

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

GEOGEBRA DESTEKLİ ÖĞRETİMİN LİNEER CEBİR
DERSİNE AİT BAZI KONULARDA AKADEMİK BAŞARI
ÜZERİNE ETKİSİ

Osman KAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Doç. Dr. Süleyman SOLAK

Konya–2014

BİLİMSEL ETİK SAYFASI

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Öğrencinin	Adı Soyadı	Osman KAN	
	Numarası	118302051002	
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İlköğretim Matematik Eğitimi	
	Programı	Tezli Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/>	Doktora <input type="checkbox"/>
	Tezin Adı	Geogebra Destekli Öğretimin Lineer Cebir Dersine Art Bazı Konularda Akademik Başarı Üzerine Etkisi	

Bu tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

Osman KAN
Osman KAN

TEZ KABUL FORMU



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin	Adı Soyadı	Osman KAN	
	Numarası	118302051002	
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İlköğretim Matematik Eğitimi	
	Programı	Tezli Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/>	Doktora <input type="checkbox"/>
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Süleyman SOLAK	
Tezin Adı	Geometri Destekli Öğretimin Lineer Cebir dersine Ait Bazı Konularda Akademik Başarı Üzerine Etkisi		

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan başlıklı bu çalışma .04.10.2014 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Geo. Ders. Öğr. Lineer Cebir
Pers. Ait. Bazı Konularda
Akad. Baş. Üzerine Etkisi

Ünvanı, Adı Soyadı	Danışman ve Üyeler	İmza
Doç. Dr. Süleyman SOLAK	Danışman	
Doç. Dr. Adile Gül KURBANLI	üye	
Yrd. Doç. Dr. Ahmet CİHAĞIR	üye	

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen, yapıcı eleştirileriyle bana hep destek olan ve cesaret veren sayın danışmanım Doç.Dr. Süleyman SOLAK'a, yardımlarına ihtiyaç hissettiğim anlarda bana vakit ayıran Doç.Dr. Erhan ERTEKİN'e ve Arş. Gör. A.Kadir ÖNER'e, destek ve önerileriyle her zaman yanımda olan hocalarıma, dostlarıma, aileme ve özellikle eşime en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Ayrıca yüksek lisansım boyunca BİDEB 2210 Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı kapsamında çalışmalarına destek veren TÜBİTAK'a en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Osman KAN



T. C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Öğrencinin	Adı Soyadı	Osman KAN
	Numarası	118302051002
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İlköğretim / Matematik Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Süleyman SOLAK
	Tezin Adı	GeoGebra Destekli Öğretimin Lineer Cebir Dersine Ait Bazı Konularda Akademik Başarı Üzerine Etkisi

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, GeoGebra destekli öğretimin öğretmen adaylarının Lineer Cebir dersine ait bazı konulardaki akademik başarıları üzerine etkisini incelemektir. Çalışma, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinin İlköğretim Matematik Öğretmenliği programının 2.sınıfına kayıtlı 68 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Nicel yöntemlerin kullanıldığı bu çalışmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desenlerden eşleştirilmiş desen kullanılmıştır. Bu çalışmada ölçme aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen LCBT hem ön test hem de son test olarak kullanılmıştır. Ayrıca asıl uygulamalar sonunda GeoGebra yazılımının Lineer Cebir kavramlarını birbirleri ile ilişkilendirme ve bu kavramların geometrik özellikleri ile cebirsel özellikleri arasında ilişkileri keşfetme üzerine etkisini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen Geometrik Temsil ve İlişkilendirme Testi uygulanmıştır.

Öğretmen adaylarının Lineer Cebir dersine ait Vektör, Matris Cebiri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık, Lineer Denklem Sistemleri konularındaki akademik başarı düzeyleri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı ANCOVA ile analiz edilmiştir. GeoGebra destekli uygulamalar sayesinde öğretmen adaylarının Lineer Cebir dersine

ait Vektör, Matris Cebiri, Lineer Denklem Sistemleri ve Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konularındaki akademik başarı düzeyleri arasında deney grubu lehine anlamlı fark ($F_{(1,65)}=20,385$ $p<.05$, $\eta^2=.240$) bulunmuştur. Ayrıca GTİT testi sonuçları Bağımsız Örneklem t testi ile analiz edilmiştir. GeoGebra destekli uygulamalar sayesinde öğretmen adaylarının Lineer Cebir kavramlarını birbirleri ile ilişkilendirme ve bu kavramların geometrik özellikleri ile cebirsel özellikleri arasında ilişkileri keşfetme becerileri arasında anlamlı bir fark [$t(66)= 8.26$, $p<0.05$] bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: GeoGebra, Lineer Cebir, Lineer Bağımsızlık, Lineer Denklem Sistemleri, Geometrik Temsil



T. C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Öğrencinin	Adı Soyadı	Osman KAN
	Numarası	118302051002
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İlköğretim / Matematik Eğitimi
	Programı	Tezli Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Doç.Dr. Süleyman SOLAK
	Tezin İngilizce Adı	The Effect Of GeoGebra Assisted Instruction On Academic Achievement In Some Issues of Linear Algebra Course

SUMMARY

This study was conducted to investigate the effects of GeoGebra assisted instruction on academic achievement in some issues of Linear Algebra course. The sample consists of 68 second grade preservice elementary mathematics teachers from a state university in Turkey. The study's design is the matching only design from pretest – posttest quasi-experimental designs with control group. In this study a researcher-made questionnaire LCBT was applied as pretest and posttest. Moreover, at the end of main applications another researcher made questionnaire GTİT was applied to investigate the effects of GeoGebra on association of Linear Algebra concepts and studying out the relationships between geometric and algebraic properties of these concepts.

The test scores of the questions related to the vector, matrix, systems of linear equations and linear dependence/independence in LCBT was analysed with ANCOVA and significant difference between groups was found in favour of experimental group ($F_{(1,65)}=20,385$ $p<.05$, $\eta^2=.240$). Moreover, the test scores related to the questions in GTİT was analysed with Mann-Whitney U test and significant difference between groups was found in favour of experimental group ($t(66)= 8.26$, $p<0.05$).

Keywords: GeoGebra, Linear Algebra, Linear Independence, Systems of Linear Equations, Geometric Representation.

İçindekiler

BİLİMSEL ETİK SAYFASI	2
TEZ KABUL FORMU	3
TEŞEKKÜR	4
ÖZET	5
SUMMARY	7
İçindekiler	8
Tablolar Listesi	10
Şekiller Listesi	12
Ekler Listesi	13
KISALTMALAR.....	13
SİMGELER	13
BÖLÜM 1	14
Giriş	14
1.1. Problem Durumu	14
1.2. Problem Cümlesi	18
1.3. Alt Problemler	18
1.4. Araştırmanın Amacı.....	19
1.5. Araştırmanın Önemi	19
1.6. Varsayımlar.....	21
1.7. Sınırlılıklar	21
1.8. Tanımlar.....	22
BÖLÜM 2.....	23
KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE LİTERATÜR TARAMASI	23
2.1. Kavramsal Çerçeve	23
2.1.1. Bilgisayar Destekli Öğretim.....	23

2.2. İlgili Araştırmalar	28
2.2.1. GeoGebra Programının Kullanıldığı Araştırmalar.....	28
BÖLÜM 3.....	35
Yöntem	35
3.1. Araştırmanın Modeli.....	35
3.2. Katılımcılar	36
3.3. Veri Toplama Aracı ve Süreci	36
3.4. Veri Analizi	42
3.5. İşlem	44
BÖLÜM 4.....	49
Bulgular ve Yorumlar	49
4.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular.....	49
4.1.1. Deney ve Kontrol Grubunun LCBT Testinin Vektörler Konusu ile İlgili Maddelerinin Erişi Puanları Arasında Anlamlı Bir Fark Var Mıdır?	50
4.1.2. Deney ve Kontrol Grubunun LCBT Testinin Matris Cebiri Konusu ile İlgili Maddelerinin Erişi Puanları Arasında Anlamlı Bir Fark Var Mıdır?	52
4.1.3. Deney ve Kontrol Grubunun LCBT Testinin Lineer Denklem Sistemleri Konusu ile İlgili Maddelerinin Erişi Puanları Arasında Anlamlı Bir Fark Var Mıdır?	55
4.1.4. Deney ve Kontrol Grubunun LCBT Testinin Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık Konusu ile İlgili Maddelerinin Erişi Puanları Arasında Anlamlı Bir Fark Var Mıdır?	56
4.2. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular	57
4.2.1. GTİT Testindeki Geometrik Temsil İle İlgili Maddelerin Test Puanları Arasında Anlamlı Bir Fark Var Mıdır?	59
4.2.2. GTİT Testindeki Cebirsel Kavramların İlişkilendirilmesi İle İlgili Maddelerin Test Puanları Arasında Anlamlı Bir Fark Var Mıdır?.....	64

4.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular	68
4.3.1. Lineer Cebir Dersine Ait Vektörler, Matris Cebiri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık, Lineer Denklem Sistemleri” konularının öğretiminde GeoGebra Kullanımı Hakkında Öğrenci Görüşleri Nelerdir?.....	69
4.3.2. Öğretmen Adaylarının Konuların Öğretiminde Kullanılan GeoGebra Destekli Etkinlikler Hakkında Görüşleri Nelerdir?.....	70
BÖLÜM 5.....	75
Tartışma ve Sonuç	75
Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğretmen Adaylarının Lineer Cebir Dersine Ait Bazı Konularda Akademik Başarıları Üzerine Etkisi	75
Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğretmen Adaylarının Cebirsel Kavramları İlişkilendirme Ve Bu Kavramların Geometrik Özellikleri İle Cebirsel Özellikleri Arasındaki İlişkileri Keşfetme Becerileri Üzerine Etkisi.....	79
Öneriler	81
KAYNAKLAR.....	82
EKLER	92
ÖZGEÇMİŞ.....	99

Tablolar Listesi

Tablo 3.1. Ön test-Son test Eşleştirilmiş Kontrol Gruplu Desen.....	35
Tablo 3.2. LCBT’deki Alt Öğrenme Alanları ve Bu Alanlarla İlgili Madde Sayısı.....	37
Tablo 3.3. Vektörler Konusundaki Maddelerin Dağılımı.....	37
Tablo 3.4. Matris Cebiri Konusundaki Maddelerin Dağılımı.....	37
Tablo3.5. Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık Konusundaki Maddelerin Dağılımı	38
Tablo 3.6. Lineer Denklem Sistemleri Konusundaki Maddelerin Dağılımı... 38	
Tablo 3.7. Geometrik Temsil ve İlişkilendirme Testine Ait Maddelerin İlgili Oldukları Konu Başlıkları.....	39

Tablo 3.8. LCBT Testine Ait Ayırt Edicilik Gücü İndeksleri	41
Tablo 4.1. LCBT Son test Puanlarının Gruba Göre Betimsel İstatistikleri	49
Tablo 4.2. Önteste Göre Düzeltilmiş LCBT Son Test Puanlarına Ait ANCOVA Sonuçları	49
Tablo 4.3. Kontrol ve Deney Grubunun Vektörler Konusu İle İlgili Maddelere Ait Son Test Cevaplarının Frekansları.....	51
Tablo 4.4. Vektörler Konusu ile İlgili Maddelere İlişkin Mann-Whitney U testi Sonuçları	51
Tablo 4.5. Kontrol ve Deney Grubunun Matris Cebiri Konusu İle İlgili Maddelere Ait Son Test Cevaplarının Frekansları	52
Tablo 4.6. Matris Cebiri Konusu ile İlgili Maddelere İlişkin Mann-Whitney U testi Sonuçları	53
Tablo 4.7. Basit Matris İşlemleri Gerektiren Maddelere İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları	53
Tablo 4.8. Matrislerde Çarpma İşleminin Görsel Temsilleri ile İlgili Maddelere İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	54
Tablo 4.9. Lineer Denklem Sistemleri ile ilgili Maddelere İlişkin Son Test Cevaplarının Frekansları.....	55
Tablo 4.10. Lineer Denklem Sistemleri ile İlgili Maddelere Ait Mann-Whitney U testi Sonuçları.....	55
Tablo 4.11. Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık ile İlgili Maddelere Verilen Son Test Cevaplarının Frekansları	56
Tablo 4.12. Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık ile İlgili Maddelere Ait Mann-Whitney U Testi Sonuçları	57
Tablo 4.13. Kontrol ve Deney Grubu Geometrik Temsil Ve İlişkilendirme Testindeki Sorulara Ait Cevapların Frekansları	58
Tablo 4.14. Deney ve Kontrol Grubunun GTİT testi Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem İçin T Testi Sonuçları	58
Tablo 4.15. Kontrol ve Deney Grubunun Geometrik Temsil İle İlgili Maddelere Ait Cevaplarının Frekansları.....	59
Tablo 4.16. Deney ve Kontrol Grubunun Geometrik Temsil ile İlgili Madde Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları.....	60

Tablo 4.17. Kontrol ve Deneş Grubunun Cebirsel Kavramların İlişkilendirilmesi ile İlgili Maddelere Ait Cevaplarının Frekansları 64

Tablo 4.18. Deneş ve Kontrol Grubunun GTİT testi Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem İçin T Testi Sonuçları 65

Şekiller Listesi

Şekil 3.1. Geometrik Temsil ve İlişkilendirme Testine Ait Bazı Maddeler.....	39
Şekil 3.2. Geometrik Temsil ve İlişkilendirme Testine Ait Bir Madde	40
Şekil 3.3. Bir Skaler Çarpım Örneği	45
Şekil 3.5. Bir Lineer Bağımlılık Örneği	46
Şekil 3.6. Lineer Denklem Sistemlerinin Çözümleri	47
Şekil 3.7. Çarpımın Determinantı ile Determinantlar Çarpımı İlişkisi	48
Şekil 4.1. GTİT Testindeki Geometrik Temsillerle İlgili Ait Bazı Maddeler..	60
Şekil 4.2. Deneş Grubundaki Bir öğretmen Adayının Lineer Bağımlılıkla İlgili Maddelere Verdiği Cevaplar.....	61
Şekil 4.3. Kontrol Grubundaki Bir Öğretmen Adayının Lineer Bağımlılıkla İlgili Maddelere Verdiği Cevaplar	62
Şekil 4.4. GTİT Testine Ait Bazı Maddeler	62
Şekil 4.5. Deneş Grubundaki Bir Öğretmen Adayının Lineer Denklem Sistemleri İle İlgili Maddelere Verdiği Cevaplar	63
Şekil 4.6. Kontrol Grubundaki Bir Öğretmen Adayının Lineer Denklem Sistemleri İle İlgili Maddelere Verdiği Cevaplar	63
Şekil 4.7. GTİT Testindeki Cebirsel Kavramların İlişkilendirilmesi.....	65
İle İlgili Bir Madde.....	65
Şekil 4.8. Deneş Grubundaki Bir Öğretmen Adayının Lineer Denklem Sistemlerinin Çözümü İle İlgili Maddeye Verdiği Cevap	66
Şekil 4.9. Kontrol Grubundaki Bir Öğretmen Adayının Lineer Denklem Sistemlerinin Çözümü İle İlgili Maddeye Verdiği Cevap	66
Şekil 4.10. GTİT Testindeki Cebirsel Kavramların İlişkilendirilmesi.....	67
ile İlgili Bir Madde	67

Şekil 4.11. Deney Grubundaki Bir Öğretmen Adayının Lineer Bağımsızlık-Germe Şartı İle İlgili Bir Maddeye Verdiği Cevap.....	67
Şekil 4.12. Kontrol Grubundaki Bir Öğretmen Adayının Lineer Bağımsızlık - Germe Şartı İlişkisi İle İlgili Bir Maddeye Verdiği Cevap.....	68
Şekil 4.13. Vektörler Konusu ile İlgili Bir Etkinlik Örneği	70
Şekil 4.14. Lineer Denklem Sistemleri Konusu ile İlgili Bir Etkinlik Örneği .	71
Şekil 4.15. Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık Konusu ile İlgili Bir Etkinlik Örneği	72
Şekil 4.16. Matris Cebiri Konusu ile İlgili Bir Etkinlik Örneği.....	73

Ekler Listesi

Ek-1. LİNEER CEBİR BAŞARI TESTİ (LCBT).....	92
Ek-2. GEOMETRİK TEMSİL VE İLİŞKİLENDİRME TESTİ (GTİT)	97

KISALTMALAR

LCBT: Lineer Cebir Başarı Testi
GTİT: Geometrik Temsil ve İlişkilendirme Testi
SPSS: Statistical Package for the Social Sciences
NCTM: National Council of Teachers of Mathematics
MEB: Milli Eğitim Bakanlığı
ANCOVA: Kovaryans Analizi
DGY: Dinamik Geometri Yazılımı

SİMGELER

n: Katılımcı sayısı
%: Yüzde Oranı
\bar{X} : Aritmetik Ortalama
sd: Serbestlik derecesi
p: Anlamlılık Düzeyi
η^2 : Eta-kare
d : Etki Büyüklüğü

BÖLÜM 1

Giriş

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

1.1. Problem Durumu

Teknolojik gelişmelerin hayatımızın her alanındaki etkisinin hızla arttığı günümüzde, eğitimin bu etkiden uzak kalması mümkün değildir. Üretilen bilginin hızlı bir şekilde artması eğitim sürecinde birçok sorunun ortaya çıkmasına ve yeni çözüm yollarının araştırılmasına ve entegrasyonuna sebep olmuştur. Bu bağlamda eğitimde niteliğin gelişmesinde önemli rol oynayan yeni teknolojilerin eğitim kurumlarına girmesi zorunlu hale gelmiştir (Aktümen ve Kaçar, 2003).

Teknoloji, öğrencileri öğrenmeye istekli kılar. Onların geleceğin problem çözümleri ve teknoloji kullanıcıları olarak hazırlanmalarına yardım eder. Baldin'e (2002) göre teknoloji temelli etkinlikler, özellikle öğrencilerin kendi yaşantıları yoluyla matematik öğrenmelerine olanak sağlar. Matematik yazılımları kullanımı ile desteklenen eğitim durumları, öğrenmeye yardımcı özelliklerinin yanı sıra öğrencinin matematik bilgilerini birbirleriyle ilişkilendirerek içselleştirmesini sağlar (Aktaran: Tutkun vd., 2011).

Öğrencilere teknoloji destekli öğretim yapıldığında öğrenciler yüksek seviyede başarıya ve derse karşı artan bir pozitif ilgi ve tutuma ulaşırlar (Quesada ve Maxwell, 1994; Guckin ve Morrison, 1991; Ragen ve Smith, 1996).

Çağımızda bilgisayarlar, bilim ve teknolojiye hızlı gelişme içerisinde en önemli yere sahiptir. Bilgisayarlar artık insanların günlük hayatına girmiştir. İnsanlar hemen her yerde bilgisayarlarla karşılaşmakta ve etkileşim içinde olmaktadır. Dolayısıyla toplum içinde yerini bulduğu söylenebilecek bilgisayarların eğitimde kullanılmaması düşünülemez.

Bilgisayar destekli öğretim; bilgisayarın ders içeriklerini doğrudan sunma, başka yöntemlerle öğrenilenleri tekrar etme, problem çözme, alıştırmalar yapma ve benzeri etkinliklerde araç olarak kullanılmasını esas alan eğitim teknolojisi öğrenme-öğretme sistemidir (Hızal, 1992).

Uşun (2004) bilgisayar destekli öğretimde öğretmen konuyu işlerken, sahip olduğu donanım ve yazılım olanaklarına, öğreteceği konunun ve öğrencilerin özelliklerine ve belirlediği öğretim amaçlarına göre bilgisayarı değişik yer, zaman ve şekillerde kullanabileceğini belirterek bu kullanım alanlarını dört kategoride toplamıştır. Birincisi; öğretmen, konuyu geleneksel yöntemle sınıfta işler. Dersi kaçıran, başarısız olan ya da öğrenme ihtiyacı duyan öğrencilere konuyu bilgisayar yardımı ile öğrenme fırsatı sağlar. Yani bilgisayar burada, "özel öğretmen" görevini üstlenir. İkincisi; öğretmen, konuyu sınıfta işledikten sonra, değerlendirme çalışmalarını sınıfta bilgisayar yardımı ile yapabilir. Üçüncüsü; öğretmen, konuyu sınıfta işledikten sonra, alıştırmaya, uygulama ve değerlendirme çalışmaları bilgisayar yardımı ile yapabilir. Dördüncüsü; konu bilgisayar yardımı ile öğretilir. Öğretmen, öğrenme eksikliklerini tartışma yöntemi ile giderebilir, öğrencileri denetleyerek hatalarını düzeltebilir. Yani burada öğretmen, "danışman" rolünü üstlenmektedir (Aşkar ve Erden, 1986; Keser, 1988; Gürol, 1990; Demirel, 1994; Uşun, 2004).

Bilgisayar, matematik eğitiminde giderek artan bir şekilde kullanılmaktadır. Matematik eğitiminde reform hareketlerinin konu edildiği hemen her ortamda, bilgisayar, eğitim programlarının temel elemanı olarak ele alınmakta ve bu hareketlerin başarıya ulaşabilmesi için etkin bir şekilde kullanılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır (Heid, 1997).

Matematik eğitiminde bilgisayar kullanımı; araştırma, muhakeme etme, varsayımda bulunma ve genelleme gibi yüksek düzey zihinsel beceriler üzerine odaklanmalıdır (Wiest, 2001). Bilgisayarın soyut matematiksel işlemleri somutlaştırmak için sahip olduğu potansiyelin öğrencilerin anlamlı öğrenme deneyimleri kazanmalarına yardım edeceği düşünülmektedir (Baki, 2002).

Teknoloji kullanımı, üniversite eğitimi içinde de geniş bir yere sahiptir. Lavicza (2007) akademisyenlerin, okul öğretmenlerine göre daha az müfredat baskısı altında olduklarını, dolayısıyla öğretimlerine teknoloji entegrasyonu konusunda okul

öğretmenlerine göre daha çok seçenekleri olduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda bilgisayar destekli öğretimin etkili bir şekilde kullanılabileceği alanlardan birisi de muhakeme etme, varsayımda bulunma ve genelleme gibi yüksek düzey zihinsel beceriler gerektiren Lineer Cebir öğretimidir.

Lineer Cebir dersi, analiz dersiyle birlikte matematik ağırlıklı programların iki temel alanını oluşturur. Lineer Cebir dersinin soyut kavramlarının ve teoremlerinin öğrenilmesi ve öğretilmesi analiz dersine göre biraz daha farklılık gösterir.

Lineer Cebir'in tam ve kesin bir tanımını vermek zordur. Fakat, barındırdığı kümeler ve bunlar üzerinde tanımlanan fonksiyonlar dikkate alınarak çeşitli şekillerde sezgisel olarak nitelenebilecek tanımları yapılmıştır. Konyalıoğlu, İpek ve Işık (2003) Lineer Cebiri, kökeni lineer denklem sistemlerinin çözümüne dayanan ve vektör uzayı olarak adlandırılan soyut sistemlerle ilgili modern cebirin bir dalı olarak ifade etmektedirler. Yine, Dourier ve Sierpinska (2001) Lineer Cebiri, objeler üzerinde farklı kavramlar oluşturan ve farklı dillerle dolu bir dal olarak nitelendirmektedirler.

Lineer Cebirde yer alan kavramlar ve bu kavramlarla yapılan işlemler dikkate alındığında matematikteki farklı disiplin ve alanların birleşimi olarak ifade edilebileceğini söylemek mümkündür. Çok basit varlığına karşın çok önemli fikirler içeren Lineer Cebirin (Mostow and Sampson, 1969), sadece matematiğin kendi içerisinde değil aynı zamanda da diğer bilim dallarının gerek uygulama ve gerekse teorik gelişimindeki katkısı (Carlson, 1993; Çallıalp, 1994; Kuiper, 1963; Roman, 1984), Lineer Cebirin matematik içinde ve dışında en faydalı teorilerden biri olmasını sağlamıştır (Harel, 1987, 1989/a, 1989/b; Strang, 1988). Dolayısıyla Lineer Cebirin; matematiğin kendi içerisinde olduğu kadar yaşamın her alanında bulunması gerektiği olgusu (Harel, 1989/a) Lineer Cebir öğretimi çalışmalarına ağırlık verilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Lineer Cebir öğretimi üzerine yapılan araştırmalar göstermiştir ki; öğrenciler Lineer Cebirde hesaplamayı gerektiren işlemleri yapabilmelerine karşın, kavramları anlamada ve kavramlar arası ilişkileri kurmada güçlük yaşamaktadırlar (Dorier, 1998; Harel, 1989/b). Öğrencilerin, öncelikle matrislerle işlem yapma, determinant alma gibi hesaplamaları ve lineer denklem sistemlerinin çözümünü bulma gibi

işlemleri yapmada güçlük yaşamazken, alt vektör uzayı, bir kümenin gerdiği uzay ve lineer bağımlılık-bağımsızlık gibi kavramların öğrenimi söz konusu olduğunda zorlandıkları ve şaşırdıkları araştırmalarda belirtilmektedir (Wang, 1989; Dorier et al,1994; Harel, 1989/b; Carlson, 1993).

