

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

**ÇOKLU TEMSİL TEMELLİ ÖĞRETİMİN
ÖĞRENCİLERİN CEBİRSEL MUHAKEME
BECERİLERİNE, CEBİRSEL DÜŞÜNME
DÜZEYLERİNE VE MATEMATİĞE YÖNELİK
TUTUMLARINA ETKİSİ ÜZERİNE BİR İNCELEME**

Deniz KAYA

İzmir
2015

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

**ÇOKLU TEMSİL TEMELLİ ÖĞRETİMİN
ÖĞRENCİLERİN CEBİRSEL MUHAKEME
BECERİLERİNE, CEBİRSEL DÜŞÜNME
DÜZEYLERİNE VE MATEMATİĞE YÖNELİK
TUTUMLARINA ETKİSİ ÜZERİNE BİR İNCELEME**

Deniz KAYA

**Danışman
Doç. Dr. Cenk KEŞAN**

**İzmir
2015**

YEMİN

Doktora tezi olarak sunduğum ‘Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Öğrencilerin Cebirsel Muhakeme Becerilerine, Cebirsel Düşünme Düzeylerine ve Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisi Üzerine Bir İnceleme’ adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynak Dizini’nde gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.



26/06/2015

Deniz KAYA

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne

İşbu alışma, j¼rimiz tarafından İlköğretim Anabilim Dalı İlköğretim Matematik đretmenliđi Doktora Programında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

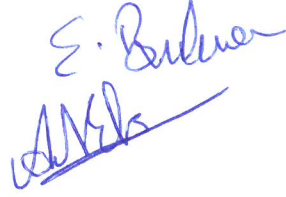
Başkan : Doç. Dr. Cenk KEşAN

¼ye : Doç. Dr. S¼ha YILMAZ

¼ye : Doç. Dr. Esra BUKOVA G¼ZEL

¼ye : Yrd. Doç. Dr. Aysun N¼ket ELÇİ

¼ye : Yrd. Doç. Dr. Yasin NL¼T¼RK



Onay

Yukarıda imzaların, adı geçen đretim ¼yelerine ait olduğunu onaylarım.

26.06.2015



Prof. Dr. Ali G¼nay BALIM
Enstit¼ M¼d¼r¼

T.C
YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
ULUSAL TEZ MERKEZİ

TEZ VERİ GİRİŞİ VE YAYIMLAMA İZİN FORMU

Referans No	10078174
Yazar Adı / Soyadı	DENİZ KAYA
Uyruğu / T.C.Kimlik No	TÜRKİYE / 43246811290
Telefon	5079465098
E-Posta	denizkaya50@yahoo.com
Tezin Dili	Türkçe
Tezin Özgün Adı	Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Öğrencilerin Cebirsel Muhakeme Becerilerine, Cebirsel Düşünme Düzeylerine ve Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisi Üzerine Bir İnceleme
Tezin Tercümesi	A Study on the Effects of Multiple Representations-Based Instruction on Students' Algebraic Reasoning Skills, Algebraic Thinking Levels and Attitudes Towards Mathematics
Konu	Eğitim ve Öğretim = Education and Training
Üniversite	Dokuz Eylül Üniversitesi
Enstitü / Hastane	Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Bölüm	İlköğretim Bölümü
Anabilim Dalı	İlköğretim Anabilim Dalı
Bilim Dalı	İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bilim Dalı
Tez Türü	Doktora
Yılı	2015
Sayfa	261
Tez Danışmanları	DOÇ. DR. CENK KEŞAN 22244190712
Dizin Terimleri	
Önerilen Dizin Terimleri	Çoklu Temsil Temelli Öğretim=Multiple Representation Based Instruction Cebirsel Muhakeme Becerisi=Algebraic Reasoning Skill Cebirsel Düşünme Düzeyi=Algebraic Thinking Level
Kısıtlama	Yok

Yukarıda bilgileri kayıtlı olan tezimin, bilimsel araştırma hizmetine sunulması amacı ile Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanında arşivlenmesine ve internet üzerinden tam metin erişime açılmasına izin veriyorum.

26.06.2015

İmza:.....

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesindeki tüm süreçlerde her türlü bilimsel ve manevi desteği sağlayan çok değerli danışmanım Doç. Dr. Cenk KEŞAN'a tüm içtenliğimle teşekkür ederim. Ayrıca çalışmanın her aşamasında bana yardımcı olan, çalışmamla ilgili cevaplarını aradığım soruları titizlikle inceleyerek her zaman olumlu katkılarda bulunan hocalarım Doç. Dr. Esra BUKOVA GÜZEL ve Doç. Dr. Süha YILMAZ'a, çalışmam sırasında bana her konuda yardımcı olan Arş. Gör. Dilek İZGİOL'a, candan tavırları ile beni sürekli destekleyerek yüreklendiren tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Yürüttüğüm doktora çalışmasını destekleyen (2013.KB.EĞT.009) Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne araştırmaya sunduğu katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında bana özveriyle destek olan, en sancılı dönemlerde varlıklarıyla beni yüreklendiren sevgili eşim Ümmühan KAYA'ya, bitanecik oğlum Mehmet Anıl KAYA'ya, değerli anne ve babalarım, kardeşlerime ve en önemlisi hayatımda ve kalbimde çok önemli bir yeri olan canım teyzem Işıl DOĞAN'a sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Son olarak, varlıkları ile hayatıma huzur ve güç katan desteklerini her zaman yanımda hissettiğim sevgili dostlarıma teşekkür ederim.

Deniz Kaya

İÇİNDEKİLER

Yemin Metni.....	i
Tutanak.....	ii
Yüksek Öğretim Kurulu Dökümantasyon Merkezi Tez Veri Formu.....	iii
Teşekkür.....	iv
İçindekiler.....	v
Tablo Listesi.....	ix
Şekil Listesi.....	xii
Özet ve Anahtar Kelimeler.....	xiii
Abstract and Key Words.....	xv
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ.....	1
Problem Durumu.....	6
Amaç ve Önem.....	10
Problem Cümlesi.....	12
Alt Problemler.....	12
Sayıtlılar.....	13
Sınırlılıklar.....	13
Tanımlar.....	13
Kısaltmalar.....	15
BÖLÜM II.....	17
İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR.....	17
Eğitim Teknolojisi.....	17
Teknoloji Destekli Eğitim.....	21
Bilgisayar Destekli Eğitim ve Öğretim.....	23

Teknoloji Destekli Matematik Eğitimi ve Öğretimi.....	28
Teknoloji/Bilgisayar Destekli Cebir Öğretimi İle İlgili Yayın ve Araştırmalar	32
Cebir ve Cebir Öğretimi.....	43
Cebirsel Düşünme ve Muhakeme Becerisi.....	49
Cebirsel Düşünme ve Muhakeme Becerisi İle İlgili Yayın ve Araştırmalar.....	56
Çoklu Temsil Temelli Öğretim.....	67
Çoklu Temsil Temelli Öğretimde Teknolojinin Kullanımı.....	73
Cebirde Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Yeri ve Önemi	76
Çoklu Temsil Temelli Öğretim İle İlgili Yayın ve Araştırmalar.....	80
Matematiğe Yönelik Tutum.....	94
Matematiğe Yönelik Tutumla İlgili Yayın ve Araştırmalar.....	97
BÖLÜM III.....	106
YÖNTEM.....	106
Araştırmanın Modeli.....	106
Çalışma Grubu.....	109
Veri Toplama Araçları.....	109
Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi.....	109
Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı.....	111
Kavramın Tanımlanması.....	113
Maddelerin Geliştirilmesi.....	116
Psikometrik Ölçümler.....	122
Güvenirlilik Çalışması.....	122
İç Tutarlılık Katsayısı.....	123
Test Tekrar Test Güvenirliği.....	124

Madde Analizi.....	124
Geçerlik Çalışması.....	129
Kapsam Geçerliği.....	129
Yapı Geçerliği.....	131
Matematik Tutum Ölçeği.....	134
İşlem Yolu.....	136
Denel İşlemler.....	137
Deneyisel Uygulama.....	137
Geleneksel Uygulama.....	138
Verilerin Toplanması.....	138
Verilerin Çözümlemesi.....	139
BÖLÜM IV.....	141
BULGULAR VE YORUMLAR.....	141
Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	141
İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	144
Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	146
Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	147
Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar.....	164
BÖLÜM V.....	165
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	165
Sonuçlar ve Tartışma.....	165
Öneriler.....	176
KAYNAKÇA.....	179

EKLER.....	207
EK-1. Yasal İzin.....	208
EK-2.1. Matematik Tutum Ölçeği Kullanım İzni.....	209
Ek-2.2. Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi Kullanım İzni.....	209
EK-3. Türk Dil Kurumunun “Reasoning” Terimi İle İlgili Yazısı.....	210
EK-4. Türk Dil Kurumunun “Algebraic Thinking” ve “Algebraic Reasoning” Terimleri İle İlgili Yazısı.....	211
EK-5. Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi.....	212
EK-6. Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı.....	216
EK-7. Matematik Tutum Ölçeği.....	223
EK-8. Deney Grubu Örnek Ders Planı.....	224
EK-9. Örnek Etkinlik Çalışmaları.....	229
EK-10.Öğrenme Alanları ve Kazanımlara Ait Tablo.....	261

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Cinsiyete Göre Dağılımları	109
Tablo 2. Madde Numaraları ve Seviyeleri.....	111
Tablo 3. Literatürde Yer Alan Muhakeme Becerileri.....	113
Tablo 4. Literatürde Yer Alan Test Boyutları ve Soru Sayılarının Test Boyutuna Göre Dağılımı.....	115
Tablo 5. Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı Boyutları ve Soru Sayılarının Ölçme Aracı Boyutuna Göre Dağılımı.....	116
Tablo 6. TIMMS (2003) Veri Toplama Aracında Yer Alan Madde Türleri ve Bilişsel Becerilere Göre Dağılımı.....	118
Tablo 7. TIMMS (2003) Veri Toplama Aracının Bilişsel ve İçerik Alanına Göre Madde Sayıları.....	119
Tablo 8. Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı Belirtke Tablosu.....	121
Tablo 9. Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracına Ait İç Tutarlılık Katsayısı...	123
Tablo 10. Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracında Yer Alan Maddelere Ait Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik Gücü İndeksleri.....	126
Tablo 11. Değerlendirme Aracı Sorularının Madde Güçlüğüne Göre Dağılımı.....	127
Tablo 12. Değerlendirme Aracı Soruların Ayırt Etme İndeksine Göre Dağılımı....	128
Tablo 13. Modele İlişkin Korelasyon Matrisi.....	130
Tablo 14. Modele İlişkin Standardize Edilmiş Regresyon Katsayıları.....	130
Tablo 15. Model Uyum İndeksi ve Modele İlişkin Değerler.....	133
Tablo 16. Kısaltılmış Ölçeğin Son Halinde Yer Alan Boyutlar ve İlgili Maddeler.....	135
Tablo 17. Kısaltılmış Matematik Tutum Ölçeğinin Alt Boyutları, İlgili Maddeler ve Cronbach Alpha Güvenirlik Katsayıları.....	135
Tablo 18. Aşamalı Puan Ölçekleri.....	139
Tablo 19. Ön Test Ölçümlerinin Normallik Analizi.....	142
Tablo 20. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeyi İle Matematiğe Yönelik Tutum Sonuçlarına İlişkin İlişkisiz Örneklem t-Testi Sonuçları.....	142
Tablo 21. Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizi.....	143

Tablo 22. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeyi İle Matematiğe Yönelik Tutum Sonuçlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	143
Tablo 23. Deney Grubundaki Öğrencilerin Cebirsel Düşünme Düzeyi Testi Ön Test ve Son Test Ortalama Puanların t-Testi Sonuçları.....	144
Tablo 24. Deney Grubundaki Öğrencilerin Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	145
Tablo 25. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Cebirsel Düşünme Düzeyi Testi Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	146
Tablo 26. Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği Ön Test-Son Test Ortalama Puanların t-Testi Sonuçları.....	147
Tablo 27. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin C.Y.İ.T.K. Ön Test ve Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizleri.....	148
Tablo 28. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin C.Y.İ.T.K. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	148
Tablo 29. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin C.Y.İ.T.K. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	149
Tablo 30. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin A.V.F.C.İ.K. Ön Test ve Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizleri.....	150
Tablo 31. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin A.V.F.C.İ.K. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	151
Tablo 32. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin A.V.F.C.İ.K. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	152
Tablo 33. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin U.C.M.B. Ön Test ve Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizleri.....	153
Tablo 34. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin U.C.M.B. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	153
Tablo 35. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin U.C.M.B. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	154
Tablo 36. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin C.İ.Y.Ç.B. Ön Test ve Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizleri.....	155

Tablo 37. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin C.İ.Y.Ç.B. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	155
Tablo 38. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin C.İ.Y.Ç.B. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	156
Tablo 39. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Ç.Y.C.İ.Y. Ön Test ve Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizleri.....	157
Tablo 40. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Ç.Y.C.İ.Y. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	158
Tablo 41. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Ç.Y.C.İ.Y. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	158
Tablo 42. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin S.D.Ç.Y.K.V. Ön Test ve Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizleri.....	159
Tablo 43. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin S.D.Ç.Y.K.V. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	160
Tablo 44. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin S.D.Ç.Y.K.V. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	161
Tablo 45. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin R.O.P.Ç. Ön Test ve Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizleri.....	162
Tablo 46. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin R.O.P.Ç. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	162
Tablo 47. Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin R.O.P.Ç. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları.....	163
Tablo 48. Öğrencilerin Cebirsel Muhakeme Becerisi İle Cebirsel Düşünme Düzeylerine İlişkin Korelasyon Tablosu.....	164

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Muhakeme Becerileri Arasındaki İlişki.....	54
Şekil 2. Genel Muhakeme Zinciri.....	55
Şekil 3. Öğretimde Kullanılabilecek Bazı Temsil Biçimleri.....	71
Şekil 4. Mevcut Teknolojilerin Sunduğu Grafik Temsil Uygulaması Örneği.....	75
Şekil 5. Ön Test-Son Test Kontrol Gruplu Model.....	105
Şekil 6. Araştırma İle İlgili Akış Şeması.....	108
Şekil 7. Deney Deseni.....	108
Şekil 8. Testin Geliştirilmesi İçin İzlenen Yol.....	112
Şekil 9. Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Modeli.....	113

ÖZET

Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Öğrencilerin Cebirsel Muhakeme Becerilerine, Cebirsel Düşünme Düzeylerine ve Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisi Üzerine Bir İnceleme

Deniz KAYA

Bu araştırmanın amacı, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin yedinci sınıf cebir öğretiminde öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerine, cebirsel düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisini incelemektir.

Deneysel araştırma ön test-son test kontrol gruplu deneme modeline göre tasarlanmış ve 2014-2015 eğitim-öğretim yılında İzmir ili Buca ilçesinde yer alan bir devlet okulunda öğrenim gören 30 deney, 30 kontrol olmak üzere toplam 60 yedinci sınıf öğrencisi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışma başlamadan önce, uygulanan ölçme araçlarından elde edilen verilerin analizleri sonucunda iki grubun eş düzeyde oldukları belirlenmiştir. Deney grubu öğrencilerine cebir öğretiminde bilgisayar yazılımı destekli çoklu temsil temelli öğretim, kontrol grubu öğrencilerine de geleneksel öğretim yöntemi uygulanmıştır.

Çalışmada nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak, öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini ölçmek için Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi, cebirsel muhakeme becerilerini belirlemek için Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı ve matematik dersine yönelik tutumlarını incelemek amacıyla da Matematik Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Bilgisayar yazılımı destekli etkinlikler GeoGebra programı ile hazırlanmış, elde edilen verilerin çözümlenmesinde SPSS 15.0 paket programı kullanılmıştır. Verilerin analizinde ise Shapiro-Wilks normallik testi, İlişkili Örneklem t-Testi, İlişkisiz Örneklem t-Testi, Mann-Whitney U Testi ve Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır.

Deneysel araştırmanın sonuçlarına göre, deney grubu öğrencilerinin Chelsea tanılayıcı cebir testi ve matematiğe yönelik tutum ortalama puanlarıyla, kontrol grubu öğrencilerinin puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Bunun yanı sıra, deney grubunda yer alan öğrencilerle gerçekleştirilen bilgisayar yazılımı destekli çoklu temsil temelli öğretimin, kontrol grubunda sürdürülen öğretime göre; aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma, uygun cebirsel muhakemeyi belirleme, çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma, sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme ile rutin olmayan problemleri çözme becerilerini geliştirmede daha etkili olduğu sonucu elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çoklu Temsil Temelli Öğretim, Cebirsel Muhakeme Becerisi, Cebirsel Düşünme Düzeyi, Matematiğe Yönelik Tutum.

ABSTRACT

A Study on the Effects of Multiple Representations-Based Instruction on Students' Algebraic Reasoning Skills, Algebraic Thinking Levels and Attitudes Towards Mathematics

Deniz KAYA

The purpose of this study is examining the effects of the computer-assisted multiple representations based instruction on the algebraic reasoning skills, algebraic thinking levels and attitudes towards mathematics of the 7th grade students.

The experimental study was designed according to the pretest-posttest control group design model and conducted on sixty 7th grade students, 30 of whom was the experimental group, and 30 of whom was the control group, studying at a state school located in Buca District, İzmir, in 2014-2015 academic years. It was determined with the analyses of the data obtained via the measurement tools that the two groups were at the same level before the experimental study started. The computer-assisted multiple representations based instruction was applied to the experimental group and the traditional teaching method was applied to the control group.

The quantitative research method was used in the study. The Chelsea Diagnostic Algebraic Test was used as the data collection tool in order to measure the algebraic thinking levels of the students; the Algebraic Reasoning Evaluation Tool was used in order to determine the algebraic reasoning skills of the students; and the Mathematical Attitude Scale was used in order to examine the attitudes of the students towards mathematics. The computer-assisted activities were prepared with the GeoGebra program; and the SPSS 15.0 package program was used in analyzing the obtained data. The Shapiro-Wilks Normality Test, Dependent t-Test, Independent t-Test, Mann-Whitney U Test and the Wilcoxon Signed-Rank Test were used in the analyses of the data.

According to the results of the study a meaningful difference was found between the Chelsea Diagnostic Algebra Test and Mathematical Attitude average points of the experimental group students and the points of the control group students in favor of the experimental group. In addition, it was also determined that the computer-assisted multiple representational based instruction which was conducted on the students in the experimental group was effective in terms of using the different algebraic expressions of the same data, determining the proper algebraic reasoning, making the algebraic operations directed towards deduction, making decisions on the accuracy of the result and on the solution method, developing the problem solving skills that were not routine when compared with the traditional teaching method that was applied in the control group.

Key Words: Multiple Representation Based Instruction, Algebraic Reasoning Skill, Algebraic Thinking Level, Attitudes Towards Mathematics.

BÖLÜM I

GİRİŞ

Tarihsel gelişim içerisinde dinamik yapısı ile sürekli var olmayı başaran matematik bilimi; yüzyıllar boyunca insanı, insanlığı ve doğayı anlamının ortak dili olmuştur. Bu ortak dil birçok alanda kullanılmış ve kullanılmaya da devam etmektedir. Sürekli öğrenme merakı içerisindeki insanoğlu matematiği etkili kullanmanın yollarını da aramıştır. Bu arayış özellikle geçtiğimiz çeyrek asırda teknolojinin hızlı ilerlemesine paralel olarak büyük ivme kazanmıştır. Kazanılan bu ivmeyle, matematiği etkili kullanabilen nesiller yetiştirmenin önemini de giderek artmıştır. Bunun için eğitim sistemleri yeniden şekillenmiş ve gelişmeleri yakından takip etmeye başlamıştır. Bilginin hızlı değişimi ve güçlü yapısının göstergesi ise eğitime verilen önemle ortaya çıkmış, bilgi toplumu olma yolunda atılan her adım eğitimin içerisinde şekillenmiştir. Bilginin güç olarak görülmesiyle birlikte öğrenme yaşantıları zenginleştirilmiş, öğrenme sürecinde gerçekleşen bilişsel yapıların önemi ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Yalnızca öğrenme süreci değil, eleştirel ve yaratıcı düşünebilme, problem çözme becerisi kazanabilme, araştırabilme, üretebilme ve bilgi teknolojilerini etkin kullanabilme gibi özellikler öğrencilere kazandırılmaya çalışılmıştır. Bunu gerçekleştirebilmek için hazır bilgilerin sunulduğu geleneksel eğitim anlayışından uzaklaşmış, yapısalcı bir anlayışla öğrenmeyi öğrenme ilkesine yaklaşmıştır.

Yapılandırmacılık anlayışın gelişmesiyle birlikte öğrenmenin nasıl gerçekleştiği üzerinde durulmaya başlanmıştır. Amaç, mevcut bilgilerin öğrencilere aktırılması değil bilgiye ulaşp, bilgiyi elde etmenin yollarını kazandırmaktır. Bir başka deyişle öğrenciye balık vermeyi değil, balık tutmayı öğretmektir. Öğrencilerin

kendi anlamalarını etkin bir şekilde yapılandırmaları, var olan bilgilerini yeniden düzenleyebilmeleri ve yeni bilgilerle ilişki kurabilmeleri yapılandırmacılığın temelini oluşturmaktadır. Öğrenciler öğrenme deneyimlerinden yola çıkarak kendi zihinsel yapılarını kendileri oluşturmalarıdır. Sorgulama veya yorumlama yaparak kendi kavramlarını oluşturmaları gerekir. Öğretmen rehberdir. Öğrencilerle diyaloglar kurar, onlara bilgilerini yapılandırma sürecinde yardımcı olur. Öğrencilerin bilgiye bu şekilde ulaşması ise üst düzey zihinsel süreç becerilerinin kazandırılmasıyla gerçekleşmektedir. Bunun için çıkarımlar yapabilen, araştıran, sorgulayan, sınavan ve muhakeme edebilen öğrencilere ihtiyaç duyulmaktadır. Öğrenenlerin kendi öğrenmelerine katılmaları, bilgiyi keşfetmeleri, uygulayabilmeleri, kendilerine mal etmeleri kısaca aktif öğrenmede yer almaları üst düzey bilişsel becerilerini geliştirmelerinde daha etkili olduğu kabul edilmektedir. (Bonwell, 1996; Richards, 1995; Rubin ve Hebert, 1998). Burada öğrenene yapılan işlevden ziyade öğrenenin yaptığı durum ön plana çıkmaktadır. Günümüzde artık matematik eğitimi yalnızca matematiği öğretmekten ziyade matematiği kullanan, uygulayan ve günlük yaşamına entegre edebilen öğrenciler yetiştirmeyi hedeflemektedir. Bunun için öğrencilere yaşam boyu öğrenme felsefesinin benimsetilmesi gerekmektedir. Özellikle yirmi birinci yüzyıl bilgi toplumu olma yolundaki dünyamız, bireylerin yeni deneyimler, yeni heyecanlar, yeni yeterlilikler kazanmalarına gereksinim duymaktadır.

Matematik eğitiminde uluslararası düzeyde kabul gören Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000) raporunda öğrencilerin matematik konularının diğer disiplinlerle ve günlük hayatla olan ilişkilerinin görmelerini sağlamanın onların matematiğin soyut kurallar şeklindeki düşüncelerinde bir değişime neden olacağını ifade etmektedir. Benzer şekilde ülkemiz Milli Eğitim Bakanlığı öğretim programında öğrencilerin yaşamlarında ve sonraki eğitim aşamalarında gereksinim duyabilecekleri matematiğe özgü bilgi, beceri ve tutumların kazandırılması amaçlanmaktadır (MEB, 2013).

