür farklar olduğu program üzerinde açıkça gösterilir. Benzer şekilde ikinci soru çözülür.

Son aşamada öğrencilere genişleme-daralma konu değerlendirme testi verilir. Öğrencilerin bilgisayar laboratuarında Autograph programını kullanarak testteki soruları çözmeleri istenir. Öğrencilere testteki soruları çözmeleri için 80 dakika süre verilir. Sürenin bitiminde öğrencilerin cevap kâğıtları toplanır.

EK I KAVRAMSAL BİLGİ DEĞERLENDİRME TESTİ BELİRTKE TABLOSU

Kazanım Düzeyi / Konu	Bilgi	Kavrama	Uygulama	Analiz	Sentez	Değerlendir	Toplam	Yüzdelik
1. Fonksiyon Grafiklerinde Yansıma **Kazanım:** Bir fonksiyonun grafiğinden, yansıma simetrisi dönüşümleri yardımı ile yeni fonksiyon grafikleri çizer.		2 (1,2)	4 (3,7,10,13)				6	%33
2. Fonksiyon Grafiklerinde Öteleme **Kazanım:** Bir fonksiyonun grafiğinden, öteleme dönüşümleri yardımı ile yeni fonksiyon grafikleri çizer.		4 (4,5,11,12)	3 (9,10,14)				7	%39
3. Fonksiyon Grafiklerinde Genişleme-Daralma **Kazanım:** Bir fonksiyonun grafiğinden, genişleme-daralma dönüşümleri yardımı ile yeni fonksiyon grafikleri çizer.		2 (6,8)	3 (3,7,14)				5	%28
Toplam (%)		8 %44	10 %56				18	

Parantez içindeki sayılar kazanımı ölçen sorunun KBDT içindeki numarasını göstermektedir.

EK J ÖĞRENCİ GÖRÜŞME FORMU

Öğrencinin Adı-Soyadı:

Soru 1: Autograph programını kullanmak matematik dersinde size nasıl yardımcı olmuştur?

……
……
……
……
……..

Soru 2: Normal derste mi yoksa Autograph ile yapılan derste mi daha çok eğlendiniz?

……
……
……
……
……

Soru 3: Ders esnasında ne tür sıkıntılarla karşılaştınız?

……
……
……
……
……..

KAYNAKÇA

Abu Bakar, K., Tarmizi, R., Ayub, A. & Yunus, A. (2009). Integration of autograph for

learning algebra. *European Journal of Social Sciences, 9*(1), 129-146.

Akkoç, H., Kurt, S. (2008). *Öğretmen adaylarının grafik hesap makinesi ile matematik öğretimi pratikleri.* Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Aksoy, Y., Bayazit, İ. (2009). Simetri kavramının öğrenim ve öğretiminde karşılaşılan zorlukların analitik bir yaklaşımla incelenmesi. E. Bingölbali, M. F. Özmantar (Ed.). *İlköğretimde karşılaşılan matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri* içinde *(*s.187-215). Ankara: Pegem Akademi.

Baki, A., Öztekin, B. (2003). Excel yardımıyla fonksiyonlar konusunun öğretimi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 11*(2), 325-338.

Ball, L. & Stacey, K. (2005).Teaching strategies for developing judious technology use. W. J. Masalski & P.C. Elliot (Ed.). *Technology-supported mathematics learning environments* içinde (s. 3-15). Reston, VA: NCTM.

Bayazıt, İ. (2010). Fonksiyonlar konusunun öğreniminde karşılaşılan zorluklar ve çözüm önerileri. M. F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed.). *Matematiksel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri* içinde (s.92-104). Ankara: Pegem Akademi.

Beyazit, İ., Aksoy, Y. (2013). Fonksiyon kavramı: Epistemolojisi, algı türleri ve zihinsel gelişimi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* 29(1), 1-9.

Beyazıt, İ. (2011). Öğretmen adaylarının grafikler konusundaki bilgi düzeyleri. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *10*(4), 1325-1346.

Bos, B. (2007). The effect of the texas instrument interactive instructional environment on the mathematical achievement of eleventh grade low achieving students. *Journal of Educational Computing Research, 37*(4), 351–368.

Butler, D. (2004). Time to think 3D. *Micro Math, 20*(1), 15.

Catley, A. (2003). Using autography in tynemouth college. *Micro Math, 9*(2), 25–29.

Conway, J. H., Burgiel, H. ve Strauss, G. C. (2008). *The symmetries of things*. Wallecy: AK Peters, Ltd.

Dreyfus, T., ve Eisenberg, T. (1990). *ZDM–Int. Rev. Math. Education,* 2**,** 53–59.

Driijvers, P. (2004). Learning algebra in a computer algebra environment. *International Journal for Technology in Mathematics Education, 11*(3), 77–90.

Eisenberg, T. (1991). Function and associated learning difficulties. D. Tall (Ed.). *Advanced mathematical thinking* içinde (s.140-152). Kluwer Academic Publishers.

Gurevich, I., Gorev, D. ve Barabash, M. (2005). The computer as an aid in the development of geometrical proficiency: A differential approach. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 36*(2–3), 287–302.

Gürbüz, R. (2008). Olasılık konusunun öğretiminde kullanılabilecek bilgisayar destekli bir materyal. *Mehmet Akif Ersoy Eğitim Fakültesi Dergisi,* 41–52.

Gürbüz, R. (2006). Olasılık kavramlarının öğretimi için örnek çalışma yapraklarının geliştirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi***,** *31*(1), 111–123.

Güveli, E. ve Güveli, H. (2001). Lise 1 fonksiyonlar konusunda web tabanlı örnek bir öğretim materyali.