Bu dersi alan öğrenciler, Lineer Cebir dersinin kavramlarıyla daha önce öğrendikleri matematiğin diğer konuları arasında bağlantı kuramamaktan, bu kavramları somut olarak algılayamadıkları için tam olarak öğrenememekten ve daha önce hiç adını duymadıkları birçok kavramı ard arda öğrenmek zorunda kalmalarından şikâyetçi olmuşlardır (Dorier, 2002).

Teknolojik araçların çizimsel (grafiksel) gücü, öğrencilerin tek başlarına yapamayacakları görselleştirmeleri kolaylaştırır (NCTM, 2000). Ayrıca gelişen teknolojilerden bir tanesi olan bilgisayar ortamında kullanılan dinamik geometri yazılımları, öğrencilerin elektronik ortamlarda soyut matematiksel kavramları somutlaştırabilmelerine olanak sağlamaktadır. Böylece öğrenciler hesaplama, varsayımda bulunma, ispat yapma ve genelleme gibi soyut işlemleri etkin bir şekilde gerçekleştirebilmektedir (Baki, 2002).

Bu bağlamda teknoloji kullanımı soyut Lineer Cebir kavramlarını somutlaştırabilmeye, bu kavramların birbirleri ile ilişkilerini keşfetmeye ve bu kavramların cebirsel özellikleri ile ilgili genelleme yapmaya olumlu etkiler yapacağından Lineer Cebir öğretimi açısından önemlidir. Ayrıca birçok araştırmacı Lineer Cebir öğretiminde teknoloji desteğinin oldukça önemli olduğunu vurgulamaktadır (Aydın, 2007; Aydın, 2009a; Aydın, 2009b; Dikovic, 2007; Dorier, 2002; Pecuch-Herrero, 2000; Wu, 2004).

Dikovic (2007), geçmişte verdiği lineer cebir derslerinin ışığında, öğrencilerin sayısal, sembolik ve görsel gösterimlerini geliştirmek için teknoloji destekli Lineer Cebir öğretimini savunmuş ve lineer denklem sistemlerinin analitik ve özel çözümü, determinant ve matris sistemleri için bazı teknoloji destekli örnekler sunmuştur.

Pecuch-Herrero (2000) sınıflardaki geleneksel olmayan öğretim yaklaşımının ve teknolojiye deki değişimin ışığında Lineer Cebir öğretme ve öğrenme için farklı stratejiler geliştirmiştir. Bu araştırmada Arizona üniversitesi tarafından geliştirilen

LINALG programını kullanmıştır. Sonuçlara göre öğrencilerin Lineer Cebir başarılarının arttığı gözlemlenmiştir.

Lineer cebir öğretimi alanında yapılan araştırmalar teknoloji kullanımının bu alanda olumlu etkilerini açıkça ortaya koymaktadır. Bu çalışmada ise, özel olarak bir dinamik geometri yazılımı olan GeoGebra kullanımının soyut Lineer Cebir konularının öğretiminde fayda sağlayıp sağlamadığı ve öğrencilerin Lineer Cebir dersine ait Vektörler, Matris Cebiri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık, Lineer Denklem Sistemleri konularındaki akademik başarı düzeyleri üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla aşağıdaki problem ve alt problemlere cevap aranmıştır.

1.2. Problem Cümlesi

GeoGebra destekli öğretimin Lineer Cebir dersine ait bazı konularda öğretmen adaylarının akademik başarıları üzerine etkisi nasıldır?

1.3. Alt Problemler

1. Deney ve kontrol grubunun LCBT testine ait ön test puanları kontrol edildiğinde son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

1.1. Deney ve kontrol grubunun LCBT testinin Vektörler konusu ile ilgili maddelerinin erişim puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

1.2. Deney ve kontrol grubunun LCBT testinin Matris Cebiri konusu ile ilgili maddelerinin erişim puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

1.3. Deney ve kontrol grubunun LCBT testinin Lineer Denklem Sistemleri konusu ile ilgili maddelerinin erişim puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

1.4. Deney ve kontrol grubunun LCBT testinin Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konusu ile ilgili maddelerinin erişim puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

2. Deney ve kontrol grubunun GTİT testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

2.1 Deney ve kontrol grubunun GTİT testinin geometrik temsiller ile ilgili maddelerinin test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

2.2 Deney ve kontrol grubunun GTİT testinin ilişkilendirme ile ilgili maddelerin test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

3. Lineer Cebir dersine ait Vektörler, Matris cebiri, Lineer Denklem Sistemleri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konularının öğretiminde GeoGebra kullanımı hakkında öğrenci görüşleri nelerdir?

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim matematik öğretmenliği 2. Sınıf ders müfredatında bulunan Lineer Cebir dersine ait bazı konularda GeoGebra kullanımının akademik başarı üzerine etkisini incelemektir.

1.5. Araştırmanın Önemi

Teknolojinin gelişmesi, eğitim sisteminin yapısını ve eğitim ortamlarında uygulanan öğrenme-öğretme faaliyetlerini etkilemektedir. Eğitim-öğretimde bir reform yapılmak isteniyorsa, bir yenilik getirilmek isteniyorsa önce buna öğretmenlerin inanmaları ve bu yenilikleri sınıflarına taşıyabilecek şekilde yetiştirilmeleri gerekir (Baki vd., 2002).

Eğer öğretmen kullanacağı donanım ve yazılım hakkında yeterli bilgiye sahip değilse bilgisayar destekli matematik derslerini yürütmesi veya bilgisayar destekli matematik öğretimi materyallerini geliştirmesi o öğretmen için sonu belli olmayan bir maceraya dönüşür ki bu macerayı çok az öğretmen göze alır (Baki, 2001). Tüm bu koşullar göz önüne alındığında öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bu konudaki eğitimlerinin önemi ortaya çıkmaktadır.

Öğrenme ortamlarında teknolojinin kullanımı, hem eğitimin çağın gereklerine uygun olarak yürütülmesine, hem de bireylerin daha nitelikli yetişmesine imkân sağlamaktadır. Öğrenme ortamlarında en sık kullanılan teknolojilerin başında bilgisayar gelmektedir.

Öğretimin gün geçtikçe karmaşıklaşması, gelişmelere paralel olarak öğrenilecek bilgilerin artması, nitelikli ve çağdaş eğitim amacıyla, bilgisayarların eğitimde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Baki vd., 2004).

Etkili bir matematik eğitimi için bilgisayarların en önemli rolü; soyut matematik kavramlarını somutlaştırılarak bu kavramların öğrenilmesini kolaylaştırmasıdır (MEB 2005). Bilgisayarlar, matematiksel kavramları, öğrencilerin öğrenmeleri açısından ve öğretmenlerin anlatımı açısından büyük önem taşımaktadır.

Jean ve arkadaşları (1994) teknolojik materyal kullanımının, öğrencileri kavramları anlamaya yönlendirerek matematiksel yeteneklerinin gelişmesine katkıda bulunduğunu vurgulamışlardır. Bilgisayarların araç olarak kullanıldığı bir ortamda, bu araçların kullanımı ile oluşturulabilen örneğin nesnelerin hareketli olması gibi özellikler, matematiksel ilişkilerin incelenmesinde ve inşa edilmesinde ayrıca inşa yürüngelerinin keşiflerinde öğretmenlere yardımcı olabilir (Trigo ve Perez, 2010). Böyle bir ortamda öğrenci karmaşık problemleri çözebilir, çözüm yolları geliştirebilir, analiz yapabilir, varsayımda bulunarak genellemeler yapabilir. Daha da önemlisi kendine özgü tasarımlarda bulunarak yeni olguları keşfedebilir (Baki, 1996).

Dinamik öğrenme ortamları matematik öğrenmede öğrencilere yeni fırsatlar sunmakta ve özellikle yaparak öğrenmeyi ve keşfetme sürecini desteklemektedir. (Kabaca vd. 2010). DGY uygun yöntem ve pedagojik yaklaşımlarla kullanıldığında yüksek düzeyde zihinsel etkinlik gerektiren matematiksel bilgiler kurulmasını sağlar (Baki, 2000). Örneğin matematikte yer alan çeşitli hesaplamalar, modellemeler, grafikler elektronik ortama döküldükçe yeni sezgilere, tahminlere, genellemelere ve keşiflere yol açmaya yardımcı olur (Baki, 2002). GeoGebra yazılımı dinamik yapısı sayesinde birçok durumu test etme, genelleme, analiz yapma ve keşfetme imkânı sağlar. Ayrıca bu yazılım geometri-cebir geçişleri sırasında bir alanda yapılan değişikliği diğer alanda da uygulama özelliğini çift yönlü olarak sağlayabildiğinden benzerlerinden bir adım öne çıkmaktadır.

Lineer Cebir dersi genel soyut yapısı, kavramlarının öğrenilmesi ve bu kavramların birbirleriyle olan ilişkilerinin anlaşılması bakımından analiz yapma, varsayımda bulunma, test etme, genelleme yapma gibi üst düzey zihinsel beceriler gerektirdiği için bilgisayar destekli öğretim için ideal bir çalışma alanıdır.

Teknolojik materyallerin kullanılması, öğretmenlere gerçek dünya ile ilgili birçok uygulamayı derslerinde gösterme ve öğrencilere Lineer Cebiri daha kavramsal ve görsel olarak öğrenme olanağı sağlayan bir faktördür (Aydın, 2009) .

Bu çalışmada Lineer Cebir alanında analiz yapma, test etme, keşfetme ve genelleme yapma gibi üst düzey becerilere, GeoGebra yazılımı kullanılarak hazırlanmış etkinlikler ile cebirsel özelliklerin yazılımın geometrik temsillerinin kullanılarak keşfedilmesi, cebirsel bir kuralın her durumda geçerli olup olmadığının

yazılımın sürgü özelliği kullanılarak test edilmesi ve test edilen durumların sonucunda bir genelleme yapılması yoluyla erişilebileceği ve böylece ilköğretim matematik öğretmen adaylarının akademik başarılarına olumlu etki yapacak bir Lineer Cebir öğrenme öğretme süreci gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir. Lineer Cebir öğretimi alanında GeoGebra kullanımı ile ilgili daha önce herhangi bir çalışma yapılmadığından bu çalışmanın Lineer Cebir eğitimi adına faydalı olacağı ve farklı bir bakış açısı oluşturacağı düşünülmektedir.

1.6. Varsayımlar

- 1) Öğrencilerin ön test, son test ve görüşme sorularını samimiyetle cevapladıkları varsayılmıştır.
- 2) Araştırmada yer alan öğretmen adaylarının araştırma sürecindeki olası beklenmeyen değişkenlerden eşit ölçüde etkilenecekleri kabul edilmiştir.
- 3) Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının bilgisayara olan tutum ve ilgilerinin aynı seviyede olduğu varsayılmıştır.
- 4) Bilgisayarlı ortamlarda kız-erkek arasındaki algı farkı göz ardı edilmiştir.

1.7. Sınırlılıklar

- 1) Araştırma, yapıldığı 2013-2014 eğitim-öğretim yılı ile sınırlıdır.
- 2) Araştırma, Necmettin Erbakan Üniversitesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği programındaki öğrencilerle sınırlıdır.
- 3) Yapılan uygulamalar, Lineer Cebir Dersine ait Vektörler, Matris Cebiri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık, Lineer Denklem Sistemleri konuları ile sınırlıdır.

1.8. Tanımlar

Bilgisayar Destekli Öğretim: Bilgisayarın ders içeriklerini doğrudan sunma, başka yöntemlerle öğrenilenleri tekrar etme, problem çözme, alıştırmalar yapma ve benzeri etkinliklerde araç olarak kullanılmasını esas alan eğitim teknolojisi öğrenme-öğretme sistemidir (Hızal, 1992).

Dinamik Geometri Yazılımı: GeoGebra, Cabri Geometri, Cinderella Geometer's Sketchpad, gibi geometri için geliştirilmiş özel geometri yazılımları için tanımlanmış ortak terimdir (Moss, 2000, s.2). Dinamik geometri yazılımlarının en önemli ve onları diğer geometri yazılımlarından ayıran özellikleri, oluşturulan şekillerin çeşitli dönüşümler altında, taşınabilmesi, değiştirilebilmesi ve hareket ettirilebilmesidir (Hazzan, 1997).

GeoGebra: Açık kaynak kodlu bir dinamik matematik yazılımı olan GeoGebra, sembolik hesaplama kabiliyeti olan Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin (BCS) görselleştirme ve sembolik hesaplama yetenekleri ile Dinamik Geometri Sistemlerinin (DGS) değişebilirlik ve kullanım kolaylığı yeteneklerini birleştirmektedir. Böylece geometri, cebir hatta analiz matematiksel disiplinleri arasında bir köprü görevi görmektedir (Hohenwarter ve Jones, 2007; Preiner, 2008).

Lineer Cebir: Farklı özellikleri içeren çeşitli kavram ve sistemleri temsil eden soyut yapılarla ilgili bir cebir dalıdır.

BÖLÜM 2

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde çalışma ile ilgili kavramsal çerçeveye ve ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

2.1. Kavramsal Çerçeve

2.1.1. Bilgisayar Destekli Öğretim

Bilginin işlenmesi, üretilmesi, saklanması, kullanılması, paylaşılması ve yayılması süreçlerinin gerçekleştirilmesinde kullanılan tüm teknolojileri bilişim teknolojileri olarak adlandırabiliriz (Baki, 2002). Bilindiği gibi söz konusu bu teknolojiler de bilgisayar teknolojisine dayanmaktadır.

Bilgisayar kendisine girdi olarak verilen bilgileri işleyen, matematiksel işlemleri çok süratli bir şekilde sonuçlandıran, yeni bilgiler elde edebilen, mantıksal işlemler yapabilen, elde ettiği bilgileri saklayabilen bir teknolojidir. Bilgisayarların öğrenme – öğretme sürecinde kullanılmaya başlaması ile birlikte yeni bir deyim ile tanıştık. “Bilgisayar Destekli Öğretim” (BDÖ). Bilgisayar destekli öğretim, bilgisayarın ders içeriklerini doğrudan sunma, başka yöntemlerle öğrenilenleri tekrar etme, problem çözme, alıştırmalar yapma ve benzeri etkinliklerde araç olarak kullanılmasını esas alan eğitim teknolojisi öğrenme-öğretme sistemidir (Hızal, 1992).

Bunun dışında Demirel ve diğerleri (2003), bilgisayar destekli öğretimi aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

- Bilgisayar Destekli Öğretim, bilgisayarla öğretme sürecidir.
- BDÖ, öğretme aracı olarak bir bilgisayar programını kullanan bireysel öğretme sistemidir.
- BDÖ, bir bilgisayarı (ve bir bilgisayar programını) kullanan birisi tarafından öğrenilecek bilgi ve beceriler sunan eğitsel bir bilgisayar programıdır.
- BDÖ, bir alanın (matematik, fizik, kimya, yabancı dil vb.) öğretiminde bilgisayarın öğretmen ve öğrenciye yardımcı bir araç olarak kullanılmasını ifade etmektedir.

Başka bir deyişle, BDÖ öğretimde bilgisayarın, öğrencinin daha etkin öğrenmesini sağlamak amacıyla kullanılması demektir.

- BDÖ, “Öğrencinin bilgisayar başında, göreceği türlü tepkileri göz önünde bulundurarak hazırlanmış ders yazılımı ile karşılıklı etkileşimde bulunarak kendi öğrenme hızına göre kullanabileceği öğretim türü, bu soruna ilişkin uygulama ve araştırma alanı” olarak tanımlanabilir.

Öğrencinin karşılıklı etkileşim yoluyla eksiklerini ve performansını tanımasını, dönütler alarak kendi öğrenmesini kontrol altına almasını; grafik, ses, animasyon ve şekiller yardımıyla derse karşı daha ilgili olmasını sağlamak amacıyla eğitim-öğretim sürecinde, bilgisayardan yararlanma yöntemine kısaca bilgisayar destekli öğretim diyebiliriz.

NCTM (2000), teknolojinin öğretim sınıflarındaki temel bileşenlerden birisi olması gerektiğini belirtmiş, bu entegrasyon sürecinin, öğretilen konu içerikleri ve öğretici yaklaşımlarına etkisi yönüyle, öğrenme sürecine katkıda bulunacağını belirtmiştir. Bilgisayar destekli öğretim ortamında öğretmenler öğrencilerinden hemen geri bildirim alabilir, öğrencilerinin kavram yanlışlarını ve problem çözme stratejilerini kolaylıkla anlayabilir(Risku,1996).

Bilgisayara dayalı bilişsel araçlar kullanılarak yapılan matematik öğretimine ise bilgisayar destekli matematik öğretimi denilmektedir (Baki, 2002). Teknoloji matematik öğretme ve öğrenmede gereklidir. Amerika Birleşik Devletleri’nde Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM) matematik öğretiminde teknolojik araçların, özellikle de bilgisayarların kullanımına önem verilmesi gerektiğini belirtmiştir. Eğer bu teknolojik araçlar, matematik öğretiminde etkili ve doğru kullanılırsa, öğrencilerin matematiksel düşüncelerini geliştirecek zengin öğrenme ortamlarının elde edileceğini bildirmişlerdir.

Teknoloji matematik öğretimini etkiler ve öğrencinin öğrenmesini artırır (NCTM, 2000). Yanpar ve Yıldırım (1999: 62–64) bilgisayar destekli eğitimin öğretim ortamına sağladığı yararları şu şekilde sıralamışlardır.

- Öğrencilerin konuyu kendi hızlarına göre öğrenmelerini sağlar.
- Öğrencilerin derse etkin katılımlarını sağlar.
- Öğretimsel etkinliklerin niteliğini ve niceliğini artırır.
- Öğrenciler performanslarını izleme olanağı bulurlar.
- Öğrencilere ders saatlerinin dışında uygulama ve tekrar imkânı sağlar.

Sürekli artan bir hızla gelişmekte olan teknoloji, anlamlı matematik öğretiminin gerçekleştirilebilmesine yeni olanaklar sağlaması açısından çok önemli bir yere sahiptir. Jean ve arkadaşları (1994) teknolojik materyal kullanımının, öğrencileri kavramları anlamaya yönlendirerek matematiksel yeteneklerinin gelişmesine katkıda bulunduğunu vurgulamışlardır. Yine teknolojinin hızla ilerlemesine bağlı olarak öğretim amaçlı yazılımlar da nitelik ve nicelik açısından sürekli yenilenmekte, bu alanda kullanılacak uygulamalar olarak eğitim ortamlarında yer almaktadırlar. Ayrıca internet ortamında da her geçen gün artan kaynaklar, öğretmenlere sınıfta kullanabilecekleri uygulamalar olarak alternatifler oluşturmaktadır (MEB, 2009).

Bilgisayar destekli matematik öğretimi şu araçlarla yapılabilir: Yazılımlar (Bilgisayar Cebiri Sistemleri (BCS), Dinamik Geometri Yazılımları (DGY), Hesaplama Tabloları, Grafik Çiziciler), Hesap Makineleri ve İnternet (Perkmen ve Tezci, 2011).

Burada Bilgisayar Cebiri Sistemleri ve Dinamik Geometri Yazılımları ele alınacaktır.

2.1.1.1 Bilgisayar Cebiri Sistemleri (BCS)

Bilgisayar Cebiri Sistemleri (BCS), sembolik matematiksel özellikleri ve ilişkileri gösterimde hem sayı hem de grafik kullanıp bu ilişkileri tam olarak ele alır. Yani sayısal, cebirsel, grafiksel ve istatistiksel gösterim kabiliyetiyle matematik tartışmak ve çalışmak için güçlü bir platform teşkil etmektedir (Pierce ve Stacey, 2002; akt: Zengin, 2011).

BCS kısaca matematiksel nesnelere gösterimde kullanılan semboller üzerinde işlem yapma şeklinde tanımlanan yöntemleri içerir. Bu semboller tamsayılar, rasyonel sayılar, reel sayılar ya da karmaşık sayılar gibi sayıları gösteren semboller olabilecekleri gibi, polinomlar, rasyonel fonksiyonlar, denklem sistemleri gibi matematiksel nesnelere ya da gruplar, halkalar, cisimler gibi çok daha soyut cebirsel nesnelere gösteren semboller olabilirler (Davenport vd., 1993). Axiom, Derive, Magma, Maple, Mathematica, Reduce ve benzeri programlar birer BCS yazılımıdır.

2.1.1.2 Dinamik Geometri Yazılımları (DGY)

DGY ise noktalar, doğrular, daireler ve bunun gibi geometrik şekiller arasındaki ilişkiler üzerine odaklanır (Hohenwarter ve Jones, 2007). En sık kullanılan DGY'ler şunlardır: Geometer's Sketchpad, GeoGebra, Cabri, Cinderella, Geometric Supposer ve Logo.

DGY sayesinde öğrenciler geometrik çizimler oluşturabilmekte ya da öğretmenin hazırladığı dinamik geometrik şekiller üzerinde etkileşimli incelemeler yapabilmektedir. Öte yandan internet üzerinde öğretmenlerin yararlanabileceği kaynaklar da her geçen gün artmakta, Türkçe ve diğer dillerdeki çeşitli ders planlarına ve sınıfta kullanılacak etkileşimli uygulamalara erişilebilmektedir (MEB, 2009).

DGY'de oluşturulmuş bir nesne üzerinde değişiklikler yapılabilmektedir. Öğrenci; öteleme, yer değiştirme, genişletme, daraltma gibi işlemleri dinamik bir süreçte gerçekleştirme fırsatı bulabilmektedir. Böylece DGY öğrencilerin yaratıcı düşünme, bilgi teknolojilerini kullanma, karar verme, plan yapma, bilgiye ulaşma, bilgilerin işe yararlılığını sezme ve ayırma, ayrılan bilgileri analiz etme, sonuca varma, sonucu uygun formda sunma ve yeni alanlarda kullanma gibi becerilerinin gelişmesini sağlar.

Öğrenciler geleneksel ortamda matematik ve geometriyi ezberlenmesi gereken formüller yığını ve yeri geldiğinde kullanabilme becerisi olarak görürlerken, DGY ile tanışmalarından sonra fikirlerinin değiştiğini ve geometriyi araştırılması gereken ilişkiler bütünü olarak görmeye başladıklarını söylemişlerdir. Ayrıca öğrencilerin derse olan tutumlarının arttığı gözlenmiştir (Güven, 2002).

2.1.1.3 GeoGebra Yazılımı

Matematik eğitimcileri Dr. Markus Hohenwarter ve Dr. Zsolt Lavicza'nın önderliğini yaptığı bir ekip tarafından 2001-2002 yılları arasında geliştirilen GeoGebra, dinamik yapısı sayesinde ilköğretimden yükseköğretime kadar her düzeyde matematiksel deneyler ve etkinlikler tasarlayabilmek için mükemmel bir platform sunmaktadır (Kabaca vd., 2010).

GeoGebra; BCS'nin sembolik işlem ve görselleştirme becerileri ile DGY'nin dinamik değişkenlik özelliklerini sağlayarak cebir ve geometriyi bir araya getiren ücretsiz kullanımlı ve açık kaynak kodlu bir dinamik matematik yazılımıdır (Hohenwarter ve Preiner, 2007; akt: Ceylan, 2012). Ayrıca Türkçe dil desteği de bulunmaktadır.

GeoGebra'nın okullarda kullanım amacını şu şekilde ifade edebiliriz:

1. Gösteri ve görsellik için;

Bilgisayar yazılımları geleneksel eğitimde bile yerini almıştır. Becker (2000) özel yazılımların rolü hakkındaki araştırmasında özel yazılımların özelliğini gösteri ve görsellik için bir araç olarak belirtir. Bu anlamda, GeoGebra geniş kapsama alanı ve farklı sunum biçimleriyle özel bir yazılımdır.

2. Yapılandırma (inşa) aracı olarak;

1990'da Karl Fuchs sanat alanında yapılandırmacı geometri öğretimi için bilgisayar destekli çizim ve tasarım sistemlerinin önemini belirtmiş ve geleneksel metotların saf dışı edilmesi değil yeni metotların entegre edilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bununla birlikte geometri öğretiminde bilgisayar kullanımı fikri esas hale gelmiştir. GeoGebra uygun bir çizim, tasarım yazılımından istenen becerilerin tamamına sahiptir.

3. Matematiği keşfetmek için;

Bilgisayarlar ve matematiksel yazılımlar matematik öğretiminde yeni temel sorulara yol açmıştır. Öğrenciler bilgiyi kendi kendilerine organize edebilirler. Artigue ve Lagrange (1997) bilgisayar cebiri sistemlerinin matematik öğretimine olumlu etkisi olduğu ifade etmişlerdir.

Yukarıda 1. maddede tanımlandığı gibi dinamik geometri yazılımları öğretmen merkezli eğitimin geleneksel formuna eklenmektedir. GeoGebra, bu iddia için

önemli bir araç olarak kullanılabilir. Böylelikle öğrenme için uygun bir atmosfer oluşturmaya yardımcı olabilir.