Matematik eğitiminin önemi herkes tarafından paylaşılsada matematiği öğrenebilmek veya öğretebilmek zorlu bir süreçtir. Bu sürecin sağlıklı aşılabilmesi etkili bir matematiksel düşünmeye bağlıdır. Matematiksel düşünme, matematiğin

aritmetik, cebir, geometri, olasılık gibi farklı alanlarında kullanılan matematiksel tekniklerin doğasına bağlı olarak farklı biçimler almaktadır (Dindyal, 2003). Düşünme ise akıl ile zekânın ortak bileşimi, dünyayı anlama çabası, muhakeme etme, yargılama yapma, aklından geçirme, problem çözme gibi zihinsel süreçleri içermektedir. Matematik, düşünmeyi geliştirdiği bilinen en önemli araçlardan biridir. Bilindiği gibi insanı diğer canlılardan ayıran temel özelliği düşünebilme, olaylardan anlam çıkartıp koşulları kendine uygun olarak yeniden düzenleyebilme yeteneğidir (Umay, 2003:234).

Matematik soyuttur. Özellikle küçük yaşlarda öğretimine somut deneyim ve işlemlerden de başlansa, “zihinsel bir sistem” olarak soyut düşünmeye yöneliktir (Umay,1996:146). Cebirde de durum böyledir. Cebir matematiğin önemli bir konu alanıdır. Cebir yapmak soyutlama yapabilme gücü gerektirir. Bu bakımdan, matematiğin bir soyutlama yapma bilimi oluşu cebirsel ifadelerde tam anlamını bulur (Altun, 2005). Cebir, bugün çok farklı işlevleri üstlenmektedir. Cebirin işlevlerinden bir kaçını şu şekilde sıralayabiliriz: Cebir bir dildir, cebir bir problem çözme aracıdır, cebir bir düşünme aracıdır, cebir bir okul dersidir (Dede ve Argün, 2003:180). Cebir alanındaki bilgi ve becerilerin artması aynı zamanda cebirsel düşünme becerilerinin de gelişimini sağlar. Bu noktada cebirsel düşünmenin ne olduğu sorusu akıllara gelir. Cebirsel düşünme becerileri, cebirin belirleyici bir bileşeni olarak kabul edilir ki bu durum cebirsel ifadelerin ve matematiksel fonksiyonların manipülasyonlarını içeren işlem becerilerden oluşur (Trybulski, 2007:4). Cebirsel düşünmenin gelişimi doğrudan doğruya bireylerin cebir alt öğrenme alanında aldıkları eğitimle ilintilidir (Yenilmez ve Teke, 2008). Cebirsel düşünme, matematiksel düşünmenin özel bir biçimidir ve yalnızca cebir çalışmalarıyla sınırlı değildir. Dolayısıyla matematiksel düşünmenin kullanıldığı problem çözme, çoklu gösterimlerden yararlanma ve akıl yürütme (tümdengelimli ve tümevarımlı) gibi becerileri içermektedir (Çelik, 2007:8).

Cebirsel düşünme yapısının temeli cebirsel muhakemeye dayanmaktadır. Birçok çalışmada cebirsel düşünme ve muhakemeyi teşvik etmenin önemi vurgulanmaktadır (Kaput, 1995; NCTM, 2000). Swafford ve Langrall (2000) cebirsel düşünme ve muhakemeyi “miktarı bilinen gibi miktarı bilinmeyen üzerinde işlem

yapma yeteneği” olarak tanımlamıştır. Herbert ve Brown (1997) cebirsel düşünme ve muhakemeyi ise farklı durumların analizi için matematiksel sembolleri ve araçları kullanma, matematiksel bilgilerin temsilinde kelimeler, şekiller, tablolar, grafikler ve denklemleri kullanma, fonksiyonel ilişkileri benzer ve yeni durumlarla ilişki kurma, bilinmeyenleri çözmek için matematiksel bulguları yorumlama veya uygulamak olarak tanımlamıştır. Geçen yirmi yıl boyunca birçok araştırma matematikte düşünmenin ve muhakeme etmenin önemi üzerinde vurgu yapsa da (House, 1999; Russell,1999), ilköğretim çağındaki öğrencilerin matematiksel düşünme ve muhakeme becerilerini içeren özellikle cebirsel düşünme ve muhakeme etme becerileri ile alakalı çok az şey bilinmektedir. Ulusal Eğitimsel Gelişimi Değerlendirme Birimi (National Assessment of Educational Progress [NAEP]) öğrencilerin cebir ve fonksiyonlar üzerindeki performansını değerlendirmiştir. Rapora göre öğrenci performanslarının 1990 ve 1992 yıllarına göre 1996 yılında bazı ilerlemeler kaydettiğini ama birçok öğrencinin genellikle cebirsel konuların ele alındığı cebir derslerinde çok iyi bir performansın olmadığı belirtilmiştir (Blume ve Heckman, 2000).

Tüm bu anlatılanlar ışığında cebir önemlidir ve öğrenciler yaşamın kendisinde ve matematikte başarılı olabilmek için cebirsel düşünme becerilerini en verimli şekilde kullanmaları gerekir. Burada eğitimcilere yani öğretmenlere büyük işler düşmektedir. Öğretmenlerin, cebiri öğrencilerine anlama ve hatırd tutma düzeylerini en üst düzeye çıkaracak şekilde öğretmeleri gerekmektedir (Leitze ve Kitt, 2000).

Cebir konularının öğretilmesindeki farklılıklar öğrencide oluşacak zihinsel aktiviteleri doğrudan etkiler. Seçilen öğretim yöntemleri cebirsel düşünme ve muhakeme etme becerilerinin anlamlı olarak ve yaşam boyu gelişimini sağlar. Cebir öğrenme alanının içinde yer alan, cebirsel ifadeler, denklemler ile koordinat sistemi alt öğrenme alanları işlenirken çoklu temsil yaklaşımından yararlanılması, anlamlı öğrenmeye önemli katkılar sağlayabilir. Nitekim matematiksel bir kavramı anlamlı kılabilmek birçok görsel temsilin kullanımına bağlıdır. Öğretim sırasında, öğrencilerin matematiksel fikirlerini sembol, grafik, tablo, günlük yaşam durumları

ve somut modellerle ifade etmeleri daha nitelikli öğrenmeye olanak sağlamaktadır (MEB, 2006). McGowan ve Tall (2001) çoklu gösterimlerden yararlanan öğrencilerin, tek bir gösterimle çalışabilen öğrencilere göre alternatif çözüm yöntemleri geliştirme ve uygulamada çok daha başarılı olduğunu ifade ederek bu durumu desteklemektedir.

Farklı anlamlar yüklenmiş matematiksel kavramların öğretilmesinde başvurulabilecek yollardan biri de teknolojidir. Günümüzde hayatımızın her alanında yer alan teknoloji sayesinde zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamı oluşturularak soyut ve anlaşılması güç kavramların öğrenilmesi kolaylaşabilmektedir. Çoklu temsilleri oluşturmada kolaylık ve etkinlik açısından oldukça önemli fırsatlara sahip olan teknoloji, öğrencilerin matematiksel düşünme süreçlerinin genişletilmesinde önemli bir rol oynayabilmektedir (İpek ve Baran, 2011). Kaput (1998)'a göre tablo, grafik, formüller gibi matematiksel temsiller arasında teknoloji kullanılarak bağlantı kurulması daha kolaydır. Teknolojinin iyi kullanımı öğrencilere soyutsal ilkeleri çoklu gösterimler yoluyla somutlaştırma ve sonrasında daha üst bir seviyedeki soyutsallığa göre somut görünecek bir hale getirmelerine olanaklar tanınmalıdır ve teknoloji çoklu gösterimlere (multiple-representations) imkân sağlaması özelliğiyle öğrencilere problem çözme sürecinde eşlik etmede güçlü bir araçtır (Erbaş, 2005:89).

Bu araştırmada genel olarak, çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerine, cebirsel düşünme düzeylerine ve tutumlarına etkisi üzerinde durulmuştur. Çoklu temsil temelli öğretim, bilgisayar yazılımıyla desteklenerek amaca uygun öğretim teknolojisi kullanılmıştır.

Bu tez beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde araştırma konusunun belirlenmesi ve konunun alanyazındaki önemine değinilmiştir. Ayrıca araştırmanın genel hatları; problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, problem cümlesi ve alt problemler, sayıtlar, sınırlılıklar ve tezde adı geçen tanımlamalar ile yapılan kısaltmalar olarak sunulmaktadır. İkinci bölümde, araştırma konusuyla ilgili yayın ve araştırmalar yer almaktadır. Cebirsel düşünme ve muhakeme becerisi arasındaki ilişki ele alınarak, çoklu temsil temelli öğretim uygulamalarına yönelik yaklaşımlara

değinilmiştir. Ayrıca cebir öğretimi ile teknoloji destekli cebir öğretimine yönelik yapılan çalışmaların eğitim sistemleri üzerindeki yansımalarının neler olduğu açıklanmaya çalışılmıştır. Üçüncü bölümde, araştırmanın yöntemi yer almaktadır. Araştırma deseni, evren ve örneklem, veri toplama araç ve yöntemleri, veri toplama araçlarının geliştirilme süreci, işlem basamakları, araştırmanın geçerliği, güvenilirliği ve veri çözümleme teknikleri belirtilmiştir. Dördüncü bölümde, araştırmanın bulguları ve yorumları yer almaktadır. İlköğretim yedinci sınıflara uygulanan Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi, Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı ile Matematik Tutum Ölçeği'nden elde edilen bulgular sunulmaktadır. Öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyi ile cebirsel muhakeme becerileri ayrı ayrı ele alınmaktadır. Beşinci bölümde ise araştırma bulgularının değerlendirilmesi yapılarak önceden yapılmış benzer araştırma sonuçlarıyla karşılaştırılarak, genellemeler yapılmıştır. Bunların yanı sıra alana katkı sağlayacak çalışmalar için önerilere de yer verilmiştir.

Problem Durumu

Matematik hayatın kendisi olduğu kadar bireylere kendilerini daha yakından tanıma fırsatı sunar. Matematiği öğrenmek; temel kavram ve becerilerin kazanılmasının yanı sıra matematikle ilgili düşünmeyi, problem çözme stratejilerini kavramayı ve matematiğin gerçek yaşamda önemli bir araç olduğunu fark etmeyi de içerir (MEB, 2013:3). Matematik olmadan birçok bilim öksüz kalır. Daha doğrusu varlığını sürdüremez. Bu nedenle, tüm bilimler matematikle güçlenmeli ve geleceğimize yön verecek nesillerimiz matematikle nefes alabilmeyi öğrenmelidir. Bu bağlamda, Uluslararası Matematikçiler Birliği (IMU) ve UNESCO tarafından 2000 yılının “Matematik Yılı” olarak ilan edilmesi, matematik eğitime dikkat çekmek ve daha iyi düşünen nesiller yetiştirmek özlemiyle açıklanabilir (Umay, 2004). Bu özlem ise her geçen yıl eğitimde köklü değişikliklere ve yapısal düzenlemelere ortam hazırlamaktadır. Çağın gereklerinin gerisinde kalmak istemeyen birçok ülke, eğitim alanında yeni anlayışlarla güçlü bir öğretim programı oluşturmak istemektedir. Daha açıkçası, dünün “öğretileni öğren”, bugünün “öğrenmeyi öğren” sloganları eskimiştir. Yeni ve yarının söylemleri ve sloganları “düşünmeyi öğren” ve “yaratıcılığı öğren” olmuştur (Ersoy, 2003a:19).

Eğitim programlarının bu şekilde yenilenmesine ülkemizde seyirci kalmamış ve yeni düzenlenen ilköğretim programları 2005-2006 eğitim-öğretim yılında ülke genelinde uygulanmaya konulmuştur. Özellikle matematik öğretim uygulamalarında bilginin ön planda tutulduğu ve öğretmen tarafından aktarıldığı yapının dışına çıkılmış, etkili öğrenmeye ve kullanmaya yönelik bazı temel becerilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Hedeflenen bu beceriler arasında matematiksel süreç becerileri olarak nitelendirilen akıl yürütme de (muhakeme) yer almaktadır. Muhakeme becerisinin okul ve okul dışı hayatı kolaylaştırmadaki etkisi de dikkate alındığında matematik öğretim sürecinde bu becerinin geliştirilmesi için ortamlar hazırlanmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, öğretim programında öğrencilere muhakeme becerilerinin kazandırılması için dikkate alınması gereken bazı göstergeler şunlardır:

- Çıkarımların doğruluğunu ve geçerliliğini savunma,
- Mantıklı genellemelerde ve çıkarımlarda bulunma,
- Bir matematiksel durumu analiz ederken matematiksel örüntü ve ilişkileri açıklama ve kullanma,
- Yuvarlama, uygun sayıları gruplandırma, ilk veya son basamakları kullanma gibi stratejileri veya kendi geliştirdikleri stratejileri kullanarak işlem ve ölçümlerin sonucuna dair tahminlerde bulunma,
- Belirli bir referans noktasını dikkate alarak ölçmeye ilişkin tahminde bulunma (MEB, 2013:7).

NCTM (2000:262)'ye göre ise öğretim programlarının öğrencilere matematiğin temel yönleri muhakeme ve ispatı tanıtması, muhakeme ile ispat yöntemlerinin çeşitli türlerini seçmeyi ve kullanmayı öğretmeye yönelik olması öğrencilerin muhakeme becerilerinin gelişmesine önem verildiğini göstermektedir. Tüm bu bileşenler ile matematiğin önemli konu alanlarından biri olan cebirin de muhakemeye dayalı olması cebirsel düşünmenin önemini ortaya koymaktadır. Çünkü cebirde, aritmetikte olduğu gibi sadece bir ya da birkaç sayıyı değil bütün sayıları, sayı kümelerini düşünmek gerekir. Bu nedenle cebir, aritmetiğe oranla daha soyut görünür (Palabıyık ve İspir, 2011).

En genel anlamıyla cebir, sayılar arasındaki genel ilişkiyi açıklamak için tasarlanan matematiksel bir dilin parçasıdır (MacGregor ve Stacey, 1999). Williams (1997)'a göre hayatın her alanında kendini hissettiren cebirin öğrenciler tarafından öğrenilmesi ise bir ihtiyaçtır. Cebirin bireyler için önemi ortada iken soyut değerler taşıması öğrencilerin cebiri anlamakta zorlanmalarına neden olmaktadır. Bu durum Kaput (1999)'a göre cebirin sadece cebirsel ifadeleri sadeleştirmek, eşitlikleri çözmek, sembolleri kullanmak için kurallar öğrenmek gibi algılandığını, sonuç olarak da neredeyse herkesin cebirden nefret etmekten hoşlanmaması noktasına geldiği belirtilmiştir. Bu bağlamda, günümüzde bile çok sayıda öğrenci temel cebir bilgilerini ve becerilerini edinerek gerekli yeterlikleri edinmemektedir. Oysa çağdaş öğretim programları amaç, içerik ve beklentiler yönünden incelendiğinde, cebirle ilgili olarak erişilecek hedefler sayıca giderek artmakta ve düzey yükselmekte, her ülkede daha çok sayıda kişinin daha derinlemesine cebir bilgi ve beceriler edinerek yetkinleşmesi gerekmektedir (Ersoy ve Erbaş, 2005:3).

Cebir konularının matematik derslerinde öğretilmeye başlanmasıyla birlikte öğrencilerin cebiri öğrenmede zorlandığı görülmektedir (Ersoy ve Erbaş, 2005). Birçok araştırmanın sonucu öğrencilerin cebir kavramlarını (denklem, eşitlik, değişken, cebirsel ifadeler, bilinmeyen gibi) anlamada zorlandıkları ve kavram yanılgısı içinde olduklarını göstermektedir (Baki, 1998; Brizuela, Carraher ve Schlieman, 2000; Burton, 1988; Dede ve Argün, 2003; Ersoy ve Erbaş, 1998; Kieran, 1992; Linchevski ve Herscovics, 1996; MacGregor ve Stacey, 1993; Silver, 1997). Ülkemizde cebir öğrenme alanına yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde ise genellikle cebirsel kavramlar konusunda öğrencilerin yaşamış olduğu güçlükler üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Cebir kavramların öğrenilmesindeki sıkıntıların birçok araştırma konusunda yer bulması, öğrencilerin cebirsel düşünme ve muhakeme becerilerinde de sıkıntıların olduğu anlamına gelmektedir. Nitekim uluslararası çalışmalarda cebirsel düşünme ve muhakemenin önemi vurgulanmakta ve öğretimi konusunda farklı yaklaşımlara yer verilmektedir (NAEP, 2002; NCTM, 1989, 2000; TIMSS, 2003).

Cebirin öğretilmesinde yaşanan bu zorluklar, eğitimcileri cebiri daha etkili öğretebilme noktasında alternatif yollar aramaya itmiştir. Alternatif yollardan biriside son dönemlerde yapılan uluslararası çalışmaların ve kuruluşların üzerinde sıklıkla durduğu çoklu gösterimlerin kullanılmasıdır. Çoklu gösterimler öğrencilerin değişik düşünce yollarını tecrübe etmelerine, problem durumlarını daha iyi kavramalarına ve matematiksel kavramların anlaşılmasını artırmaya izin vermektedir (Erbaş, 2005:89). Cebir öğrenme alanındaki, cebirsel ifadeler ve denklemler alt öğrenme alanı işlenirken çoklu gösterim yaklaşımından yararlanılmasının anlamlı öğrenmeye katkı sağlayacağı belirtilir. Öğretim sırasında öğrencilerin matematiksel düşüncelerini sembol, grafik, tablo, günlük yaşam durumları ve somut modellerle ifade etmelerinin, onların matematiksel anlamalarını destekleyeceğini ve nitelikli öğrenmeye olanak sağlayacağı vurgulanmaktadır (MEB, 2009). Ayrıca kavramların farklı temsillerini dikkate alınarak yapılan öğretimin, öğrencilerin öğrenmelerine yardım edeceğini ve matematiksel kavramları ve aralarındaki ilişkileri anlamalarını geliştireceği ifade edilmektedir (Hilbert ve Carpenter, 1992; Kaput, 1989; NCTM, 2000; Porzio, 1999). Çoklu gösterimlerin teknoloji destekli ele alınması ise öğrenmeleri somutlaştırma açısından değerlidir. Teknoloji kullanımı öğrencilerin problem çözüm teknikleri, verilere çeşitli yönlerden bakmaları ve çözümlerinin ne kadar anlamlı ve geçerli olduğu konularında daha yaratıcı dolayısıyla daha iyi bir matematik anlayış ve öğrenmelerine yol açabilir (Erbaş, 2005:89).

Alanyazı incelendiğinde, çoklu temsiller konusunda yurt dışında pek çok çalışma yapılmasına rağmen, ülkemizde yapılan çalışma sayısının oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Özellikle teknoloji destekli ortamlarda öğretim için öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının çoklu temsilleri nasıl kullanacağı konusu üzerinde çok fazla çalışmalara yer verilmediği görülmektedir (Özmantar ve diğer., 2010). Cebirsel düşünme ve muhakemenin önemi ve teknoloji ile ele alınacak çoklu temsil temelli bir öğretimin sağladığı yararlar göz önüne alındığında, özellikle cebirin düşünölmeye başlandığı yaş aralığı olan 13-14 yaşlarda teknoloji ile desteklemiş çoklu temsil temelli bir öğretimin öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleri ile muhakeme becerilerine, matematiğe yönelik tutumlarına etkisinin araştırılmasının gerekli olduğu düşünölmektedir bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Amaç ve Önem

Günümüz eğitim anlayışı öğrencilerin bilgiye birinci elden ulaşabilmesi, muhakeme edebilmesi, yaratıcı ve eleştirel düşünebilmesi ve öğrendiklerini günlük hayata aktarabilmesi temeline dayanmaktadır. Özellikle bireylerin kendi yaşamlarında öğrendiklerine yer vermesi, uyum sağlaması ve yaşadığı çevreyi anlamlandırması eğitimin bir parçası olarak görülmektedir (Gür ve Korkmaz, 2003; Senemoğlu, 2005). Bu söylemler, cebir öğrenme alanı için kaçınılmaz bir sürecin başlangıcı gibidir. Çünkü bireylerin cebir konuları ile ilgili edindiği kazanımlar günlük yaşamlarında önemli rol oynar. Cebir, cebirsel düşünme ve muhakeme edebilme becerilerinin bir ön koşulu olarak düşünüldüğünde sadece bir ders konusundan ziyade günlük hayatta karşılaştığımız güçlüklerle karşı çözüm yolları bulmamıza yarayan bir araç olarak ele alınması gerekmektedir. Nitekim öğrencilerin cebirde başarılı olabilmeleri için kullanılan temel kavramları, sembolleri, ifadeleri iyi anlaması ve kullanabilmesi gerekmektedir (Kieran, 1992).

Cebirsel düşünme ve muhakeme becerisi öğrencilerin yalnızca matematik derslerinde değil kendi günlük yaşamlarında karşı karşıya kaldıkları güçlüklerin üzerinde düşünmeye, yorum yapmaya ve çözüm yolu aramaya yönelik zihinsel aktiviteleri içerir. Oysa öğrencilerin cebir öğrenmeleri ile ilgili yapılan araştırmaların genelinde; öğrencilerin cebirsel düşünme ve muhakeme etme becerileri ile cebirsel işlem yürütme becerilerinin yetersiz olduğu, matematiksel bilgileri ilişkilendirme zorlandıkları ve günlük yaşam durumları arasında bağlantı kuramadıkları görülmüştür. Öğrencilerin cebiri anlamaları ve cebirsel düşünme düzeylerini yükseltebilmeleri için öğrendiklerini uygulayabilmeli, kavramlar arasında geçişler yapabilmeli ve çoklu temsil değerleri ile bunu ortaya koyabilmeleri gerekmektedir. Her öğrencinin anaokulu öğreniminden başlayarak lise öğreniminin sonuna kadar olan dönem boyunca cebirin gerekli düzeylerini öğrenmesi gerekir (NCTM, 2000).

Öğrencilerdeki temel cebirsel kavramların oluşmasıyla birlikte, cebirsel düşünme ve muhakeme becerilerinin gelişimi ilköğretim çağında başlar ve cebir öğretimi ile devam eder. Öğrencilere cebiri öğretirken öğrenme ortamlarının çeşitlendirilmesi ve anlamlı öğrenmeye destek olacak etkinliklere yer verilmesi bu

süreçte kritik bir öneme sahiptir. Özellikle cebir öğretiminde yararlanılacak çoklu temsiller, öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinin gelişimini etkiler. Tek bir temsil türüne bağlı kalan ya da temsiller arası dönüşüm becerisine sahip olmayan öğrencilerin kavramsal anlama düzeyinin yeterli ölçüde gelişmediği görülmüştür (Lesh ve Doerr, 2003).

Cebir öğrenme alanında çoklu temsillere olabildiğince yer verilmesi öğrenmedeki akıcılığa destek verir. Ayrıca çoklu temsiller cebirdeki hedeflere ulaşmada bizlere yardımcı olur ve cebir içeriği için büyük bir fiktirdir (Choike, 2000). Cebir öğrenme alanının ilköğretimdeki önemin artması ve teknolojinin matematik eğitimi üzerindeki etkinliği düşünüldüğünde teknoloji destekli bir öğretim uygulamasının cebir öğretimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Nitekim öğretimde teknolojinin etkinliği ve yararlarına alanyazında sıkça yer verilmektedir (Akpınar, 1999; Baki, 2002; Chan, 1989; Güven ve Sülün, 2012; Kaya, 2005; Yalın, 2001). Benzer şekilde, teknolojinin matematik eğitiminde de kullanılmasının yararları üzerine çalışmalara rastlamak mümkündür (Baki ve Güveli, 2008; Lin, 2008; Mistretta, 2005; NCTM, 2000). Ayrıca bilgisayarlar öğrenciler tarafından en çok kullanılan ve sevilen teknolojik araçlardan biridir (İşman, 2005; Uşun, 2006). Bu nedenle bilgisayar destekli hazırlanan etkinlikler hem öğrenimi destekleyici, hem de öğrencilerin derse olan ilgilerini artırıcı işlevleri olabilir. Bu bağlamda çoklu temsil uygulaması içerisinde yer alacak bilgisayar teknolojisinin kullanımı çalışmamızı önemli hale getirmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin yedinci sınıf cebir öğretiminde öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerine, cebirsel düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Öğrencilerin bireysel öğrenme alanlarındaki değişimleri ile bilgileri anlamlandırmalarındaki farklılıkları dikkate alındığında; çoklu temsil temelli öğretime yönelik teknoloji destekli cebir öğrenme etkinliklerinin, ilköğretim yedinci sınıf cebir öğretimine yeni bir bakış açısı kazandırması beklenmektedir. Çoklu temsil

temelli öğretim ile teknoloji birlikteliğinin öğrencilerin cebirsel düşünme ve muhakeme becerilerin gelişimine katkı sağlayacağı, teknoloji desteğinden faydalanılarak işlenen matematik dersi sayesinde öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirmelerine etkisi olacağı düşünülmektedir. Ayrıca cebirsel düşünme ve muhakeme becerisi fikirlerine teorik bir alt yapı sağlaması da araştırmanın alana katkı sağlayacağı düşünülen önemli yönlerden bir diğeridir.