Güven, B ve Karataş, İ. (2003). Bilgisayar donanımlı ortamlarda matematik öğrenme: Öğretmen adaylarının kazanımları

Hallett, D., Nunes, T. ve Bryant, P. (2010). Individual differences in conceptual and procedural knowledge when learning fractions. *Journal of Educational Psychology,102*(2), 395-406.

Hannafin, R. ve Foshay, W. (2008). Computer-based instruction's (CBI) rediscovered role in K-12: an evaluation case study of one high school's use of CBI to improve pass rates on high-stakes tests. *Educational Technology Research and Development, 56*(2), 147-160.

Hwang, W., Su, J., Huang, Y. ve Dong, J. (2007). A study of multi-representation of geometry problem solving with virtual manipulatives and whiteboard system. *Educational Technology & Society, 12*(3), 229-247.

Isiksal, M. ve Askar, P. (2005).The effect of spreadsheet and dynamic geometry software on the achievement and self-efficacy of 7th-grade students. *Educational Research, 47*(3), 333-350.

Kabaca, T., Çontay, E. ve İymen, E. (2011). Dinamik matematik yazılımı ile geometrik temsilden cebirsel temsile: Parabol. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30*(2), 101-110.

Kabael, T. U. (2010). Fonksiyon kavramı: Tarihi gelişimi, öğrenilme süreci, öğrenci yanılgıları ve öğretim stratejileri. *Tübav Bilim Dergisi, 3*(1), 128–136.

Karasar, N. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemi* (23.bs.). Ankara: Nobel Yayıncılık.

Kaput, J. (1999). Teaching and learning a new algebra. E. Fennema ve T. Romnberg (Ed.). *Mathematics classrooms that promote understanding* içinde (s.133-155).

Mahway: Lawrence Erlbaum.

Kebritchi, M., Hirumi, A. ve Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & Education, 55*(2), 427-443.

Kleiner, I. (1989). Evolution of the function concept: A brief survey. *The College Mathematics Journal, 20*(4), 282-300.

Knuchel, C. (2004). Teaching symmetry in the elementary curriculum. *Montana Math Enthusiast, 1*(1), 3–8.

Kutluca, T. ve Baki, A. (2013). Elektronik tablolama ve bilgisayar cebir sistemi yardımıyla bilgisayar destekli çalışma yapraklarının geliştirilmesi. *Journal of Theory and Practice in Education, 9*(4), 511-528.

Kutluca, T. ve Zengin, Y. (2011). Matematik öğretiminde geogebra kullanımı hakkında öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi,17*, 160-172.

Leikin, R., Berman, A. ve Zaslavsky, O. (2010). Applications of symmetry to problem solving. *International Journal of Mathematics Education Science and Technology, 31*(6), 799-809.

Mason, J. (1996). Expressing generality and roots of algebra. N. Bednarz, C. Kieran ve L. Lee (Ed.). *Approaches to algebra* içinde (s.65-86). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

MEB. (2013). *Ortaöğretim matematik dersi öğretim programı.* Ankara: MEB Basımevi.

National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics.* Reston, VA: NCTM.

O'callaghan, B. (1998). Computer-intensive algebra and students'conceptual knowledge of functions, *Journal for Research in Mathematics Education, 29*, 21–40.

Ploger, D. ve Hecht, S. (2009). Enhancing children's conceptual understanding of mathematics through chartworld software. *Journal of Research in Childhood Education, 23*(3), 267.

Polya, G. (1957). *How to solve it* (2nd ed.). Princeton: Princeton University Press.

Radford, L. (2006). Algebraic thinking and the generalization of patterns: A semiotic perspective. S. Alstorre, J.L. Cortina, M. Saiz, ve A. Mendez (Ed.). *Procedings*

of the 28th annual meeting of the north american chapter of the international group for the psychology of mathematics education içinde (s.2-21). Merida, Mexico: Universidad Pedagogica Nacional.

Ruiz, E. ve Lupianez, J. (2010). Use of dynamic geometry as a support to paper and pencil activities for comprehension of ratio and proportion topics. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 8*(1), 207–234.

Santos-Trigo, M. ve Cristobal-Escalante, C. (2008). Emerging high school students' problem solving trajectories based on the use of dynamic software. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 27*(3), 325–340.

Selden, A., Selden, J. (1992). Research perspectives on conception of functions: Summary and overview. G. Harel ve E. Dubinsky (Ed.). *The concept of function: Aspects of epistemology and pedagogy* içinde (s.1-16). Washington DC: Mathematical Association of America.

Sierpinska, A. (1992). On understanding the notion of function. MAA *Notes And Report Series, 25-58.*

Stacey, K. (2007, Haziran). *Using dynamic geometry software to motivate and assist problem solving in algebra.* Proceedings East Asia Regional Conference in Mathematics Education 4. Pulau Pinang.

Stacey, K., Burton, L. ve Mason, J. (1985). *Thinking mathematically*. England: Addison-Wesley Publishers.

Tekin, H. (1977). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme.* Ankara: Mars Matbaası.

Türk Dil Kurumu. (2005). *Türkçe sözlük.* Ankara

Tüzün, H. (2008). Fonksiyonlar konusunun oyun ortamında öğretilmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi.*

Wilkins, J. M. ve Ma, X. (2003). Modeling change in student attitude toward and beliefs about mathematics. *The Journal of Educational Research, 97*(1), 52-63.

Wong, C. (2001). Attitudes and achievements: Comparing computer-based and traditional homework assignments in mathematics. *Journal of Research on Technology in Education, 33*(5).

Yaglom, I. M. (1962). *Geometric transformations.* New York: Random House.

Yavuz, İ. ve Kepceoğlu, İ. (2010). Öğrencilerin fonksiyonlarda işlemler konusuna grafikler üzerinden yaklaşımlarının incelenmesi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakül-*

tesi Dergisi,20, 59-80.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (1999). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.