4. Öğretim materyallerinin hazırlanması için GeoGebra;

GeoGebra, öğretmenleri programı işbirliği, iletişim ve temsil aracı şeklinde kullanarak öğretim süreci için materyal hazırlamaya teşvik etmektedir (Hohenwarter ve Fuchs, 2004).

GeoGebra yazılımının kısa süreli bir eğitim ile hem öğretmenlere hem de öğrencilere rahatlıkla üst düzey etkinlikler hazırlamaya imkân veriyor olması, bu yazılımı diğer yazılımlar arasında öne çıkarmaktadır. GeoGebra'yı başlangıç düzeyindeki bir bilgisayar kullanıcısı bile kolaylıkla kullanabilir. Yeterli bilgisayar bulunmayan bir okulda dahi GeoGebra'yı öğretmenler, materyal hazırlamak için kullanabilirler (Selçuk ve Bilgici, 2011).

2.2. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde; GeoGebra programı kullanılarak yapılan ve kavram imajı – kavram tanımı ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.2.1. GeoGebra Programının Kullanıldığı Araştırmalar

Bu bölümde GeoGebra programının kullanıldığı yurt içi ve yurt dışı araştırmalar üzerinde durulacaktır.

2.2.1.1. GeoGebra Programının Kullanıldığı Yurt İçi Araştırmalar

Filiz (2009) çalışmasında GeoGebra ve Cabri Geometri II dinamik geometri yazılımlarının web destekli ortamlarda kullanılmasının öğrenci başarısına etkisini araştırmış ve bu süreçte öğrenmenin nasıl geliştiğini incelemiştir. Trabzon'daki bir ilköğretim okulunun 25 sekizinci sınıf öğrencisi ile yapılan çalışmanın deney grubunda GeoGebra ve Cabri Geometri II dinamik geometri yazılımları ile web destekli ortamlardan faydalanarak öğretim yapılırken kontrol grubunda ise

geleneksel öğretim yapılmıştır. Çalışma sonucunda, web destekli materyalleri kullanan grup lehine anlamlı bir fark bulmuştur ($U=28.00$, $p<.05$).

Bu bulgu doğrultusunda hazırlanan web destekli materyal ile öğrenim gören öğrencilerde geleneksel öğretim gören öğrencilere göre daha etkili bir öğrenme gerçekleştiği ifade edilmiştir.

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

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

Ceylan (2012) çalışmasını ikinci sınıfta öğrenim gören ilköğretim matematik öğretmen adaylarının GeoGebra yazılımı yardımıyla geometriye yönelik ispat yapma becerilerinin incelenmesi ve kullanmış oldukları ispat biçimlerinin belirlenmesi amacıyla yapmıştır. Amaçsal örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi ile seçtiği 6 öğretmen adayı ile yapmış olduğu yüksek lisans tezinin modeli durum çalışmasıdır. Öğretmen adaylarının geometrik ispat biçimlerini belirlemek için yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve klinik mülakatlarla katılımcıların verilen ispat problemlerini GeoGebra yazılımını kullanarak çözmeleri istenmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının verilen bir ispat probleminde GeoGebra yazılımını amaçları doğrultusunda kullanabildikleri ve çözüm sürecinde doğru sonuca ulaşmak için yazılımda yer alan birçok araçtan yararlandıkları görülmüştür. Böylece öğretmen adaylarının farklı çözüm yolları arama, geometrik özellikleri keşfetme, genelleme ve akıl yürütme becerilerinin desteklendiği görülmüştür. Katılımcılar GeoGebranın birçok özelliği ve aracı sayesinde varsayımlar yapmış ve bu onları ispat yapmaya teşvik etmiştir. 18 ispatın 9 tanesi deneysel gerekçelendirmeler, 9 tanesi de tümdengelimli gerekçelendirmeler ile yapılmıştır. Öğretmen adaylarının ispat sürecinde örneklerden yararlanmaları onların yeterli mantıksal çıkarımlara sahip olmadıkları şeklinde yorumlanmıştır.

Zengin (2011) çalışmasında onuncu sınıf matematik dersinde trigonometri öğrenme alanı altında yer alan trigonometrik fonksiyonlar ve trigonometrik fonksiyonların grafikleri alt öğrenme alanlarının öğretiminde, dinamik matematik yazılımı GeoGebranın öğrencilerin matematiksel başarılarına ve tutumlarına etkisini incelemiştir. Deseni ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel yöntem olan yüksek lisans tezi, lise öğrencileri ile yapılmıştır. GeoGebranın etkisini gözlemlemek amacı ile kontrol grubunda yapılandırmacı öğrenme kuramı ışığında dersler işlenirken deney grubunda ise GeoGebranın kullanıldığı bilgisayar destekli öğretim yöntemiyle dersler işlenmiştir. Analiz sonucunda trigonometrik fonksiyonlar ve trigonometrik fonksiyonların grafikleri alt öğrenme alanlarında, deney ve kontrol gruplarının başarıları arasında GeoGebra yazılımı yardımıyla ders işleyen deney grubu lehine

anlamli bir fark ortaya cikmiftir ($t=5.43$, $p<.05$). Ancak matematiğe yönelik tutumları bakımından gruplar arasında anlamli bir fark bulunmamiftir.

Kepeoğlu (2010) alışmasında genel matematik konularının temel konularından biri olarak nitelendirilen limit ve buna bağlı olarak srekliplik kavramlarının oğretiminde GeoGebranın oğretmen adaylarının başarisına ve limit ve srekliplik kavramlarını oğrenmelerine olan etkisi incelemiştir. Bu amaçla, 40 ikinci sınıf ilköğretim matematik oğretmen adayı ile 6 ders saatlik deneysel bir çalışma yrtlmştir. GeoGebra programının etkisini incelemek amacı ile bir gruba geleneksel yöntem ile ders işlenişi yapılmışken diğer gruba da GeoGebra ortamında hazırlanan ders işlenişi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, deney grubunda yer alan oğretmen adayları kontrol grubunda yer alan oğretmen adaylarına göre uygulanan testte daha başarılı sonuç almışlardır ($t=-3.903$, $p<.05$). Ayrıca deney grubunda yer alan oğretmen adaylarının limit kavramına ilişkin bakış açılarına GeoGebra destekli oğretim yaklaşımının genel olarak olumlu yönde katkısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır ancak aynı bulgunun srekliplik kavramı için geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

İçel (2011) alışmasında sekizinci sınıf matematik dersi müfredatında yer alan ‘‘gen ve Pisagor Bağıntısı’’ konusunda GeoGebranın oğrenci başarisına etkisini incelemiştir. Deney grubu için resmi müfredat programına uygun dinamik matematik yazılımına göre iki haftalık kurs planlanmıştır. Kurs süresince GeoGebranın etkin kullanımını içeren, planlanmış GeoGebra inşa aktiviteleri oğrenme ve oğretim süresi boyunca oğrencilerle paylaşılmıştır. Eř zamanlı olarak kontrol grubunda resmi müfredata uygun olarak eğitime devam edilmiştir. Sınıf içi aktivitelerden önce ve sonra olmak üzere, gruplara, ön test, son test ve hatırlama testi uygulanmıştır. Testler ve gruplar arasında yapılan karşılaştırmalar sonucunda, GeoGebranın oğrencilerin oğrenme ve başarıları üzerinde pozitif etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hatırlama testi sonuçları da GeoGebranın oğrenilen bilgilerin kalıcılığını artırmada da etkili olduğunu göstermiştir.

Öner (2013) Bilgisayar destekli öğretimin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının periyot imajlarına ve trigonometrik fonksiyonların periyot imajlarına ilişkin erişim düzeylerine etkisini incelemiştir. Bir devlet üniversitesinin 1. sınıfına kayıtlı 58 öğretmen adayı ile gerçekleştirilen bu çalışmanın yöntemi hem nicel hem nitel yöntemleri içerdiğinden karma yöntemdir. Öğretmen adaylarının periyot kavramıyla ilgili imajlarını ortaya çıkarmak ve akademik bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla GeoGebra yazılımı kullanılarak oluşturulan testler hem ön test hem de son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca belirlenen adaylarla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve bu görüşmeler içerik analizine tabi tutulmuştur. Çalışma sonucunda GeoGebra destekli uygulamalar sayesinde imajların periyot tanımıyla daha uyumlu, teknik ve zengin bir hal aldığı ve erişim düzeyleri arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu ve bu anlamlı farkın oluşmasında öğretmen adaylarının GeoGebra destekli uygulamalar sayesinde periyot kavramı ile ilgili oluşturdukları imajların da etkili olduğu tespit edilmiştir.

2.2.1.2 GeoGebra Programının Kullanıldığı Yurt Dışı Araştırmalar

Hohenwarter, Hohenwarter ve Lavicza (2008) kullanıcıların GeoGebra ile ilgili yaşadıkları engelleri belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Ortaokul ve lise öğretmenleri ile yapılan üç haftalık çalışma ile öğretmenlerin karşılaştıkları zorluklar belirlenmiş ve GeoGebra araçlarının zorluk dereceleri ölçülmüştür. Katılımcılar GeoGebra kullanımının kolay olduğunu ancak geometrik şekiller çizerken ve cebirsel ifadeler yazarken yardıma ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Bu zorlukların aşılması için GeoGebrada yeni materyallerin geliştirilmesi ve bu materyallerin çalıştaylar aracılığıyla kullanıcılara ulaştırılması tavsiye edilmiştir. Araştırmacılar 2010 yılında bu çalışmanın devamını ortaokul matematik öğretmenleri ile yapmışlardır. Bu çalışmada DGY araçlarının karmaşıklık kriterlerini kullanmışlardır. Araştırma sonucunda GeoGebrada yer alan 21 araçtan 15'inin aynı karmaşıklık kriterinde, 5 tanesinin daha karmaşık bir kriterde ve 1 tanesinin diğerlerinden daha kolay bir karmaşıklık kriterinde olduğu belirlenmiştir.

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

Lu (2008) İngiltere ve Tayvan'da ortaöğretim düzeyinde görev yapan 4 matematik öğretmenin cebir ve geometri öğretiminde GeoGebra kullanım amaçları ve GeoGebra kullanımına bağlı olarak teknoloji ve GeoGebra kavramlarının neler olduğunu araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, öğretmenlerin GeoGebra programını teknolojik bir araçtan daha öte öğrenciler için bir öğrenme ortamı olarak gördükleri belirlenmiştir. Ayrıca öğretmenler, öğrencilerin matematiği anlamlandırmasında GeoGebranın görselleştirme ve kavramsallaştırma özelliklerinden faydalandıklarını da göstermiştir. Buna ek olarak, öğretmenlerin GeoGebra programını matematik dersi için etkinlik, materyal hazırlama gibi nedenlerle sıklıkla kullandığı görülmüştür.

GeoGebra yazılımı ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde, yazılımın kullanımının kolay olduğu ve uygulayıcıların yazılımı amaçlarına uygun biçimde kullanabildikleri görülmüştür. Bu durum yazılımın matematik eğitimi adına oldukça kullanışlı bir materyal olduğunu göstermektedir.

Ayrıca etkin bir şekilde kullanıldığı zaman GeoGebra yazılımının geometrik özellikleri keşfetme, genelleme ve akıl yürütme becerilerini desteklediği ve dinamik görselleştirme özelliği sayesinde üzerinde çalışılan konunun teorik yapısını anlamlandırmayı kolaylaştırdığı görülmüştür. Bununla birlikte yazılımın öğrencilerin matematik kavramlarına ait kavram imajları ile matematik kavramlarının gerçek anlamları arasındaki algı farkını azaltarak kavram imajlarını kavramlarla daha

uyumlu bir hale getirmede olumlu etkiler yaptığı görülmüştür. Bu durum GeoGebra yazılımının matematik eğitimi alanında çok önemli etkilere sahip olduğunu ve bu alanda teknolojik bir araçtan ziyade üst düzey becerileri edinmeyi kolaylaştıran bir öğrenme ortamı olarak kullanıldığını göstermektedir.

GeoGebra yazılımının iki boyutta sınırlı kalması ise yazılımın dezavantajı olarak nitelendirilmiştir. Ayrıca yazılımın bütün olumlu etkilerinin yanı sıra Zengin (2011)' in çalışmasında matematik dersine ait tutum üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı ve Kepçeoğlu (2010)' nun çalışmasında limit kavramına karşı olumlu bakış açısı oluştururken süreklilik kavramına karşı böyle bir etki yapmadığı görülmüştür.

BÖLÜM 3

Yöntem

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, araştırma yöntemlerinden ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desenlerden eşleştirilmiş desen (The matching-only design) uygulanmıştır. Bu desende yansız atama kullanılmaz. Desende hazır gruplardan ikisi belli değişkenler üzerinden eşleştirilmeye çalışılır. Eşleştirilen gruplar işlem gruplarına seçkisiz atanırlar. Ancak, eşleştirme çalışmaya dahil edilen grupların denk olduğunu garanti etmez. Bu ciddi bir sınırlamadır, ancak seçkisiz atamanın yapılamayacağı durumlarda ciddi bir alternatif desendir. Eşleştirmenin hiçbir zaman seçkisiz atamanın yerini tutmayacağı unutulmamalıdır (Büyüköztürk, 2010). Bu çalışmada gruplar eşleştirilmeden önce dersin öğretim elemanı ile görüşülmüş ve grupların hemen hemen denk olduğu kanaatine varılmıştır. Eşleştirme rastgele yapılmıştır. Araştırma modelinin simgesel görünümü aşağıdaki gibidir.

Tablo 3.1. Ön test-Son test Eşleştirilmiş Kontrol Gruplu Desen

Grup		Ön test	İşlem	Son test
D (Deney)	M	O1	X1	O3
K (Kontrol)	M	O2	X2	O4

M sembolü; deneklerin eşleştirilmiş olduğunu

O1, O2, O3, O4 sembolleri ön test ve son test olarak uygulanan LİNEER CEBİR BAŞARI TESTİ (LCBT)'Nİ

X1 sembolü; Vektör, Matris Cebiri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık, Lineer Denklem Sistemleri konularının GeoGebra destekli işlendiğini

X2 sembolü; Vektör, Matris Cebiri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık, Lineer Denklem Sistemleri konularının GeoGebra desteği olmadan geleneksel yöntemle işlendiğini göstermektedir.

Araştırmada nicel verileri desteklemek amacıyla GeoGebra yazılımının Lineer Cebir dersi öğretimi üzerine etkisi hakkında ve araştırmacı tarafından GeoGebra ile hazırlanmış Lineer Cebir etkinliklerinin faydalılığı hakkında öğretmen adaylarının görüşlerine başvurulmuştur.

3.2. Katılımcılar

Çalışma, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında Necmettin Erbakan Üniversitesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği programının 2.sınıfına kayıtlı olan 68 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. 2.sınıf A şubesi öğrencileri kontrol grubunu, B şubesi öğrencileri deney grubunu oluşturmuştur. Kontrol grubunda 34 (6 erkek, 28 kız) öğretmen adayı, deney grubunda ise 34 (9 erkek, 25 kız) öğretmen adayı olup uygulamadan sonra 9 (2 erkek, 7 kız) öğretmen adayının uygulamalar ile ilgili görüşleri alınmıştır. Görüş alınacak katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemlerinden Maksimum Çeşitlilik Örnekleme ile seçilmiştir. Bu yöntemde amaç, görel olarak küçük bir grup oluşturmak ve bu örnekleme çalışılan probleme taraf olabilecek bireylerin çeşitliliğini maksimum derecede yansıtmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

3.3. Veri Toplama Aracı ve Süreci

Öğretmen adaylarının Lineer Cebir dersine ait Vektörler, Matris Cebiri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık, Lineer Denklem Sistemleri konularındaki akademik bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen bir ön test uygulanmıştır.

Ön test LİNEER CEBİR BAŞARI TESTİ (LCBT) (Bkz. Ek-1) Vektör, Matris Cebiri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık, Lineer Denklem Sistemleri konularına ilişkin toplam 31 sorudan oluşmaktadır. Sorular dersin öğretim elemanı, uzmanlık alanı Lineer Cebir olan 1 öğretim üyesi ve matematik eğitiminde uzman iki akademisyen ile tartışılmış ve teste son hali verilmiştir.

Maddelerin konulara göre dağılımı Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. LCBT'deki Alt Öğrenme Alanları ve Bu Alanlarla İlgili Madde Sayısı

Alt Öğrenme Alanları	Madde Sayısı
Vektör	12
Matris Cebiri	9
Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık	4
Lineer Denklem Sistemleri	6

Vektörler konusunda bir vektörün uzunluğu, vektörlerin skaler ve vektörel çarpımları, birim vektör, vektörlerde toplama ve çıkarma işlemleri ve iki vektör arasındaki açının belirlenmesi ile ilgili maddeler hazırlanmıştır. Maddelerin dağılımı Tablo 3.3' te gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Vektörler Konusundaki Maddelerin Dağılımı

Vektörler	Madde Sayısı
Bir vektörün uzunluğu	2
Skaler ve Vektörel çarpım	6
Vektörlerde toplama ve çıkarma	2
Birim vektör	1
İki vektör arasındaki açı	1

Matris Cebiri konusunda matrislerde toplama, çıkarma ve çarpma, bir matrisin determinantı, bir matrisin mertebesi, bir matrisin transpozese konuları ile ilgili maddeler hazırlanmıştır. Maddelerin konulara göre dağılımları Tablo 3.4'te gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Matris Cebiri Konusundaki Maddelerin Dağılımı

Matris Cebiri	Madde Sayısı
Matrislerle Toplama	1
Matrislerde Çarpma	5
Determinant	1
Mertebe	1
Transpoze	1

Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konusunda germe, lineer bağımlılığın geometrik anlamı, lineer bağımlılığın cebirsel anlamı ve lineer bağımlılık- determinant ilişkisi konularında maddeler hazırlanmıştır. Maddelerin konulara göre dağılımları Tablo 3.5'te gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık Konusundaki Maddelerin Dağılımı

Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık	Madde Sayısı
Germe	1
Cebirsel anlam	1
Geometrik anlam	1
Lineer bağımlılık-Determinant ilişkisi	1

Lineer Denklem Sistemleri konusunda lineer denklem sistemlerinin geometrik temsilleri, homojen denklem sistemleri, lineer denklem sistemlerinin çözümleri, katsayılar matrisinin determinantı konularında maddeler hazırlanmıştır. Maddelerin konulara göre dağılımları Tablo 3.6'da gösterilmiştir.

Tablo 3.6. Lineer Denklem Sistemleri Konusundaki Maddelerin Dağılımı

Lineer Denklem Sistemleri	Madde Sayısı
LDS'nin çözümleri	1
Geometrik temsiller	3
Homojen denklem sistemleri	1
Katsayılar matrisinin determinantı	1

Lineer Cebir öğretimi üzerine yapılan araştırmalar, öğrencilerin Lineer Cebirde hesaplamayı gerektiren işlemleri yapabilmelerine karşın, kavramları anlamada ve kavramlar arası ilişkileri kurmada güçlük yaşadıklarını göstermektedir (Dorier, 1998; Harel, 1989/b).

Dinamik geometri yazılımları, öğrencilerin elektronik ortamlarda soyut matematiksel kavramları somutlaştırabilmelerine olanak sağlamakta ve derslerinde DGY kullanan öğrenciler matematiksel nesnelere ilişkilendirme becerisi kazanmaktadır (Baki ve Özpınar 2007).

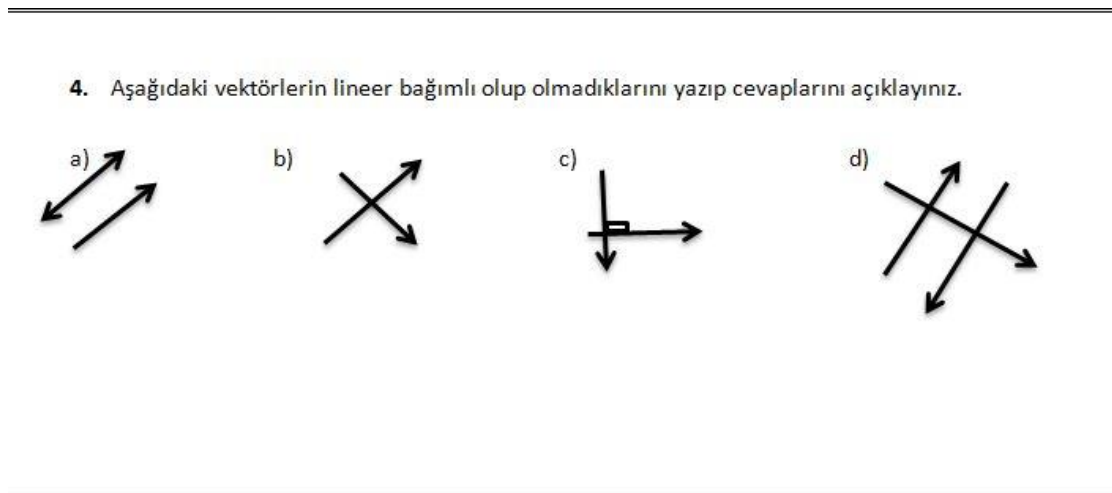
Bunun için uygulama sonunda GeoGebra destekli öğretimin öğretmen adaylarının Lineer Cebir kavramlarını birbirleri ile ilişkilendirme ve bu kavramların geometrik özellikleri ile cebirsel özellikleri arasında ilişkileri fark edebilme becerileri üzerine etkisini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen Geometrik Temsil ve İlişkilendirme Testi (Bkz. Ek-2) uygulanmıştır.

Geometrik Temsil ve İlişkilendirme Testi Lineer Cebir kavramlarının birbirleri ile ilişkileri ve cebirsel kavramların geometrik temsilleri konularına ait toplam 12 maddeden oluşmaktadır. Madde sayısı ve ilgili oldukları konu başlıkları Tablo 3.7’de gösterilmiştir.

Tablo 3.7. Geometrik Temsil ve İlişkilendirme Testine Ait Maddelerin İlgili Oldukları Konu Başlıkları

Konu Başlıkları	Madde Sayısı
Kavramlar arası ilişkiler	6
Geometrik temsiller	6

LCBT ve GTİT testlerine ait maddelerin puanlaması her doğru yanıt için 1 puan, her yanlış yanıt için 0 puan olacak şekilde yapılmıştır. Geometrik Temsil ve İlişkilendirme Testi’ndeki bazı maddeler Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’de görülmektedir.



Şekil 3.1. Geometrik Temsil ve İlişkilendirme Testine Ait Bazı Maddeler

$$d) \vec{v}_1, \vec{v}_2 \in R^2 \text{ ve } \{\vec{v}_1, \vec{v}_2\} \text{ lineer bağımsız ise;}$$

$$\vec{v}_1 = (v_{11}, v_{12}) \quad \vec{v}_2 = (v_{21}, v_{22})$$

$$v_{11}x + v_{12}y = c$$

$$v_{21}x + v_{22}y = d \quad \text{lineer denklem sistemi çözülebilir mi? Açıklayınız.}$$

Şekil 3.2. Geometrik Temsil ve İlişkilendirme Testine Ait Bir Madde

Geometrik Temsil ve İlişkilendirme testinin hazırlanmasında Stewart ve Thomas A *Framework For Mathematical Thinking :The Case Of Linear Algebra* (2009) ve Solak, S. (2013) *Çözümlü Lineer Cebir Problemleri* kaynaklarından faydalanılmıştır.

Güvenirlilik değerlendirmesi esas araştırma sonuçlarına dayalı yapılır. Ölçek geliştirme sırasında yapılan pilot araştırma sonuçlarında alfa değeri yüksek ya da düşük çıkabilir, ancak her iki sonuç da yanıltıcıdır (Şencan, 2005).

Garbin'e (2003) göre pilot araştırma sırasında kendilerine test veya ölçek uygulanan kişiler ölçümü gerçek koşullarda uygulamadıklarından güvenirlilik düşük çıkabilir, ölçüm aracının güvenirliliğini sadece pilot araştırma sonuçlarına bakarak değerlendirmek prematüre bir karardır (Aktaran: Şencan, 2005). Bu nedenle araştırmamızda esas uygulamaya ait veriler kullanılmış ve testin uygulamasından elde edilen verilerin analizi öncesinde test maddelerinin ayırt edicilik düzeyleri ve madde güçlükleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 3.8'de verilmiştir.