Problem Cümlesi

İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin kullanılması, geleneksel öğretim yöntemlerine göre öğrencilerin cebirsel muhakeme becerileri, cebirsel düşünme düzeyleri ve matematiğe yönelik tutumlarında bir farklılık oluşturmakta mıdır?

Alt Problemler

Araştırmanın alt problemleri aşağıda belirtilmektedir:

1. İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney ve geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubundaki öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleri ile matematiğe yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney grubundaki öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleri ile matematiğe yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubundaki öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleri ile matematiğe yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney ve geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubundaki öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerinin gelişimi öğretim süreci sonucunda farklılık göstermekte midir?

5. Cebirsel muhakeme becerisi ile cebirsel düşünme düzeyi arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

Sayıtlar

1. Araştırma sürecinde, öğrencilerin, Chelsea tanılayıcı cebir testini, cebirsel muhakeme değerlendirme aracını ve matematik tutum ölçeğini içtenlikle yanıtlayacakları varsayılmıştır.
2. Uygulanacak test, araç ve ölçeklerin kapsam geçerliliği için uzman görüşlerinin yeterli olduğu kabul edilmiştir.
3. Araştırma sürecinde, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kontrol altına alınamayan dışsal etkenlerden eşit düzeyde etkilendikleri kabul edilmiştir.
4. Araştırma sürecinde, öğrencilerin öğrenmeye karşı ilgilerinin eşit düzeyde olduğu varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

1. Araştırma 2014-2015 öğretim yılında, İzmir ili Buca ilçesindeki Milli Eğitim Bakanlığına bağlı Gazi Ortaokulu yedinci sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirilmiştir.
2. Araştırmadaki veriler, Chelsea tanılayıcı cebir testi, cebirsel muhakeme değerlendirme aracı ve matematik tutum ölçeğinden elde edilen veriler ile sınırlıdır.
3. Araştırma yedinci sınıf matematik dersi müfredatında yer alan cebir öğrenme alanındaki cebirsel ifadeler, denklemler ve koordinat sistemi alt öğrenme alanlarına ait kazanımların öğretimi ile sınırlıdır.

Tanımlar

Eğitim: Akıl, inanç ve değerler çerçevesinde kişinin farkına varabildiği bilgi, beceri ve tutumlarının, kendi öğrenme becerisine uygun bir biçimde öğrenebileceği ortamların yaratılması sürecidir (Titiz, 1998).

Eğitim Teknoloji: Bireyin bildiği bir şeyi başkasına aktarmada kullandığı sözlü, yazılı, görsel ve işitsel gibi her türlü araç-gereç ve yöntemdir (Çilenti, 1988).

Bilgisayar Destekli Eğitim: Öğretim sürecinde öğrencilerin bilgisayarda programlanan dersler ile etkileşimde bulunduğu, öğretmenin rehber, bilgisayarın ise ortam rolünü üstlendiği etkinliklerdir (Şahin-Yanpar ve Yıldırım, 1999).

Cebir: Cebir, genel sayı ilişkilerini ve özelliklerini gösteren, polinom ve denklem çözümleri gibi konuları sembolize eden matematiğin bir branşı ve sadece harf sembolleriyle nicelikleri ve sayıları temsil eden değil aynı zamanda bu sembollerle hesap da yapabilen bir araçtır (Kieran, 1992).

Cebirsel Düşünme: Problem çözme, akıl yürütme, gösterimleri kullanma, değişkenleri anlama, sembolik gösterimlerin anlamını açıklama, matematiksel fikirlerin gelişimi için modellerle çalışma, gösterimler arasında dönüşüm yapma becerileridir (Kaf, 2007).

Cebirsel Muhakeme: Nicel durumları göstererek değişkenler arasındaki ilişkiyi açık hale getirebilme kapasitesidir (Driscoll, 1999).

Muhakeme: Hem tümevarım, tümdengelim, ilişkilendirme ve çıkarsamanın kullanımı hem de öğrenenlerin problemleri çözmek için birbirleriyle etkileşime geçtikleri ortak bir faaliyet alanıdır (Yackel ve Hanna, 2003).

Temsil: Soyut kavram ve sembollerle; gerçek dünya içindeki somut nesnelere dönüşecek şekilde modelleme işlemi yapma ya da nesneler ve matematiksel semboller arasındaki ilişkidir (Kaput, 1987).

Tutum: Bireyin kendine ya da çevresindeki herhangi bir nesne, toplumsal konu, ya da olaya karşı deneyim, bilgi, duygu ve güdülerine dayanarak örgütlediği zihinsel, duygusal ve davranışsal bir tepki ön eğilimidir (İnceoğlu, 2010).

Kısaltmalar

AECT: Association for Educational Communications and Technology [Eğitimsel İletişim ve Teknoloji Birliği]

BDE: Bilgisayar Destekli Eğitim

BDÖ: Bilgisayar Destekli Öğretim

CDAT: Chelsea Diagnostic Algebra Test [Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi]

CDD: Cebirsel Düşünme Düzeyi

CMB: Cebirsel Muhakeme Becerisi

CSMST: Concepts in Secondary Mathematics and Science Team

DIMLE: Dynamic Interactive Mathematics Learning Environment [Dinamik ve Etkileşimli Matematik Öğrenme Ortamları, (DEMO)].

EARGED: Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Daire Başkanlığı

IMU: International Mathematical Union [Uluslararası Matematikçiler Birliği]

ISTE: International Society for Technology in Education [Uluslararası Eğitim Teknolojileri Derneği]

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics [Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi]

NAEP: National Assessment of Educational Progress [Ulusal Eğitimsel Gelişimi Değerlendirme Birimi]

NRC: National Research Council [Ulusal Araştırma Konseyi]

PISA: Programme for International Student Assessment [Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı]

PSSM: Principles and Standards for School Mathematics [Okul Matematiği İçin İlkeler ve Standartlar]

TDK: Türk Dil Kurumu

TIMMS: Trends in International Mathematics and Science Study [Uluslararası Matematik ve Fen Çalışmalarında Eğilimler]

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
[Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü]

YEM: Yapısal Eşitlik Modeli

f : Frekans

% : Yüzde

sd : Serbestlik derecesi

p : Anlamlılık Düzeyi

N : Veri Sayısı

SS : Standart Sapma

$\bar{X}$: Aritmetik Ortalama

BÖLÜM II

İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR

Araştırmanın bu bölümünde ülkemizde ve yurt dışında teknoloji/bilgisayar destekli öğretim, cebir ve cebir öğretimi, cebirsel düşünme ve muhakeme becerisi, çoklu temsil temelli öğretim ve matematiğe yönelik tutum ile ilgili yapılmış yayın ve araştırmalara yer verilmiştir. Elde edilen bilgiler ayrı başlıklar halinde hem yurt içi hem de yurt dışı yayın ve araştırmaları kapsayacak şekilde sunulmuştur.

Eğitim Teknolojisi

Günümüz dünyasında teknolojinin hızlı gelişimi ve eğitim-öğretimdeki yeni arayışlar teknoloji ile bilim buluşmasını kaçınılmaz kılmış, bilgiye erişimin hızlanması, bilgi kapsamının genişlemesi ve bilgiye erişimde yeni kanalların ortaya çıkması teknoloji ile bilim arasındaki bağlantıyı kuvvetlendirmiştir. Teknolojiyi kullanmak ise artık temel amaç haline gelmiş, özellikle iletişim alanında telefon, televizyon, radyo ve internet, ulaşım alanında uçak, tren ve otomobil gibi ürünleri ile insanların günlük yaşamlarının vazgeçilmez birer parçası olmuştur (Bacanak, Karamustafaoğlu ve Köse, 2003:191).

“...Eğitimi bir bilim olarak inceleme ve araştırma konusu yapmak bugün için ne kadar gerekli ve doğalsa, bu bilimi en etken biçimde uygulamaya dönüştürmek üzere gerekli inceleme ve araştırmalar yapmak ve bu maksatla bir teknoloji geliştirmek de aynı derecede önemli ve zorunlu bir husustur. Çünkü bilim ve teknoloji bir bütündür. Teknolojisiz bilim kuramsal düzeyde kalmakta, bilimsiz teknoloji ise ilkel düzeyden öteye gidememektedir....” (Alkan, 1977:III).

Teknolojinin bu ilerleyişi bilimin her alanında olduğu gibi eğitimde de kendini göstermiştir. Eğitim dünyasının, teknolojik gelişmeleri yakından takip etmeye başlamasıyla birlikte okullardaki teknolojik donanım sayısında hızlı bir artış olmuştur. Ne zaman bir teknolojik buluş ya da ilerleme ortaya çıksa, bu teknolojinin eğitimin planlanması, yönetilmesi, uygulanması ya da diğer alanlarında bu teknolojiden nasıl yararlanılabileceği ilgili araştırmalar yapılmıştır (Erdoğan ve Çağıltay, 2009:389). Eğitim içerisine bu denli hızlı bir giriş yapan teknoloji beraberinde “eğitim teknolojisi” kavramını da getirmiştir. Bu kavramı tanımlamaya geçmeden önce “eğitim” ve “teknoloji” kavramlarını ayrı ayrı ele alalım.

Eğitim en genel anlamıyla insanları belli amaçlara göre yetiştirme sürecidir. Bu süreçten geçen insanın kişiliği farklılaşır. Bu farklılaşma eğitim sürecinde kazanılan bilgi, beceri, tutum ve değerler yoluyla gerçekleşir (Fidan, 2012:14). Literatürde en çok rastlanan eğitimin tanımı ise bireyin davranışında kendi yaşantısı yoluyla ve kasıtlı olarak istendik değişme meydana getirme süreci olarak nitelendirilmektedir (Ertürk, 1979:12). Eğitim, kişinin aklını, duygularını, davranışlarını geliştirmek, onları insani hedeflere yönleltmek, özgür bir insan yaratmaktır (Tanilli, 2000:22). Whitehead (1967)’e göre eğitim, bilgiyi faydalı kılma sanatını kazanmaktır (akt. Cihan, 2008:200). Bir başka tanıma göre ise eğitim, akıl, inanç ve değerler çerçevesinde kişinin farkına varabildiği bilgi, beceri ve tutumlarının, kendi öğrenme becerisine uygun bir biçimde öğrenebileceği ortamların yaratılması sürecidir (Titiz, 1998:198). Kişide kendi öğrenme profili hakkında farkındalık yaratılması yoluyla, daha üst zihinsel yeteneklerini ortaya çıkarıp geliştirmesi ve bu arada da değişen çevresel koşullara uyum gösterebileceği bilgi, beceri ve davranışları sürekli olarak güncelleyebilmesi için uygun öğrenme ortamlarının yaratılması eğitim süreciyle olmaktadır (Genç ve Eryaman, 2007:100).

Eğitim sonunda bireylere yeni davranışlar kazandırmak amaçlanır. Davranış değiştirme ise öğretme sürecini yakından ilgilendirir. Nitekim eğitim sistemindeki tüm faaliyetlerin öğrenmenin olduğu etkileşim ortamının etkililik derecesinin artması için yapılması beklenir (Fidan, 2012:13). Toffler’in “ilk

çağlarda güçlü olan, endüstri çağında zengin olan kazanırdı, bilgi çağında ise bilgili olan kazanacaktır” sözü, önümüzdeki dönemde bireyin veya toplumun başarısının bilgiyi üretme, kullanma ve aktarmadaki etkinliğine bağlı olacağını göstermektedir (Yıldırım, 2001:3).

Teknoloji ise bilimin üretim, hizmet, ulaşım vb. alanlardaki sorunlara uygulanması sürecinde yararlanılan ve bilim ile uygulama arasında köprü görevi gören makineler, işlemler, yöntemler, süreçler, sistemler, yönetim ve kontrol mekanizmalarının tümüdür (Alkan, 1997). Teknoloji sadece makine ve cihazların bir araya gelip oluşması değil aynı zamanda bir hareket yoludur. Teknoloji yeniliğe işaret eder. İnsanların her türlü yaşam tarzını yükseltmek için daha fazla fırsat sunar (İşman, 2003:28). Bundan dolayı, birçok ülke bilgi toplumu seviyesine yükselebilmek, gelişmişlik seviyesini artırabilmek ve küresel bazda rekabet edebilmek için eğitim sistemlerinden katkılar beklemektedir. Bu konudaki beklentiler özellikle yirmi birinci yüzyılda teknolojinin eğitimde daha çok kullanılmasıyla hızlanmış ve eğitim teknolojisi olarak yerini almıştır.

Eğitim ve teknolojinin birlikteliğinden oluşan eğitim teknolojisi kavramını açıklamaya çalıştığımızda ise alanyazında çok değişik tanımlara rastlamak mümkündür. Bu tanımlardan belki de en kapsamlı olanı, bireyin bildiği bir şeyi başkasına aktarmada kullandığı sözlü, yazılı, görsel ve işitsel gibi her türlü araç-gereç ve yöntemini kapsayan tanımdır (Çilenti, 1988). Eğitimsel İletişim ve Teknoloji Birliği (Association for Educational Communications and Technology [AECT], 1977:64) eğitim teknolojisini; problemlerin analizi ve bu problemlere ilişkin çözümlerin bulguları, uygulamaları, değerlendirmeleri ve yönetimi için gerekli insanları, yordamları, fikirleri, ekipmanları ve organizasyonu içeren insan öğrenmesinin tüm yönlerini kapsayan karmaşık, bütünlük bir süreç olarak tanımlamaktadır. Temel hedefi eğitimi daha ileriye götürmek için yeni olanaklar üretmek olan eğitim teknolojisi “...genelde eğitimi, özelde öğrenme durumuna egemen olabilmek için ilgili bilgi ve becerilerin işe koşulmasıyla öğrenme ya da eğitim süreçlerinin işlevsel olarak yapılandırılmasıdır....” (Alkan, 1997:14).

Eğitim teknolojisi; değişik birimlerin verilerini, özel hedef, yöntem, araç ve gereç, ölçme ve değerlendirme gibi eğitimin geniş alanlarında uygulamaya koyan, uygun maddi ve manevi ortamlarda insan gücünün en iyi şekilde kullanılmasını, eğitim sorunlarının çözülmesini, kalitenin yükseltilmesini, verimliliğin artırılmasını sağlayan bir sistemler bütünüdür (Rıza, 1997:28).

Günümüzde eğitim teknolojisine yönelik çeşitliliğin artması, son yirmi yıl içerisinde ülkelerin eğitim teknolojisine dayalı eğitim sistemleri politikasının önemini de artırmıştır. Yeni teknolojilerin eğitim sürecinde yerini alması veya yansımada eğitim teknolojisi disiplini temel ve önemli bir rol üstlenmiştir (Karahana, 2001:86). Bu gelişmelerle birlikte eğitim teknolojisi bir bilim ve disiplin alanı olarak, eğitim sürecinin daha etkili ve verimli olabilmesinde ana unsurlardan biri olmuştur (Tüy, 2003:45).

Eğitim teknoloji sayesinde öğrencilerin bilgi edinme yolları da değişmiştir. Bilgiye ulaşmada etkin, hızlı ve güvenilir olanaklar sunan eğitim teknolojisi uygulamaları her geçen gün artarak devam etmektedir. Eğitim ve öğretimde teknoloji kullanımının, öğrencinin ilgi ve merakını aktive etmek, öğrenciyi eğitim ortamında etkin hale getirmek yoluyla farklı kanallardan bilgiye ulaşmalarını sağlamak; araştırma, düşünme, sentez, sorgulama ve çıkarım yapabilme kabiliyetlerini geliştirme gibi üstünlükleri vardır (Balci, 2013:857). Eğitim teknolojisi, maksatlı ve planlı bir öğretimi meydana getirecek olan öğeleri, en verimli ve etkili olarak hizmete vermeyi öngörür. Bilim ve uygulama arasındaki bağlantıyı kuvvetlendirir. Araç, yöntem, personel ve ortam düzenleme işini gösterir. Bunları sistematize edip bir metodolojiyi oluşturur (Doğdu ve Arslan, 1993:7). Eğitim teknolojisinin yararları ise genel bir yaklaşım ile;

- Genel olarak eğitim bilimleri ve eğitim sistemine,
- Özel olarak bireye (öğrenciye),
- Eğitimde insan gücüne (öğretmen, uzman, yönetici vb.),
- Öğrenme-öğretme sürecine,
- Kitle eğitimine getirdiği yararlar şeklinde sınıflandırılabilir (Uşun, 2004:8).

Teknoloji bakımından zengin bir eğitim ortamında, öğretmen ve öğrenciler için dinamik ve etkileşimli öğrenme tecrübeleri sağlanmaktadır (Saban, 2007:24). Bu yönüyle eğitim teknolojisi bireylerin sağlıklı gelişimlerinde ve toplumların şekillenmesinde önemli görevler üstlenmiştir. Eğitim teknolojisi, eğitimin temel taşlarından birisidir. Bireylerin yaşam boyu sürekli eğitim görmelerinde, bilgi dağarcıklarını ve ufuklarını genişletmelerinde, mesleklerine yönelik yeni beceriler kazanmalarında, uzak kırsal yörelere de eğitim olanaklarının götürülmesinde bilgi teknolojisinin katkıları büyüktür (Zengin, 2005:38). Kısacası, eğitim teknolojisi, eğitim teorisinden, uygulamasına ve değerlendirilmesine kadar oldukça geniş bir alanı, daha doğrusu eğitim etkinliklerinin her yönünü kapsamakta ve eğitim uygulamalarına bütüncül bir yaklaşım göstermektedir (Uşun, 2004:2).

Teknoloji Destekli Eğitim

Eğitime teknolojik bir nitelik kazandırmanın zorunlu olduğu bir çağda eğitim ve teknolojinin etkileşimini yakından tanımak gerekir. Bu duruma bilgisayarların eğitim hizmetlerinde sıkça kullanılması, internet kullanıcıların yaş ortalamasının düşmesi, iletişim araçlarındaki teknolojik uygulamaların artması, uzaktan eğitim, internet ve bilgisayar destekli öğretim gibi yeni yöntemlerin eklenmesi gerekçe olarak gösterilebilir. Bilim ve teknolojideki gelişmeleri yakından izleyerek onlardan yararlanabilmek, çağdaş toplum olmanın ön koşuludur ve toplumun bütününe ilgilendirir (Uluğ, 2000:1). Eğitimde kullanılan teknoloji ise öğretimin kendisi olmamakla beraber eğitim ve öğretim niteliğinin artırılmasında yardımcı roller üstlenmiştir. Nitekim alanyazı incelendiğinde teknoloji destekli eğitimin sağlıklı yürütülebilmesi için öğrenme süreciyle bütünleştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Boshuizen ve Wopereis, 2003; Herzig, 2004; Usluel ve Demiraslan, 2005).

Özden (2000) teknoloji destekli eğitimi; bilgisayar ve ağı (LAN, Intranet, Internet) üzerinden erişilebilen, çok ortamlılık (multimedia) özelliklerine sahip, etkileşimli olarak hazırlanmış, pedagojik özellikleri olan, bilgi aktarmanın yanı sıra beceri kazandırmaya yönelik, eğitim alanların performanslarının bilgisayar tarafından otomatik değerlendirilebildiği ve kaydedilebildiği, herkesin kendi bilgi algılama ve kavrama hızına göre ilerleyebildiği ve kendilerine uygun zaman ve yerde eğitim alabilmelerine olanak sağlayan kurs malzemelerinin kullanılarak yapıldığı kişisel veya kitlesel bir uygulama olarak tanımlamıştır (akt. Alakoç, 2003:44).

Bugün ülkemizde okullarımızın çoğunluğu teknolojik araçlarla donatılmakta ve öğrenciler için etkileşimli bir öğrenme ortamı oluşturulmak amaçlanmaktadır. Yeni yüzyılda Türk eğitim sistemi, bilgi ve iletişim teknolojisinin sağladığı bütün olanaklardan insanların en üst seviyede faydalanacağı bir vizyona yönelik çaba içerisinde. Türk eğitim sistemi bu anlamda diğer kurum ve kuruluşlara model ve itici güç olmalıdır (Aytaç, 2003:1). Bu söylemden hareketle teknoloji, tüm eğitsel sorunları üstesinden gelebilecek bir çözüm olmamasına rağmen; günümüzde teknolojiler, öğretim işlerinde kullanılması gerekli araçlar haline gelmişlerdir (Kirschner ve Selinger, 2003).

Öğrenme ortamlarında teknolojinin kullanımı hem eğitimin çağın gereklerine uygun olarak yürütülmesine hem de bireylerin daha nitelikli yetişmesine imkân sağlamaktadır (Birgin, Kutluca ve Gürbüz, 2008:879). Bilimin yaşama uygulanışı biçiminde tanımlanabilen teknoloji, gelecek bin yılda yaşamı büyük oranda etkileyip değiştirebilecektir. Eğitimde istendik davranışları bireye kazandırmak için teknolojiyi kullanmak gerekir (Şahin-Yanpar, 2003:186). Eğitimde sıkça kullanmaya çalıştığımız teknoloji destekli öğretimin yararları ise şu şekilde belirtilebilir:

- Bazı öğrenme konularının veya derslerdeki uygulana gelen geleneksel öğretim yaklaşımına göre bireyselleştirildiği ve etkileşimli olması nedeniyle daha etkili olabilir.
- Çok sayıda öğrencinin eğitimi, pahalı deney ve öğretim araçları düşünüldüğünde geleneksel öğretime göre göreceli olarak daha ucuz olabilir.
- Okullarda giderek gerçekleştirilebilecek bir yenilik olup eğitsel yönden daha etkilidir (Ersoy, 2005:54).

Eğitimcilerin teknolojiyi öğrenme ortamlarında sıkça kullanmaları, teknolojinin eğitim ortamındaki yararlarına inanmaları ve bu yönde çaba harcamaları, değişimleri yakından takip etmeleri ve teknolojiyi eğitime entegre etmeleri gerekmektedir. Çünkü bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılmasının eğitimde kaliteyi artıracacağı kabul edilir (Memmedova, 2001). Fluck (2003)'a göre teknoloji entegrasyonu, teknolojinin sadece bir araç olarak görülmesinden ziyade, teknolojinin öğretim programını destekleyecek ve hedeflerinin kapsamını

genişletecek; ayrıca öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini sağlayacak şekilde eğitim-öğretim ortamına dâhil edilerek, arka planda sürekli ve kendini ayrı bir parça olarak göstermeden girmesi olarak vurgulanmıştır. Eğitim ortamlarında bilgi ve iletişim teknolojilerinin önemi şu şekilde sıralanabilir. (1) informatiğe öğrencileri duyarlı kılmak, (2) bilimsel kavramların öğrenilmesini kolaylaştırmak, (3) öğrencilerde bilişsel yeteneği geliştirmek, (4) eğitim araçları oluşturmaktır (Pekdağ, 2005:87). Sonuç olarak, eğitim teknolojileri (bilgisayarlar, filmler, resimler, vs.) sınıf içerisinde bilimsel olayları göstermeye imkân vermekte ve bu durum gözle görülemeyen bilimsel varlıkları ve olayları anlamayı kolaylaştırmaktadır (Kozma, Chin, Russell ve Marx, 2000).