Tablo 3.8. LCBT Testine Ait Ayırt Edicilik Gücü İndeksleri

Madde No	Madde Ayırt Edicilik İndeksi
1	0,333
2	0,333
3	0,333
4	0,556
5	0,333
6	0,333
7	0,889
8	0,889
9	0,444
10	0,222
11	0,333
12	0,333
13	0,333
14	0,444
15	0,778
16	0,444
17	0,556
18	0,556
19	0,444
20	0,889
21	0,333
22	0,444
23	0,556
24	0,333
25	0,333
26	0,444
27	0,333
28	0,556
29	0,444
30	0,556
31	0,556

Tablo 3.8’ de görüldüğü gibi madde-Toplam korelasyonları .333 ile .889 arasında değişmektedir. Genel olarak, madde-toplam korelasyonu .30 ve daha yüksek olan maddelerin bireyleri iyi derecede ayırt ettiği, .20-.30 arasında kalan maddelerin zorunlu görülmesi durumunda teste alınabileceği veya maddenin düzeltilmesi gerektiği, .20’den daha düşük maddelerin ise teste alınmaması gerektiği söylenebilir (Büyüköztürk, 2011).

Bu nedenle madde-toplam korelasyonu .20 den düşük olan 2, 12 ve 22. maddeler testten çıkarılmıştır. Kalan sorular için tekrar madde-toplam korelasyonları hesaplandığında, kalan 22 soru için testten elde edilen puanların KR-20 güvenilirlik katsayısı .858, KR-21 güvenilirlik katsayısı .812 olarak hesaplanmıştır. Bir başarı testi için bu katsayının 0.70'ten büyük olması beklenir. Bu değer de .70'ten büyük olması, testin güvenilirliğinin, dolayısıyla maddeler arasındaki iç tutarlılığın yüksek olduğu anlamına gelmektedir.

Araştırmanın güvenilirliğini artırmak ve nicel veriyi desteklemek amacıyla araştırmacı tarafından maksimum çeşitlilik yöntemi ile belirlenen öğretmen adaylarının GeoGebra destekli Lineer Cebir uygulamalarının etkililiği konusundaki görüşleri alınmıştır. Kontrol grubuna dersin öğretim üyesi tarafından geleneksel öğretim yapılırken deney grubuna önceden hazırlanmış etkinlikler eşliğinde GeoGebra yazılımı yardımıyla interaktif uygulamalar yaptırılmıştır. Uygulamaların ardından kontrol ve deney gruplarına son test olarak LCBT tekrar uygulanmış, daha sonra öğretmen adaylarının uygulama hakkındaki görüşleri alınmıştır.

Ayrıca GeoGebra yazılımının öğretmen adaylarının Lineer Cebir kavramlarını birbirleri ile ilişkilendirme ve bu kavramların geometrik özellikleri ile cebirsel özellikleri arasında ilişkileri fark edebilme becerileri üzerine etkisini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen GTİT testi uygulanmıştır.

3.4. Veri Analizi

Nicel verilerin analizinde SPSS 20.0 kullanılmıştır. LCBT ve GTİT testlerine verilen cevaplar, doğru cevaplara 1 puan yanlış cevaplara 0 puan verilerek nicel veriye dönüştürülmüş ve betimsel istatistikler çıkarılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının ön test puanları kontrol edildiğinde LCBT son test puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının belirlenmesi için ANCOVA (Analysis of Covariance, Kovaryans Analizi) kullanılmıştır. ANCOVA, bir araştırmada etkisi test edilen bağımsız değişkenin dışında bağımlı değişken ile ilişkisi bulunan ve ortak değişken (covariates) olarak isimlendirilen başka değişken ya da değişkenlerin istatistiksel olarak kontrol edilmesini sağlayan bir tekniktir.

ANCOVA'ya genellikle ön test-son test kontrol gruplu desenlerde, deney ve kontrol grubunun son test ölçümleri arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını test etmek için başvurulmaktadır. Burada ön test ölçümleri ortak değişken olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, 1998).

Büyüköztürk'e (1998) göre, doğru bir şekilde uygulandığında ANCOVA'nın basit ANOVA'ya göre iki temel avantajı vardır: (a) hata varyansını azaltması nedeniyle daha büyük bir istatistiksel güç sağlaması ve (b) bir deneyin başlangıcında gruplar arası farkların olduğu durumlarda deneydeki yanlılıkta bir azalma sağlamasıdır.

ANCOVA ile etki genişliği indeksi (kısmi eta-kare) korelasyon oranı (eta-kare, η^2) da hesaplanır. Bu değerler bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde ne derece etkili olduklarını yorumlamada kullanılır (Büyüköztürk, 2008). Eta-kareler "yüzde kaç etki ediyor?" sorusuna cevap verir (Akdağ, 2008). Eta-kare değerinin .01, .06 ve .14 olması sırasıyla küçük (small), orta (medium) ve geniş (large) etki büyüklüğü olarak yorumlanır (Büyüköztürk vd., 2010).

Çalışmada ANCOVA'nın varsayımları olan varyansların homojenliği (Levene testi, $p>.05$) ve regresyonların homojenliği ($p>.05$) sağlanmıştır (Büyüköztürk, 1998).

Deney ve kontrol gruplarının GTİT testi puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı ise Bağımsız Örneklem t testi ile analiz edilmiştir.

Bağımsız Örneklem t testi farklı gruplardan elde edilen veri değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulanan parametrik bir testtir (Can, 2013).

Bağımsız Örneklem t testi'nin uygulanabilmesi için ortalamaları kıyaslanacak veri gruplarının her birinin normal dağılım göstermesi ve bu gruplara ait varyans değerlerinin eşit olması gerekir. GTİT testinin analizinde Levenes (varyansların homojenliği) testi için $p>.05$ ve normallik testi için $p>.05$ koşulları sağlanmıştır. Fakat LCBT testinin alt boyutlarına göre ayrı ayrı değerlendirilmesinde bu şartlar sağlanamadığından bu analizler Mann-Whitney U testi kullanılarak yapılmıştır.

Ortalamaları karşılaştırılacak iki grupta veri sayısının az olması, veri sayısı yeterli olsa bile verilerin dağılımındaki anormallikler nedeniyle testin koşullarının sağlanamaması ya da verilerin en az aralık ölçeğinde olmaması gibi nedenlerle ilişkisiz örneklemeler için t testi yapılamayabilir (Can, 2013).

Bu durumda parametrik bir test olan t testinin alternatifi sayılabilecek parametrik olmayan bir karşılaştırma testi Mann-Whitney U ile grupların ortalamaları arasında fark olup olmadığı sınıanabilir (Can, 2013).

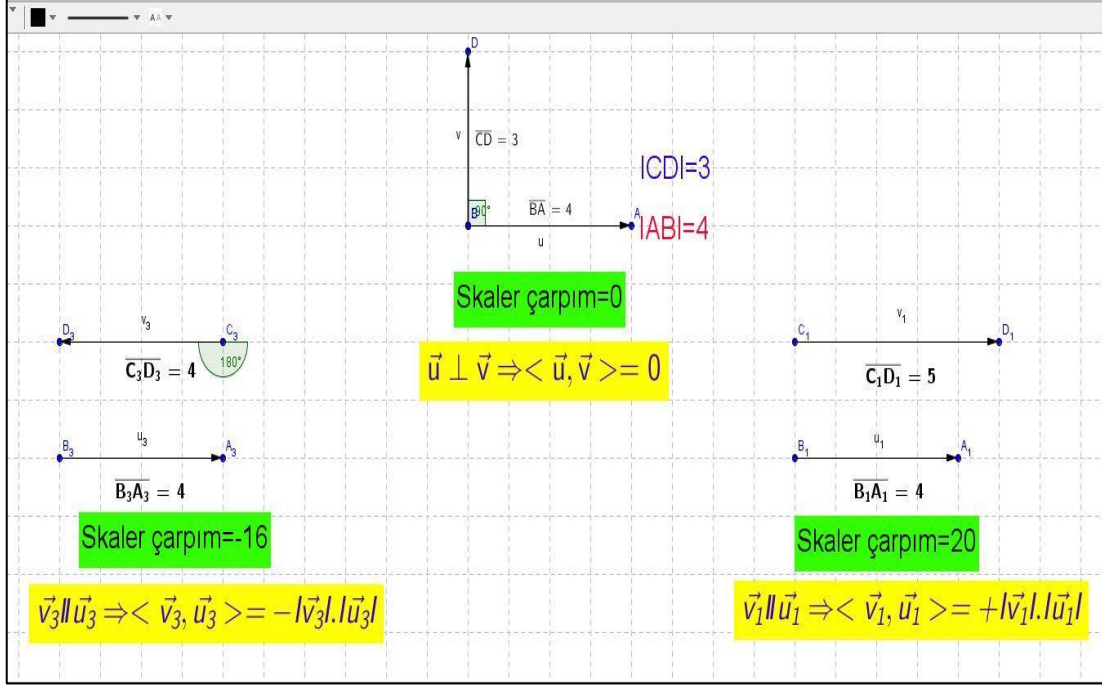
Bulguların güvenilirliğini ve geçerliğini desteklemek amacıyla öğretmen adaylarının uygulamalar ile ilgili görüşlerinden ve GTİT testindeki maddeler verdikleri cevaplarla ilgili açıklamalarından alıntılara yer verilmiştir.

3.5. İşlem

Uygulama öncesinde öğretmen adaylarına GeoGebra yazılımının kullanımı ile ilgili 2 saatlik bir ön uygulama yaptırılmıştır. Asıl uygulamalar ise Lineer Cebir dersine ait alt öğrenme alanlarından Vektörler, Matris Cebiri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık ve Lineer Denklem Sistemleri konuları boyunca bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Asıl uygulamalar olarak konu içerisinde yer geldiği zaman araştırmacı tarafından hazırlanmış GeoGebra etkinlikleri öğretmen adaylarına gösterilmiş ve adaylarının her birinin bu etkinlikleri bilgisayarlar aracılığıyla uygulaması sonucunda etkinliğin kazandırmayı hedeflediği özellikleri keşfetmeleri amaçlanmıştır.

Araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlikler Vektörler konusunda 5, Matris Cebiri konusunda 12, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konusunda 4, Lineer Denklem Sistemleri konusunda 4 tane olmak üzere toplam 25 tanedir. Vektörler, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık, Lineer Denklem Sistemleri konularında genel olarak bu konulara ait olan cebirsel özelliklerin geometrik temsillerinden yola çıkarak bu özelliklerin keşfedilmesi amaçlanmıştır. Matris Cebiri konusunda ise bu konuya ait olan cebirsel özelliklerin hangi durumlarda geçerli olduğunun test edilmesi, bu özelliklerin konuya ait başka özelliklerle ilişkilendirilmesi ve bunun sonucunda bir genelleme yapılması amaçlanmıştır. Şekil 3.3, 3.4, 3.5, 3.6'da yapılan etkinliklerden örnekler sunulmuştur.

Vektörlerde skaler (iç) çarpımla ilgili bir uygulama örneği şekil 3.3'te gösterilmiştir.

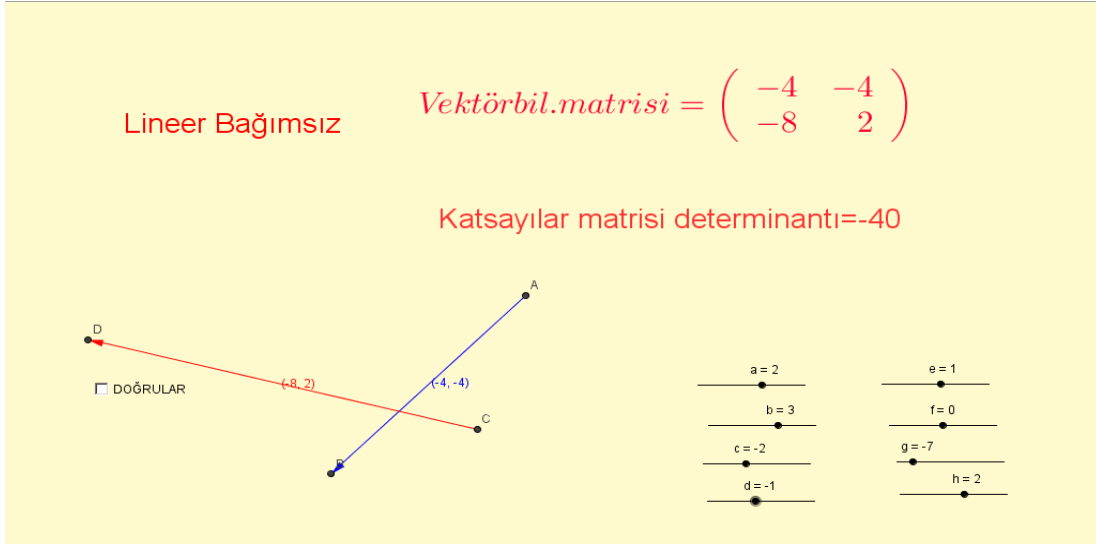


Şekil 3.3. Bir Skaler Çarpım Örneği

Bu etkinlikte \mathbb{R}^2 vektör uzayına ait iki vektörün skaler çarpımları ile bu vektörlerin düzlemde birbirlerine göre konumları arasındaki ilişkinin keşfedilmesi ve bu yolla birbirine dik veya paralel vektörlerin skaler çarpım özellikleri ile ilgili bir genellemeye varılması amaçlanmıştır.

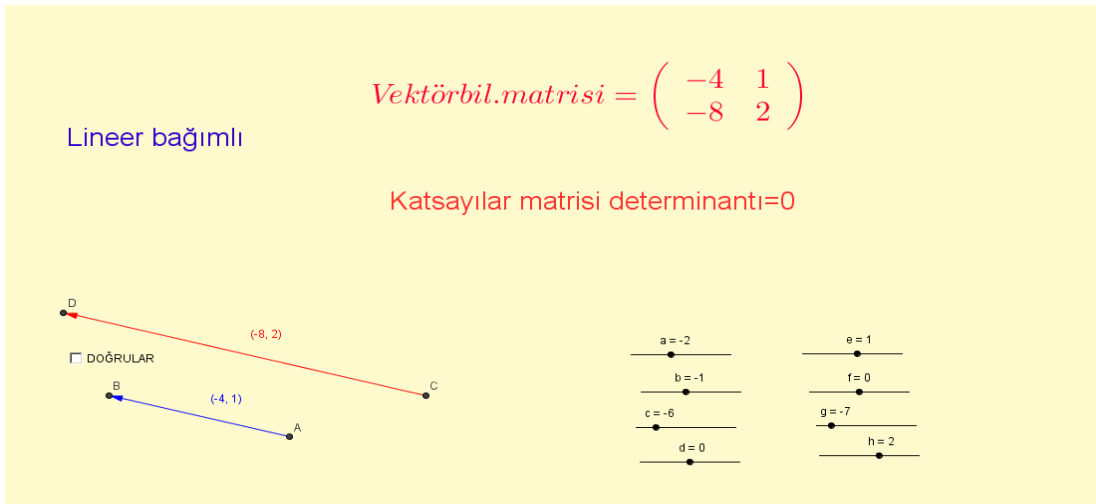
Bu amaç doğrultusunda, düzlemde iki vektör alınıp bu iki vektör arasındaki açı değeri gösterilmiştir. Yazılımın dinamiklik özelliği sayesinde öğretmen adayları iki vektör arasındaki açı değerlerinin $\alpha=0^\circ$, $\alpha=90^\circ$, $\alpha=180^\circ$ olduğu durumlarda vektörlerin skaler çarpım değerlerinin ne olduğu, bu değerlerin vektörlerin uzunlukları ve aralarındaki açı değerleri ile ilişkisini düzlemdeki vektörleri hareket ettirip bu harekete bağlı olarak skaler çarpım değerlerindeki değişimi inceleyerek genellemelere ulaşmışlardır.

Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konusunda iki vektörün lineer bağımsız olması ile ilgili bir etkinlik örneği şekil 3.4.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Bir Lineer Bağımsızlık Örneği

İki vektörün lineer bağımlı olması ile ilgili bir uygulama örneği de şekil 3.5'te gösterilmiştir.



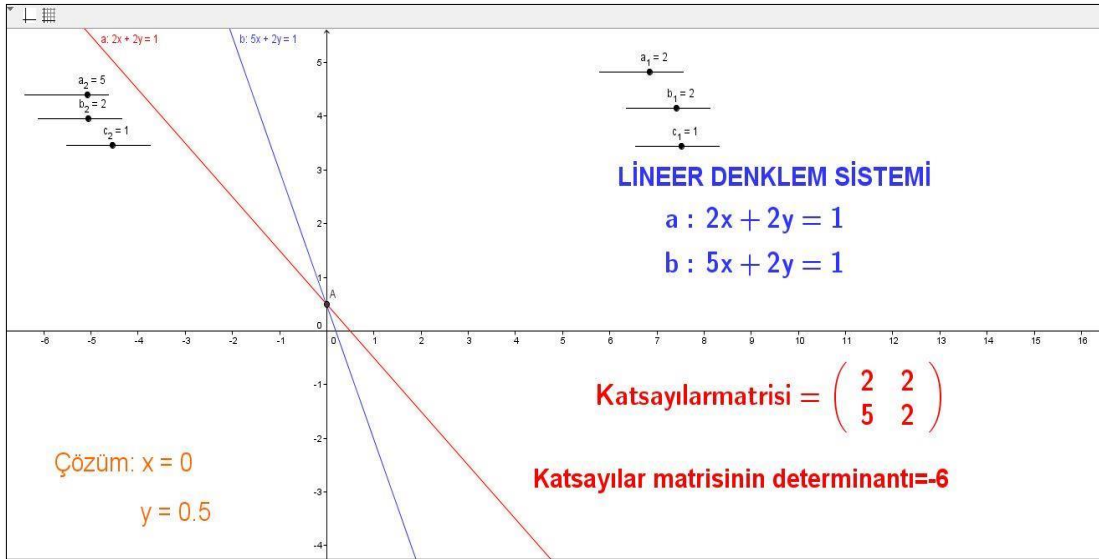
Şekil 3.5. Bir Lineer Bağımlılık Örneği

Bu etkinliklerde \mathbb{R}^2 vektör uzayına ait iki vektörün lineer bağımlı-bağımsız olması durumu ile bu vektörlerin düzlemde birbirine göre konumları ve bu

vektörlerin bileşenlerinden oluşan matrisin determinanı arasındaki ilişkinin öğretmen adayları tarafından keşfedilmesi amaçlanmıştır.

Bunun için yazılımın sürgü ve hesap çizelgesi özellikleri kullanılarak \mathbb{R}^2 'de iki serbest vektör oluşturulmuş ve öğretmen adayları sürgüleri kullanarak vektörlerin hangi durumlarda lineer bağımlı, hangi durumlarda lineer bağımsız olduğunu incelemişlerdir. Daha sonra bu inceleme sonucunda elde edilen gözlemler, vektörlerin bileşenlerinden oluşan matrisin determinat değerleri ile karşılaştırılarak bir genellemeye ulaşılmıştır.

Lineer Denklem Sistemleri konusunda bir lineer denklem sisteminin çözümü ile katsayılar matrisi arasındaki ilişki ile ilgili bir etkinlik örneği şekil 3.6'da gösterilmiştir.



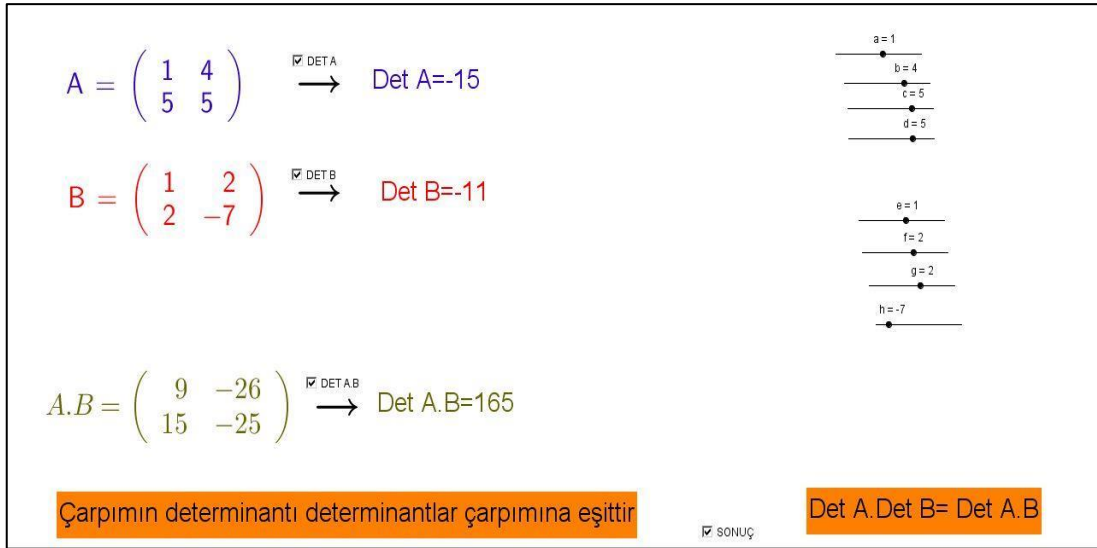
Şekil 3.6. Lineer Denklem Sistemlerinin Çözümleri

Bu etkinlikte \mathbb{R}^2 vektör uzayına ait iki lineer denklemden oluşan Lineer Denklem Sisteminin hangi durumlarda çözümünün olduğu, hangi durumlarda çözümünün olmadığını sürgüler aracılığıyla incelenmesi ve elde edilen gözlemlerin lineer denklemlerin katsayılarından oluşan matrisin determinanı ile ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda, sürgüler ve bu sürgülere bağlı olarak iki tane lineer denklem oluşturulmuştur. Bu sayede sürgüler üzerinde yapılan bir değişikliğin lineer denklemler üzerindeki etkisi incelenebilmiştir.

Ayrıca lineer denklem sisteminin çözümünün olduğu ve olmadığı durumlarda katsayılar matrisinin determinant değerleri incelenmiş, bu incelemeler sonucunda bir lineer denklem sisteminin çözümünün katsayılar matrisinin determinantı ile ilişkisi konusunda genellemelere ulaşılmıştır.

Matris Cebiri konusunda iki matrisin çarpımının determinantı ile determinantlar çarpımı arasındaki ilişki ile ilgili bir uygulama örneği şekil 3.7’de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Çarpımın Determinantı ile Determinantlar Çarpımı İlişkisi

Bu etkinlikte GeoGebra yazılımının sürgü ve matris özellikleri kullanılarak oluşturulan 2x2 mertebeli iki matrisin çarpımının determinantı ile bu matrislerin determinantları arasındaki ilişkinin keşfedilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda sürgülere bağlı olarak iki tane 2x2 mertebeli matris oluşturulmuş ve yazılımın determinant komutu kullanılarak bu matrislerin determinant değerleri belirlenmiştir. Daha sonra bu iki matrisin çarpımının determinantı ile bu matrislerin determinantlarının çarpımı arasındaki ilişki sürgüler yardımıyla matrisler değiştirilerek test edilmiş ve bu ilişki hakkında bir genellemeye ulaşılmıştır.

BÖLÜM 4

Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine ait bulgular sırasıyla sunulmuştur.

4.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi, “Deney ve Kontrol grubunun ön test puanları kontrol edildiğinde son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bu soruya cevap bulabilmek için deney ve kontrol gruplarına son test olarak uygulanan 31 maddelik LCBT testinden elde edilen verilerden faydalanılmış ve ön test puanları kontrol edildiğinde son test puanlarının gruplara göre betimsel istatistikleri Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. LCBT Son test Puanlarının Gruba Göre Betimsel İstatistikleri

Grup	N	Ortalama (\bar{X})	Düzeltilmiş Ort (\bar{X})
Deney	34	21.941	22.357
Kontrol	34	17.235	16.820

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının LCBT son test puanları ön teste göre düzeltilmiştir, yani ön testin son test üzerindeki etkisi istatistiksel olarak kontrol altına alınmıştır. Düzeltme öncesinde deney grubunun 21.941 olan ortalaması düzeltme sonrasında 22.357 olmuştur. Kontrol grubunun 17.235 olan ortalaması ise 16.820 olmuştur. Buradan da anlaşılacağı gibi ön test puanları kontrol edildiğinde kontrol grubunun ortalaması düşerken deney grubunun ortalaması yükselmiştir; yani düzeltme deney grubunun lehine olmuştur.

Tablo 4.2. Önteste Göre Düzeltilmiş LCBT Son Test Puanlarına Ait ANCOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	P	η^2
Ön test	46.982	1	46.982	2.308	.134	.034
Yöntem	416.955	1	416.955	20.385	.000	.240
Hata	1323.018	65	20.354			
Toplam	27838.000	68				

ANCOVA sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarında öğrenim gören öğretmen adaylarının ön teste göre düzeltilmiş ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(1,65)}=20,385$ $p<.05$, $\eta^2=.240$). Başka bir deyişle deney ve kontrol gruplarının Linear Cebir dersine ait Vektörler, Matris Cebiri, Lineer Denklem Sistemleri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konularındaki akademik başarıları arasındaki fark GeoGebra destekli öğretimden kaynaklanmaktadır. Eta-karenin .240 çıkması, LCBT son test başarı puanlarına ait varyansın %24'ünün GeoGebra destekli öğretimden kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir. Eta-karenin .14'ten büyük olması, GeoGebra destekli öğretimin öğretmen adaylarının Linear Cebir dersine ait Vektörler, Matris Cebiri, Lineer Denklem Sistemleri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konuları ile ilgili hazırlanmış LCBT son testine ait başarı puanları üzerinde geniş düzeyde bir etkisi olduğu anlamına gelir.

Lineer Cebir dersine Vektör, Matris Cebiri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık, Lineer Denklem Sistemleri konularının her birinde GeoGebra destekli öğretimin akademik başarı üzerine etkisini belirlemek amacıyla araştırmanın 1. alt problemi kendi içerisinde 4 alt başlıkta incelenmiş ve sırayla sunulmuştur.

4.1.1. Deney ve Kontrol Grubunun LCBT Testinin Vektörler Konusu ile İlgili Maddelerinin Erişi Puanları Arasında Anlamlı Bir Fark Var Mıdır?

LCBT testindeki Vektörler konusu ile ilgili maddelerin erişim puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiştir. LCBT testindeki Vektörler konusu ile ilgili maddeler ve bu maddelere ait son test cevaplarının frekansları Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Kontrol ve Deney Grubunun Vektörler Konusu İle İlgili Maddelere Ait Son Test Cevaplarının Frekansları

Madde No	Doğru Cevap Sayısı		Doğru Cevapların Frekansları	
	DG	KG	DG (%)	KG (%)
1.	31	30	91.17	88.24
2.	30	28	88.24	82.35
3.	29	25	85.29	73.53
4.	29	27	94.12	79.41
5.	32	22	94.12	64.70
6.	19	19	55.88	55.88
7.	21	7	61.76	20.59
8.	21	5	61.76	14.71
9.	17	15	50.00	44.12
10.	31	29	91.18	85.29
11.	31	29	91.18	85.29
12.	18	7	52.94	20.59

Vektörler konusu ile ilgili maddelere ilişkin deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı, maddelere ait erişim puanlarının ortalamaları arasındaki fark analiz edilerek incelenmiştir. Erişim puanlarına ait Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 4.4’de gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Vektörler Konusu ile İlgili Maddelere İlişkin Mann-Whitney U testi Sonuçları

YÖNTEM	N	Sıralama ortalamaları	Sıralama ortalamalarının toplamı		Erişim
Deney	34	46.04	1565.00	Mann-Whitney U	185.500
Kontrol	34	22.96	780.50	Z	-4.845
Total	68			Asymp.Sig.(2-tailed)	.000

Vektörler konusu ile ilgili maddelere ilişkin erişim puanlarının deney grubu sıralama ortalaması 46.04 iken kontrol grubu sıralama ortalaması 22.96 olarak bulunmuştur.

Z değerinin -4.845 olarak bulunması kontrol grubu erişim puanlarının, sıralama ortalamasının 4 standart sapma altında olduğunu gösterir. p değerinin .000 bulunması ise bu bulgunun şans eseri olma olasılığının .001’den daha az olduğunu gösterir.

Dolayısıyla Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre deney ve kontrol grubunun Vektörler konusunda erişim puanları arasında anlamlı bir fark ($U=185.500$, $Z=-3.289$, $p<.001$) olduğu görülmüştür.

Bu durum GeoGebra destekli öğretimin Vektörler konusunda öğretmen adaylarının akademik başarılarına olumlu yönde bir etki yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

4.1.2. Deney ve Kontrol Grubunun LCBT Testinin Matris Cebiri Konusu ile İlgili Maddelerinin Erişim Puanları Arasında Anlamlı Bir Fark Var mıdır?

LCBT testindeki Matris Cebiri konusu ile ilgili maddelerin erişim puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiştir. LCBT testindeki Vektörler konusu ile ilgili maddeler ve bu maddelere ait son test cevaplarının frekansları Tablo 4.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Kontrol ve Deney Grubunun Matris Cebiri Konusu İle İlgili Maddelere Ait Son Test Cevaplarının Frekansları

Madde No	Doğru Cevap Sayısı		Doğru Cevapların Frekansları	
	DG	KG	DG (%)	KG (%)
1.	30	32	88.24	94.12
2.	30	32	88.24	94.12
3.	23	16	67.65	47.06
4.	29	30	85.29	88.24
5.	31	25	91.18	73.53
6.	29	12	85.29	35.29
7.	29	24	85.29	70.59
8.	22	3	64.71	8.82
9.	23	3	67.65	8.82

Matris Cebiri konusu ile ilgili maddelere ilişkin deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı, maddelere ait erişim puanlarının ortalamaları arasındaki fark analiz edilerek incelenmiştir. Erişim puanlarına ait Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. Matris Cebiri Konusu ile İlgili Maddelere İlişkin Mann-Whitney U testi Sonuçları

YÖNTEM	N	Sıralama ortalamaları	Sıralama ortalamalarının toplamı		Erişi
Deney	34	42.15	1433.00	Mann-Whitney U	318.00
Kontrol	34	26.85	913.00	Z	-3.217
Total	68			Asymp.Sig.(2-tailed)	.001

Deney grubu erişiş puanlarının sıralama ortalaması 42.15 iken kontrol grubu erişiş puanlarının sıralama ortalaması 26.85 olarak bulunmuştur. Z değerinin -3.217 olarak bulunması kontrol grubu erişiş puanlarının, sıralama ortalamasının 3 standart sapma altında olduğunu gösterir. Dolayısıyla Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre deney ve kontrol grubunun Matris Cebiri konusunda erişiş puanları arasında anlamlı bir fark ($U=318.00$ $Z=-3.289$ $p=.001$) olduğu görülmüştür. Bu durum bilgisayar destekli öğretimin Matris Cebiri konusunda öğretmen adaylarının akademik başarılarına olumlu yönde bir etki yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

Dorier (2002) ve Wang (1989) araştırmalarında öğrencilerin matrislerle işlem yapma ve determinant alma gibi basit matris işlemlerini yaparken zorlanmadıklarını belirtmişlerdir. Buradan hareketle Matris Cebiri ile ilgili maddelerden basit matris işlemleri gerektirenler ve matrislerde çarpma işleminin görsel temsilleri ile ilgili olanlar ayrı ayrı değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 4.7 ve 4.8’de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Basit Matris İşlemleri Gerektiren Maddelere İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

YÖNTEM	N	Sıralama ortalamaları	Sıralama ortalamalarının toplamı		Erişi
Deney	34	37.32	1269.00	Mann-Whitney U	482.00
Kontrol	34	31.68	1077.00	Z	-1.192
Total	68			Asymp.Sig.(2-tailed)	.233

Deney grubu erişim puanlarının sıralama ortalaması 37.32 iken kontrol grubu erişim puanlarının sıralama ortalaması 31.68 olarak bulunmuştur. Z değerinin -1.192 olarak bulunması kontrol grubu puanları ile sıralama ortalaması arasında neredeyse hiç fark olmadığını gösterir. Ayrıca $p=.233$ olarak bulunması deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlı olmadığını gösterir. Bu sonuç Dorier (2002) ve Wang (1989)'ın öğrencilerin basit matris işlemlerini yaparken zorlanmadıkları görüşünü destekler niteliktedir.

Tablo 4.8. Matrislerde Çarpma İşleminin Görsel Temsilleri ile İlgili Maddelere İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

YÖNTEM	N	Sıralama ortalamaları	Sıralama ortalamalarının toplamı		Erişim
Deney	34	44.31	1506.50	Mann-Whitney U	244.50
Kontrol	34	24.69	839.50	Z	-4.233
Total	68			Asymp.Sig.(2-tailed)	.000

Deney grubu erişim puanlarının sıralama ortalaması 44.31 iken kontrol grubu erişim puanlarının sıralama ortalaması 24.69 olarak bulunmuştur. Z değerinin -4.233 olarak bulunması kontrol grubu puanlarının, sıralama ortalamasının 4 standart sapma altında olduğunu gösterir. $P=<.001$ olması matrislerde çarpma işleminin görsel temsilleri ile maddelerin erişim puanları arasındaki farkın anlamlı olduğunu gösterir.

Öklid geometrisine dayanan GeoGebra (Hohenwarter, 2004), öğrencilerin matematiksel objeleri görselleştirmelerine, matematiksel kavramların görsel anlayışını geliştirmelerine ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri anlamalarına yardımcı olur. Tablo 4.8'de gösterilen analiz sonuçları bu görüşü destekler niteliktedir. Dolayısıyla bu durum GeoGebra destekli öğretimin öğretmen adaylarının akademik başarılarına ve matematiksel kavramların görsel anlayışını geliştirmelerine olumlu yönde etki yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

4.1.3. Deney ve Kontrol Grubunun LCBT Testinin Lineer Denklem Sistemleri Konusu ile İlgili Maddelerinin Erişi Puanları Arasında Anlamlı Bir Fark Var mıdır?

LCBT testindeki Lineer Denklem Sistemleri konusu ile ilgili maddelerin erişim puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiştir. LCBT testindeki Vektörler konusu ile ilgili maddeler ve bu maddelere ait son test cevaplarının frekansları Tablo 4.9’de gösterilmiştir.

Tablo 4.9. Lineer Denklem Sistemleri ile ilgili Maddelere İlişkin Son Test Cevaplarının Frekansları

Madde No	Doğru Cevap Sayısı		Doğru Cevapların Frekansları	
	DG	KG	DG (%)	KG (%)
1.	12	5	35.29	14.70
2.	14	7	41.17	20.58
3.	19	17	55.88	50.00
4.	11	11	32.35	32.35
5.	31	31	91.17	91.17
6.	13	8	38.23	23.52

Lineer Denklem Sistemleri konusu ile ilgili maddelere ilişkin deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı, maddelere ait erişim puanlarının ortalamaları arasındaki fark analiz edilerek incelenmiştir. Erişim puanlarına ait Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 4.10’da gösterilmiştir.

Tablo 4.10. Lineer Denklem Sistemleri ile İlgili Maddelere Ait Mann-Whitney U testi Sonuçları

YÖNTEM	N	Sıralama ortalamaları	Sıralama ortalamalarının toplamı		Erişim
Deney	34	39.91	1357.00	Mann-Whitney U	394.000
Kontrol	34	29.09	989.00	Z	-2.292
Total	68			Asymp.Sig.(2-tailed)	.022

Lineer Denklem Sistemleri ile ilgili maddelere ilişkin deney grubunun erişim puanlarının sıralama ortalaması 39.91 iken kontrol grubu erişim puanlarının sıralama ortalaması 29.09 olarak bulunmuştur. Z değerinin -2.292 olarak bulunması kontrol grubu puanlarının, sıralama ortalamasının 2 standart sapma altında olduğunu gösterir. $P=0.022 < 0.05$ olması Lineer Denklem Sistemleri ile ilgili maddelerin erişim puanları arasındaki farkın anlamlı olduğunu gösterir. Bu durum GeoGebra destekli öğretimin öğretmen adaylarının Lineer Denklem Sistemleri konusuna ilişkin akademik başarılarına olumlu yönde etki yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

4.1.4. Deney ve Kontrol Grubunun LCBT Testinin Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık Konusu ile İlgili Maddelerinin Erişim Puanları Arasında Anlamlı Bir Fark Var mıdır?

LCBT testindeki Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konusu ile ilgili maddelerin erişim puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiştir. LCBT testindeki Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konusu ile ilgili maddeler ve bu maddelere ait son test cevaplarının frekansları Tablo 4.11’de gösterilmiştir.

Tablo 4.11. Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık ile İlgili Maddelere Verilen Son Test Cevaplarının Frekansları

Madde No	Doğru Cevap Sayısı		Doğru Cevapların Frekansları	
	DG	KG	DG (%)	KG (%)
1.	26	19	76.47	55.88
2.	33	21	97.06	61.76
3.	26	21	76.47	61.76
4.	14	5	41.17	14.70

Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konusu ile ilgili maddelere ilişkin deney ve kontrol grubu arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı, maddelere ait erişim puanlarının ortalamaları arasındaki fark analiz edilerek incelenmiştir. Erişim puanlarına ait Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 4.12’de gösterilmiştir.

Tablo 4.12. Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık ile İlgili Maddelere Ait Mann-Whitney U Testi Sonuçları

YÖNTEM	N	Sıralama ortalamaları	Sıralama ortalamalarının toplamı		Erişi
Deney	34	43.97	1495.00	Mann-Whitney U	256.00
Kontrol	34	25.03	851.00	Z	-4.138
Total	68			Asymp.Sig.(2-tailed)	.000

Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık ile ilgili maddelere ilişkin deney grubunun erişme puanlarının sıralama ortalaması 43.97 iken kontrol grubu erişme puanlarının sıralama ortalaması 25.03 olarak bulunmuştur. Z değerinin -4.138 olarak bulunması kontrol grubu erişme puanlarının, sıralama ortalamasının 4 standart sapma altında olduğunu gösterir. $P=0.00 < .01$ olması lineer bağımlılık-bağımsızlık ile ilgili maddelerin erişme puanları arasındaki farkın anlamlı olduğunu gösterir. Bu durum GeoGebra destekli öğretimin öğretmen adaylarının Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konusuna ilişkin akademik başarılarına olumlu yönde etki yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

4.2. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi, “Deney ve kontrol grubunun Geometrik Temsil ve İlişkilendirme Testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindedir. Bu soruya cevap bulabilmek için uygulama sonrasında öğretmen adaylarına uygulanan 12 soruluk geometrik temsil ve ilişkilendirme testine ait puanlar ve frekanslar Tablo 4.13’de gösterilmiş ve bu puanlar arasındaki fark Bağımsız Örneklem t testi kullanılarak incelenmiş ve sonuçlar Tablo 4.14’te gösterilmiştir.

Tablo 4.13. Kontrol ve Deney Grubu Geometrik Temsil Ve İlişkilendirme Testindeki Sorulara Ait Cevapların Frekansları

Madde No	Doğru Cevap Sayısı		Doğru Cevapların Frekansları	
	DG	KG	DG (%)	KG (%)
1.a	31	20	91.17	58.82
1.b	33	17	97.06	50
2.a	33	19	97.06	55.88
2.b	8	3	23.52	8.82
3.a	32	18	94.12	52.94
3.b	32	13	94.12	38.24
3.c	29	14	85.34	41.17
3.d	13	8	38.24	23.53
4.a	11	2	32.40	5.88
4.b	26	7	76.50	20.59
4.c	25	6	73.50	17.64
4.d	25	6	73.50	17.64

Deney ve kontrol grubunun test puanları arasında oluşan bu farkın anlamlı olup olmadığı Bağımsız Örneklem t testi ile analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.14'te gösterilmiştir.

Tablo 4.14. Deney ve Kontrol Grubunun GTİT testi Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem İçin T Testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Deney	34	8.32	1.94	66	8.26	.000
Kontrol	34	3.76	2.55			

* $p < 0.01$

Tablo 4.4'e göre deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin öğretim sonunda uygulanan GTİT testinden elde ettikleri puanlar arasında anlamlı düzeyde bir farklılığın olduğu belirlenmiştir [$t(66) = 8.26, p < 0.05$]. Öğrencilerin öğretim sonu GTİT test puanlarının ortalamaları göz önüne alındığında, deney grubu öğrencilerinin ($\bar{X} = 8.32$), kontrol grubu öğrencilerine göre ($\bar{X} = 3.76$) başarı düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bağımsız Örneklem t testi sonuçlarına göre $t = 8.26$ ve $p = < 0.01$ olması GeoGebra destekli öğretimin öğretmen adaylarının cebirsel kavramların özelliklerini geometrik temsillerinden hareketle keşfetmelerine ve cebirsel kavramları birbirleri ile ilişkilendirmelerine olumlu yönde

etki ettiği şeklinde yorumlanabilir. İki grup ortalaması arasındaki farkın hesaplandığı istatistiksel yöntemler (tek grup t-testi, ilişkili örneklem için t-testi, ilişkisiz örneklem için t-testi, vb.) için etki büyüklüğü hesaplanmasında Cohen's d formülü (Cohen, 1988) yaygın biçimde tercih edilir. Hesaplamalar sonucunda elde edilen d değeri şu şekilde yorumlanır: .20- küçük (small) etki büyüklüğü; .50- orta (*medium*); .80 ise büyük (*large*) etki büyüklüğü (Cohen, 1988). Bu çalışmada etki büyüklüğü d değeri 2.26 olarak hesaplanmıştır. Bu durum GeoGebra destekli öğretimin deney ve kontrol grubu arasındaki fark üzerindeki etkisinin oldukça fazla olduğunu gösterir.

4.2.1. GTİT Testindeki Geometrik Temsil İle İlgili Maddelerin Test Puanları Arasında Anlamlı Bir Fark Var mıdır?

GTİT testindeki geometrik temsil ile ilgili maddelerin test puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı Bağımsız Örneklem t testi kullanılarak incelenmiştir. GTİT testindeki geometrik temsil ile ilgili maddeler ve bu maddelere ait cevapların frekansları Tablo 4.15'te gösterilmiştir.

Tablo 4.15. Kontrol ve Deney Grubunun Geometrik Temsil İle İlgili Maddelere Ait Cevaplarının Frekansları

Madde No	Doğru Cevap Sayısı		Doğru Cevapların Frekansları	
	DG	KG	DG (%)	KG (%)
1.a	31	20	91.17	58.82
1.b	33	17	97.06	50
2.a	33	19	97.06	55.88
4.a	11	2	32.40	5.88
4.b	26	7	76.50	20.59
4.c	25	6	73.50	17.64

Deney ve kontrol grubunun test puanları arasında oluşan bu farkın anlamlı olup olmadığı Bağımsız Örneklem t testi ile analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.16'da gösterilmiştir.

Tablo 4.16. Deney ve Kontrol Grubunun Geometrik Temsil ile İlgili Madde Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları

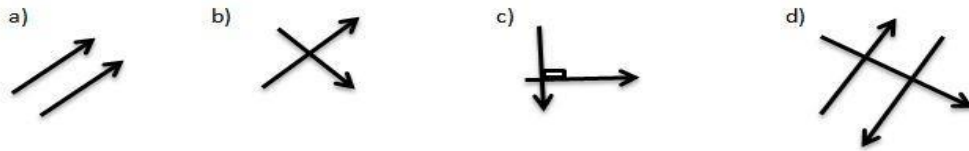
Gruplar	N	\bar{X}	S	sd	t	p
Deney	34	4.67	1.12	66	7.54	.000
Kontrol	34	2.08	1.65			

* $p < 0.01$

Tablo 4.8'e göre deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin geometrik temsil ile ilgili maddelerden elde ettikleri puanlar arasında anlamlı düzeyde bir farklılığın olduğu belirlenmiştir [$t(66) = 7.54$, $p < 0.01$]. Öğrencilerin öğretim sonucu başarı puanlarının ortalamaları göz önüne alındığında, deney grubu öğrencilerinin ($\bar{X}=4.67$), kontrol grubu öğrencilerine göre ($\bar{X}=2.08$) başarı düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bağımsız Örneklem t testi sonuçlarına göre $t=7.54$ ve $p < 0.01$ olması GeoGebra destekli öğretimin öğretmen adaylarının cebirsel kavramların özelliklerini geometrik temsillerinden hareketle keşfetmelerine ve olumlu yönde etki ettiği şeklinde yorumlanabilir. Bu çalışmada etki büyüklüğü d değeri 1.82 olarak hesaplanmıştır. Bu durum GeoGebra destekli öğretimin deney ve kontrol grubu arasındaki fark üzerindeki etkisinin oldukça fazla olduğunu gösterir.

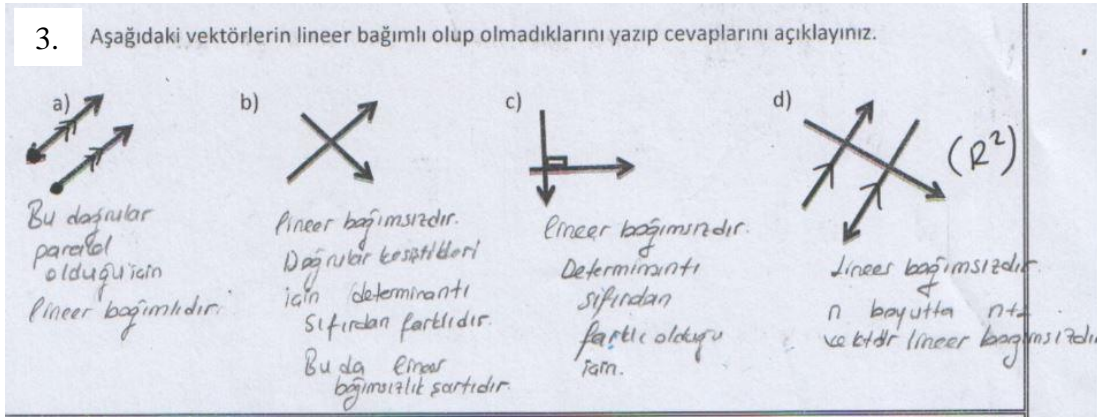
GTİT testindeki geometrik temsillerle ilgili bazı maddeler ve bu maddelere verilen cevaplar aşağıda gösterilmiştir.

3. Aşağıdaki R^2 'ye ait vektörlerin lineer bağımlı olup olmadıklarını yazıp cevaplarını açıklayınız.



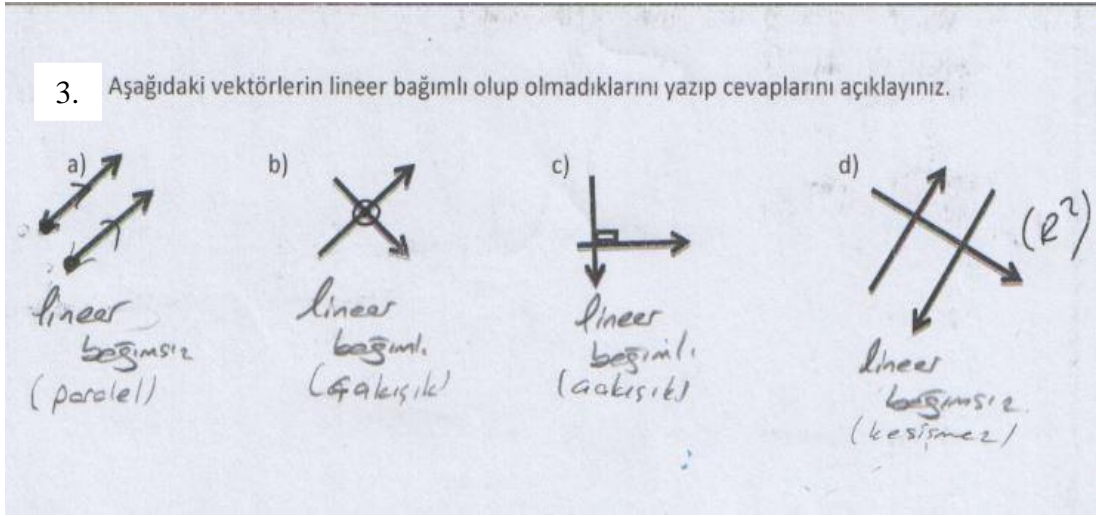
Şekil 4.1. GTİT Testindeki Geometrik Temsillerle İlgili Ait Bazı Maddeler

GTİT testine ait bu maddelerde düzlemde verilen vektörlerin geometrik temsillerinden hareketle bu vektörlerin lineer bağımlı olup olmadığı öğretmen adaylarına sorulmuştur. Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının bu maddelere verdikleri cevaplardan bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

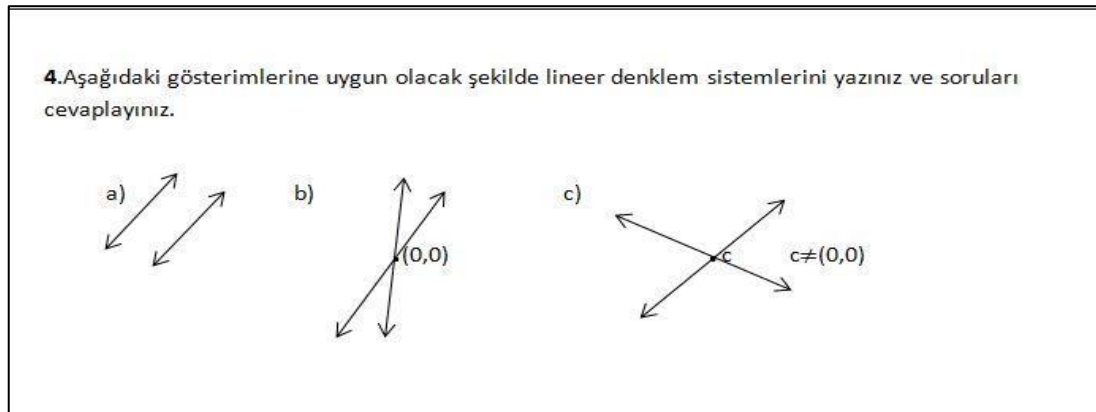


Şekil 4.2. Deney Grubundaki Bir öğretmen Adayının Lineer Bağımlılıkla İlgili Maddelere Verdiği Cevaplar