Bilgisayar Destekli Eğitim ve Öğretim

Bilgisayarların ilk yapıldığı yıllar düşünüldüğünde, belki de bilgisayarların bu şekilde yaygın olarak kullanılabileceği ve birçok alanı derinden etkileyebileceği tahmin bile edilemezdi. Hızlı bir değişim sürecinin ardından artık hayatımızın birçok alanında bilgisayarlar sıkça kullanılmaktadır. Son yıllarda özellikle eğitim alanında bilgisayarların kullanımına yönelik hızlı bir teknoloji hareketi söz konusudur. Bunun sonucu olarak; geleneksel ortamlarda kâğıt, kalem ve cetvel gibi araçlar kullanılarak gerçekleştirilebilen etkinlikler bilgisayarlarla daha etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Baki, 2002). Nitekim bilgisayarın eğitimdeki önemi ve bilgisayar diğer araçlardan ayıran en önemli özelliği bir üretim, öğretim, yönetim, sunu ve iletişim aracı olarak kullanılabilesidir (Yalın, 2001). Teknolojik gelişmeler ışığında özellikle bilgisayarlar; olayların yeniden ve sürekli olarak izlenebilmesi, canlandırma yapabilmesi, görsel ve işitsel boyutlara sahip olmaları sebebi ile eğitim ortamlarında kullanılmaya başlanmış ve bunun sonucu olarak “Bilgisayar Destekli Eğitim [BDE]” ve “Bilgisayar Destekli Öğretim [BDÖ]” kavramları ortaya çıkmıştır.

Bilgisayarların eğitim-öğretim alanındaki kullanımının sadece öğrencilerin kayıtlarını tutma, ölçme ve değerlendirme yapmakla sınırlı kalmaması ve bilgisayarlardan bir eğitim aracı olarak da yararlanılması gerektiği fikrinden hareketle, bilgisayar destekli eğitim yöntemi ortaya çıkmıştır ve her geçen gün farklı bir anlayışla gelişmeye devam etmektedir (Demirci, 2008:5).

Bilgisayarlar eğitim ortamında birçok işlevleri yerine getirebilmek için hem amaç hem de araç olarak kullanılmaktadır. Bir amaç olarak bilgisayar öğretimi, bilgisayarların ne olduğu ile ilgili bilgilerden, programlama dillerine kadar oldukça geniş bir alanı kapsamaktadır (Uşun, 2004:37). Bu özelliklerinden dolayı bilgisayarlar, öğrenmeyi kolaylaştıran ve zevkli bir süreç durumuna getiren, etkili öğrenmenin gerçekleşmesine katkı sağlayan, öğrenme yaşantılarını daha etkili hâle getiren ve güdüleyici bir araç olma özelliğini taşımaktadırlar (Kahraman, 2011:2). Bir eğitim aracı olarak bilgisayarların eğitim açısından üstün yönleri ise şunlardır:

- Etkileşimli bir araçtır, öğrenci bilgisayar karşısında denetim yetkisini kullanmayı öğrenir.
- Büyük bir esnekliğe sahiptir, etkin bir pekiştiricidir ve sabrı sonsuzdur.
- Yazı tahtası, ders kitabı kadar geneldir. Yazı, çizim, grafik, sayı, renk, ses vb. çok çeşitli bildirim simgesini durgun ya da hareketli olarak kullanabilir ve çeşitli kaynaklardan yararlanabilir.
- Uygun biçimde hazırlanmış her çeşit programı kullanabilir.
- Ders yazılımlarında çok değişik sürprizlere yer verilecek eğitimi zevkli ve ilgi çekici hale getirebilir.
- Bireysel öğretimde ve grup öğretiminde kullanılabilir.
- Programlı öğretimin dayandığı ilkelerin uygulamasına hizmet edebilir.
- Öğrencinin sorulara verdiği cevapları kaydeden, istenildiği an sonuçları bildirebilen eşsiz bir sınav aracıdır ve soruda hazırlanabilir (Keser, 1998'den akt. Uşun, 2004:37).

Şahin-Yanpar ve Yıldırım (1999:58)'a göre BDE, öğretim sürecinde öğrencilerin bilgisayarda programlanan dersler ile etkileşimde bulunduğu, öğretmenin rehber, bilgisayarın ise ortam rolünü üstlendiği etkinlikler olarak tanımlanmaktadır. BDE, denildiğinde eğitim-öğretim etkinlikleri sırasında eğitimi zenginleştirmek ve kalitesini yükseltmek için öğretmene yardımcı bir araç olarak bilgisayardan yararlanılması anlaşılmaktadır (Arslan, 2003:67). Eğitimde bilgisayar kullanmanın başarıyı arttırmanın yanı sıra öğrencilerde üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesini sağladığı, dolayısı ile öğrencilerin ezberden çok kavrayarak öğrendikleri tespit edilmiştir (Renshaw ve Taylor, 2000). Şahin-Yanpar ve Yıldırım

(1999:62-64) BDE'nin 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.

Alessi ve Trollip (2001), BDE'in tercih edilme sebeplerini; öğretimin kalite ve etkinliğinin artırılması, derslerin çekiciliğinin artırılması, esnek bir öğrenme ortamı oluşturma, teknolojik gelişmelere ayak uydurma, içeriği farklı biçimlerde sunarak erişim olanaklarını artırma, farklı ön bilgilere sahip çok sayıda öğrenciye ulaşma gerekliliği, yaşanan zaman sorunlarının aşılması şeklinde sıralamışlardır.

Günümüzde etkin bir sınıf iklimi oluşturabilmek için görsel, işitsel ve çok boyutlu materyaller kullanmak öğretim ortamlarının vazgeçilmezleri haline gelmiştir. Gelişen teknoloji ile alışageldiğimiz sınıf ortamları yavaş yavaş yerini yeni öğrenme ortamlarına bırakmaktadır. Daha önce tebeşir ve karatahta ile sınırlı bırakılan eğitim ortamı yerini zamanla beyaz tahtalar ve akıllı tahtalar almıştır (Tarman, 2011). Teknolojinin gelişmesine paralel olarak birçok üstün nitelikleri ile çağdaş insanın günlük yaşantısının bir parçası haline gelen; üretimden eğlenceye, yönetimden hizmet sektörüne kadar bütün toplumsal süreçlerde yerine alan, bilgiyi işleyen bilgisayarlar ve bilgi, bilgi toplumunun lokomotifidir (Numanoğlu, 1999:336). Bu lokomotifin bir parçası halini almış BDÖ ise öğretim ortamında artık birçok öğretmen tarafından kullanılan veya kullanılmaya çalışılan bir eğitim anlayışı konumundadır. Nitekim BDÖ, uygun öğrenme ortamlarında uygulanan bir öğretim aracıdır (Kaya, 2005:210).

BDÖ, bilgisayarların öğretimde kullanılmasının en zor fakat ümit vadedenidir. Diğer kullanım biçimlerine göre öğretmenlerin yetiştirilmesi, uygun donanımın belirlenmesi ve ders programlarıyla tutarlı ders yazılımlarının sağlanması gibi yetenek, uzmanlık, çaba, zaman ve para gerektiren karmaşık ve uygulanması

oldukça güç bir kullanım biçimidir (Uşun, 2004:41). Sınıfta öğretmenin bilgisayarı kullanması, bilgisayar destekli başarılı bir eğitim için dikkatli planlama, bilinçli donanım ve yazılım seçimi ve eğitim programlarının öğrenci yeteneklerine ve derslerin hedeflerine göre belirlenmesi gerekir (Şahin-Yanpar, 2003:199). Tüm bu zorlu süreçlere rağmen; bilgisayar destekli etkinliklerin, öğrencilerin derse ilgisini artırdığı, öğrenme ve öğretme amacına ulaşma zamanını azalttığı ve öğrencileri sınıfta daha etkin kıldığı gözlenmiştir (Kıyıcı ve Yumuşak, 2005:134). Baki (2002)'e göre BDÖ, öğrencilerin karşılıklı etkileşim yoluyla eksikliklerini görebilmeleri, performanslarını tanıyabilmeleri, aldıkları dönütlerle kendi öğrenmelerini kontrol altına alabilmeleri amacıyla bilgisayarlardan yararlanma yöntemidir. BDÖ, birçok yararları olan bir etkinliktir. İlgili literatüre göre BDÖ, yararları şunlardır:

- BDÖ, öğrencileri sürekli aktif tutar. Öğrenci bilgisayarın üreteceği sorulara yanıt vermesi gerektiği ve ancak konu üzerinde düşünerek bir sonraki adıma geçebileceği için sürekli aktif olmak zorundadır.
- Öğretimi zenginleştirir ve öğrencilerin kendi öğrenme hızında öğrenim görmesini sağlayarak, dikkat düzeylerini geliştirir.
- Bu yöntemde her öğrenci, öğrendiği konu ile ilgili olarak sorduğu sorulara yanıt alabilir. Sınıfların kalabalık olması, zamanın sınırlı olması ve bireysel farklılıklar nedeniyle öğrencilere soru sorulmayabilir. Bilgisayar destekli öğretimde öğrenci bilgisayarla etkileşim kurarak, istediği anda konu ile ilgili sorular sorarak yanıtlarını alabilmekte ve istediği kadar tekrarlayabilmektedir.
- Öğrenciler kendilerine ait kişisel öğrenme ortamlarında rahatlıkla çalışabilir.
- BDÖ uygulamaları diğer öğretim yöntemleri ve olanakları ile etkileşim haline girerek, sınıf ikliminin değişmesini sağlar.
- Öğrenciler öğrendiği konularla ilgili istediği kadar tekrar yapabilir, şekil, resim, video, sunum vb. görsellikler yardımıyla öğrendiklerini pekiştirebilir.
- Soyut kavramların somutlaştırılması kolay olur.
- Maliyeti yüksek ve laboratuvar ortamı gerektiren uygulamalarda hem maddi hem de zaman kaybının önüne geçer.
- Öğrenciler ilgi, kabiliyet ve yetenekleri doğrultusunda kendi gereksinimlerine uygun öğrenme sürecinde yer alabilirler.

- İlgi çekici yazılım programları ile öğrenciyi derse karşı güdüler ve kalıcı öğrenmeye destek verir.
- Bireysel öğretim olduğu kadar grupla öğrenmeye olanak sağlar ve öğrenciler anında dönüt alabilirler (Demirel, Seferoğlu ve Yağcı, 2003; İşman, 2005:235; Namlu, 1999:5, Uşun, 2004:51).

Bilgisayar teknolojisi öğrenci başarısını artırmanın sihirli bir aracı olmadığı gibi eğitimde bilgisayar kullanımının mevcut eğitim sorunlarının hepsini çözeceğine inanmak da doğru bir yaklaşım değildir (Keser, 1988). Nitekim BDE ve BDÖ etkinliklerinin faydalarının yanında bazı sınırlılıkları da vardır. Şahin-Yanpar ve Yıldırım (1999:64-66)'a göre öğrencilerin sosyo-psikolojik gelişimlerini engellemesi, özel donanım ve beceri gerektirmesi, eğitim programını desteklememesi ve öğretimsel niteliğin zayıf olması gibi nedenler bilgisayarların eğitim ve öğretim ortamındaki etkinliğini azaltmaktadır. Benzer şekilde Yakar (2005:26-27)'a göre de maliyetin fazla olması, bilgisayar kullananların bilgisayar ile ilgili yüksek beklentileri, bilgisayarın sınırlı özel hedefleri gerçekleştirmeye yönelmesi, program üretiminin külfetli olması, yaratıcılığa imkân veren bilgisayar programlarının az üretilmesi, bilgisayarın yeniliğinin sönmesi, sağlık sorunları gibi nedenler de bilgisayarların eğitim ve öğretim ortamında kullanılma sınırlılıkları arasında yer almaktadır.

Bilgisayar destekli eğitimde öğrencilerin bilgisayarla birebir etkileşimde olmaları öğrenciler arası iletişimi engellemekte dolayısıyla öğrenciler sosyalleşme sürecinden yoksun kalmaktadırlar. Bilgisayar yazılımlarında doğru ile yanlış arasına kesin bir çizgi çizildiği için öğrenciden mükemmeliyet beklenir. Bu durumda öğrenciyi yüreklendirecek ve doğruya yönlendirecek bir mekanizma yoktur. Bilgisayarla çalışmak kuşkusuz kitap sayfası çevirerek yapılan çalışmadan daha zordur. Dolayısıyla bilgisayar destekli eğitim görecekt öğrencilerin önceden bilgisayar okuryazarlığını kazanmış olmaları gereklidir (Odabaşı, 2006'dan akt. Aydoğ, 2011:37).

Alanyazı incelendiğinde gerek ülkemizde gerekse yurtdışı kaynaklarda olsun bilgisayar destekli eğitim ve öğretim temeline dayalı farklı öğretim alanlarında birçok araştırmaların yapıldığı görülmektedir. Bu araştırmalar genellikle bilgisayarların eğitim ve öğretim üzerindeki etkinliğini ortaya çıkarmaya yönelik

başarı, erişim düzeyi, kalıcılık, tutum, öz-yeterlilik, görüş, algı, güdüleme vb. araştırma alanlarını kapsamaktadır. Bu çalışmalar bilgisayar destekli eğitim ve öğretim uygulamalarının öğrencilerinin başarılarını anlamlı olarak artırdığı, erişim düzeylerine katkı sağladığı, derse yönelik algılarını olumlu yönde geliştirdiği, öğrenmeyi kolaylaştırıcı etkisi üzerinde bir farklılaşma yarattığı, öğrencilerin kavramsal öğrenmelerine destek verdiği, öğrenmenin kalıcılığına pozitif etkisinin olduğu, uzamsal yeteneklerini geliştirdiği, bilgisayar destekli öğretim yapılan derslere ilişkin öğrencilerin olumlu tutumlarının arttığı sonuçlarını ortaya koymuştur (Aktümen ve Kaçar 2003; Birgin ve diğer., 2008; Boyraz, 2008; Demirci, 2008; Fırat ve Gürbüz, 2012; Golezani, 2012; Kol, 2012; Kutzler, 2000; Tayan, 2011; Turğut, 2010; Uzunkoca, 2012; Yıldız, 2009).

Teknoloji Destekli Matematik Eğitimi ve Öğretimi

Teknoloji, önlenemez yükselişi ve yakın bir gelecek içinde tüm insanlığı etkisi altına alabilecek olgunluğa erişebilme azameti ile her geçen gün kendini yenileyerek gelişmektedir. Bu müthiş etki beraberinde birçok değişimi de getirmiştir. Sağlıktan turizme, iletişimden haberleşmeye, ekonomiden sanayiye, tarımdan ulaştırmaya, bilimden denizciliğe, enerjiden hayvancılığa kadar daha birçok alanda teknolojinin izlerini görmek mümkündür. Birçok alan bu durumdan etkilenmişken, geleceğimizin inşası konumunda yer alan eğitim-öğretim hizmetleri de elbette bu duruma kayıtsız kalmamış, kalamamıştır. Nitekim teknolojik gelişmelere paralel olarak eğitim-öğretim sürecinin yeniden yapılandırılması; bu sürecin öğrenme-öğretme yöntemleri, öğretim programı, öğretim ortamları ve değerlendirme gibi boyutlarının da değişimini gerektirmektedir (Knapp ve Glenn, 1996'dan akt. Sadi ve diğer., 2008:43).

Amerika Birleşik Devleti [ABD]'de NCTM'in 1980 ve sonrasında ilk ve orta öğretim okulları için yayınladığı raporlarda; öğrencinin her zaman uygun bir hesap makinesi kullanabilmesi, her sınıfta gösteri amaçlı bir bilgisayarın olması, her öğrencinin bilgisayarı kullanmayı öğrenmesi ve öğrencilerin bilgisayarı problemleri keşfetmek ve çözmek için bir bilgi işlemci ve hesaplayıcı olarak kullanmayı öğrenmesi gerektiği görüşlerine yer verilmiştir (Ersoy, 2005:53).

Tall ve diğerleri (1990) bilgisayarın öğretimde kullanılmasının bazı avantaj ve dezavantajlarını açıklar. Sınıf içerisinde öğretmenin rolüne ek olarak bilgisayarın birçok avantajlarını şu şekilde sıralarlar. Öncelikle bilgisayarlar çok fazla bilgiyi hızlı ve düzgün şekilde görsel ve dinamik olarak üretir. Böylece öğrencilerin karmaşık kavramları görselleştirmesine yardımcı olur. İkinci olarak, insanın zihninde var olan düşünceleri ekranda temsil ederek somutlaştırmasını sağlar. Bu öğrenciyi soru sormaya teşvik edecektir. Çünkü öğrenciler için “bilgisayar ne yapıyor” diye sormak, öğretmene ne yaptığını sormaktan daha kolaydır. Üçüncü olarak, bilgisayar ortamı demokratiktir. Başka bir deyişle aynı girdiye karşılık tuşa kim dokunursa dokunsun aynı çıktıyı verir. Dördüncü olarak, öğrencilerin bilgisayara verdikleri girdilere karşılık ekrandaki çıktıları gözlemleyerek tahminlerde bulunmalarına ve bu tahminleri test etmelerine imkân sağlar (Akkoç, 2006a:VII).

Tüm bu anlatılanlar ve teknolojik gelişmelerle birlikte matematik öğretiminde bilgisayarın rolü ise doksanlı yıllarda, matematik eğitiminde görselliğin önemini vurgulayan çalışmalardan sonra oldukça artmıştır (Çiftçi, 2006:50). Uygun kullanım gerektiren bilgisayar teknolojisinin öğretime entegre edilmeye çalışmasıyla birlikte, eğitimde teknolojiyi kullanmaya yönelik araştırma ve geliştirme faaliyetlerine ağırlık verilmeye başlanmıştır. Bilgisayarın matematik eğitiminde uygun kullanımından kasıt ise bilgisayarın, öğrencilerin yüksek düzey bilişsel beceriler geliştirmelerini sağlamalarına yardımcı olması ve bir matematikçinin yaşamış olduğu deneyimleri öğrencilere yaşatarak kendi matematiklerini kurmalarını sağlamasıdır (Baki, Güven ve Karataş, 2004). Aynı zamanda bilgisayarlar problem çözmede önemli bir araçtır. Hesap makineleri gibi bilgisayarlar da problemleri gerçek verilerle çözmeyi sağlar (Pesen, 2003:47).

Teknoloji destekli/yardımlı matematik öğretimi ve öğrenme öğrencilerin zihinsel gelişimine bir engel olmayıp onların zihinsel gelişimi, işlem ağırlıklı alıştırmaları pekiştirme, kavramları anlama ve problem çözme becerilerini olumlu yönde etkilemektedir (Ersoy, 2003b:46). Ülkemiz eğitim politikası da bu yönde hamleler yaparak, kavramların farklı temsil biçimlerinin ve bunlar arasındaki ilişkilerin görülmesini mümkün kılan ve öğrencilerin matematiksel ilişkileri keşfetmelerine olanak sağlayan bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca bu teknolojiler yardımıyla, öğrencilerin

modelleme yaparak problem çözme, iletişim kurma, akıl yürütme gibi becerilerinin geliştirilmesine yönelik ortamlar hazırlanması gerektiği belirtilmektedir (MEB, 2013:I).

Bilgisayar destekli matematik eğitime iki farklı yaklaşım olduğunu görürüz. Birincisi ve en eskisi, standart matematik derslerini kuvvetlendirmek amacıyla bu teknolojiyi sınıf içi problem çözme sırasında hesaplama yapmak için veya grafik ve şemalar yoluyla işlenen konu ile ilgili demonstrasyon yapmak için kullanmaktır. İkincisi ve en zoru, ama en etkilisi, matematik öğretiminde dramatik değişime sebep olacak yaklaşımdır ki, bilgisayardan bir simülasyon aracı, araştırma ve deney aracı olarak faydalanmaktır. Bilgisayarın böyle kullanılması halinde öğrenci kendi öz bilgisini kurma fırsatı bulabilecektir (Baki, 1996:136).

Heddens ve Speer (1997)'e göre, günümüz teknolojisi tüm alanlarda olduğu gibi matematikle ilgili öğretim ve öğrenme süreçlerini de değiştirmeye başlamıştır. Bir eğitim aracı olarak bilgisayarlar, görsel-işitsel araçların pek çoğunun işlevini yerine getirmekte ve iletişimi etkinleştirerek bireysel öğrenmeyi daha kolay gerçekleştirmektedir. Son derece esnek bir yapıya sahip olan bilgisayarlar, özel hazırlanmış öğretim programları aracılığıyla öğretme-öğrenme sürecinde zengin bir yaşantı oluşturabilmektedir (Öğüt, Altun, Sulak ve Koçer, 2004:69). Aynı zamanda bilgisayar destekli matematik öğretimi öğretmenlere büyük sorumluluklar da yüklemektedir. Öğretmenin kendisini merkez edinen bir otorite konumunda bilgi aktarıcılığı yapmak yerine öğrencinin bilgisayarla etkileşimi sırasında kavramları keşfederek öğrenmesinde ona yardım eden bir rehber öğretmen rolünü üstlenmesi, öğretimin arzulan hedeflere ulaşmasını sağlayacaktır (Çakıroğlu, Güven ve Akkan, 2008:39). Öğretmen, ya öğrenciye bilgisayar uygulamaları üzerinde çalıştığı sırada uygulama ile ilgili soruları doğrudan sorarak kavramlar, varsayımlar ve teoremler üzerine tartışmalar başlatabilir ya da yazdığı program içine sorular yerleştirir ve öğrenciden problem çözme stratejilerini kullanarak bu soruların cevaplarının bulunmasını isteyebilir (Baki, 1996:137).

Uluslararası Eğitim Teknolojileri Derneği (International Society for Technology in Education, [ISTE]) bilgisayarların eğitimde etkili kullanılabilmesi için öğretmenler de bulunması gereken temel becerileri; “teknoloji okur-yazarı olma,

derslerinde teknolojiden istifade edebilme, öğrencilerini teknoloji kullanmaya yönleltebilme, öğrencilerin bilgiye ulaşma ve bilgiyi kullanma becerilerini kazandırmada öğrenme çevresini teknolojiyi kullanabilecekleri şekilde düzenleyebilme, mesleki gelişimleri ve deneyim paylaşımı için meslektaşları ile internet üzerinden iş birliği yapabilme” şeklinde temel bir takım standartlar kapsamında belirlemiştir (ISTE, 2000).

21. yüzyılda teknoloji, matematik öğrenmek için gerekli bir araçtır ve tüm okullar öğrencilerinin hepsini teknolojiye ulaşabilmelerini sağlamalıdır. Etkili öğretmenler, öğrencilerinin anlamalarını geliştirmek, onların ilgilerini çekmek ve matematik becerilerini artırmak için teknoloji potansiyelini en üst düzeye taşırlar. Teknoloji stratejik kullanıldığında ise tüm öğrencilerin matematiğe erişimini sağlayabilir (NCTM, 2008).

Uluslararası Matematik ve Fen Çalışmalarında Eğilimler isimli araştırma birimi (Trends in International Mathematics and Science Study) [TIMMS-R] ve Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment) [PISA]’ın sonuçları incelendiğinde başarı sıralamasında ilk sıralarda yer alan ülkelerin, başarılarını öğretmen rolleri ile öğretim yöntemlerinin etkinliğine borçlu oldukları görülmektedir. Ayrıca ülkeler arasında geleneksel ve yapılandırmacı yaklaşım öğrenme yöntemleri dikkate alındığında başarılı ülkelerin bilişim teknolojilerinin öğrenme-öğretme etkinliklerinde etkin olarak kullanıldığı göze çarpmaktadır (Ersoy, 2003b). NCTM’in 2000 yılında yayınlamış olduğu ve okul öncesi dönemden başlayarak 12. sınıfın sonuna kadar farklı düzeyleri kapsayan Okul Matematiği İçin İlkeler ve Standartlar (Principles and Standards for School Mathematics, [PSSM]) isimli dokümanda PSSM’in teknoloji ilkesine göre “teknoloji, matematik öğretme ve öğrenmede önemlidir; teknoloji, öğretilen matematiği etkiler ve öğrencilerin öğrenmelerini geliştirir” sözlerine yer verilmiştir.

Bilgisayar destekli matematik öğretiminin yararlarına yönelik alanyazında birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Erişebilen çalışmalar incelendiğinde; bilgisayarların sınıf ortamında öğretmene yardımcı olduğu, öğrencilerin yaratıcılığını geliştirdiği, eğlenceli matematik keşifleri yapmalarına imkân sağladığı, motivasyonlarını ve başarılarını artırdığı, etkileşimli sınıf ortamı oluşturduğu,

matematiksel düşüncelerin görsel görüntüleri ile analiz etmeyi ve yorumlamayı kolaylaştırdığı, problem çözme becerilerini geliştirdiği, zamanın etkili kullanılmasına olanak sağladığı, konuların görselleştirilmesini mümkün kıldığı ayrıca öğrencilerin matematiğe yönelik korku ve endişelerin azalmasına ve analitik düşünme düzeylerinin gelişimine destek verdiği belirtilmektedir (Baki, 2002; Baki ve Güveli, 2008; Birgin, Tutak ve Türkdoğan, 2009; Ersoy, 2003b; Işıksal ve Aşkar, 2005; Mistretta, 2005; Morteo ve Lopez, 2007; Olkun, Altun ve Smith, 2005; Sulak, 2002; Taşlıbeyaz, 2010). Tüm bu anlatılanlara ek olarak bilgisayarların matematik öğretimde etkinliği ise bilgisayarla yapılan uygulamalara, yüklenen programın uygun olmasına ve öğretmenlerin bilgisayarları nasıl etkili bir şekilde kullanabileceklerini bilmelerine bağlı olarak değişmektedir (Reys, 1998'den akt. Pesen, 2003:47).

Teknoloji/Bilgisayar Destekli Cebir Öğretimi İle İlgili Yayın ve Araştırmalar

Öner (2009), ilköğretim yedinci sınıf cebir öğretiminde teknoloji destekli öğretimin öğrencilerin erişim düzeyini, tutumunu ve kalıcılığını tespit etmek amacıyla deneysel bir çalışma yürütmüştür. Bir devlet okulunda öğrenim gören 28 deney ve 28 kontrol olmak üzere toplam 56 yedinci sınıf öğrencisi üzerinde yürütülen çalışma sonucunda, teknoloji destekli öğretim yönteminin, cebir öğrenme alanı içerisindeki denklemler alt öğrenme alanında öğrencilerin erişim düzeylerini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında öğretim yöntemine göre anlamlı bir fark olmasa da, teknoloji destekli öğretim yöntemi uygulanan deney grubu öğrencilerinin başarı testi son test ve erişim puan ortalamalarının kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Ayrıca öğrencilerin kalıcılık testi puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olmadığı ancak kontrol grubu öğrencilerinin kalıcılık testi puan ortalamalarının deney grubu öğrencilerine göre daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumları arasında ise anlamlı bir farka rastlanmamıştır.

Musan (2012), dinamik matematik yazılımı destekli öğretimin sekizinci sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanı içerisindeki denklem ve eşitsizlikler konusundaki anlama seviyelerine etkisini belirlemeye yönelik yapmış olduğu çalışmayı 2011-2012 eğitim-öğretim yılı güz döneminde 18 kişiden oluşan 8. sınıf öğrencileri üzerinde

gerçekleştirmiştir. Tek grup ön test ve son test kontrol grupsuz desenin kullanıldığı çalışmada denklem ve eşitsizlikler konusu 4 hafta boyunca toplam 24 ders saati dinamik matematik yazılımı GeoGebra desteği ile işlenmiştir. Yarı deneysel bir desen ile yürütülen araştırma sonuçları nitel verilerin analizi ile desteklenmiştir. Çalışma sonucunda, dinamik matematik yazılımı destekli öğretimin öğrencilerin kavramsal anlama seviyelerinde artışa neden olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda öğrenci görüşleri ve süreç analiz edildiğinde öğrencilerinin hepsinin bu öğrenme ortamı hakkında olumlu görüşlere sahip oldukları, dinamik matematik yazılımını çoğunlukla kavramın grafik temsilini yorumlama amaçlı kullandıkları, grafik temsil sayesinde cebirsel olarak çözmede zorlandıkları problem durumlarını dahi cevaplandırabildikleri tespit edilmiştir.

Aksoy (2007), çalışmasında Bilgisayar Cebiri Sistemlerinden (BCS) biri olan Maple programının, türev kavramının öğretiminde öğrencilerin akademik başarı, kavramsal anlama, işlemsel beceri ve problem çözme becerileri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırma İlköğretim Bölümü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı'nda öğrenim gören 43 birinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler genel matematik konularına hazır bulunuşlukları, matematiğe yönelik ön tutumları ve cinsiyet bakımından denk olmak üzere 22 deney grubu, 21 kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. BCS'nin etkisini gözlemlemek amacıyla deney grubuna yapılandırmacı yaklaşıma dayalı BCS (Maple) destekli öğretim yapılırken kontrol grubuna sadece yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim yapılmıştır. 5 hafta süren uygulama sonucunda son test ve son tutum ölçekleri uygulanmıştır. Son test sonuçlarına bakıldığında deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundakilerden istatistiksel olarak daha başarılı olduğu görülmüştür. Grupların işlemsel anlama ve problem çözme becerisini gerektiren sorularda birbirine yakın ortalamalara ulaştıkları ancak kavramsal anlamayı ölçen sorularda ise BCS desteğinden yararlanan deney grubu öğrencilerin lehine anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür.

Birgin ve diğer., (2008), ilköğretim yedinci sınıf matematik programında yer alan “Düzlemde Bir Noktanın Koordinatları ve Doğru Grafikleri” konusunun bilgisayar destekli öğretim (BDÖ)'ün öğrenci başarısına etkisini incelemiştir.

Araştırma, ilköğretim okulunda öğrenim gören 43 yedinci sınıf öğrencisiyle yürütülmüştür. Deney grubunda 22, kontrol grubunda ise 21 öğrenci bulunmaktadır. Çalışmada ön test ve son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Deney grubunda “Microsoft Excel” ve “Coypu” programları kullanılarak geliştirilen BDÖ materyalleriyle dersler işlenirken kontrol grubuna herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Deney grubu öğrencileri için geliştirilen materyallerde kullanılan programlar; öğrencilere doğru grafiklerin incelenmesinde istediği değişkeni girme, meydana gelen değişikliği aynı ekran üzerinde farklı renkte görme ve doğru üzerinde istediği gibi hareket etme imkânı sunmaktadır. Geliştirilen bilgisayar destekli materyaller; öğrencilerin aktif olarak katılmalarına, bilgisayar üzerinde araştırma ve inceleme yapmalarına ve kendi bilgilerini oluşturmalarına fırsat verecek şekilde dinamik bir yapıda tasarlanmıştır. Veri toplama aracı olarak 8’i kısa, 7’si uzun cevap gerektiren sorulardan oluşan başarı testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, BDÖ’nün öğrenci başarısını arttırmada geleneksel öğretime kıyasla daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tuluk (2007), fonksiyon kavramının öğretiminde bilgisayar cebiri sistemlerin etkisini araştırdığı çalışmayı İlköğretim Bölümü İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı, 1. sınıf öğretmen adaylarından 30 kişilik bir sınıfla yürütmüştür. İki gruba ayırdığı sınıfta, ilki yapılandırmacı ile birlikte BCS (Maple) ve ikincisi ise sadece yapılandırmacı olacak şekilde iki ayrı öğretim yöntemi uygulanmıştır. Grupların arasında matematik ön tutum ölçeğine göre bir fark bulunmamaktadır. Çalışma boyunca her iki gruba da araştırmacı tarafından geliştirilen çalışma yaprakları kullanılmıştır. 16 ders saati süren çalışmadan sonra son test ve son tutum ölçeği uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, yapılandırmacı yaklaşıma uygun ortamda BCS ile ders işleyen grubun hem problem çözme becerilerinin hem de matematiğe yönelik tutumunun sadece yapılandırmacı ortamda ancak BCS uygulamalarına katılmayarak ders işleyen öğrencilere göre anlamlı bir şekilde yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Aktümen ve Kaçar (2003) çalışmasında, ilköğretim sekizinci sınıflarda harfli ifadelerle işlemler konusunun bilgisayar destekli öğretim yöntemi ve geleneksel öğretim yöntemi ile işlenmesinin öğrencinin matematik başarıları üzerine etkileri ve bilgisayar destekli öğrenim gören öğrencilerin bilgisayar destekli öğretim üzerine görüşlerini incelemiştir. Araştırma, 2001-2002 öğretim yılı birinci döneminde Kastamonu il merkezinde bulunan bir ilköğretim okuluna devam eden 12 deney ve 12 kontrol olmak üzere toplam 24, 8. sınıf öğrencisiyle yürütülmüştür. Kontrol gruplu t-testi deney deseni kullanılan çalışmada veri toplama aracı olarak başarı testi kullanılmıştır. Uygulama öncesi deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark olmamasına rağmen harfli ifadelerle işlemler konusunun öğretiminde, bilgisayar destekli öğretim yöntemi ile ders işleyen öğrencilerle geleneksel öğretim yöntemiyle dersi işleyen öğrencilerin matematik başarıları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Bilgisayar destekli öğretim üzerine öğrenci görüşleri incelendiğinde, bilgisayar destekli öğretimin öğrenci motivasyonunu arttırdığı gözlemlenmiş ve öğrencilerin bilgisayarın sadece oyun amaçlı olarak kullanılmadığını, iyi bir öğretim aracı olarak da kullanılabileceğini bu çalışma sonrası gördükleri ifade edilmiştir.

Buran (2005), ikinci dereceden denklemler ve fonksiyonların gerçekçi problem durumları ile öğretilmesinde teknoloji destekli ve geleneksel öğretim yöntemlerinin etkililik düzeylerini karşılaştırdığı çalışmada, nesnelci ve oluşturmacı yaklaşımlara genel bir bakışın ardından, mevcut teknolojiler ve bu teknolojilerin öğretme-öğrenme ortamlarına nasıl uyarlanabileceklerine yönelik görüşlere yer vermiştir. Çalışmaya dokuzuncu sınıfta öğrenim gören 46'sı erkek, 54'ü kız öğrenci olmak üzere toplam 100 öğrenci katılmış, deney ve kontrol gruplarına farklı yöntemler uygulanarak öğretim yönteminin etkililiği araştırılmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak 30 maddeden oluşan matematik tutum ölçeği, 10 maddeden oluşan matematik başarı testi ve öğrencilerin matematik dersi yazılı notları ortalamaları kullanılmıştır. Araştırmanın başında, her iki grupta bulunan öğrencilerin matematik tutum ve başarı puanları arasında bir farkın olmadığı bulunmuş olmasına rağmen çalışma sonucunda, öğrencilerin matematik başarı puanlarının, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, deney grubu lehine anlamlı olarak geliştiği belirlenmiştir.

Türkdoğan (2006), Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi (BDMÖ) yoluyla sınıf öğretmeni adaylarının denklemler ve grafikleri konusundaki öğrenme ürünlerini incelemeyi amaçlamıştır. Birinci dereceden denklemler ve grafiklerinin çizimi konularına yönelik, tespit edilen kavram yanlışları dikkate alınarak, BDMÖ etkinlikleri hazırlanmıştır. Geliştirilen etkinlikler, 2005-2006 bahar döneminde, 44 kişilik örnekleme araştırmacı öğretmen yöntemiyle uygulanmış gözlemler yoluyla elde edilen veriler çalışma yaprakları ve sınıf içi diyaloglardan alınan kesitlerle desteklenerek sacayağı oluşturulmaya çalışılmıştır. Araştırma sonucunda; BDMÖ materyali birçok kuralın (genellenenin) öğrenciler tarafından fark edilmesine, birçok kavramın öğrenciler tarafından yapılandırılmasına devamında ise öğretmen tarafından terimin ve bilimsel tanımının verilmesine olanak sağladığı belirtilmiştir. Ayrıca BDMÖ materyali özellikle kuralların öğrenimi sırasında öğrencilere üst düzey matematiksel düşüncüyü gerektiren varsayımda bulunarak genelleme yapma becerilerini kullanmalarına yardımcı olduğu ve bazı kavram yanlışlarının tespitine olanak sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

İpek (2010) çalışmasında, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımları (DGY) kullanarak geometrik ve cebirsel ispat gerçekleştirme süreçlerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmada, nitel araştırma modellerinden durum çalışması modeli kullanılmış ve çalışmaya 39 öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcıların ortak özelliği ise seçmeli “Geometri Öğretimi” dersini seçmiş olmalarıdır. Çalışma 10 hafta süre ile gerçekleşmiş, öğretmen adayları DGY kullanarak temel geometrik ve cebirsel teoremlere yönelik ispat problemleri çözmüşlerdir. Öğretmen adaylarının matematiksel ispat sürecindeki yazılı ve sözlü ifade becerilerini ortaya koymak amacıyla, çalışma sürecinde gözlem yapıp not tutulmuştur. Ayrıca öğretmen adayları her hafta, yapılan ispat problemi hakkında rapor hazırlamıştır. Öğretmen adaylarının ispat ve DGY hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmak için hazırladıkları raporlara göre seçilen 14 aday ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda, adayların kullandıkları yazılımlar sayesinde farklı ispat türlerini geometrik ve cebirsel ispat süreçlerine aktarabildikleri ve DGY’nin sunduğu fırsatlarla ispat yapma süreçlerinin geliştiği görülmüştür. Bunun yanı sıra öğretmen adayları DGY kullanarak yaptıkları ispat

süreçlerinde farklı ispat yöntemlerini kullanabilmişler ve bunları geometrik ve cebirsel ispatlara görsel olarak yansıtabilmişlerdir. Adaylarla yapılan görüşmeler sonunda ise adayların DGY hakkında olumlu görüşlere sahip oldukları belirtilmiştir.

Turğut (2010), teknoloji destekli lineer cebir öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisini belirlemek amacıyla deneysel ve betimsel olmak üzere iki ana bölümden oluşan bir çalışma yürütmüştür. Birinci bölümün amacı teknoloji destekli lineer cebir öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine, geometrik düşünme düzeylerine ve başarılarına etkisini araştırmak iken ikinci bölümün amacı ise ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri, geometrik düşünme düzeyleri, cinsiyet, lineer cebir başarıları ve akademik başarı arasındaki ilişkiyi incelemektir. Çalışma, deneysel araştırma ön test-son test kontrol gruplu deneme modeline göre tasarlanmış ve Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi'nde öğrenim görmekte olan 85 ilköğretim matematik öğretmeni adayları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda teknoloji destekli lineer cebir öğretimi, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yapılmıştır. Araştırmanın betimsel kısmı ise ilişkisel tarama modelinde olup aynı bölümde öğrenim görmekte olan 193 ilköğretim matematik öğretmeni adayları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, uzamsal yetenek testi, Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri testi, lineer cebir testi ve lineer cebir ile ilgili açık uçlu problemler olmak üzere toplam dört ölçme aracı kullanılmıştır. Deneysel araştırmanın sonuçlarına göre, teknoloji destekli lineer cebir öğretimi yapılan deney grubu öğrencilerinin uzamsal test ve lineer cebir testi ortalama puanlarıyla, kontrol grubu öğrencilerinin puanları arasında deney grubu lehine anlamlı farklar bulunmuştur. Buna rağmen, iki grubun geometrik düşünme düzeyleri arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Betimsel araştırmanın sonuçlarına göre, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri ile cinsiyetleri ve geometrik düşünme düzeyleri arasında anlamlı bir fark yokken, uzamsal yetenekle lineer cebir başarıları ve akademik başarı arasında orta düzeyde pozitif ilişkilere rastlanmıştır. Ayrıca, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının geometrik düşünme düzeyleri ile cinsiyet, lineer cebir başarıları ve akademik başarı arasında da anlamlı bir farka rastlanmamıştır.

Nas (2008), yapmış olduğu çalışma ile ilköğretim 6. sınıf düzeyinde “Eşitlik ve Denklem” konusunun öğretimine yönelik olarak hazırlanan Aplusix yazılımı materyallerinin öğrenci başarısına etkisi ve cebir öğretiminde sıkça görülen kavram yanlışlarının giderilmesindeki rolünü araştırmıştır. Ayrıca bu yazılımın sınıf içi kullanımı, öğrenci başarısı ve var olan kavram yanlışlarının giderilmesiyle ilgili öğretmen-öğrenci görüşlerinin neler olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Çalışma 2006-2007 öğretim yılının ikinci döneminde araştırmacı, bir uygulama öğretmeni ve 104 (50 deney, 54 kontrol) altıncı sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Veri toplama araçları olarak başarı testinden, kavram yanlışlığı belirleme testinden, mülakatlardan ve açık uçlu sorulardan faydalanılmıştır. Araştırma sonuçları Aplusix yazılımı kullanımının öğrencilerin başarılarına olumlu katkısı olduğunu göstermiştir. Ayrıca deneysel çalışma sonucunda deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine oranla daha az kavram yanlışlığına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Abdüsselam (2006), “Matematiksel Denklem ve İfadelerin Bilgisayar Ortamında Grafikleştirilerek Öğretilmesinin Eğitime Katkıları” isimli çalışmasında oluşturmacı bir yaklaşım izlemiş, matematiksel ifadeleri çalışma yapraklarıyla destekleyerek, hem cebirsel hem de grafiksel olarak sunmayı amaçlamıştır. Bu amaçla geliştirilen program, hazırlanmış simgelerden, formül hesaplamalarından, sınıflandırılmış 1B, 2B, 3B grafiklerden, cebirsel fonksiyonlar ve bilgisayar ortamında öğrencilerin kendi oto kontrolleriyle uygulayabilecekleri trigonometrik ifadelerden oluşmaktadır. Ayrıca program Delphi yazılım geliştirme ortamıyla oluşturulmuştur. Yazılımda üzerine yazı yazılabilen, matematiksel ifadeler girilerek grafiklerin çizilebileceği ve bunların kontrol edilebileceği bir alan oluşturulmuştur. Ayrıca hesap makinesiyle hesaplamaların yapılabileceği, kullanıma hazır cebirsel ve trigonometrik ifade ve simgelerin kullanılabileceği bir ortam geliştirilmiştir. Yazılım da Delphi dili ve Paradox veri tabanı kullanılmıştır. Çalışma yöntemi olarak özel durum yöntemi seçilmiştir. Veri toplama aracı olarak anketler, başarı testi ve gözlem metodu kullanılmıştır. Çalışmaya 10 kontrol ve 10 deney grubu öğrencisi katılmıştır. Çalışma sonucunda deney grubunun daha başarılı olduğu gözlenmiştir. Uygulanan anket sonuçlarına göre geliştirilen yazılımın olumlu olduğu belirtilmiştir.

Doktoroğlu (2013) yapmış olduğu çalışmada, doğrusal denklemler konusunun öğretiminde Dinamik Matematik Programı (GeoGebra) kullanımının, alışılmış matematik öğretimi ile karşılaştırıldığında, yedinci sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Çalışmada yarı deneysel desen kullanılmıştır. Yürütülen çalışmaya Ankara ilinin Yenimahalle ilçesinde bulunan bir devlet okulundaki 32'si kız, 28'i erkek olmak üzere toplam 60 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Çalışma 2011-2012 sonbahar döneminde gerçekleştirilmiş, 3 haftada 9 ders saati sürmüştür. Çalışmada elde edilen veriler, toplamda üç matematik başarı testi ile toplanmıştır: Kartezyen koordinat sistemi başarı testi (MAT1), doğrusal ilişkiler başarı testi (MAT2) ve doğru denklemleri grafikleri başarı testi (MAT3). Niceliksel veriler, kovaryans analizi (Anova) ile incelenmiştir. Analiz sonuçları, kartezyen koordinat sistemi ve doğrusal ilişkiler konularının dinamik matematik programı ile öğretiminin, alışılmış öğretim yöntemi ile karşılaştırıldığında, öğrencilerin başarılarına önemli bir etki etmediğini ancak doğru denklemi grafikleri konusunun dinamik geometri programı ile öğretiminin, öğrencilerin başarılarına pozitif yönde bir etki sağladığını ortaya koymuştur.

İçel (2011), “Bilgisayar Destekli Öğretimin Matematik Başarısına Etkisi: GeoGebra Örneği” isimli çalışmayı, sekizinci sınıf matematik dersi müfredatında yer alan Üçgen ve Pisagor Bağıntısı konusunda, bir dinamik matematik yazılım programı olan GeoGebra'nın öğrenci başarısına etkisini incelemek amacıyla yapmıştır. Çalışma bir deneysel çalışma olup, bu çalışma ile etkinlik temelli öğrenme ortamı ile bilgisayar destekli öğrenme ortamı karşılaştırılmıştır. Uygulama, Konya il merkezinde özel bir ilköğretim okulunda 2009-2010 eğitim-öğretim yılı, güz döneminde gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesinde, deney ve kontrol grubu olmak üzere iki tane sınıf seçilmiştir. Kontrol grubu 7 kız ve 13 erkek, deney grubu ise 9 kız ve 11 erkek öğrenciden oluşturulmuştur. Araştırmada 13 soruluk Ön Test, 11 soruluk Son Test ve son testin aynısı olan Hatırlatma Testi kullanılmıştır. Testler ve gruplar arasında yapılan karşılaştırmalar sonucunda, GeoGebra'nın öğrencilerin öğrenme ve başarıları üzerinde pozitif etkisinin olduğuna ulaşılmıştır. Hatırlama testi sonuçları ise dinamik geometri yazılımının öğrenilen bilgilerin kalıcılığını artırmada da etkili olduğunu göstermiştir.

Nwabueze (2006), yapmış olduğu çalışma ile teknoloji destekli ve geleneksel olmak üzere iki öğretim stratejisinin etkinliğini karşılaştırmıştır. Bunun için lisans cebir derslerinin öğretiminde bir gruba teknoloji destekli cebir öğretimi uygulanırken, diğ er gruba geleneksel öğretim yöntemi kullanılmıştır. Yürütülen çalışmaya matematik eğitimi alan 58 öğrenci katılmıştır. Her bir gruptaki öğrenci sayısı ise 29’dur. Deney grubundaki öğrencilerin dersleri laboratuvar ortamında teknoloji ile birlikte yürütülürken (Excel hesap çizelgesi kullanılmış), kontrol grubu öğrencilerin dersleri ise geleneksel öğretim yöntemleriyle işlenmiş ve çalışma yedi hafta sürmüştür. Araştırmacılar tarafından 15 sorudan oluşan bir başarı testi ve öğrencilerin cebire yönelik tutumlarını incelemek amacıyla bir tutum ölçeğ i, veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin başarı testi ön test puanları arasında anlamlı fark bulunmamış fakat son test puanları incelendiğ inde teknoloji destekli öğretim yönteminin uygulandığı grubun lehine anlamlı fark bulunmuştur. Ayrıca teknoloji destekli öğretim yönteminin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin cebire yönelik tutumlarında son test puanları lehine anlamlı farkın olduğu görülmüştür.