Şekil 4.2' de deney grubundaki bir öğretmen adayına ait cevaplar gösterilmiştir. Cevaplar incelendiğinde öğretmen adayının düzlemde verilen iki vektörün geometrik temsillerinden hareketle paralel vektörlerin lineer bağımlı, paralel olmayan vektörlerin ise lineer bağımsız olduğu sonuçlarına ulaşabilmiştir. Buna karşın kontrol grubundaki bir öğretmen adayını, düzlemde verilen iki vektörün paralel olması durumunu yani geometrik olarak ortak bir noktalarının olmaması durumunu cebirsel anlamda bağımsızlık olarak değerlendirmiştir. Benzer şekilde geometrik olarak ortak bir noktası olan iki vektörü ise cebirsel anlamda bağımlı olarak değerlendirmiş ve ilgili maddeyi lineer bağımlı olarak değerlendirmiştir. Bu öğretmen adayının lineer bağımlılık sorularına verdiği cevaplar Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

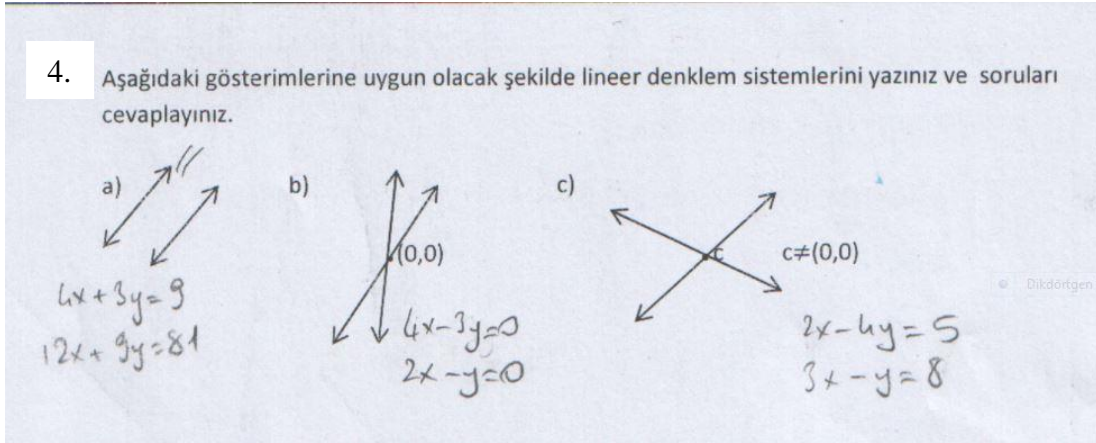


Şekil 4.3. Kontrol Grubundaki Bir Öğretmen Adayının Lineer Bağımlılıkla İlgili Maddelere Verdiği Cevaplar



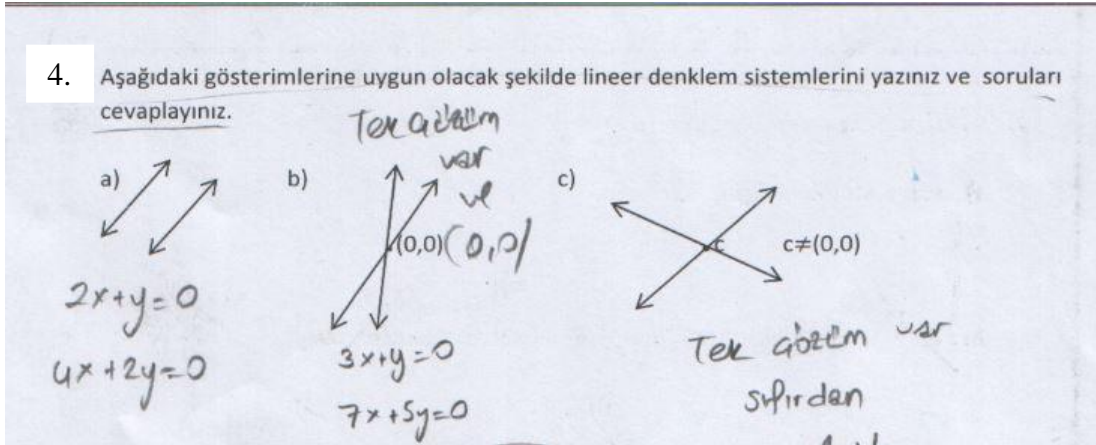
Şekil 4.4. GTİT Testine Ait Bazı Maddeler

GTİT testine ait bu maddelerde düzlemde verilen iki lineer denklemin geometrik temsillerine uygun olacak şekilde lineer denklem sistemleri oluşturulmaları istenmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının bu maddelere verdikleri cevaplar aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Deney Grubundaki Bir Öğretmen Adayının Lineer Denklem Sistemleri İle İlgili Maddelere Verdiği Cevaplar

Şekil 4.5'te gösterilen cevaplar incelendiğinde öğretmen adayının düzlemde verilen iki lineer denklemin geometrik temsillerinden hareketle doğruların birbirlerine göre durumlarına uygun olan lineer denklem sistemlerini oluşturabildiği görülmüştür.



Şekil 4.6. Kontrol Grubundaki Bir Öğretmen Adayının Lineer Denklem Sistemleri İle İlgili Maddelere Verdiği Cevaplar

Şekil 4.6'daki cevaplar incelendiğinde öğretmen adayının düzlemde birbirlerine paralel olarak verilen iki lineer denklemin katsayıları arasında k gibi bir oran olması gerektiğini görmüş fakat bu durumu sonuç vektörü ile ilişkilendiremediği için bu maddeye cevap olarak çakışık iki doğrudan oluşan bir

lineer denklem sistemi oluşturmuştur. Homojen lineer denklem sistemleri için uygun bir cevap yazabilen öğretmen adayı aynı durumu tek çözümü olan bir lineer denklem sistemi için gerçekleştirememiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının GTİT testinin geometrik temsillerle ilgili maddelere verdikleri cevaplar bu alandaki bağımsız örneklem t testi sonuçlarını desteklemektedir. Bu durum GeoGebra destekli uygulamaların öğretmen adaylarının cebirsel kavramların geometrik özelliklerinden hareketle cebirsel özelliklerini keşfedebilmeleri üzerine olumlu bir etki yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

4.2.2. GTİT Testindeki Cebirsel Kavramların İlişkilendirilmesi İle İlgili Maddelerin Test Puanları Arasında Anlamlı Bir Fark Var Mıdır?

GTİT testindeki geometrik temsil ile ilgili maddelerin test puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı Bağımsız Örneklem t testi kullanılarak incelenmiştir. GTİT testindeki cebirsel kavramların ilişkilendirilmesi ile ilgili maddeler ve bu maddelere ait cevapların frekansları Tablo 4.17’de gösterilmiştir.

Tablo 4.17. Kontrol ve Deney Grubunun Cebirsel Kavramların İlişkilendirilmesi ile İlgili Maddelere Ait Cevaplarının Frekansları

Madde No	Doğru Cevap Sayısı		Doğru Cevapların Frekansları	
	DG	KG	DG (%)	KG (%)
2.b	8	3	23.52	8.82
3.a	32	18	94.12	52.94
3.b	32	13	94.12	38.24
3.c	29	14	85.34	41.17
3.d	13	8	38.24	23.53
4.d	25	6	73.50	17.64

Deney ve kontrol grubunun test puanları arasında oluşan bu farkın anlamlı olup olmadığı Bağımsız Örneklem t testi ile kontrol edilmiş ve sonuçlar Tablo 4.18’de gösterilmiştir.

Tablo 4.18. Deney ve Kontrol Grubunun GTİT testi Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem İçin T Testi Sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	S	sd	t	P
Deney	34	3.64	1.20	66	6.15	.000
Kontrol	34	1.67	1.43			

*p<0.01

Tablo 4.18'e göre deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin geometrik temsil ile ilgili maddelerden elde ettikleri puanlar arasında anlamlı düzeyde bir farklılığın olduğu belirlenmiştir [$t(66)= 6.15, p<0.01$]. Öğrencilerin öğretim sonu başarı puanlarının ortalamaları göz önüne alındığında, deney grubu öğrencilerin ($\bar{X}=3.64$), kontrol grubu öğrencilere göre ($\bar{X}=1.67$) başarı düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bağımsız örneklem t testi sonuçlarına göre $t=6.15$ ve $p<0.01$ olması GeoGebra destekli öğretimin öğretmen adaylarının cebirsel kavramların birbirleri ile ilişkilendirilmesine olumlu yönde etki ettiği görülmüştür. Bu çalışmada etki büyüklüğü d değeri 1.49 olarak hesaplanmıştır. Bu durum deney ve kontrol grubu arasındaki farkın oldukça fazla olduğunu gösterir.

GTİT testindeki cebirsel kavramların ilişkilendirilmesi ilgili bazı maddeler ve bu maddelere verilen cevaplar aşağıda gösterilmiştir.

4. d) $\vec{v}_1, \vec{v}_2 \in R^2$ ve $\{\vec{v}_1, \vec{v}_2\}$ lineer bağımsız ise;

$\vec{v}_1 = (v_{11}, v_{12})$ $\vec{v}_2 = (v_{21}, v_{22})$

$v_{11}x + v_{12}y = c$
 $v_{21}x + v_{22}y = d$ lineer denklem sistemi çözülebilir mi? Açıklayınız.

Şekil 4.7. GTİT Testindeki Cebirsel Kavramların İlişkilendirilmesi İle İlgili Bir Madde

Şekil 4.7' de öğretmen adaylarına bir lineer denklem sisteminin katsayılarını oluşturan vektörlerin lineer bağımsız olması durumu ile bu lineer denklem sisteminin çözümü arasındaki ilişkinin sorulduğu bir madde gösterilmiştir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarının bu maddeye verdiği cevaplardan bazıları aşağıda gösterilmiştir.

4. d) $\vec{v}_1, \vec{v}_2 \in \mathbb{R}^2$ ve $\{\vec{v}_1, \vec{v}_2\}$ lineer bağımsız ise;

$$\vec{v}_1 = (v_{11}, v_{12}) \quad \vec{v}_2 = (v_{21}, v_{22})$$

$$v_{11}x + v_{12}y = c$$

$$v_{21}x + v_{22}y = d \quad \text{lineer denklem sistemi çözülebilir mi? Açıklayınız.}$$

$$A = \begin{pmatrix} v_{11} & v_{12} \\ v_{21} & v_{22} \end{pmatrix} \quad |A| \neq 0, \text{rank}(A) = 2 \quad \text{rank}(A) = \text{rank}(A:b) = 2$$

$$(A:b) = \begin{pmatrix} v_{11} & v_{12} & | & c \\ v_{21} & v_{22} & | & d \end{pmatrix} \quad \text{rank}(A:b) = 2$$

tek çözümü vardır.
çözülebilir.

Şekil 4.8. Deney Grubundaki Bir Öğretmen Adayının Lineer Denklem Sistemlerinin Çözümü İle İlgili Maddeye Verdiği Cevap

Şekil 4.8' de gösterilen cevap incelendiğinde öğretmen adayının \mathbb{R}^2 'de lineer bağımsız iki vektörün bileşenlerinden oluşan katsayılar matrisinin determinant değerini bu matrisin rank değeri ile ilişkilendirmiş ve bir lineer denklem sisteminin çözümünün rank ile ilişkisinden hareketle soruya doğru cevap verdiği görülmüştür.

4. d) $\vec{v}_1, \vec{v}_2 \in \mathbb{R}^2$ ve $\{\vec{v}_1, \vec{v}_2\}$ lineer bağımsız ise;

$$\vec{v}_1 = (v_{11}, v_{12}) \quad \vec{v}_2 = (v_{21}, v_{22})$$

$$v_{11}x + v_{12}y = c$$

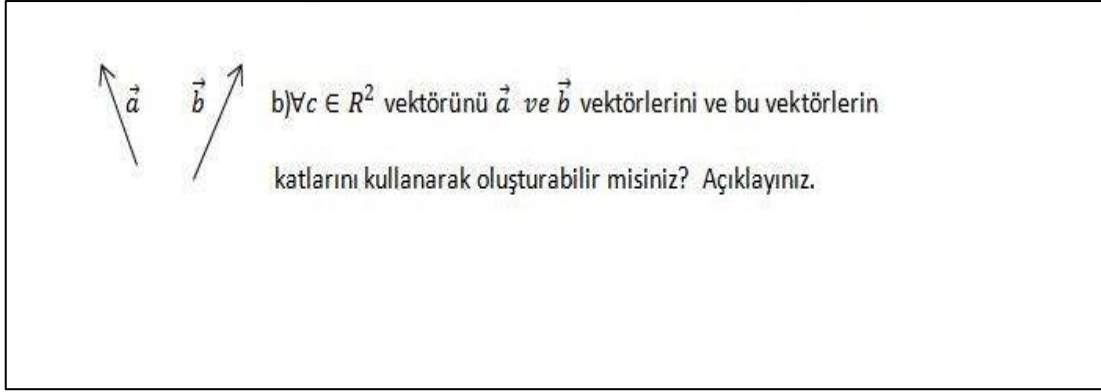
$$v_{21}x + v_{22}y = d \quad \text{lineer denklem sistemi çözülebilir mi? Açıklayınız.}$$

$$k \cdot (v_{11}, v_{12}) + p \cdot (v_{21}, v_{22}) = 0$$

$$k=0 \quad p=0$$

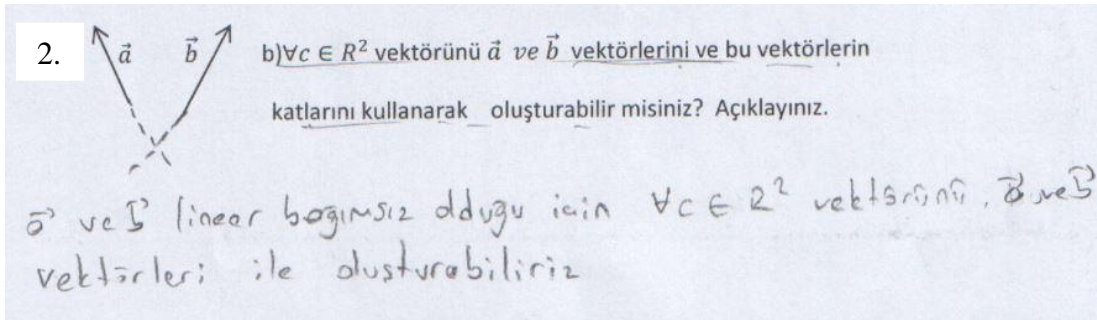
Şekil 4.9. Kontrol Grubundaki Bir Öğretmen Adayının Lineer Denklem Sistemlerinin Çözümü İle İlgili Maddeye Verdiği Cevap

Şekil 4.9’da gösterilen cevap incelendiğinde öğretmen adayının \mathbb{R}^2 ’de verilen iki lineer denklemin katsayıları için lineer bağımsızlık kriterini yazdığı ama bu kriteri herhangi bir kavramla ilişkilendiremediği için çözümü yapamadığı görülmüştür.



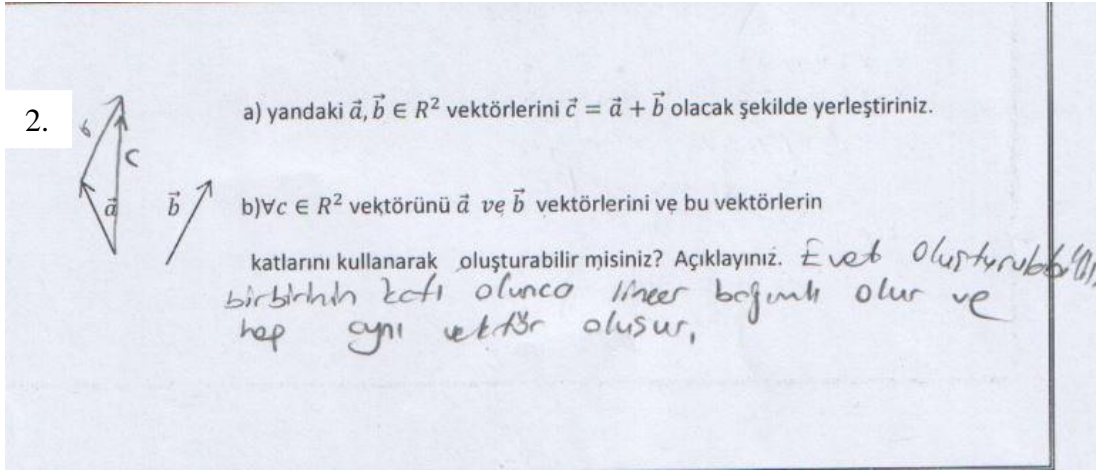
Şekil 4.10. GTİT Testindeki Cebirsel Kavramların İlişkilendirilmesi ile İlgili Bir Madde

Şekil 4.10’ da lineer bağımsızlık ile germe şartı arasındaki ilişkiyi ölçen bir madde gösterilmektedir. Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının bu maddeye ilişkin cevapları aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Deney Grubundaki Bir Öğretmen Adayının Lineer Bağımsızlık Germe Şartı İle İlgili Bir Maddeye Verdiği Cevap

Şekil 4.11’ de gösterilen cevap incelendiğinde öğretmen adayının \mathbb{R}^2 uzayındaki her vektörün \vec{a} ve \vec{b} vektörü ile üretilbileceğini, bu vektörlerin lineer bağımsız olduğunu göstererek açıkladığı görülmüştür.



Şekil 4.12. Kontrol Grubundaki Bir Öğretmen Adayının Lineer Bağımsızlık Germe Şartı İlişkisi İle İlgili Bir Maddeye Verdiği Cevap

Şekil 4.12’de gösterilen cevap incelendiğinde öğretmen adayının vektörlerin lineer bağımlı olması durumunda üretilmeyeceğini söylediği görülmüştür. Bu kısımdan lineer bağımsızlık germe ilişkisini anladığı düşünülebilir fakat vektörlerin lineer bağımlı olması durumunda üretilen her vektörün aynı olacağı iddiası bu öğretmen adayının lineer bağımlı vektörlerin sadece kendilerine paralel olan vektörleri üretebileceğini tam olarak kavrayamadığını gösterir. Genel olarak GTİT testindeki maddelere öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar incelendiğinde öğretmen adaylarının cevapları için yaptıkları açıklamaların bu testin analizi için kullanılan Bağımsız Örneklem t testi sonuçlarını destekler nitelikte olduğu görülmüştür. Bu durum GeoGebra destekli uygulamaların öğretmen adaylarının cebirsel kavramları birbirleri ilişkilendirebilmeleri üzerine olumlu bir etki yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

4.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi, Lineer Cebir dersine ait “Vektörler, Matris Cebiri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık, Lineer Denklem Sistemleri” konularının öğretiminde GeoGebra kullanımı hakkında öğrenci görüşleri nelerdir?” şeklindedir. Görüş alınacak katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemlerinden Maksimum Çeşitlilik Örnekleme ile seçilmiştir.

Bu yöntemde amaç, görelî olarak küçük bir grup oluşturmak ve bu örneklemede çalışılan probleme taraf olabilecek bireylerin çeşitliliğini maksimum derecede yansıtmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Öğretmen adaylarının görüşleri genel olarak Lineer Cebir dersinde GeoGebra kullanımı ve konuların öğretiminde kullanılan GeoGebra destekli etkinliklerin faydalılığı şeklinde iki başlık halinde incelenmiş ve aşağıda sunulmuştur.

4.3.1. Lineer Cebir Dersine Ait Vektörler, Matris Cebiri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık, Lineer Denklem Sistemleri” konularının öğretiminde GeoGebra Kullanımı Hakkında Öğrenci Görüşleri Nelerdir?

Lineer Cebir dersine ait “Vektörler, Matris Cebiri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık, Lineer Denklem Sistemleri” konularının öğretiminde, dinamik geometri yazılımı GeoGebra’nın kullanımı konusuyla ilgili öğrencilerin düşünceleri genel olarak şöyledir:

“Lineer Cebir dersinde uyguladığımız bilgisayar destekli öğretimde soyut olan kavramları somut olarak görme şansımız oldu. Bu şekilde konular daha iyi anlaşıldı. Zihnimizde canlandıramadığımız cebirsel kavramların geometrik özelliklerini bu programda görebildik.”

“Lineer Cebir dersinde kullandığımız bilgisayar destekli öğretimin özellikle cebirsel kavramların geometrik özelliklerini anlamamıza çok yardımcı olduğunu söyleyebilirim. Aslında dersi gayet açık ve anlaşılır bir şekilde işlememize rağmen bazı ifadeler zihnimizde tam olarak oluşmuyordu. Biz bunu bilgisayar destekli uygulamalarımız sayesinde anında görebiliyor ve aslında o kadar da karmaşık olmadığını anlıyoruz. Çok daha iyi öğreniyoruz ve daha kalıcı oluyor”

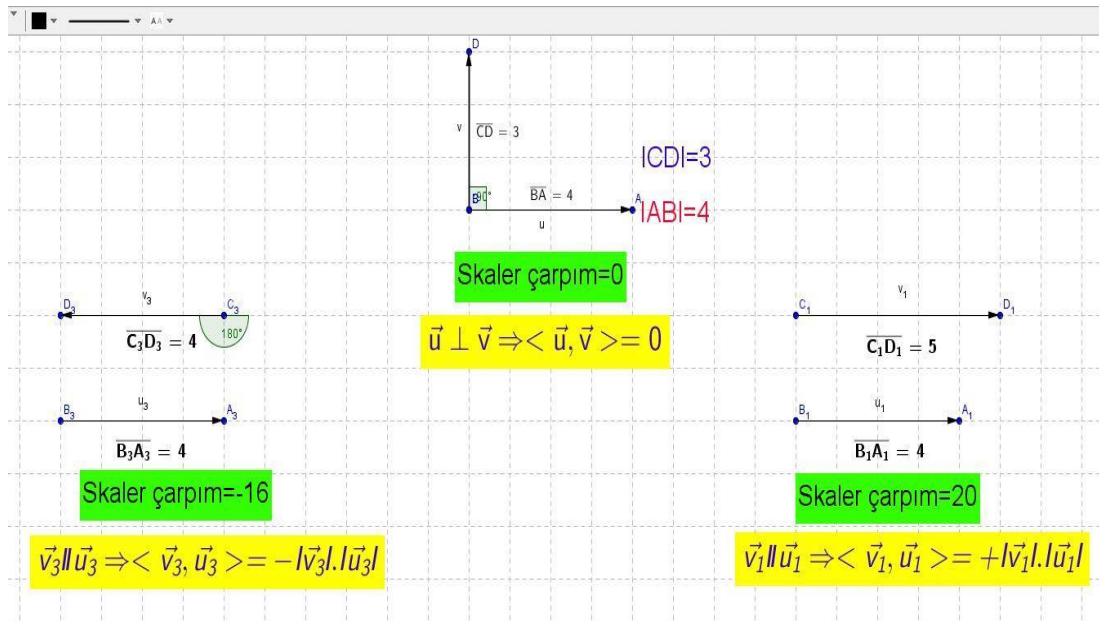
“Lineer Cebir dersini laboratuvar sınıfında bilgisayar destekli olarak görmek benim bu dersi daha iyi öğrenmemi sağladı. Konuların GeoGebra yardımıyla somutlaştırılarak anlatılması ve bizim de bu etkinlikleri bilgisayarlarda uygulamamız konuyu daha iyi kavramamı sağladı.”

Öğretmen adaylarının görüşleri, bilgisayar destekli öğretimin Lineer Cebir dersinde akademik başarı üzerine etkisini belirlemek adına tek başlarına yeterli olmazlar. Bu yüzden öğretmen adaylarının görüşleri bilgisayar destekli öğretimin Lineer Cebir dersinde akademik başarı üzerine etkisine ilişkin nicel verilerle birlikte değerlendirilip bu görüşlerin araştırmanın nicel verilerini desteklediği görülmüştür.

4.3.2. Öğretmen Adaylarının Konuların Öğretiminde Kullanılan GeoGebra Destekli Etkinlikler Hakkında Görüşleri Nelerdir?

Bu alt probleme ilişkin olarak öğrenci görüşlerini almak üzere araştırmacı tarafından her konudan bir tane olmak üzere 4 etkinlik seçilmiş ve maksimum çeşitlilik yöntemine göre belirlenen öğretmen adaylarının bu etkinliklerle ilgili görüşlerini belirtmeleri istenmiştir. Etkinlikler ve öğretmen adaylarının bu etkinlikler hakkındaki görüşleri aşağıda gösterilmiştir.