Issakova (2007), çalışmasında interaktif bir öğrenme ortamı sunan T-Algebra yazılımının 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin cebir başarısına etkisini araştırmıştır. Çalışma 2004, 2005 ve 2006 yıllarını kapsayacak şekilde ele alınmış ve Estonya da yürütülmüştür. Araştırma birbiri ile ilişkilendirilmiş dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümünde, öğrencilerin lineer eşitlik sistemleri hakkında bilgilerini ortaya koymayı amaçlayan 16 sorudan oluşan test 93 öğrenciye 45 dakikalık süre boyunca uygulanmıştır. Uygulanan test sonuçları incelendiğ inde, öğrencilerin hatalarının çoğunluğ unun lineer cebir eşitlikleri ile hem özel yanlışlardan hem de önceki çalışma materyallerinden (örneğ in numara ekleme) kaynaklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İkinci bölümde, birinci deney grubu öğrencilerine yönelik bilgisayar laboratuvarında T-Algebra interaktif öğrenme ortamında uygulamalar yapılmıştır. Öncelikle T-Algebra yazılımının öğrencilere tanıtımı ile başlayan ve öğrenme etkinlikleri ile devam eden uygulama boyunca bütün öğrencilerin programı büyük bir ilgi ile kullandığı belirtilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümü üç farklı sınıf ve 83 yedinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Katılan öğrenci grupları birbirinden farklı olmasına

rağmen öğrenciler aynı okulda ve aynı ders öğretmeninden eğitim almaktadır. Yapılan çalışma sonucunda öğrencilerin T-Algebra ile yürütülen etkinliklerde zorlanmadıkları, T-Algebra yazılımının kullanımın kolay olduğu ve öğrencilerin kullanırken keyif aldığı ve yazılımı daha çok kullanmayı istedikleri belirtilmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise deney ve kontrol grubu şeklinde ayrılmış yedi farklı yedinci sınıf öğrencisinden oluşan 126 öğrenci ile yürütülmüştür. Dört farklı Estonya okulunun katıldığı çalışmada, 2 kontrol grubu ile 5 deney grubu yer almaktadır. Deney grubu öğrencilerine T-Algebra yazılımı ile hazırlanmış problem çözümleri yapılırken kontrol grubu öğrencilerine tamamen benzer problemlerden oluşan geleneksel öğretim yöntemi kullanılmıştır. Çalışma öncesinde, deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir ilişki yok iken çalışma sonunda ise deney grubu öğrencileri lehine anlamlı bir ilişkiye rastlanmış ve öğrenci başarısının arttığı belirtilmiştir.

Tall ve Thomas (1991), bilgisayar kullanılarak cebirde çok yönlü düşünmeye teşvik etmeyi amaçlayan deneysel bir çalışma yürütmüşlerdir. Yürütülen çalışmadaki temel gerekçe, bilgisayar kullanımının değişken kavramı ile cebir kavramlarının anlaşılması ve kullanılması sırasında ortaya çıkan sorunların üstesinden gelebilecek başarıyı gösterip göstermeyeceği hipotezini test etmektir. Bunun için cebir kavramlarının somutlaştırılmasında BASIC isimli bir bilgisayar programından yararlanılmıştır. Yararlanılan program ile kullanıcılara kavrama ait ve ait olmayan örnekler sunularak, kavramı yanlış anlayabilecek yönleri gösterilmiş bu sayede hata yapma ihtimalleri en aza indirgenmek istenmiştir. Yaklaşık 4 hafta (12 saat) süren deneysel çalışma sonunda dinamik cebir modülleri ile öğretim yapılan öğrencilerin cebirde çok yönlü düşünme becerisini kazanmada geleneksel öğretim yapılan öğrencilere göre daha başarılı oldukları ve cebir kavramlarını yapılandırmada daha az hata yaptıkları ifade edilmiştir.

Drijvers (2003) çalışmasında, bilgisayar cebiri ortamında cebir öğrenmenin öğrencilerin cebirsel kavramları ve işlemleri anlamalarını nasıl desteklediğini ve bunun için nasıl bir bilgisayar cebiri kullanılması gerektiği sorularına cevap aramıştır. Çalışmada tasarım araştırma metodu kullanılmıştır. Bunu gerçekleştirmek

için matematikle ve cebirsel öğrenmeyle ilgili yapılan araştırmalardaki yöntemler seçilip yürütülen araştırmaya uygun durum oluşturulmaya çalışılmıştır. Araştırmacının teorik çerçevesi ise gerçekçi matematik eğitiminin alana özel öğretimi, seviye teorileri, sembole anlam yükleme yeteneği, sembolleştirme, işlem-nesne ikililiği, öğrencilere kavramları en iyi şekilde sunacak ve teknolojiyi en uzman şekilde kullanacak cebir yazılımlarının yapılandırılması temeli üzerine kurulmuştur. Çalışma ilk olarak öğretme deneyi (*G9-I*) uygulaması ile başlamıştır. Bu ilk uygulama 2000 yılı ocak ayı içerisinde herhangi bir değişkene göre gruplandırılmamış, dokuzuncu sınıf düzeyindeki 14-15 yaş seviyesindeki 53 öğrenciye uygulanmıştır. Öğrencilere haftada 4 ders, 45 dakikalık süre ile ders yapılmış ve uygulama 5 hafta sürmüştür. Bir sonraki adım olan orta seviyedeki deney (*G10-I*) ise ilk deney grubundaki öğrencilere bir sene sonra yapılan uygulama basamağı olarak gerçekleştirilmiştir. Ancak bu uygulama adımında öğrenciler sosyal bilimler ve dil derslerine göre gruplandırılmış ve 5 derslik bir uygulama yapılmıştır. İkinci öğretme deneyi (*G9-II*) yine dokuzuncu sınıf düzeyindeki 54 öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiştir. Uygulama 5 hafta sürmüş ve iki ayrı sınıfta toplam 41 saat ders işlenmiş, öğrenciler karışık olarak uygulamaya katılmıştır. Son uygulama olan üçüncü öğretme deneyi (*G10-II*) ikinci öğretme deneyinden bir üst sınıfa geçen 28 öğrenci ile toplam 15 ders saati gerçekleştirilmiştir. Yürütülen çalışmalardaki tasarım araştırma döngüsü; öğretimsel etkinliklerin tasarlandığı ilk tasarım aşaması, öğretim deneyleri ve gerçekleştirilen öğretimin belirli kriterlere göre analizi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, bilgisayar cebir yazılımları kullanımının her bir değişken rollerini anlamayı ve daha yüksek düzeyde değişken rollerine çeşitli yollarla geçişi desteklediği ayrıca değişken değerlerini değiştirmeye böylece problem çözme sürecini tekrarlamaya imkân sağladığı belirtilmiştir. Bilgisayar cebir yazılımlarının kullanımının cebirsel anlamayı olumlu yönde arttırdığı ancak bu artış derecesinin eğitici ve öğreticiye bağlı olarak değişebileceği vurgulanmıştır. Ayrıca bilgisayar cebir yazılımlarının kullanımı; öğrenme, deneyim kazanma, cebir konularını anlama ve kavramsal iç görü geliştirme için elverişli bir ortam oluşturduğu ve farklı temsilleri özellikle grafiksel ve cebirsel temsilleri aynı anda kullanmaya olanak sağladığı belirtilmiştir.

Cebir ve Cebir Öğretimi

Yüzyıllar boyunca insanlığın ortak duygusu olmuş, zengin bir alan kültürüne sahip, gizli olduğu kadar tükenmez hazinesi ve kendine özgü doğası ile birçok alanı bıkmadan, usanmadan besleyen cebir, hayatımızın her alanında sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Nitekim matematiğe süreklilik kazandıran cebiri, anlam ile işlem bütünlüğü sarmalında sayılardan bilinmeyenlere, değişkenlerden fonksiyonlara kadar birçok işlevde görmemiz mümkündür.

Elbette matematiğin bir alt dalı olan cebir de edebiyat, fizik, sanat, ekonomi ve müzik gibi sürekli gelişen bir insan etkinliğidir. Cebirin bugünü olduğu gibi, geçmişi vardır ve geleceği de olacaktır. Bugün öğrendiğimiz ve kullandığımız cebir 1000 yıl, 500 yıl hatta 100 yıl önceki cebirden çok farklıdır. Cebirin geçmişini bilmek, bugünü ve geleceği ile ilgili etkileşime geçmemizi ve cebiri daha iyi anlamamızı kolaylaştırabilir (Baki ve Bütüner, 2011:198).

Alanyazı incelendiğinde cebir ile ilgili birçok özgün tanımın yer aldığı görülmektedir. Bunlardan ilki, cebirde ilk bilinen kitap olan yaklaşık 825 [Milattan Sonra] tarihinde Muhammad İbn Musa al-Khwarizmi'nin yazmış olduğu *Al-kitab al muhtasar fi hisab al-jabr w'al-muqabala* [the condensed book on the calculation of al-jabr and al-muqabala] isimli kitapta yer almaktadır. Rosen (1831:3)'in de belirttiğine göre, Al-Khwarizmi bu kitabında şöyle bir tanım yapmıştır: “*cebiri, aritmetikteki en kolay ve en yararlı şeye sınırlandırılabilen al-jabr ve al-muqabalanın kurallarıyla hesaplama yapabilen kısa bir çalışmadır*” (akt. Akgün, 2006:2-3). Matematiğin geniş bir dalına ad olan cebir, Harezmi'nin “*el-Kitabü'l Muhtasar fi Hesabü'l Cebri ve'l Mukabele*” [Cebir ve Denklem Hesabı Üzerine Özet Kitap] adlı eser sonucu dilimize *Cebir* olarak kazandırılmıştır. Bu kelimenin Latince karşılığı olarak Batı bilim dünyasına da *Algebre (Fransızca)* veya *Algebra (İngilizce)* yazı şekilleri ile yerleşmiştir (Göker, 1984:57). Harezmi ise cebiri şu şekilde açıklamıştır: Denk sayı grupları arasındaki eşit değerli ve zıt değerli sayıların yer değişimlerini sağlayarak denge kurmak ve işlemleri basitleştirmektir (Bayrakdar, 1985:43).

Al-jabr, bir denklemin bir tarafından bir niceliği çıkartırken veya eklerken denklemin diğer tarafından da aynı niceliği çıkartmak veya eklemek işlemi anlamına gelir. Al-muqabala ise bir denklemin her iki tarafından da eşit miktarlar çıkartarak pozitif bir terim azaltma anlamına geliyor. Örneğin $3x+2=4-2x$ ifadesi $5x+2=4$ ifadesine dönüşür, bu Al-jabr'e bir örnektir. $5x=2$ ye dönüşmesi de Al-muqabala'ya bir örnektir (Katz, 1997).

Harezmi yayınlandığı bu eseri ile:

- Cebir kelimesini matematiğe ithal edip, matematikte geniş bir dal olan cebiri, metodik ve sistematik hale gelmesini sağlamıştır.
- İkinci derece denklemlerin pozitif köklerini veren orijinal bir çözüm metodunu ilk olarak ortaya koymuştur.
- İkinci derece denklemler için bugün “kare ve dikdörtgen metodu” denilen “grafik metotla” yani geometrik yolla çözüm yollarının gerçekleştirilmesini cebire ilk olarak kazandırmıştır (Göker, 1984:65).

“Al-Cabr” sözcüğünden adını almış olan cebiri kısacası “aritmetiğin genelleştirilmiş şekli” olarak tanımlayabiliriz (Amerom, 2003; Katz, 2007; Vance, 1998). Geleneksel anlamda “genelleşmiş aritmetik” olarak tanımlanan cebir çoğunlukla aritmetiğin sembolik tarafı (örneğin, sembolik ifadelerin manipülasyonu, cebirsel denklemlerin çözümü, sembolik olarak gösterilen fonksiyonların araştırılması gibi) üzerinde yoğunlaşmıştır (Tabach and Friedlander, 2003). Usiskin (1997:5)’e göre cebir, matematiğin dilidir. Bu dil bilinmeyenler, formüller, örüntüler, yer tutucular ve ilişkiler olmak üzere beş ana bileşenden oluşur. Bir başka tanımda ise cebir, aritmetiğin sayılardan küme ve grup kavramlarını kullanarak sembollere açılımıdır (Baki, 2008). Kieran (1992) cebirin, genel sayı ilişkilerini ve özelliklerini gösteren, polinom ve denklem çözümleri gibi konuları sembolize eden matematiğin bir branşı olduğunu ve sadece harf sembolleriyle nicelikleri ve sayıları temsil eden değil aynı zamanda bu sembollerle hesap da yapabilen bir araç olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle cebirde, aritmetikte olduğu gibi sadece bir ya da birkaç sayıyı değil bütün sayıları, sayı kümelerini düşünmek gerekir. Bu nedenle cebir, aritmetiğe oranla daha soyut görünür (Palabıyık, 2010:1). Çünkü cebir genel sayı ilişkilerini ve özelliklerini gösteren; bilinmeyenleri, formülleri, örüntüleri, yer tutucuları ve ilişkileri içeren matematiğin bir dilidir (Akkan, 2009:23). Cebir, aynı zamanda artı ve eksi gerçek sayılarla, bunların yerini tutan harfler yardımıyla nicelikler arasında genel bağlantılar kuran matematiğin bir kolunu oluşturur (TDK, 2013). Cebiri oluşturan içerik ise Hewitt (1998)’e göre (i) denklem, eşitsizlik ve cebirsel ifadeler, (ii) sayısal ilişkilerin mükemmel uyumu, (iii) cebirsel etkinlikler (iv) sembolik dil olarak tablolar ve harflerin kullanımı şeklinde dört farklı aşamadan oluşmaktadır.

Cebir, örüntülerin, kuralların ve sembollerin bir dilidir (O'Bannon, Reed ve Jones, 2002'den akt. Dede ve Peker, 2007:36). O halde cebir, dünyanın daha iyi algılanabilmesi için bir araçtır. Bu sayede cebir, nicel ilişkilerin analizinde, problemlerin çözümünde, modelleme durumlarında, temsiller için gerekli araçları ve dili sağlama ile genellemeleri belirtme gibi daha birçok matematiksel çabaların temel omurgası olarak hizmet verir. Bundan dolayı yarının işgücü temsilcileri olarak tüm öğrenciler, cebirin önemini ve yararını bilmeleri ve anlamlı olarak kabul etmeleri gerekir (Romberg ve Spence, 1995).

Cebir, söz dizimi yönüyle güçlü ancak anlamsal yönüyle zayıf bir dile sahiptir. Cebirsel semboller, günlük dildeki kelimeler gibi bulundukları içeriğe göre anlam kazanırlar. Cebir'in anlamsal yönü, bir içerikte kullanılan sembol ve bu sembolün temsil ettiği anlamı gösterirken, söz-dizimsel yönü bir içerikte kullanılan sembolün yalnızca matematiksel rolünü göstermektedir (Dede, 2005:198).

Sonuç olarak cebir, sayılara, sembollere, bilinmeyenlere ve değişkenlere anlam yükleyerek onları betimler, sonsuzluk ikliminde matematiksel ilişkileri organize eder, aritmetikten soyut kavramlara geçişte düşünce aracı olarak görev yapar ve yönlendirme yaparak matematiksel dilin denklemlere dönüşmesini sağlar.

Matematik ve öğretimi düşünüldüğünde cebirin özel bir yeri vardır. Çünkü cebir öğrencilerin matematiği anlamasında, matematiksel düşünmesinde ve matematik okuryazarı olmalarında oldukça önemlidir. Cebir okul matematiğinde önemli bir konu olmasada okul matematiğini bütünleştirmede önemli bir anahtar kavramdır (NCTM, 2000). Stacey ve MacGregor (1997)'a göre, cebir öğrencilere soyut düşünmenin ve mantıksal çıkarım yapmanın kapılarını aralar. Lacampagne (1995), "*cebiri, matematiğin dilidir. O, tam manasıyla öğrenilmesi durumunda, ileri matematiksel konular için kapıları açar. O, öğrenilememesi durumunda üniversite ve teknolojiye dayalı kariyer kapılarını kapatır...*" demiştir (akt. Dede ve Argün, 2003:180). Cebir, matematiğin geniş bir kültürünü içine alan küçük bir kültürü oluşturur. Öğrenciler, eski kültürden yani aritmetikten bu yeni kültüre yani cebire geçerken zorlanmaktadır. Kısaca kendisini bu yabancı kültürün (cebiri) içerisinde bulan öğrenciler "kültürel şok" olarak adlandırılabilir bir ortama girmektedirler (Lee, 1996).

Cebir bilgileriyle ilgili olarak öğretme/öğrenme güçlüklerinin olduğu yüzlerce yıl öncesinde fark edilmeye başlanmış fakat sorunların ne olduğu anlaşılamamıştır. Bu bağlamda, günümüzde bile çok sayıda öğrenci temel cebir bilgilerini ve becerilerini edinerek gerekli yeterlikleri edinmemektedir (Ersoy ve Erbaş, 2005:20). Ülkemiz Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde yer alan Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Daire Başkanlığı [EARGED] 2006 yılında, içinde cebir müfredatında bulunduğu bir rapor hazırlamıştır. Hazırlanan raporda öğrencilerden bazılarının birinci derecen cebirsel sözel ifadeleri içeren problemleri aritmetik işlemler kullanarak çözebildiklerini ancak birinci dereceden denklemlerin çözümlerini bulamadıkları ve cebirsel ifadeleri anlamakta belirli zorluklara sahip oldukları ifade edilmiştir.

Cebir öğretimi ve öğrenimi ilkökulda aritmetikten başlayarak ortaokulda denklemler, lisede ise fonksiyon bilgilerine kadar geniş bir alanı içine alan yelpazeye yayılır. Bu durum okul öncesi dönemden 12. sınıfa kadar eğitim programında tüm öğrencilere sağlanması gereken cebir alt öğrenme alanlarına yönelik konuları kapsayan cebir standartları süreçlerinden oluşmaktadır. Bu süreç NCTM (2000:223)'e göre *-örüntü, bağıntı ve fonksiyonları anlama, cebirsel sembolleri kullanarak matematiksel durum ve yapıları çözümleme ve sunma, matematiksel modelleri nicel ilişkileri anlamak ve sunmak için kullanmak, çeşitli durumlarda değişimi analiz etme-* olarak kategorilere ayrılmıştır. Bu kategorilerde yer alan 6., 7. ve 8. sınıflara ait konuların alt öğrenme alanları ise şu şekildedir:

- Çeşitli şekilleri grafik, tablo, kelime ve mümkünse sembolik kurallarla açıklama, çözümleme ve genelleme yapmak.
- Bağıntıların farklı gösterim biçimlerini karşılaştırma ve ilişkilendirme yapma.
- Doğrusal ya da doğrusal olmayan fonksiyonları belirleme ve tablo, grafik ya da denklem kullanarak karşılaştırma yapmak.
- Değişkenlerin farklı kullanımlarını anlamak için ilk kavramsal anlamayı geliştirmek.
- Doğru grafikleri ile sembolik ifadelerin kesişim ve eğimlerine dikkat ederek aralarındaki ilişkiyi keşfetmek.
- Doğrusal ilişkileri içeren problemler çözme ve ifade etmek için sembolik cebir kullanmak.

- Doğrusal denklemleri çözmek ve cebirsel olarak ifade etmek için eşdeğer formüller oluşturmak ve belirlemek.
- Grafikleri, tabloları veya denklemleri kullanarak içeriği verilen problemleri modellemek ve çözmek.
- Doğrusal ilişkilerde sayısal değişimleri analiz etmek için grafikleri kullanmak (NCTM, 2000:223).

Cebir, matematik dersi içerisinde önemli bir yere sahip konu alanlarından biridir ve özellikle son 25 yıl içerisinde cebirin öğretimine/öğrenimine/anlamına ve gelişen teknolojinin cebir öğretiminin etkisine yönelik birçok araştırma/çalışma faaliyetleri yürütülmüş, hala da yürütülmektedir. Yapılan bu çalışmalar sonucunda birçok ülke cebir öğretimi konusunda öğretim programlarında köklü değişikliklere ve düzenlemelere gitmiştir. Ancak yapılan değişikliklere ve düzenlemelere rağmen birçok ülkede öğrencilerin cebiri öğrenmede hala sıkıntı yaşadıkları görülmektedir (Baki, 1998; Dede ve Argün, 2003; Kieran, 1992, 2007). Bu durumu Cockcroft (1982:60) şu şekilde özetlemiştir: Cebir, öğrenciler arasında olumsuz tutumların ve önemli bir kafa karışıklığının nedenidir. Her ne kadar cebiri öğrenme/öğretme konusunda çok sayıda çalışmalar ve araştırmalar yapılmış olsada, özellikle öğretmenlerin cebiri nasıl öğretebilecekleri ile etkili cebir öğrenme ortamlarının sahip olması gereken unsurların (gelişmelerin) neler olabileceğine yönelik çalışmalar çok az sayıdır. Bu durumun okullarda cebir öğretiminin geleneksel yöntemlere bağlı kalınarak sürdürülmesine neden olduğu düşünülmektedir (Doerr, 2004).

Dede, Yalın ve Argün (2002)'e göre öğrencilerin cebir öğretiminde zorlanmalarının nedenleri; değişkenlerin farklı kullanımlarını ve genelleme yapmadaki rollerini bilememe ile değişkenleri yorumlayamama ve işlem yapamama olarak belirtmektedir. Bu durum Thomas ve Tall (2001)'a göre ise öğrencilerin, cebir aşamasındaki manipülasyon¹ işlemlerinde zayıf olmaları ve başaramamaları ile ilgili bir durumdur.

¹ Manipülasyon: (i) yönlendirme, (ii) seçme, ekleme ve çıkarma yoluyla bilgileri değiştirme, (iii) varlıkları yapıcı, açıklayıcı ve yararlı bir biçimde kullanma işi (TDK, 2013).

Milattan Önce² [M. Ö.], yaklaşık 1800 yılından beri varlığını sürdüren cebirin temel amacı Booth (1986)'a göre genel ilişkilerin ve işlemlerin nasıl öğrenildiğini temsil etmek, bu temsiller aracılığıyla problemleri geniş bir yelpazede çözebilmek ve bilinenlerden yeni ilişkiler geliştirmek olarak tanımlansada öğrencilerin herhangi bir amacı olmadığında isteğe bağlı manipülasyon tekniklerini çok az kullandıkları belirtilmektedir. Bu durumu Stacey ve MacGregor (1997) ise şu şekilde özetlemiştir: Öğrencilerin genellikle x 'in alabileceği büyük değerler için y 'in ne olabileceğini tahmin etmelerine rağmen x ile y arasındaki ilişkiyi ve temsil eden cebirsel sembolleri yazmada zorlandıkları görülmektedir. Nitekim TIMMS'in uluslararası çalışma raporu da bu durumu destekler niteliktedir. Rapora göre yedinci sınıf öğrencilerin sadece %47 ile sekizinci sınıf öğrencilerin %58'i, $m+m+m+m$ eşitliğinin, $4m$ 'ye eşit olacağını doğru cevaplayabilmiştir (Beaton et al.,1996).

Cebir, öğretimi ve öğrenme konusunda yaşanan tüm bu zorlu süreçlere rağmen cebirin özellikle dönüştürülebilir aktivitelerde kullanılması (Kieran ve Yerushalmy, 2004), cebir çalışmaların bağlamsal temaların içerisine yerleştirilmesi (NCTM, 1989) ve cebirle ilgili anahtar kavramların çoklu temsiller ve teknoloji birlikteliği ile sunulması (Kieran ve Yerushalmy, 2004), gerektiğine yönelik önerilerde bilim insanları tarafından sıkça dile getirilmektedir. Ayrıca alanyazında cebir öncesi eğitimin önemi de vurgulanmaktadır. Özellikle cebirsel düşünme ve muhakeme edebilme becerilerinin öğrencilere küçük yaşlarda kazandırılmasının doğru olacağı ancak bunu yaparken uygun öğrenme araçları ve yöntemlerinin kullanımına dikkat edilmesi gerekir (Kieran, 2004; NCTM, 2000; Taylor-Cox, 2003; Yackel, 1997). Sonuç olarak, birçok çalışma sonuçları cebir öğretimi ve öğrenimi konusunda her ne kadar birçok öğrencinin öğrenme güçlüğü yaşadığını ortaya koysada birçok araştırmacı cebir öğretimin gerçekleştiği ortamlarda, çalışmamızın omurgasını oluşturan çoklu temsiller ile bilgisayar destekli öğretim materyallerin kullanımının önemli olduğunu vurgulamaktadır (Malara ve Navarra, 2003; Stacey, Chick ve Kendal, 2004).

² Cebirle ilgili ilk matematiksel dokümanların yer aldığı Mezopotamya'daki çok sayıdaki kil tabletlerinde, cebirin M.Ö. 1800 yıl civarında kullanıldığına yönelik bilgiler sunulmaktadır (Katz,1997).

Cebirsel Düşünme ve Muhakeme Becerisi

1989 yılında, aralarında Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council, [NRC]) ve NCTM'in de bulunduğu birçok kuruluş, cebir için fonksiyonel bir yaklaşımın da içinde bulunduğu, cebirsel düşünme ve muhakeme becerisine vurgu yapan bir cebir müfredatının geliştirilmesine yönelik reform çağırısında bulundu (Nilklad, 2004:1). Bu reformun sloganı ise çok sayıda öğrenciye cebiri daha iyi öğretmek, onları cesaretlendirerek cebir öğrenmeye teşvik etmektir. Bu değişim hareketiyle birlikte cebir öğretimine yepyeni bir boyut kazandırılarak, cebirsel düşünme ve muhakeme edebilmenin önemine vurgu yapılmış ve bu iki yapının (cebirsel düşünme/muhakeme becerisi) cebir öğrenimine/öğretime katkısı ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Matematik müfredatının yeniden yapılandırılmasına yönelik bu atılım sayesinde, öğrencilerin cebirsel düşünme ve muhakeme becerilerinin gelişiminde önemli ilerlemeler sağlanmış, erken yaşta cebirsel fikirleri temsil eden değişik türdeki araçlara olan erişim kolaylaşmış, cebirsel beceriler ve anlayışların hızlanmasına paralel olarak geliştirilen düşünceler birçok alanda uygulama fırsatı bulmuştur (Kaput, 1995; NCTM, 2000).

Cebir kavramı (konusu, içeriği, yapısı, ilişkisi, kullanımı vb.) birçok ülkenin müfredat programında yıllardır değişmemesine rağmen cebire yönelik düşünceler ve öğretim şekilleri çok fazla değişikliğe uğramıştır. Özellikle NCTM (1989)'in yayınlamış olduğu okul matematiğine yönelik ilkeler ve standartlardan oluşan çalışma ile de yepyeni bir kimlik kazanmıştır. Bu çalışma aynı zamanda birçok ülkenin müfredat programların değişmesine de sebep olmuş, cebir öğrenme alanları içerisinde cebirsel düşünme ve muhakeme edebilmenin önemi bir kez daha vurgulanmıştır. Tüm bu yapılan işlemlerin temel amacı ise cebirde kavramsal anlayışı geliştirip, düşünme ve muhakeme becerilerinin gelişimine destek olmaktır. Matematiğin özel bir dalı olan cebir, cebirsel düşünmeyi gerektirir. Bundan dolayı cebirsel düşünme ve muhakeme edebilme becerisi tüm sınıf seviyeleri için önemlidir (NCTM, 2000). Öğrenciler öğrenmeye başlamadan önce bile cebirsel düşünme ve muhakeme becerilerini sergilemektedirler (Carpenter, Franke ve Levi, 2003).

İngilizce karşılığı “reasoning” olan ve çalışmamızda “muhakeme etme” olarak yer verdiğimiz sözcüğün dilimizdeki karşılıkları: (i) yargılama, (ii) usa vurma, (iii) bir sorunu çözmek için çıkar yol arama, (iv) usamlama, (v) mantıklı düşünme, (vi) muhakeme (etme) (Bkz. Ek-3; TDK, 2013).

Lawrence ve Hennessy (2002)'e göre en genel anlamda cebirsel düşünme olayları açıklamak ve tahmin etmek için bilgi veya olayları matematik diline çevirerek dünyayı daha iyi yorumlamaya ihtiyaç duyulan anlayış kümesinden oluşmaktadır. Aynı zamanda cebirsel düşünme, ders kitabı cebiri için gerekli olan soyut düşünebilmenin kapısını aralar. Bu anlayışı etkili bir şekilde uygulayabilmek ise genellikle aşağıdaki bileşenleri gerektirir:

- İhtiyaç duyulan matematiksel modeli kurma ve kullanma.
- İhtiyaç duyulan veriyi toplama ve kayıt tutma.
- Modeller için veri arama ve düzenleme.
- Modelleri tanımlama ve genişletme.
- Çoğunlukla bulguları bir kural halinde genelleme.
- Tahmin yapmak için herhangi bir kuralı da içeren bulguları kullanma (Lawrence ve Hennessy, 2002:xi).

Greenes ve Findells (1998)'e göre ise cebirsel düşünme, farklı gösterim şekilleri ile birlikte değişken kavramını anlamayı, fonksiyonlarla çalışmayı, cebirsel ilişkileri tanımlamayı, tümevarım ve tümdengelimli çıkarımları içermektedir (akt. Toprak, 2011:26). Cebirsel düşünme, matematiksel düşünme araçlarının gelişimi ve informal cebirsel ilişkiler olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır (Kriegler, 2004). Özellikle problem çözme, gösterimler ve akıl yürütme becerilerinden yararlanma ve odaklanmalar bu bileşenlerin en önemli parçalarını oluşturmaktadır. Nitekim Kieran (2004) cebirsel düşünmenin gelişim sürecinde gerçekleşmesi gereken odaklanmaları şu şekilde sıralamıştır:

- Sadece sayısal hesaplamaya değil ilişkilere odaklanma.
- Sadece işlemlerin kendisi ve sonucuna değil işlemlerin tersine odaklanma.
- Sadece problemin çözümünden ziyade hem temsillerine hem de çözümüne odaklanma.
- Sadece sayılardan ziyade hem sayılara hem de yazılara odaklanma.
- Eşitlik işaretinin anlamına tekrar odaklanma (akt. Cai et al., 2005).

Kurum dışı kaynaklarda İngilizce karşılığı “*algebraic thinking*” için cebirsel düşünme, “*algebraic reasoning*” için ise cebirsel muhakeme karşılıklarının kullanıldığı görülmektedir (Bkz. Ek-4; TDK, 2013).

Cebirsel düşünme; problem çözme, akıl yürütme, gösterimleri kullanma, değişkenleri anlama, sembolik gösterimlerin anlamını açıklama, matematiksel fikirlerin gelişimi için modellerle çalışma, gösterimler arasında dönüşüm yapma becerilerini içerir (Kaf, 2007:10). Cebirsel düşünme, birçok farklı sayıdaki düşünme türlerini de içine alan genel bir terimdir. Çok sayıdaki bu düşünme türleri ilişkisel düşünme ve fonksiyonel düşünme şeklinde iki farklı forma ayrılabilir (Blanton ve Kaput, 2005). İlişkisel düşünme, genel aritmetik olarak adlandırılır ve numaralar veya ifadelerin özellikleri ile ilgilidir. Bu özellikler, parite ilişkileri, eşitlik fikirleri ve tersine çevirme özelliklerinden oluşur. Fonksiyonel düşünme ise anlama, kullanma veya sentez yapma ilişkilerinin herhangi bir formunu içine alan sembol, grafik veya tabloları içerir (Hernandez, 2010:12). Smith ve Phillips (2000) cebirsel düşünmeyi bir yetenek olarak (a) problem durumları içerisindeki değişim miktarını tespit etmek ve bu değişkenleri açıklamak; (b) tablolar, grafikler ve sembolik ifadeler şeklinde sunulan ilişkileri belirleyerek değişim oranlarını açıklamak; (c) temsiller arasında bağlantıları yapmak ve bu bağlantıların genelini düşünmek; (d) çoklu şekillerdeki cebirsel ifadelerin denkliliğini anlamak; (e) en önemlisi, cebirsel ifadelerin mantığını elde etmek ve denklemler bağlamında bunu ortaya çıkarmak şeklinde ifade etmiştir (akt. Trybulski, 2007:19).

Öğrencilerin soyut işlemler dönemine geçmesiyle birlikte cebirsel düşünmenin gelişimi de hızlanır ve birbirini sıra ile izleyen dört düzeyden oluşur (Altun, 2005). Bu düzeyler ise şu şekildedir:

- **Düzyey 1:** Bu safha, tümüyle aritmetik işlemlerin sonucunda bir harfin değerini bulma, harfleri birer nesne adı olarak almak suretiyle bir problemi sonuçlandırma veya içerdiği harflere rağmen bu harflere değer vermeden bir işlemi sonuçlandırma şeklindeki soruların çözülebildiği safhadır.
- **Düzyey 2:** Bu düzey, birinci düzeyle soyutluluk bakımından aynıdır. Birinci düzeyden farklı olarak, bu düzyey ait sorular biraz daha karmaşıktır.
- **Düzyey 3:** Bu safhada harfler bir bilinmeyen olarak algılanır ve bu bilinmeyenler üzerinden işlem yapılabilir.

- **Düzey 4:** Bu düzeyde, 3. safhadakilere benzer fakat daha karmaşık ifadelerle anlam yüklenebilir ve işlemler sonuçlandırılabilir (Hart et al., 1981'den akt. Altun, 2005).

Literatürde yer alan tanımlardan hareketle cebirsel düşünme, zihinsel aktivitelerin bir yansıması olarak sembollere anlamlar yükleyerek cebirsel ilişkiler arasında bağ kurmayı, farklı ve çoklu temsiller yardımıyla düşüncelerini açığa vurmaya, cebirsel ilişkilerin içerisinde yer alan somut-yarı somut ve soyut kavramları betimlemeyi ve muhakeme etme yoluyla sonuca ulaşabilmeyi temsil eder.

Üzerinde durduğumuz diğer bir kavram olan cebirsel muhakeme kavramına geçmeden önce muhakeme kavramının ne olduğunu açıklamaya çalışalım. Muhakeme, bir başka deyişle usavurma ya da akıl yürütme, bütün etmenleri dikkate alarak düşünüp akılcı bir sonuca ulaşma sürecidir. Bir konuda muhakeme yapabilenler, o konuda yeterli düzeyde bilgi sahibidir ve yeni karşılaştığı durumu tüm boyutlarıyla inceler, keşfeder, mantıklı tahminlerde, varsayımlarda bulunur, düşüncelerini gerekçelendirir, bazı sonuçlara ulaşır, ulaştığı sonucu açıklayabilir ve savunabilir.... (Umay, 2003:235).

Muhakeme, çeşitli düşünme tarzlarından oluşan bir faaliyettir (Peresini ve Webb, 1999). Yackel ve Hanna (2003), muhakemeyi hem tümevarım, tümdengelim, ilişkilendirme ve çıkarsamanın kullanımı hem de öğrenenlerin problemleri çözmek için birbirleriyle etkileşime geçtikleri ortak bir faaliyet alanı olarak tanımlamışlardır. Bir başka tanımda ise muhakeme, iddialar üretme ve sonuçlara ulaşmak için kullanılan bir düşünce aracı olarak nitelendirilmektedir (Lithner, 2008).

En genel anlamda muhakeme, belli bir amaca yönelik olarak planlı, programlı adımlar dâhilinde ve mantık çerçevesinde düşünüp karar verme veya bir olay, problem ya da durumu “Neden” ve “Nasıl” soruları etrafında detaylandırıp anlamlandırarak yapılan bir üst düzey düşünme eylemidir. Başka bir deyişle, muhakeme, düşünme eyleminin çok üzerinde bir uğraş olup, ilgili problem, olay ya da durumun bütün hususlarını etrafıca düşünüp mantıklı bir sonuca varma işidir. Muhakeme sayesinde düşünüp etkili kararlar verildiği için muhakemenin günlük yaşamımızı kolaylaştıran önemli bir yetenektir (Erdem, 2011:15).

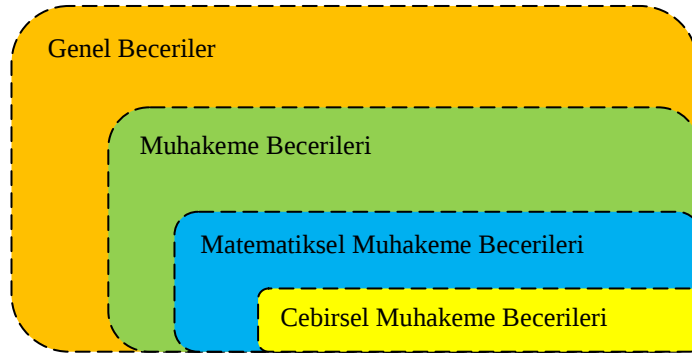
6–8. sınıflar için muhakeme ve ispat standartlarında öğrencilerden genellemeler hakkında varsayım oluşturmaları ve varsayımları değerlendirmeleri istenir. Bu sınıflardaki öğrenciler varsayımları ve iddiaları değerlendirebilmeli, matematiksel iddiaları formüle ederek tümdengelimli ve tümevarımsal muhakemeyi kullanabilmeli, muhakeme becerilerini geliştirmeli ve sürdürmelidir (Altıparmak ve Öziş, 2005:30). Özellikle matematiksel muhakeme, matematik öğreniminin merkezinde yer almalıdır (Russell, 1999). Ross (1998)’a göre muhakeme etme yetenekleri geliştirilmediği takdirde matematik, öğrenciler için sadece belirli kurallar ve ne olduklarını düşünmeden, onları izlemekle geliştirilen hesaplamalar, çizimler topluluğu olarak kalır. Bu durumun önüne geçmek için ise birçok araştırmacı ve eğitim üzerinde çalışan kuruluşlar yapılacak etkinliklerle ve sorularla öğrencilerin cebirsel muhakeme gelişimlerine destek olacak düşüncelere teşvik edilmesi gerektiğine vurgu yapmaktadır (NCTM, 2000; Smith 2003; Yackel, 1997). Bu süreçte özellikle aritmetikten cebirsel muhakemeye geçiş büyük bir öneme sahiptir (Bednarz, 2001; Warren, 2003). Cebirsel muhakeme ise son zamanlarda aritmetik düşüncenin içine yerleştirilmiş ve ilköğretim öğrencileri için yapılan araştırmaların odak noktası haline gelmiştir. Geleneksel yaklaşımda genellikle aritmetik düşüncenin gelişiminden sonra cebirsel muhakeme yer almaktaydı, oysa birçok araştırmacı cebirsel muhakemenin aritmetik düşünceyle birlikte geliştiğini vurgulamaktadır (Blanton ve Kaput, 2005; Brizuela ve Schliemann, 2004; Warren, 2003).

Cebirsel muhakeme genellikle matematiksel muhakemenin önemli bir formunu oluşturmaktadır (Nilklad, 2004). Bir başka ifade ile cebirsel muhakeme nicel durumları göstererek değişkenler arasındaki ilişkiyi açık hale getirebilme kapasitesidir (Driscoll, 1999). Vance (1998) cebirsel muhakemeyi; değişkenleri genellemeleri, temsillerin farklı modlarını ve hesaplamalardan yapılan soyutlamaları kapsayan muhakemenin bir yolu olarak karakterize etmektedir. Kaput (1994)’a göre cebirsel muhakeme; bilerek genellemeler yapma, araştırma ve varsayımda bulunma, modellerin ve düzenlerin temsiline yönelik yapılan süreçlerin inşasıdır. Aynı zamanda cebirsel muhakeme kavramı çeşitli temsillerle modellenen problemlerin ve örüntülerin genellendiğinde matematiksel süreçlerin tanımlanmasında kullanılır (Driscoll, 1999; Herbert ve Brown, 1997; NCTM, 2000).

6-12 yaş öğrencilerine uygulanan müfredat programı boyunca öğrencilerin cebirsel muhakeme gelişiminde kritik rol oynayan dört ana içerik vardır. Bunlar; (i) sayılar ve işlemler, (ii) orantısal muhakeme, (iii) cebirsel semboller ve değişkenler (iv) modeller, ilişkiler ve fonksiyonlardır (Knuth ve Ellis, 2009:2). Öğrencilerde muhakeme edebilme becerisi genel beceriler içerisinde yer alır ve muhakeme alanları içerisindeki en geniş tanım kümesinden oluşur. Matematiksel muhakeme ise matematiksel bilgilerin kullanıldığı ve harmanlandığı becerilerden oluşmaktadır. Matematiksel muhakemenin bir alt dalı olarak cebirsel yapı ve ilişkilerin sıkça kullanıldığı becerilerin yer aldığı yapılar topluluğu da cebirsel muhakemedir. Aşağıda yer alan şekilde anlatılanlar kısaca özetlenmeye çalışılmıştır.

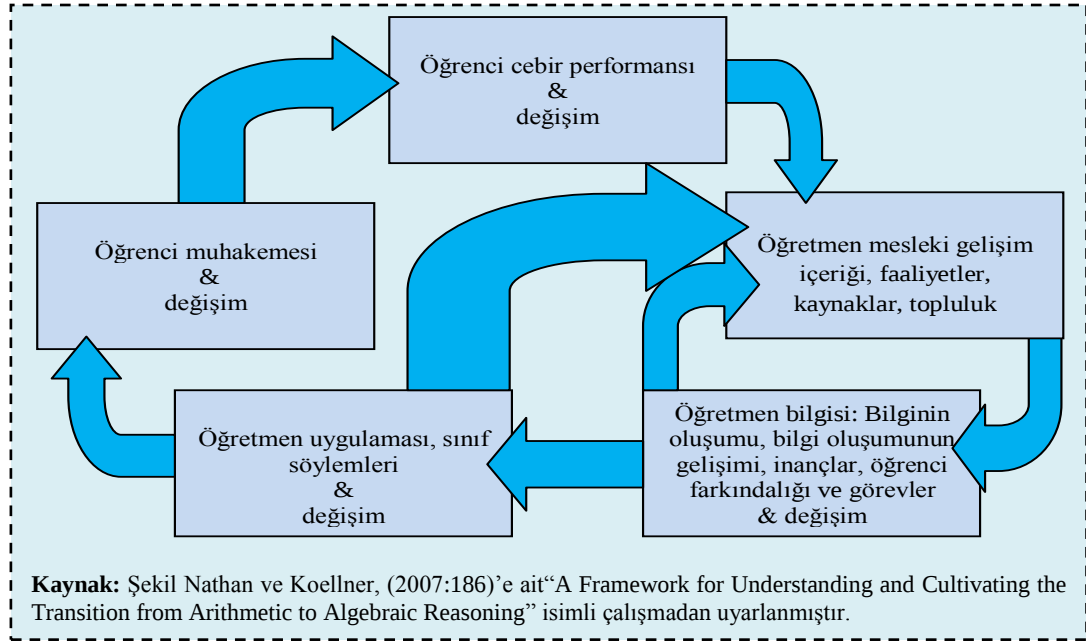
Şekil 1

Muhakeme Becerileri Arasındaki İlişki



Cebiri anlamada ve kullanmada cebirsel muhakemenin gelişimi çok önemlidir. Cebirsel muhakemenin gelişimi için ise fonksiyonel ilişkilerin matematiksel gösterimlerinde kullanılan çevirme ve uygulama yapma bilişsel becerileri gerekir (Brenner et al., 1997). Bu yüzden matematik öğrenme ve öğretme sürecinde bu temel sorun dikkate alınmalıdır. Çünkü birçok sayısal değerlendirmenin kolay hale getirilmesinde, karşılaştırılmasında ve manipüle edilmesinde ayrıca genel ilişkiler içerisinde yer alan sembolik ifadelerin karakterize edilmesinde cebirsel muhakeme önemli bir rol oynar (Smith ve Thompson, 2007). Son on yıl içerisinde yapılan bilimsel araştırmalar gösteriyor ki okul öncesi dönemden 12 yaş grubuna kadar geçen süreçte erken yaştaki cebirsel muhakeme ve cebir öğrenimi matematik müfredatının içeriği için çok önemlidir (Blanton ve Kaput, 2005; Jacobs et al., 2007; Warren ve Cooper, 2009).

Şekil 2
Genel Muhakeme Zinciri



Cebirsel muhakeme aynı zamanda bir zincirin halkaları gibi sarmal döngüden meydana gelmektedir. Şekil 2’de yer verdiğimiz bu ilişkiyel yapı saat yönünde incelendiğinde; öğrenci cebir performanslarına, öğretmen mesleki gelişim içeriğine, faaliyetlere, kaynaklara ve topluluklara bağlı olarak değişim göstermektedir. Benzer şekilde öğretmen bilgisi ve bu bilgilerin değişiminin sınıf uygulamalarına yansımaları da öğrenci muhakemesini ve değişimini yakından etkilemektedir. Gerek öğretmen bilgisi gerekse öğretmen uygulamalarında yaşanan aksaklıklar ise kendinden önceki halkayı etkileyebilmektedir. Bu sarmal döngü (muhakeme zinciri) öğrenci cebir performansını istenilen noktaya getirinceye kadar devam edebilir. Sonuç olarak sayısal akıl yürütme (muhakeme etme becerisi) matematik başarısı için esastır ve bir cebirsel alan içerisindeki cebirsel düşünebilme becerisi sayısal akıl yürütmenin gelişimine yardımcı olur. Bu sayede cebirsel düşünme, aritmetiksel bir dille cebirsel işlemlere ve sembollere anlam yükleyerek zihinde var olan cebirsel bilginin sınırları doğrultusunda matematiksel ve cebirsel muhakemenin gelişimini sağlar (Kieran ve Chalouh, 1993).

Cebirsel Düşünme ve Muhakeme Becerisi İle İlgili Yayın ve Araştırmalar

Çağdaşer (2008) yapmış olduğu çalışma ile ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin yapılandırmacı yaklaşımla cebir öğretimi sonucunda cebirsel düşünme düzeylerindeki değişimi tespit etmeyi amaçlamıştır. Çalışma, 2007-2008 eğitim-öğretim yılının ikinci yarısında, Bursa ili Yıldırım ilçesi Fevzi Çakmak İlköğretim Okulu'nda gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya 34'ü kız, 21'i erkek olmak üzere toplam 55 öğrenci katılmıştır. Deneysel çalışma süresince yürütülen etkinlikler, programda öngörülen süre çerçevesinde 10 ders saati ile sınırlandırılmıştır. Çalışmada, biri öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinin tespit edilmesini, diğeri öğrencilerin yapılandırmacı yaklaşımla öğrenme ile matematiğe yönelik tutumlarında oluşan değişimin belirlenmesini amaçlayan toplam 2 veri toplama aracı kullanılmıştır. Cebirsel Düşünme Düzeyleri Testi toplam 20 sorudan oluşturulmuş ancak alt maddeleriyle beraber toplamda 28 maddeden oluşmaktadır. Uygulanan testin 1, 2 ve 3. soruları düzey 1; 4, 5 ve 6. soruları düzey 2; 7, 8, 9, 10, 11 ve 12. soruları düzey 3 ve sonraki sorular da düzey 4'ü belirlemeye yöneliktir. Öğrencilerin testten elde ettikleri doğru cevap sayılarına göre bulundukları cebirsel düşünme düzeyleri belirlenmiştir. Dört düzeyden oluşan cebir düşünme düzeyleri, sırasına göre 1 ile 4 arasında numaralandırılmış ayrıca testte bulunan soruları hiç cevaplandıramayarak 1. düzey seviyesinde değerlendirilemeyecek olan öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleri 0 olarak değerlendirilmiştir. Diğer bir veri toplama aracı olan Matematik Tutum Ölçeği ise 7'si olumlu ve 5'i olumsuz madde olmak üzere 12 maddeli 5'li Likert tipinde hazırlanmıştır. Araştırma sonucunda, yapılandırmacı yaklaşımla cebir öğretiminin, altıncı sınıf öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinin yükselmesine ve matematiğe yönelik tutumların olumlu değişmesine önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Gülpek (2006), ilköğretim yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerini ve yıllar arasındaki değişimleri belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma deneysel bir çalışmadır ve veriler Bursa ili Osmangazi ilçesinde bulunan Pilot Sanayi İlköğretim Okulu ile Farabi İlköğretim Okulunda 7. ve 8. sınıf öğrencilerine uygulanan testten elde edilmiştir. Çalışmaya toplam 211 öğrenci katılmıştır. Deneysel çalışmada kullanılan test, Concepts in Secondary Mathematics

and Science (CSMS) birimi tarafından 11-16 yaş öğrencilerinin cebirsel ifadeleri anlama düzeyini ortaya çıkarmak amacıyla yapılan araştırmada kullanılan testin Türkçe'ye uyarlanmasıyla ve bazı maddelerin uzman görüşüyle testten çıkarılması sonucu oluşturulmuştur. Kullanılan test toplam 20 sorudan oluşturulmuş ancak alt maddeleriyle beraber toplamda 27 maddeden oluşmaktadır. Sorular sıralanırken cebirsel ifadelerin karmaşıklığı ve harflerin üstlendikleri soyutluk derecesi dikkate alınmıştır. Test ders öğretmenleri tarafından, ikinci dönem sonunda, öğrenciler cebirsel ifadelerle işlem yapmayı öğrendikten sonra uygulanmıştır. Uygulama sonucunda, öğrencilerin soruları doğru cevaplandırma sıklıklarına göre cebirsel düşünceleri 4 düzeye ayrılmıştır. Daha sonra bu düzeylere ait soruları doğru cevaplandırmaları göz önünde tutularak bu düzeylerde bulunan öğrencilerin yüzdelikleri belirlenmiş ve yıllar arasında bu düzeylerdeki gelişimleri gözlemlenmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda 7. ve 8. sınıftaki öğrencilerin cebirsel düşüncelerinde yıllar içinde çok az bir artış olduğu ve bu gelişimin öğrencinin ders içindeki başarısını etkilediği görülmüştür.