Öğretmen adaylarının Şekil 4.13'te gösterilen skaler çarpım ile ilgili etkinlik hakkındaki görüşleri genel olarak şöyledir:



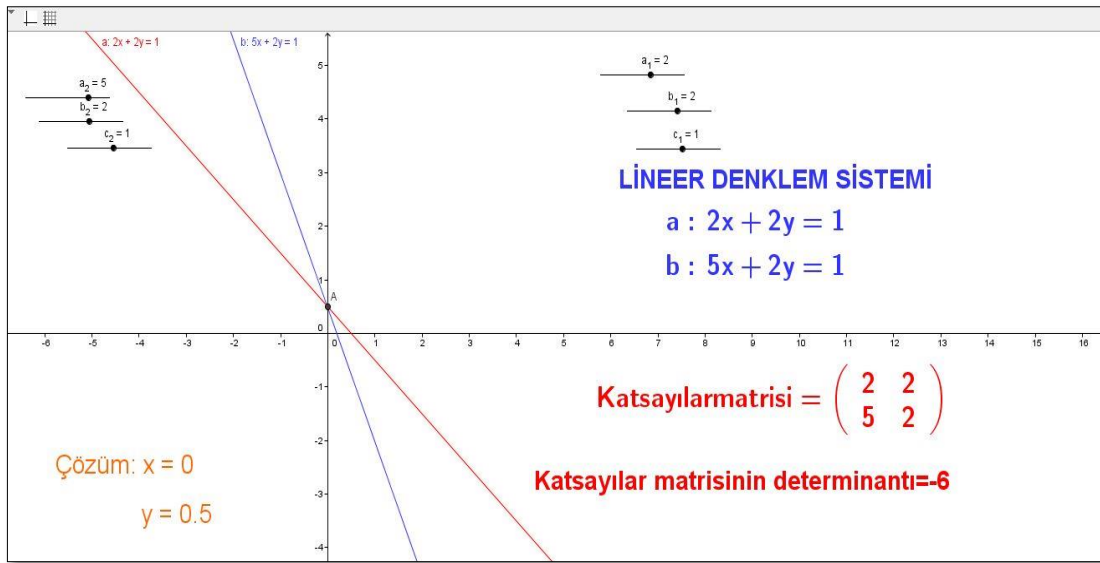
Şekil 4.13. Vektörler Konusu ile İlgili Bir Etkinlik Örneği

“Sürgü özelliği ile aynı anda birden çok örneği görsel olarak inceleme imkânı bulduk. Vektörlerin geometrik değişimlerinden hareketle iç çarpımın cebirsel özelliklerini keşfettik.”

“Vektörler cümlesi üzerinde tanımlı skaler (iç çarpım) işlemini GeoGebra yardımıyla görsel hale getirdik. İşlemler üzerinde yaptığımız her değişiklik sonunda iç çarpımın değiştiğini görsel olarak fark ettik.”

“Sürgü özelliği ile az zamanda daha fazla örneği görmemizi sağladı. Sürgü ile açıları değiştirdiğimizde iç çarpımın nasıl değiştiğini görerek aradaki bağıntıyı kendimizin çıkarmasını sağladı.”

Öğretmen adaylarının Şekil 4.14’te gösterilen Linear Denklem Sistemlerinin Çözümleri ile ilgili etkinlik hakkındaki görüşleri genel olarak şöyledir:



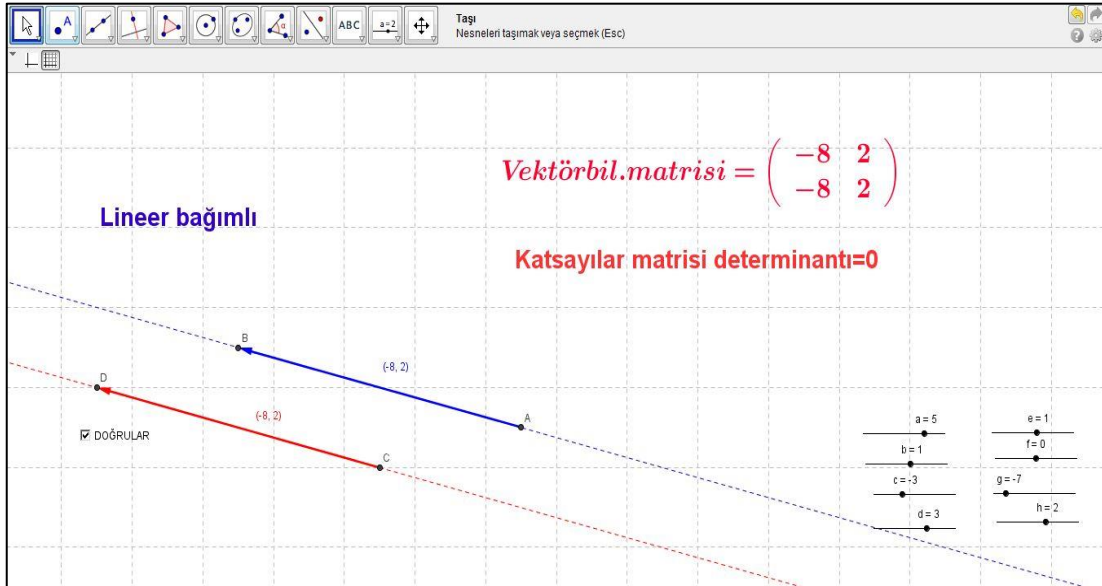
Şekil 4.14. Linear Denklem Sistemleri Konusu ile İlgili Bir Etkinlik Örneği

“Linear Denklem Sistemlerinin çözümlerini ve katsayılar matrisinin determinantı ilişkisini sürgü özelliği yardımıyla inceleme imkânı bulduk. Ayrıca geometrik olarak paralel doğrulardan oluşan sistemin çözümünün olmadığı, kesişen doğrulardan oluşan sistemin çözümü olduğu ve çakışan doğrulardan oluşan sistemin (n-r) parametreye bağlı sonsuz çözümünün olduğu keşfettik.”

“Sürgü özelliği ile Lineer Denklem Sistemlerinin çözümünde kaç farklı ihtimal olduğunu gördük. Mesela doğrular paralel olduğunda katsayılar arasında bir bağıntı olacağını ve çözümün olmayacağını gördük.”

“Herhangi bir Lineer Denklem Sisteminin çözümü GeoGebra aracılığıyla çözümle ilgili bütün durumlar değerlendirilerek incelendi. Geometrik açıdan paralel, kesişme, çakışık durumlarını gördük. Her durumda çözümlerin ayrı ayrı yorumunu yaptığımız için kavramamız kolaylaştı.”

Öğretmen adaylarının Şekil 4.15’te gösterilen Lineer Bağımlılık ile ilgili etkinlik hakkındaki görüşleri genel olarak şöyledir:



Şekil 4.15. Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık Konusu ile İlgili Bir Etkinlik Örneği

“Düzlemde aldığımız iki vektör ile lineer bağımlı iki vektörün paralel olduğunu, kesişen vektörlerin ise lineer bağımsız olduğunu gördük. Bu iki vektör paralel değilken sürgü özelliği ile paralel hale getirdiğimizde vektör bileşenlerinden oluşan matrisin determinantının da 0 olduğunu gördük.”

“Sürgü ile iki farklı vektör oluşturduğumuzda vektörlerin konumuna göre vektörlerin lineer bağımlı veya lineer bağımsız olduğunu ve bunda vektör bileşenlerinden oluşan matrisin determinantı ile ilişkisini öğrendik. Mesela vektörler paralel olduğunda lineer bağımlı ve determinantında 0 olduğunu gördük.”

Öğretmen adaylarının Şekil 4.16’da gösterilen Matrislerde çarpma ve determinant ile ilgili etkinlik hakkındaki görüşleri genel olarak şöyledir:

The screenshot shows a GeoGebra interface with the following content:

- Matrix $A = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 5 & 5 \end{pmatrix}$ with $\text{Det } A = -15$.
- Matrix $B = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & -7 \end{pmatrix}$ with $\text{Det } B = -11$.
- Product matrix $A.B = \begin{pmatrix} 9 & -26 \\ 15 & -25 \end{pmatrix}$ with $\text{Det } A.B = 165$.
- A visual representation of the matrices as points on a coordinate plane:
 - Matrix A: $a=1, b=4, c=5, d=5$
 - Matrix B: $e=1, f=2, g=2, h=-7$
- Bottom text: "Çarpımın determinanti determinantlar çarpımına eşittir" (The determinant of the product is equal to the product of the determinants).
- Bottom right text: "Det A. Det B= Det A. B" and "SONUÇ" (Result).

Şekil 4.16. Matris Cebiri Konusu ile İlgili Bir Etkinlik Örneği

“Bu etkinlikte bilgisayar kullanımı daha çok pratik örnekler görmemizi sağladı. Kolayca oluşturduğumuz farklı-farklı matrislerin çarpımının determinantıyla, determinantlar çarpımı arasındaki ilişkiyi kolayca gördük.”

“Derste soyut olarak ispatlanacak bir teoremi program yardımıyla somut bir şekilde gördük. Sürgüyle matrisleri değiştirdiğimiz zaman determinant değerlerinin de değiştiğini ve çarpımın determinantının determinantlar çarpımına eşit olduğunu gördük.”

“Çarpımın determinantının determinantlar çarpımına eşit olduğunu yine sürgü yardımıyla normalde kullanamayacağımız kadar çok sayıda değerleri kullanarak gördük. Böylece daha kalıcı bir şekilde öğrenmiş olduk.”

Öğretmen adaylarının genel olarak Lineer Cebir öğretiminde GeoGebra kullanımı ve hazırlanmış etkinlikler ile ilgili görüşleri incelendiğinde öğretmen adaylarının yazılımın geometrik temsil özelliği ve sürgü özelliğinden çokça bahsettikleri görülmüştür. Bu durum öğretmen adaylarının cebirsel kavramları öğrenirken bu kavramların geometrik temsillerinden çokça faydalandıklarını gösterir. Geometrik temsillere başvurmadıkları zamanlarda ise bir cebirsel özelliğin hangi koşullarda geçerli olduğunu test etme yoluyla öğrendiklerini gösterir.

Öğrenciler sürüklenme özelliği ile oluşturdukları şekilleri hareket ettirerek nesnenin değişmez özelliklerini fark edip, bu nesnenin matematiksel özelliklerini keşfedebilirler (Furner ve Marinas, 2007; Santos-Trigo ve Cristóbal-Escalante, 2008). Bununla birlikte sürüklenme özelliği öğrencilerin birkaç saniye içerisinde yeteri kadar çok örnek görmelerini sağlayarak öğrenciye kâğıt-kalem çalışmalarında olmadığı kadar hızlı geribildirimler sunabilir (Marrades ve Gutiérrez, 2000). Öğretmen adaylarının GeoGebra destekli uygulamalar hakkındaki görüşleri Literatüre ait yukarıdaki görüşleri destekler niteliktedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının görüşlerinin LCBT testinin analizinde kullanılan ANCOVA ve GTİT testinin analizinde kullanılan Bağımsız Örneklem t testi sonuçlarında oluşan anlamlı farkı destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

BÖLÜM 5

Tartışma ve Sonuç

Nicel yöntemlerin kullanıldığı bu çalışmada; Geogebra destekli öğretimin öğretmen adaylarının Lineer Cebir dersine ait bazı konularda akademik başarı üzerindeki etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bulgulardan elde edilen sonuçlar alt başlıklar halinde sunulmuştur.

GeoGebra Destekli Öğretimin Öğretmen Adaylarının Lineer Cebir Dersine Ait Bazı Konularda Akademik Başarıları Üzerine Etkisi

Bu soruya cevap bulabilmek amacıyla deney ve kontrol gruplarının ön test puanları kontrol edildiğinde, LCBT son test puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının belirlenmesi için ANCOVA kullanılmıştır.

ANCOVA sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarında öğrenim gören öğretmen adaylarının ön teste göre düzeltilmiş ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($F_{(1,65)}=20,385$ $p<.05$, $\eta^2=.240$). Eta-karenin .240 çıkması, LCBT son test başarı puanlarına ait varyansın %24'ünün GeoGebra destekli öğretimden kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir ki $\eta^2>.14$ olması etkinin geniş olduğunu gösterir (Büyüköztürk vd., 2010).

Öğretmen adayları GeoGebra yazılımının sürükleme özelliği ile oluşturdukları şekilleri hareket ettirerek nesnenin değişmez özelliklerini fark edip, bu nesnenin matematiksel özelliklerini keşfedebilirler (Furner ve Marinas, 2007; Santos-Trigo ve Cristóbal-Escalante, 2008).

Öğretmen adayları, GeoGebra destekli uygulamalar sayesinde vektörler konusunda oluşturdukları vektörleri hareket ettirerek geometrik temsillerdeki değişikliklerin cebirsel durumlara etkisini gözleme imkanı bulmuş ve Vektörler konusuna ait matematiksel özellikleri hakkında çıkarımlarda bulunmuşlardır. Öğretmen adayları LCBT son testindeki Vektörler konusu ile ilgili maddeleri bu çıkarımlara göre cevaplamışlardır.

LCBT testindeki Vektörler konusu ile ilgili maddelerin erişi puanlarına ait Mann-Whitney U testi sonuçları ($U=185.500$ $Z=-3.289$, $p<.001$) deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir. Bu durum öğretmen adaylarının GeoGebra yazılımının sürüklenme özelliği ile oluşturdukları şekilleri hareket ettirerek nesnenin değişmez özelliklerini fark edip, bu nesnenin matematiksel özelliklerini keşfedebileceği (Furner ve Marinas, 2007; Santos-Trigo ve Cristóbal-Escalante, 2008) görüşünü destekler niteliktedir ve GeoGebra destekli uygulamaların Vektörler konusunda akademik başarı üzerine olumlu etki yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

Öğretmen adayları Lineer Denklem Sistemleri konusunda ise oluşturdukları lineer denklem sistemlerinin hangi durumlarda çözümünün olduğunu ve bu çözümün katsayılar matrisi ile ilişkisini, sürgüler yardımıyla lineer denklemleri değiştirerek inceleme imkânı bulmuş ve bu incelemeler sonucunda lineer denklem sistemlerinin çözümleri ile ilgili çıkarımlarda bulunmuşlardır. LCBT testindeki Lineer Denklem Sistemleri konusu ile ilgili maddelerin erişi puanlarına ait Mann-Whitney U testi sonuçları ($U=394.00$ $Z=-2.292$, $p=.022<.05$) deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir.

Bu durum GeoGebra destekli uygulamaların Lineer Denklem Sistemleri konusunda akademik başarı üzerine olumlu etki yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

Öğretmen adayları Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konusunda da sürgülere bağlı olarak oluşturdukları vektörlerin hangi durumlarda lineer bağımlı hangi durumlarda lineer bağımsız olduğunu ve bir uzayı geren vektörlerin lineer bağımsız olması gerektiğini sürgüler yardımıyla vektörleri değiştirerek görme imkanı bulmuşlardır. Deney grubundaki öğretmen adayları GeoGebra destekli uygulamalar sayesinde düzlemde birbirine paralel olan vektörlerin lineer bağımlı olduğunu ve düzlemde sadece kendilerine paralel olan vektörleri üretebildiklerini (gerdiklerini) görmüşlerdir. Kontrol grubundaki öğretmen adayları ise genel olarak düzlemde paralel olan vektörlerin herhangi bir ortak noktaları olmadığından bu vektörleri lineer bağımsız olarak değerlendirmişlerdir. Bu durum GeoGebra destekli uygulamaların Lineer bağımlılık- bağımsızlık kavramlarının öğretiminde karşılaşılmaması muhtemel kavram yanılgılarını ortadan kaldırdığı şeklinde yorumlanabilir.

LCBT testindeki Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konusu ile ilgili maddelerin erişim puanlarına ait Mann-Whitney U Testi sonuçları($U=256.00$, $Z=-4.138$, $p<.01$) deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir. Bu durum GeoGebra destekli uygulamaların Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konusunda akademik başarı üzerine olumlu etki yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

Bununla birlikte öğretmen adayları Matris Cebiri konusunda ise sürgüler yardımıyla kâğıt kalem uygulamalarında olamayacak kadar çok örneği birkaç saniye içerisinde inceleme imkânı bulmuşlardır (Marrades ve Gutiérrez, 2000). Bu incelemeler sonucunda matrislerin cebirsel özellikleri ile ilgili çıkarımlarda bulunmuşlardır. LCBT testindeki Matris Cebiri konusundaki maddelerin erişim puanlarına ait Mann-Whitney U testi sonuçları ($U=318.00$ $Z=-3.289$ $p=.001$) deney grubu lehine anlamlı bir olduğunu göstermiştir. Bu durum GeoGebra destekli uygulamaların Matris Cebiri konusunda akademik başarı üzerine olumlu bir etki yaptığı şeklinde yorumlanabilir.

Dorier (2002) ve Wang (1989) araştırmalarında öğrencilerin matrislerle işlem yapma ve determinant alma gibi basit matris işlemlerini yaparken zorlanmadıklarını belirtmişlerdir. Bu yüzden LCBT testindeki Matris Cebiri ile ilgili maddeler basit matris işlemleri gerektiren ve matrislerde çarpma işleminin geometrik temsilleri ile ilgili maddeler şeklinde iki alt başlıkta incelenmiştir.

Basit matris işlemleri gerektiren maddelerin erişim puanlarına ait Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre deney ve kontrol grubu arasında anlamlı bir fark oluşmadığı görülmüştür.($U=482.00$, $Z=-1.192$, $p=.233$).

Buna karşın matrislerde çarpma işleminin geometrik temsilleri ile ilgili maddelerin erişim puanlarına ait Mann-Whitney U testi sonuçları ($U=244.50$, $Z=-4.233$, $p<.01$) deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir. Bu durum Dorier (2002) ve Wang (1989)'ın öğrencilerin matrislerle işlem yapma ve determinant alma gibi basit matris işlemlerini yaparken zorlanmadıkları görüşünü destekler niteliktedir.

Genel olarak öğretmen adayları LCBT testindeki maddeleri GeoGebra destekli uygulamalar aracılığıyla yaptıkları çıkarımlara göre cevaplamışlardır. LCBT testine ait etki büyüklüğü ($\eta^2=.240$) olması LCBT testindeki maddelere ait ANCOVA sonuçlarına göre deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının akademik başarı düzeyleri arasında oluşan anlamlı farkın geniş ölçekte GeoGebra destekli uygulamalardan kaynaklandığını göstermektedir.

GeoGebra destekli uygulamaların Vektörler, Matris Cebiri, Lineer Denklem Sistemleri, Lineer Bağımlılık-Bağımsızlık konularındaki akademik başarı üzerine etkisinin ($F_{(1,65)}=20,385$ $p<.05$, $\eta^2=.240$) her ne kadar araştırmamızın bulgular kısmında yer almasa bile GeoGebra yazılımının, Lineer Cebir kavramlarının geometrik ve cebirsel temsillerinin aynı anda gözlemlenebilmesini, bir alandaki değişikliğin diğer alan üzerindeki etkilerinin dinamik bir şekilde incelenebilmesini ve bu incelemelerin çok kısa bir zamanda çok fazla örnek üzerinde test edilebilmesinden dolayı konu ile ilgili genellemelere ulaşmayı sağlayabilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu sonuçlar, literatürde bilgisayar destekli öğretimin matematik öğretimi üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalarla (Park, 1998; Jonassen, 2000; Güven, 2002; Güven ve Karataş, 2005; Kokol-Voljc, 2007; Lu, 2008; Filiz, 2009; Yılmaz vd., 2010; Aydoğmuş, 2010; Kepçeoğlu, 2010; Reis, 2010; Furkan, 2011; İçel, 2011; Tutkun vd., 2011; Zengin, 2011; Öner, 2013) paralellik göstermektedir.

GeoGebra Destekli Öğretimin Öğretmen Adaylarının Cebirsel Kavramları İlişkilendirme Ve Bu Kavramların Geometrik Özellikleri İle Cebirsel Özellikleri Arasındaki İlişkileri Keşfetme Becerileri Üzerine Etkisi

Bu soruya cevap bulabilmek amacıyla deney ve kontrol gruplarının GTİT test puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının belirlenmesi için Bağımsız Örneklem t Testi kullanılmıştır.

Bağımsız Örneklem t testi sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarında öğrenim gören öğretmen adaylarının test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur [$t(66)= 8.26, p<0.01$]. Ayrıca bu çalışma için etki büyüklüğü (d) değerinin 2.26 bulunması bu farkın oldukça fazla olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Ayrıca GTİT testine ait maddeler cebirsel kavramların geometrik temsilleri ve cebirsel kavramların birbirleri ile ilişkilendirilmesi açılarından ayrı ayrı incelenmiştir. İnceleme sonunda deney ve kontrol grubunun cebirsel kavramların geometrik temsilleri ile ilgili maddelere ait GTİT test puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür [$t(66)= 7.54, p<0.01$]. Bu çalışma için hesaplanan etki büyüklüğü (d) değerinin 1.82 olması da bu farkın oldukça yüksek olduğunu gösterir.

Deney ve kontrol grubunun cebirsel kavramların ilişkilendirilmesi ile ilgili maddelere ait GTİT test puanları arasındaki farkın da istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür [$t(66)= 6.15, p<0.01$]. Bu çalışma için hesaplanan etki büyüklüğü (d) değerinin 1.49 olması cebirsel kavramların geometrik temsilleri ile ilgili maddelerde olduğu gibi bu maddeler için de test puanları arasındaki farkın oldukça yüksek olduğunu gösterir.

Matematiğin birden çok temsilini bir arada bulduran GeoGebra öğrencilerin matematiğin sembolik ve görsel temsilleri arasında ilişki kurabilmelerini ve böylece daha iyi bir matematiksel anlayış geliştirebilmelerini sağlar (Dikovic, 2009). Öğretmen adayları GeoGebra yazılımını kullanarak cebirsel kavramların cebirsel ve geometrik temsillerini aynı anda görme imkânı bulmuş ve yazılımın sürgü özelliği sayesinde bir temsildeki değişikliğin diğer temsil üzerindeki etkisini inceleyerek bu kavramların cebirsel temsilleri ile geometrik temsilleri arasındaki ilişkiyi tespit

edebilmişlerdir. Bu duruma örnek olarak lineer bağımlı iki vektörün geometrik olarak paralel olması gösterilebilir (Bkz. Şekil 3.3).

Öklid geometrisine dayanan GeoGebra (Hohenwarter, 2004), öğrencilerin matematiksel objeleri görselleştirmelerine, matematiksel kavramların görsel anlayışını geliştirmelerine ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri anlamalarına yardımcı olur (Karadağ ve McDougall, 2009). Geogebra yazılımı kullanılarak cebirsel kavramların farklı temsilleri arasındaki ilişkilerin incelenebildiği gibi bu kavramların kendi aralarındaki ilişkiler de incelenebilir. Bu duruma örnek olarak bir Lineer Denklem Sisteminin çözümünün katsayılar matrisinin determinantı ile ilişkisi gösterilebilir (Bkz. Şekil 3.6).

Öğretmen adayları Geogebra destekli etkinlikler sayesinde cebirsel kavramların geometrik özellikleri ve kendi aralarındaki ilişkilerle ilgili yaptıkları çıkarımları GTİT testindeki maddeleri bu çıkarımlara göre cevaplamışlardır. GTİT testine ait etki büyüklüğü (d) değerinin 2.26 olması Bağımsız Örneklem t testi sonuçlarına göre deney ve kontrol grubu arasında oluşan anlamlı farkın büyük bir oranda GeoGebra destekli uygulamalardan kaynaklandığı görülmektedir.

Bu sonuç, literatürde bilgisayar destekli öğretimin matematik öğretimi üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalarla (Park, 1998; Jonassen, 2000; Güven, 2002; Güven ve Karataş, 2005; Kokol-Voljc, 2007; Lu, 2008; Filiz, 2009; Yılmaz vd., 2010; Aydoğmuş, 2010; Kepçeoğlu, 2010; Reis, 2010; Furkan, 2011; İçel, 2011; Tutkun vd., 2011; Zengin, 2011; Öner, 2013) paralellik göstermektedir.

Öneriler

Matematiğin birden çok temsilini bir arada bulunduran GeoGebra öğrencilerin matematiğin sembolik ve görsel temsilleri arasındaki ilişkiyi kurabilmelerini böylece daha iyi bir matematiksel anlayış geliştirebilmelerini sağlar (Dikovic, 2009). Bir dinamik geometri yazılımı olan GeoGebra soyut olan matematiksel kavramları somutlaştırdığı için derste öğrenci motivasyonunu artırarak öğrencilerin deneyerek, keşfederek öğrenme becerileri kazanmalarını sağlar (Baki ve Özpınar, 2007). Bu yazılımlarla çalışıldığında istenen matematiksel kavramlar ve ilişkiler keşfedilebilir ve ileri matematiksel kavramlar için ön bilgiler oluşturulabilir (Köse ve Özdaş, 2009). Bu açıdan etkili bir Lineer Cebir öğretimi için Lineer Cebir derslerinin interaktif ortamlarda GeoGebra yardımıyla işlenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma sonucunda bilgisayar destekli öğretimin Lineer Cebir dersinde akademik başarıya, kavramların birbirleri ile ilişkilendirilmesinde ve bu kavramların geometrik temsilleri ile cebirsel temsilleri arasındaki ilişkilerin keşfedilmesinde olumlu etkilere sahip olduğu görülmüştür. Fakat GeoGebra yazılımı yapısı gereği en fazla \mathbb{R}^2 uzayında çalışabildiğinden uygulama olarak kullanılan etkinlikler de bu duruma bağlı olarak \mathbb{R}^2 uzayı ile sınırlı kalmıştır. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak bu çalışmanın \mathbb{R}^3 uzayında yani üç boyutta yapılması çok daha etkili bir Lineer Cebir Öğretimi sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Akdağ, M. (2008). *SPSS'de İstatistiksel Analizler*. <http://okul.selyam.net/docs/index-21622.html>

Aktümen, M. ve Kaçar, A. (2003). İlköğretim 8.Sınıflarda Harfli İfadelerle İşlemlerin Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretimin Rolü ve Bilgisayar Destekli Öğretim Üzerine Öğrenci Görüşlerinin Değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*. Cilt 11: No:2.

Aydın, S. (2009). Lineer Cebir Eğitimi Üzerine. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10, 93-105.

Baki, A. (1996). Matematik Öğretiminde Bilgisayar Her Şey Midir? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (12), 135-143.

Baki, A. (2000). Bilgisayar Donanımlı Ortamda Matematik Öğrenme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 186-193.

Baki, A. (2001). Bilişim Teknolojisi Işığı Altında Matematik Eğitiminin Değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, (149).

Baki, A. (2002), *Öğrenen ve Öğretenler İçin Bilgisayar Destekli Matematik*, Ceren Yayın-Dağıtım, İstanbul.

Baki, A. ve Birgin, O. (2004). Alternatif Değerlendirme Aracı Olarak Bilgisayar Destekli Bireysel Gelişim Dosyası Uygulamasından Yansımalar: Bir Özel Durum Çalışması. *The Turkish Online Journal Of Educational Technology*, 3(3).

Baki, A., Güven, B. ve Karataş, İ. (2002). *Dinamik Geometri Yazılımı Cabri İle Keşfederek Öğrenme*, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt: II, 884-891, ODTÜ, Ankara.

Baki, A. ve Özpinar, İ. (2007). Logo Destekli Geometri Öğretimi Materyalinin Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkileri ve Öğrencilerin Uygulama ile İlgili Görüşleri. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(34) 153-163.

Baldin, Y.Y. (2002). On Some Important Aspects in Preparing Teachers to Teach with Technology. *Proceedings of ICTMT2*, Crete, Greece.

Baydaş, Ö. (2010). *Öğretim Elemanlarının Ve Öğretmen Adaylarının Görüşleri Işığında Matematik Öğretiminde GeoGebra Kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Bialo, E.R. and Sivin-Kachala, J. (1996). The Effectiveness of Technology in Schools: A Summary of Recent Research, *SLMQ Volume 25, Number 1, Fall 1996*

Büyüköztürk, Ş. (1998). Kovaryans Analizi (Varyans Analizi İle Karşılaştırmalı Bir İnceleme). *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi Cilt: 31 Sayı: 1*

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2010). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. (Altıncı Baskı). Pegem Akademi Yayınları, Ankara.

Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö. ve Köklü, N. (2010). *Sosyal Bilimler İçin İstatistik*. (Beşinci Baskı). Pegem Akademi Yayınları, Ankara.

Can, A. (2013). *Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi*. Pegem Akademi Yayınları, Ankara.

Carlson, D. (1993). Teaching Linear Algebra: Must The Fog Always Roll in ? *College Mathematics Journal*, 24(1), 29-40.

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis For The Behavioral Science*. New Jersey: *Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers*.

Ceylan, T. (2012). *Geogebra Yazılımı Ortamında İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Geometrik İspat Biçimlerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara

Çallıalp, F., (1994). *Çözümlü Lineer Cebir Problemleri*, 2.Baskı, Birsen Yay.,İstanbul.

Davenport, J.H., Siret, Y., Tournier, E., (1993), *Computer Algebra, System and Algorithms for Algebraic Computation*, Academic pres.

Demirel, Ö. (2003). *Eğitim sözlüğü*. PeGem A Yayıncılık, Ankara

Dikovic, L. (2009). Applications GeoGebra into Teaching Some Topics of Mathematics at the College Level, *ComSIS* (6).

Dorier, J.-L. & Sierpinska, A. (2001). *Research Into The Teaching and Learning of Linear Algebra*, In D. Holton (Ed.), *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level: An ICMI Study*, 255-273, Netherland, Kluwer Aca. Publ.

Dorier, J.-L. 2002, *Teaching Linear Algebra at University*. In Li Tatsien (ed.), *Proc. Int.Congr. Mathematician, Beijing 2002, August 20–28, Vol III.1-3*. pp. 875–884.

Ersoy, Y. ve Baki, A. (2004). *Teknoloji Destekli Matematik Eğitimi İçin Okullarda Aşılması Gereken Engeller*. <http://akifaltundal.net/tur/content/view/403/35/>

Fidan, N. (1985). *Okulda Öğrenme ve Öğretme*. Alkım Yayınevi. Ankara.

Filiz, M. (2009). *Geogebra ve Cabri Geometri II Dinamik Geometri Yazılımlarının Web Destekli Ortamlarda Kullanılmasının Öğrenci Başarısına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Furner, J. M. & Marinac, C. A. (2007). Geometry Sketching Software for Elementary Children: Easy as 1, 2, 3. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3 (1), 83-91.

Gökçek, T. (2004). The Role of Technology in Teaching and Learning Mathematics. *Akademik Bilişim 04 Konferansı*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 11-13 Şubat, Trabzon.

Guckin, A. M., & Morrison, D. (1991). Math* Logo: A Project to Develop Proportional Reasoning in College Freshmen. *School Science and Mathematics*, 91(2), 77-81.

Güven, B. (2002). *Dinamik Geometri Yazılımı Cabri İle Keşfederek Öğrenme*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Güven, B. ve Karataş, İ. (2005). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri İle Oluşturmacı Öğrenme Ortamı Tasarımı: Bir Model, *İlköğretim Online*, 4(1), 62-72

Harel, G. (1987). Variations in Linear Algebra Content Presentations, For the Learning of Mathematics, 7(3), 29-32.

Harel, G. (1989). Learning and Teaching Linear Algebra: Difficulties and An Alternative Approach to Visualizing Concepts and Processes. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11(2), 139-148.

Harel, G. (1999). Students' Understanding of Proofs: a Historical Analysis and Implications for The Teaching of Geometry and Linear Algebra. *Linear Algebra and Its Applications*, 302-303. 601-613

Hazzan, O., ve Goldenberg E.P., An Expression of the Idea of Successive Refinement in Dynamic Geometry Environments, Proceedings of the Conference of the Psychology of Mathematics Education, Lahti, Finland. 1997

Heid, M.K. (1997) The Technological Revolution and the Reform of School Mathematics . *American Journal of Education*, 106, 5-61.

Herrero, M. P. (2000). Strategies and Computer Projects for Teaching Linear Algebra, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 31(2), 181-186.

Hızal, A. (1992), İlköğretim Uygulamalarında Eğitim Teknolojisinden Yararlanma Olanakları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Sayı 8.

Hohenwarter, M. and Fuchs, K. (2004). *Combination of Dynamic Geometry, Algebra and Calculus in the Software System GeoGebra*. http://www.GeoGebra.org/publications/pecs_2004.pdf (Erişim tarihi: 29.11.2011)

Hohenwarter, M. and Jones, K. (2007). Ways of Linking Geometry and Algebra: The Case of GeoGebra, *Proceedings of British Society for Research into Learning Mathematics*, 27,3.

Hohenwarter, M., & Lavicza, Z. (2007). Mathematics Teacher Development with ICT: Towards an International GeoGebra Institute. In D. Küchemann (Ed.), *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*. 27(3). University of Northampton, UK: BSRLM.

Hohenwarter, J., Hohenwarter, M. and Lavicza, Z. (2009) Introducing Dynamic Mathematics Software to Secondary School Teachers: The Case of GeoGebra, *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching* (2009), 28(2), 135-146.

Işık, C. (2003). İlköğretim Okullarının 7. Sınıflarında Okutulan Matematik ders Kitaplarının İçerik, Öğrenci Seviyesine Uygunluk ve Anlamlı Öğrenmeye Katkısı Yönünden Değerlendirilmesi.Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Turkey

İçel, R. (2001). *Bilgisayar Destekli Öğretimin Matematik Başarısına Etkisi: Geogebra Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Kabaca, T., Aktümen, M., Aksoy, Y. ve Bulut, M. (2010). GeoGebra ve GeoGebra ile Matematik Öğretimi, *First Eurasia Meeting Of GeoGebra (EMG): Proceedings*

Karadağ, Z. & McDougall, D. (2009) [Dynamic worksheets: visual learning with the guidance of Polya](#) *MSOR Connections*, 9(2) 13-16.

Kepceoğlu, İ. (2010). *GeoGebra Yazılımıyla Limit Ve Süreklilik Öğretiminin Öğretmen Adaylarının Başarısına Ve Kavramsal Öğrenmelerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi. İstanbul.

Konyalıoğlu, A. C., İpek, A. S., & Işık, A. (2003). On The Teaching Linear Algebra at The University Level: *The Role of Visualization in The Teaching Vector Spaces*. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education Series*, 7(1), 59-67.

Köklü, O. and Topçu, A. (2012). Effect of Cabri-Assisted Instruction on Secondary School Students' Misconceptions about Graphs of Quadratic Functions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*

Köse, N. Y., & Özdaş, A. (2009). How Do The Fifth Grade Primary School Students Determine the Line of Symmetry in Various Geometrical Shapes Using Cabri Geometry Software?. *Elementary Education Online*, 8(1), 159-175.

Kuiper, N.H., (1963). *Linear Algebra and Geometry*, North-Holland Publ.Comp. Inc., Amsterdam.

Lu, Y.W.A. (2008). English and Taiwanese Upper Secondary Teachers' Approaches to the Use of GeoGebra, *Acta Scientiae*, v.10, n.2, jul./dez. Canoas, Brazil.

Marrades, R and Gutierrez, A (2000). *Proofs Produced by Secondary School Students Learning Geometry in a Dinamik Computer Environment*. *Educational Studies in Mathematics*, 2000, Vol. 44 Issue 1-3, p87-125

MEB, (2009). *İlköğretim Matematik Dersi 6-8. Sınıflar Öğretim Programı*. <http://ttkb.meb.gov.tr/>

Moss, L.J. (2000). *The Use of Dynamic Geometry Software as a Cognitive Tool*. *Unpublished doctoral dissertation*, The University of Texas at Austin, Texas

Mostow, G.D. and Sampson, J.H., (1969). *Linear Algebra*, McGraw-Hill BookComp., 1, New York, America

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA.

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

Öner A. (2013) Bilgisayar Destekli Öğretimin İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Trigonometrik Fonksiyonların Periyotlarıyla İlgili Kavram İmajlarına Etkisi. Yüksek Lisans tezi Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Perkmen S. & Tezci E. (2011). Eğitimde Teknoloji Entegrasyonu: *Materyal Geliştirme ve Çoklu Ortam Tasarımı*, Ankara: Pegem Akademi Yayınları.

Pierce. R., Stacey, K. (2002). Monitoring Effective Use of Computer Algebra Systems. In B. Barton, K.C. Irwin, M. Pfannkuck & M. O. J. Thomas (Eds.), *Mathematics Education in the South Pacific (Proceedings of the 25th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia)*, 575-582

Preiner, J. (2008). *Introducing Dynamic Mathematics Software to Mathematics Teacher: The Case of GeoGebra*. Dissertation in Mathematics Education, University of Salzburg.

Quesada, Antonio R., and Mary E. Maxwell. "The Effects Of Using Graphing Calculators to Enhance College Students' Performance in Precalculus." *Educational Studies in Mathematics* 27.2 (1994): 205-215.

Risku, P. (1996). Mathematics Teachers' Approaches to Computer-Based Instruction, *Scandinavian Journal of Educational Research*, 137, 40-59

Roman,S., (1984). *An Introduction to Linear Algebra with Applications*, CBSCollege Publishing, Philadelphia.

Santos-Trigo, M. and Cristóbal-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.

Selçuk, N. ve Bilgici, G. (2011). Geogebra Yazılımının Öğrenci Başarısına Etkisi. *Kastamonu Education Journal*. Vol:19 No:3. 913-924

Senemoğlu, N. (1998). *Gelişim Öğrenme ve Öğretim. Kuramdan Uygulamaya*. Özsen matbaası. Ankara.

Şencan, H. (2005). *Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenilirlik ve Geçerlilik*. (Birinci Baskı). Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Tezci, E. ve Perkmen, S. (2011). *Eğitimde Teknoloji Entegrasyonu*. Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.

Thomas, G.B., Weir, M.D. and Hass, J. (2010). *Thomas' Calculus I*. 12th Ed. Pearson Education, Boston. 2010

Trigo, M. & Perez, H. (2010). High School Teachers' Use of Dinamic Software to Generate Serendipitous Mathematical Relations. *The Montana Mathematics Enthusiast*, ISSN 1551-3440, 7 (1), 31-46.

Tutkun, Ö., Öztürk, B. ve Demirtaş, Z. (2011). Matematik Öğretiminde Bilgisayar Yazılımları Ve Etkililiği. *Journal Of Educational And Instructional Studies in The World*, 1(1).

Wang, Tse-Wei, (1989). *A Course on Applied Linear Algebra, Chemical Engineering Education*, 23(4), 236-241.

Wiest, L.R. (2001). The Role of Computers in Mathematics Teaching and Learning. (Ed:Took, J&Handerson N.) *Using Information Technology in Mathematics Education*, The Howarth Press, 41-55.

Yanpar, T. ve Yıldırım, S. (1999). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*. Ankara: Anı Yayıncılık


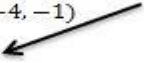
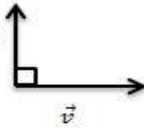
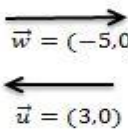
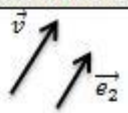
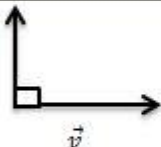
Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (Sekizinci Baskı). Seçkin Yayıncılık, Ankara.

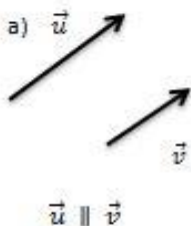
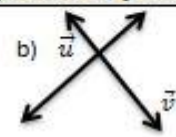

Yıldırım, H.H. ve Yıldırım, S. (2011). Hipotez Testi, Güven Aralığı, Etki Büyüklüğü ve Merkezi Olmayan Olasılık Dağılımları Üzerine *İlköğretim Online*, 10(3), 1112-1123

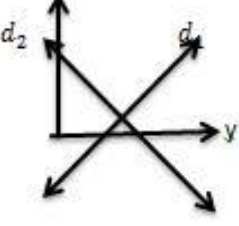
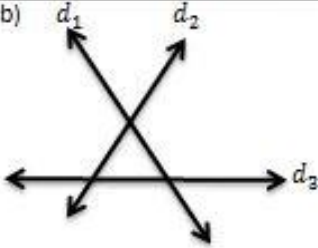
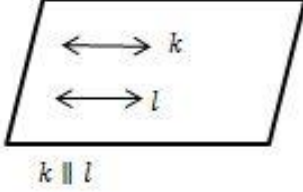
Zengin, Y. (2011). *Dinamik Matematik Yazılımı Geogebra'nın Öğrencilerin Başarılarına Ve Tutumlarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş.

EKLER

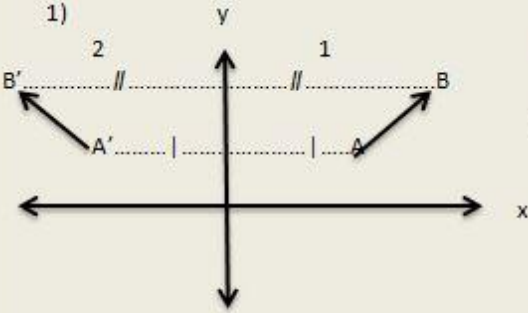
Ek-1. LİNEER CEBİR BAŞARI TESTİ (LCBT)

1) Aşağıdaki vektörlerin uzunluklarını bulunuz.		
a) $\vec{u} = (3,0)$ 		c) $\vec{w} = (-4, -1)$ 
2) Aşağıda verilen vektör çiftlerinin iç çarpımlarını bulunuz.		
a) $\vec{u} = (-2,4)$ $\vec{v} = (3,2)$	b) 	c) $\vec{w} = (-5,0)$ $\vec{u} = (3,0)$ 
3) Aşağıda verilen vektör-birim vektör eşlemelerin hangileri doğrudur?		
a) $\vec{u} = (4,3)$ $\vec{e}_1 = (0,8,0,6)$	b)  $\vec{v} \parallel \vec{e}_2 \quad \vec{e}_2 = 1$	c) $\vec{w} = (2,3)$ $\vec{e}_3 = (1,0)$
4) Aşağıda vektör çiftlerinin vektörel çarpımlarının uzunluklarını bulunuz.		
a) $\vec{u} = (3,0,0)$ $\vec{v} = (0,4,0)$	b) $\vec{u} = (1,2,3)$ $\vec{v} = (2,4,6)$	c)  $ \vec{u} = 2 \quad \vec{v} = 5,5$
5) $\vec{u} = (2, -1)$ $\vec{v} = (3, 0)$ ise aşağıda verilen işlemleri yapınız.		
a) $\vec{u} - \vec{v}$		c) $2\vec{u} - \vec{v}$

1. Aşağıda vektör çiftlerinden hangisi R^2 yi gemez?			
a) $\{(1, 2), (0, 1)\}$ b) $\{(1, 2), (2, 4)\}$ c) $\{(1, 2), (3, 4)\}$ d) $\{(1, 1), (2, 0)\}$			
2. Aşağıda vektör çiftlerinden hangisi lineer bağımlıdır?			
a)  $\vec{u} \parallel \vec{v}$	b) 	c) $\vec{u} = (1, 0)$ $\vec{v} = (3, 1)$	d) $\vec{u} = (u_1, u_2)$ $\vec{v} = (v_1, v_2)$ $\begin{vmatrix} u_1 & u_2 \\ v_1 & v_2 \end{vmatrix} = 2$
3. $E = \{(1, 2, 3), (0, 1, 0), (2, 4, x)\}$ kümesinin lineer bağımlı olması için x ne olmalıdır?			
4. Aşağıdaki vektör gruplarından hangileri lineer bağımlıdır?			
a)  R^2	b) $\vec{u} = (1, 2, 3)$ $\vec{v} = (2, 4, 1)$ $\vec{w} = (3, 6, 5)$	c) $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 3 \end{pmatrix} \rightarrow M_{22}$	

1. Aşağıdaki lineer denklem sistemlerinin kaç tane çözümü olduğunu yazınız.		
a) x 	b) d_1 d_2 	c) $3x+4y=0$ $2x+2y=0$
2. Aşağıdaki gösterimlere uygun lineer denklem sistemi oluşturunuz.		
 <p>$k \parallel l$</p>		
3. $2x_1 + x_2 + x_3 = 6$ $x_1 - 2x_2 + x_3 = -1$ $3x_1 - x_2 + 2x_3 = 4$ Lineer denklem sisteminin çözümü aşağıdakilerden hangisidir?		
a) $(2,1,1)$	b) $(1,1,0)$	c) $(0,2,3)$ d) $(1,1,1)$ e) çözüm yok
4. Katsayılar matrisi $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 1 & 0 & 2 \\ 3 & a & 7 \end{pmatrix}$ olan bir lineer denklem sisteminin tek çözümünün olması için a nın alabileceği değerleri bulunuz.		

1) $M_n(\mathbb{R})$ 'de tanımlı aşağıdaki işlemleri yapınız.			
a) $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	b) $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 5 \\ -1 & 0 & 3 \\ 2 & 6 & 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 \\ 2 & -1 & 0 \\ 4 & 2 & -2 \end{pmatrix} = ?$		
2) $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -2 & 2 & 0 \\ 1 & 3 & 4 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 0 & 1 & -2 \\ 0 & 0 & -4 \end{pmatrix}$ olmak üzere $ A \cdot B = ?$			
3) $A \in M_{2 \times 3}(\mathbb{R})$, $B \in M_{3 \times 1}(\mathbb{R})$ olmak üzere $A \cdot B$ matrisi hangi kümenin elemanıdır?			
4) $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 5 \\ 3 & 2 & 4 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 \\ 1 & 4 & 7 \\ 0 & 1 & -2 \end{pmatrix}$ olmak üzere $(A \cdot B)^t$			
5) Aşağıdaki matrislerden hangisi $A = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$ matrisi ile değişmelidir?			
a) $\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$	b) $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	c) $\begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$	d) $\begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$

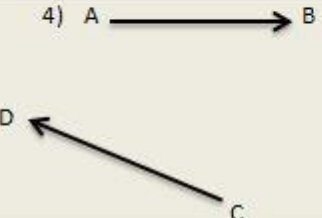
1)  \overline{AB} vektörünü 1. Konumdan 2. Konuma getirmek için aşağıdaki matrislerden hangisi ile çarpılmalıdır?

a) $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ b) $\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ c) $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ d) $\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$

2) $\vec{u} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$ vektörünün $M = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ matrisi ile çarpılması sonucu oluşan \vec{x} vektörü ile \vec{u} vektörü arasındaki açı kaç derecedir?

3) Aşağıdaki matrislerden hangisi çarpıldığı matrisin (vektör matrisi) orijine göre simetrisini alır?

a) $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ b) $\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ c) $\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ d) $\begin{pmatrix} -1 & -1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$


4)  \overline{AB} ve \overline{CD} arasındaki açıyı bulunuz.

A) (2,1) C) (3,-1)
B) (5,1) D) (5,-3)

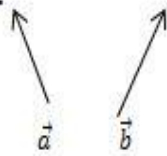
Ek-2. GEOMETRİK TEMSİL VE İLİŞKİLENDİRME TESTİ (GTİT)

1. $(u_1, u_2, u_3) \in \mathbb{R}^3$ ve $\alpha \in \mathbb{R}$ olmak üzere

a) $k \cdot u$ vektörünü oluşturunuz.

b) \vec{u}  olmak üzere $2 \cdot u, -\frac{\vec{u}}{4}, \frac{5\vec{u}}{2}$ vektörlerini oluşturunuz.

2.



a) yandaki $\vec{a}, \vec{b} \in \mathbb{R}^2$ vektörlerini $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$ olacak şekilde yerleştiriniz.

b) $\forall c \in \mathbb{R}^2$ vektörünü \vec{a} ve \vec{b} vektörlerini ve bu vektörlerin katlarını kullanarak oluşturabilir misiniz? Açıklayınız.

3. Aşağıdaki R^2 'ye ait vektörlerin lineer bağımlı olup olmadıklarını yazıp cevaplarını açıklayınız.

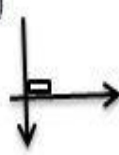
a)



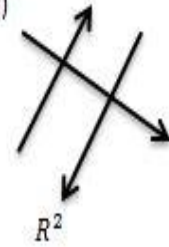
b)



c)

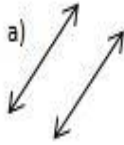


d)

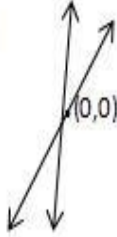


4. Aşağıdaki gösterimlerine uygun olacak şekilde lineer denklem sistemlerini yazınız ve soruları cevaplayınız.

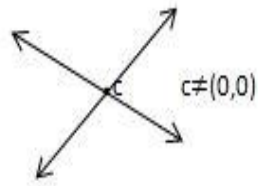
a)



b)



c)



4. d) $\vec{v}_1, \vec{v}_2 \in R^2$ ve $\{\vec{v}_1, \vec{v}_2\}$ lineer bağımsız ise;

$$\vec{v}_1 = (v_{11}, v_{12}) \quad \vec{v}_2 = (v_{21}, v_{22})$$

$$v_{11}x + v_{12}y = c$$

$$v_{21}x + v_{22}y = d \quad \text{Lineer denklem sistemi çözülebilir mi? Açıklayınız.}$$

ÖZGEÇMİŞ



T. C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
Özgeçmiş

Adı Soyadı:	Osman KAN	İmza:		
Doğum Yeri:	Konya			
Doğum Tarihi:	01.11.1987			
Medeni Durumu:	Evli			
Öğrenim Durumu				
Derece	Okulun Adı	Program	Yer	Yıl
İlköğretim	Ulu ırmak İlköğretim Okulu		Konya	2001
Ortaöğretim	Muhittin Güzel Kılıç Lisesi (YDA)		Konya	2005
Lisans	Selçuk Üniversitesi	İlköğretim Matematik Öğretmenliği	Konya	2011
Yüksek Lisans				
İlgi Alanları:	Matematik Eğitimi			
Adres	Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Eğt. A.B.D.			