Kabael ve Tanışlı (2010) yapmış oldukları çalışma ile cebirsel düşünme sürecinde örüntü ve fonksiyon kavramlarının ilişkisini ve bu kavramların öğretim stratejilerini literatür tabanlı incelemişler ve bu inceleme sonunda elde ettikleri sonuçları önerileri ile destekleyerek vermişlerdir. Literatür taramasından sonraki önerilere iki açıdan değinilmiştir. Birincisi, örüntü ve fonksiyon kavramlarının öğretimini ilişkili bir biçimde gerçekleştirmeyi sağlayacak öneri ve örnekler, ikincisi ise bu konulara ilişkin Türkiye'de ilköğretim ve ortaöğretim matematik dersi öğretim programlarında yapılabilecek gerekli düzenlemeler üzerine olmuştur. Yürütülen araştırmada, cebirsel düşünmenin gelişimi sürecinde erken basamaklarda örüntülerin belirli ölçüler dâhilinde verilmesinin çeşitli temsilleri kullanan bir öğrencinin bu örüntüler ile fonksiyon kavramında ve bir fonksiyonun benzer temsilleri şeklinde karşılaştığında, gerekli bilgi transferini kolaylıkla gerçekleştirebileceğine vurgu yapılmıştır. Ayrıca İlköğretim ve Ortaöğretim Matematik Dersi Programlarına ilişkin düzenlemeler noktasında ise örüntü ve fonksiyon kavramlarına ilişkin kazanım ve öğretim etkinliklerinin belirtilen yaklaşımlar doğrultusunda yeniden düzenlenmesinin gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Yaprak-Ceyhan (2012) çalışmasında yenilenen ilköğretim matematik dersi öğretim programı çerçevesinde yapılan öğretimin altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin cebir başarısına etkisi ile cebirsel düşünme düzeyi ve cebir başarılarının bireysel özelliklerine değişimini araştırmıştır. Çalışma 2010-2011 eğitim-öğretim yılında Türkiye genelinde 14 ilköğretim okulundan rastgele seçilen 392'si altıncı sınıf, 378'i yedinci sınıf ve 394'ü sekizinci sınıf olmak üzere toplam 1164 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırma, aynı öğrencilerin bahar döneminin başında ve sonunda incelenmesiyle tek grup ön test-son test modeline göre gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada biri, öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinin tespit edilmesi; diğeri öğrencilerin ilköğretim matematik dersi öğretim programı çerçevesinde yapılan öğretimin cebir başarısındaki değişimin belirlenmesini amaçlayan araştırmacı tarafından ulusal ve uluslararası yapılan sınavlardan cebir öğrenme alanı kazanımlarına uygun seçilen maddelerden oluşan iki veri toplama aracı kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, yenilenen ilköğretim matematik dersi öğretim programı çerçevesinde yapılan öğretimin öğrencilerin cebir başarılarına olumlu etki yaptığını, öğrencilerin cebir başarısı arttıkça cebirsel düşünme düzeyinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Palabıyık (2010) çalışmasında, örüntü temelli olan ve örüntü temelli olmayan cebir öğretiminin yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme becerilerine ve matematiğe karşı tutumlarına olan etkilerini incelemiştir. Yürütülen çalışmada verilerin toplanması, çözümlenmesi ve yorumlanmasında nicel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmış ve çalışmada yer alan gruplar yansız atama ile oluşturulmuştur. Çalışma, bir devlet okulunun iki yedinci sınıfı ile 2008-2009 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde altı hafta süreyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya deney ve kontrol grubunda da 20 olmak üzere toplam 40 öğrenci katılmıştır. Öğretim sürecinde deney grubuna örüntü temelli etkinliklerle cebir öğretimi yapılırken, kontrol grubuna ise İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programı'ndaki etkinliklerle cebir öğretimi yapılmıştır. Uygulamanın ardından yapılan son testler ve öğrenci görüşmeleri ile veri toplama süreci sonlandırılmıştır. Öğrencilerin kavramsal cebir başarılarını ölçmek amacıyla Küchemann ve arkadaşları tarafından geliştirilen ve Akkuş (2004)

tarafından uyarlanan Kavramsal Cebir Testi (KCT), işlemsel cebir başarılarını ölçmek amacıyla ise yine Akkuş (2004) tarafından geliştirilen İşlemsel Cebir Testi (İCT) kullanılmıştır. Öğrencilerin matematiğe karşı tutumları Aşkar (1986)'ın Matematiğe Karşı Tutum Ölçeğiyle (MKTÖ) belirlenmiştir. Bunların yanı sıra uygulamadan sonra deney grubundan öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler, deney grubundan seçilen üç kız, beş erkek toplam sekiz öğrenciyle yürütülmüştür. Analiz sonuçlarına göre; grupların KCT puan erişileri arasında, anlamlı bir fark bulunmuştur ancak İCT ve MKTÖ puanlarına arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Deney grubundan öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda, öğrencilerin öğretim sürecini verimli buldukları ve örüntü temelli etkinliklerin başka sınıflarda da uygulanmasını tavsiye ettikleri gibi sonuçlara ulaşılmıştır.

Bağdat (2013), “İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Becerilerinin SOLO Taksonomisi İle İncelenmesi” isimli çalışmasında sekizinci sınıf öğrencilerinin genellemeleri formüle etme, sembolleri ve cebirsel ilişkileri kullanma ve çoklu gösterimlerden yararlanma şeklinde sıralanan cebirsel düşünme becerilerini SOLO Taksonomisi ile incelemeyi amaçlamıştır. Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı çalışma 2011-2012 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde Bursa ili İnegöl ilçesindeki ilköğretim okullarından birinde 15 tane 8. sınıf öğrencisi ile yürütülmüş ve araştırma deseni olarak ise nitel araştırma desenlerinden özel durum çalışması kullanılmıştır. Katılımcılar sekizinci sınıf öğrencileri arasından maksimum çeşitlilik örneklemesine uygun olacak şekilde seçilmiştir. Veri toplama aracı olarak 8 problem hazırlanmış ve öğrencilerle bu problemler üzerinde klinik mülakatlar yürütülmüştür. Yazıya dökülen mülakat verileri, video kayıtlarından elde edilen veriler ve araştırmacı notları çalışmanın bulgularını oluşturmuştur. Çalışma sonucunda öğrencilerin çoğunluğunun SOLO Taksonomisine göre *ilişkilendirilmiş yapı* seviyesinin altında yer aldığı görülmüştür. Öğrencilerin en çok zorlandıkları beceri sembolleri ve cebirsel ilişkileri kullanma becerisi olmuştur. Öğrencilerin akademik başarılarına göre yapılan analizde ise ders notu yüksek öğrencilerin cebirsel düşünme becerilerinin diğer öğrencilere göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çelik (2007) yapmış olduğu çalışma ile SOLO taksonomisine göre matematik öğretmen adaylarının cebirsel düşünme becerilerini, sembolleri ve cebirsel ilişkileri kullanma, çoklu gösterimlerden yararlanma ve genellemeleri formüle etme ana başlıklarında karakterize etmeyi amaçlamıştır. Öğretmen adaylarının cebirsel düşünme becerilerini derinlemesine irdelemeyi amaçlayan araştırmanın yöntemi nitel araştırma desenlerinden özel durum çalışması olarak belirtilmiştir. Çalışmanın örneklemini Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Tezsiz Yüksek Lisans programına kayıtlı, Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi dersini alan 20 öğretmen adayı içerisinde seçilen 8 öğretmen adayından oluşturulmuştur. Yürütülen çalışmada veriler; etkinlik kartlarında yer alan problemlerin yer aldığı bir yazılı sınav, 8 öğretmen adayı ile yapılan klinik mülakatlar, öğrencilerin etkinlik kartları üzerindeki yazıları ve bilgisayardaki çalışma dosyaları yardımıyla toplanmıştır. Bunun için cebirsel düşünme becerilerini kullanmayı gerektiren 11 problem hazırlanmış ve öğretmen adayları bu problemler üzerinde çalışırken onlarla klinik mülakatlar yürütülmüştür. Klinik mülakatlar boyunca öğretmen adayları istedikleri yerde, istedikleri şekilde Derive yazılımını kullanma imkânına sahip olmuştur. SOLO taksonomisine göre yapılan analiz sonucunda, çoğu öğretmen adayının sembolleri ve cebirsel ilişkileri kullanma, çoklu gösterimlerden yararlanma ve genellemeleri formül etmede *ilişkilendirilmiş yapı düşünme seviyesinin* altında yer aldığı görülmüştür.

Baş, Erbaş ve Çetinkaya (2011) yapmış oldukları çalışmada, lise matematik öğretmenlerinin, öğrencilerinin cebirsel düşünme yapıları hakkındaki bilgi ve düşüncelerini ortaya çıkarmak ve bu bilginin gerçekte öğrencilerin düşünme yapılarını ne ölçüde yansıttığını bulmayı amaçlamışlardır. Çalışma, öğrencilerin cebirsel düşünme yapılarını ve öğretmenlerin bu düşünme yapılarıyla ilgili bilgilerini ortaya çıkarmayı amaçlayan özel durum çalışması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Yürütülen çalışmaya 49 dokuzuncu sınıf öğrencisi ve 3 matematik öğretmeni katılmıştır. 2007-2008 bahar döneminde gerçekleştirilen ve yaklaşık 3 hafta süren veri toplama sürecinde, ilk önce öğrencilerin düşünme yapıları ile ilgili, öğretmenlerin mevcut bilgilerini ortaya çıkarmak amacıyla birer saatlik yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerin çözüm kâğıtları ve öğretmenlerle uygulama öncesi ve sonrası yapılan görüşmeler çalışmanın verilerini

oluşturmuştur. Elde edilen nitel veriler, içerik analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Öğrencilerin çözüm kâğıtları daha önce yapılmış çalışma sonuçlarından derlenerek hazırlanmış teorik çerçeve ve teorik çerçevede olmayan ve verilerde ortaya çıkan stratejilerde göz önünde bulundurularak analiz edilmiştir. Araştırma sonucu, öğretmenlerin öğrencilerin cebirsel düşünme yapılarına ilişkin beklentileri ile öğrencilerin gerçek performansları arasında önemli farklar olduğunu ancak çözüm kâğıtları sistemli incelendiğinde, öğretmenlerin öğrencilerin düşünme yapılarını daha iyi anladıklarını ortaya koymuştur. Ayrıca öğretmenlerin, öğrencilerin cebirsel düşünce yapılarını bilmeleri, öğrencilerin öğrenimini desteleyen bir sınıf ortamı oluşturmalarına yardımcı olduğu belirtilmiştir.

Öner-Sünkür, İlhan ve Kılıç (2012) yapmış oldukları çalışma ile yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeyleri ile zekâ alanları arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamışlardır. Amaca uygun olarak araştırmada ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. Yürütülen çalışmaya 2010-2011 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Batman il merkezindeki 5 farklı ilköğretim okulundan 156 kız ve 141 erkek olmak üzere toplam 297 öğrenci katılmıştır. Araştırmada öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinin belirlenmesinde Hart vd. (1998) tarafından geliştirilen ve Altun (2005) tarafından Türkçe'ye uyarlanan Cebirsel Düşünme Testi kullanılmıştır. Uygulanan test 20 soru ve alt maddeleriyle beraber toplam 28 madden oluşmaktadır. Cebirsel düşünme testinin 1-3. soruları *düzey-1*; 4- 6.soruları *düzey-2*; 7-12. soruları *düzey-3* ve sonraki sorular da *düzey-4*'ü belirlemeye yönelik geliştirilmiştir. Öğrencilerin zekâ alanlarının belirlenmesinde ise Gardner tarafından geliştirilen Çoklu Zekâ Envanteri kullanılmıştır. Doğacı zekâ da dâhil 8 zekâ alanını kapsayan bu envanterin Türkçe'ye uyarlanması Oral (2001) tarafından yapılmıştır. Bu envanterde her bir zekâ alanı ile ilgili 10 madde olmak üzere toplam 80 maddeye yer verilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin mantıksal, sözel ve müzikal zekâları ile cebirsel düşünme düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleri ile görsel, bedensel, sosyal, içsel ve doğacı zekâları arasındaki ilişki ise istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca öğrencilerin cebirsel düşünme açısından *düzey-1* seviyesinde yığıldığı ve yığılmanın en az olduğu düzeyin ise *düzey-4* seviyesi olduğu saptanmıştır.

Yenilmez ve Teke (2008) çalışmalarında, yenilenen matematik programının öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerine etkisini saptamayı amaçlamışlardır. Çalışma, 2006-2007 öğretim yılında Eskişehir ilinin Alpu ilçesindeki altıncı sınıf öğrencileri arasından rastlantısal olarak seçilen 14'ü kız ve 10'u erkek olmak üzere toplam 24 öğrenci ile yürütülmüştür. Verilerin toplanması aşamasında; Altun (2005) tarafından tanımlanan cebirsel düşünmenin dört düzeyini ölçebilecek olan Cebirsel Düşünmenin Gelişimi testinden yararlanılmıştır. Araştırmada tek gruplu ön test-son test modeli kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin kişisel özelliklerini belirlemek amacıyla demografik bilgi formu kullanılmıştır. Ön test uygulandıktan sonra beş hafta boyunca altıncı sınıf Matematik ve Sanat ünitesinin Herkes Cebir Öğrenmeli alt konu alanı öğretmen kılavuz kitabında belirtilen yönergelere birebir uyularak işlenmiştir. Konu alanı tamamlandıktan bir hafta sonra son test uygulaması yapılmıştır. Toplanan verilerin çözümlenmesinde bağımlı ve bağımsız örnekleme ilişkin t-testi analizlerinden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda, ön test ve son test verileri arasında düzeyler bazındaki farklılığın birinci, ikinci ve üçüncü düzeyler için anlamlı bulunmuştur. Ayrıca ön test ve son testte alınan toplam puanlar arasındaki gelişimin cinsiyet, başarı ve matematik dersine olan ilgi değişkenlerine göre incelenmesi sonucu farklılığın başarı değişkeni için anlamlı olduğu gözlemlenmiştir.

Piltan (2008), “Üstbilis Stratejileri Öğretiminin İlköğretim Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Muhakeme Becerilerine Etkisi” isimli doktora çalışmasında ilköğretim 5. sınıf matematik dersi problem çözme sürecinde kullanılan üstbilis stratejilerinin, öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerine etkisini incelemiştir. Çalışma, 2006-2007 öğretim yılının ikinci yarıyılında Emin Sağlamer İlköğretim Okulunda öğrenim görmekte olan toplam 66 öğrencinin yer aldığı, birbirine denk iki sınıf üzerinde yürütülmüştür. Bu sınıflar; matematik dersi problem çözme sürecinde üstbilis stratejilerinin uygulandığı deney grubu ve matematik dersi problem çözme sürecinde var olan sürecin devam ettirildiği kontrol grubu olarak atanmıştır. Çalışmada, ön test ve son test kontrol gruplu deneme modeli kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak, “Deneyisel İşlemin Değerlendirilmesine Yönelik Gözlem Formu”, “Kontrol Grubunda Gerçekleştirilen Problem Çözme

Etkinliklerini Değerlendirmeye Yönelik Gözlem Formu” ve araştırmacı tarafından geliştirilen “Matematiksel Muhakemeyi Değerlendirme Ölçeği” kullanılmıştır.

Araştırmanın deney grubunda yer alan öğrencilere Mevarech ve Kramarski (1997) tarafından geliştirilmiş, üstbiliş teorilerine dayalı bir öğrenme yaklaşımı olan IMPROVE stratejisi uygulanmıştır. Deney grubunda yer alan öğrencilere uygulanan IMPROVE, birbirini takip eden öğretim adımlarının baş harflerinden oluşan bir akrostiş stratejisidir; Giriş (**I**ntroduction), üstbilişsel sorgulama (**M**etacognitive questioning), uygulama (**P**ractising), gözden geçirme (**R**eviewing), uzmanlık (**O**btaining mastery), doğrulama (**V**erification), zenginleştirme (**E**nrichment). Deneysel uygulama dokuz hafta (25 ders saati) boyunca sürdürülmüş, bu süre içerisinde öğrencilerin 65 problemle belirtilen stratejiyi kullanarak çalışmaları sağlanmıştır. Çalışma sonunda, deney grubunda yer alan öğrencilerle gerçekleştirilen üstbilişe dayalı öğretimin, kontrol grubunda sürdürülen öğretime göre; uygun muhakemeyi belirleme ve kullanma; matematiksel bilgileri ve örüntüleri tanıma ve kullanma; tahmin etme; çözüme ilişkin mantıklı tartışmalar geliştirme; genelleme yapma; rutin olmayan problemleri çözme; matematiksel muhakeme becerilerini geliştirmede daha etkili olduğu sonucu elde edilmiştir.

Dindyal (2003) yapmış olduğu doktora çalışmasında öğrencilerin geometri problemlerini çözerken cebirsel düşünme becerilerini nasıl kullandıklarını ve karşılaştıkları kavramsal zorlukları araştırmıştır. Doğası gereği nitel bir çalışma olan araştırma iki ayrı lisede bir dönem boyunca yürütülmüştür. Çalışmaya katılan öğrencilere Cebir Testi ve Van Hiele Geometri Testi uygulanmıştır. Ayrıca iki ayrı sınıftan seçilen 3 öğrenci ile cebirsel düşünmeyi kullanmayı gerektiren geometri problemlerine yönelik mülakatlar yapılmış ve sınıf içi gözlemlerle beraber sınıf öğretmenleri ile görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin cebirsel ifadeleri oluşturma, formülleri kullanma, çoklu temsillerden yararlanma, değişken kavramını anlama ve ilişkilerden hareketle genelleme yapma konusunda zorluklara sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin cebirsel düşünme becerisini kullanmayı gerektiren problem durumlarının öğretmen kullanımı ile ilişkili olduğu görülmüştür.

Nilklad (2004), “College Algebra Students’ Understanding and Algebraic Thinking and Reasoning with Functions” isimli doktora çalışmasında kolej öğrencilerinin fonksiyon kavramlarını anlamalarını, çözüm stratejilerini, cebirsel düşünce ve muhakeme becerilerini incelemeyi amaçlamıştır. Yürütülen çalışmaya cebir dersini alan 24 gönüllü öğrenci katılmıştır. Katılan 24 gönüllü öğrenciden 5 öğrenci fonksiyonları, cebirsel düşünme ve muhakeme becerilerini kendi anlayışları ile ortaya koyabilecekleri ve zengin bir açıklama yapabilecekleri problem çözme amaçlı görüşme oturumlarına katılmıştır. Katılımcı öğrenciler ev ödevi problemleri, quiz ve testler ile çalıştırılmış ve öğrencilerin problemlere verdikleri cevaplar, aldıkları eğitim boyunca cebirsel düşünme ve muhakemedeki değişimleri hakkında fikir vermiştir. Yapılan sınıf içi gözlemler ise öğrencilerin çözüm yöntemleri, cebirsel düşünme ve muhakemelerini açıklamak, desteklemek amacıyla kullanılmıştır. Öğrencilerin fonksiyonlarla ilgili anlamalarını ortaya koymak için ise gönüllü 24 öğrenciye Fonksiyonları Anlama Testi uygulanmıştır. Test sorularının içeriği ise; (1) fonksiyonun tanımı, (2) fonksiyonların çoklu temsili, (3) matematikte fonksiyonların kullanımı, (4) günlük hayatta fonksiyonlarının kullanımını kapsayan alt başlıklardan oluşmaktadır. Çalışma sonucunda öğrencilerin aldıkları eğitimle birlikte fonksiyonları daha iyi anladığı ve fonksiyon tanımını daha resmi bir tanıma doğru geliştirdiği vurgulanmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin kursu tamamladıktan sonra birden çok temsilleri, fonksiyon dönüşümlerini, fonksiyon uygulamalarını yeni matematiksel ve gerçek dünya durumlarında daha iyi bir anlayışla kullandıkları görülmüştür. Çalışma sayesinde öğrencilerin cesaretlendirildiğinde matematiksel problemleri çözerken farklı yöntemler kullanabildiği ancak öğretim sırasında öğrencilerin genellikle cesaretlendirilmediği belirtilmiştir.

Weinberg et al., (2004), yapmış oldukları çalışma ile birincil amaç olarak; öğrencilerin aritmetikten cebirsel muhakemeye geçiş süreçlerini destekleyen [Supporting the Transition from Arithmetic to Algebraic Reasoning (STAAR)] proje ile cebirsel düşünme olaylarını karakterize etmeyi amaçlamışlardır. Yürütülen çalışma çerçevesinde öğrencilerin değişkenlerin temsili hakkındaki kavram yanılgılarının belirlenmesi ve sınıflandırılmasının mümkün olabileceği belirtilmiştir. Bunun için psikolojik model, deneysel model ve yapısal model olmak üzere üç genel

kategoriden oluşan sınıflandırma yapılmıştır. Çalışma, 123 altıncı sınıf, 115 yedinci sınıf ve 135 sekizinci sınıf olmak üzere toplam 373 ortaokul öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışmaya 31 altıncı sınıf öğrencisi videotext, kalanlar ise yarı yapılandırılmış mülakata katılmış ancak mülakata katılan 4 öğrenci yazılı değerlendirmeyi tamamlamıştır. Bu mülakat maddeleri ve yazılı değerlendirmeler öğrencilerin değişken hakkında düşündükleriyle ilgili daha fazla bilgi almak için 6. sınıftan başlanarak 2 yıl boyunca sürdürülmüştür. Elde edilen sonuçlar ise geliştirilen modeller kullanılarak öğrenci cevapları doğrultusunda kategorize edilmiştir. Tüm kodların en az %85 doğruluğa ulaşması için bağımsız kodlayıcılarla güvenirlik kontrol edilmiştir. Cebirsel değişkenleri içeren maddeler hem yazılı değerlendirme hem de mülakat maddelerinin uygun bir alt kümesi şeklinde oluşturulmuştur. Yazılı değerlendirmelerin üç maddesi tartışılmış ve analizleri zenginleştirmek için mülakat maddelerinin de iki tanesinin sonuçları kullanılmıştır. İlk yazılı değerlendirme maddesi bir harfin matematiksel yapı içerisindeki temsil ettiği şeyle ilgili öğrenci yorumlarını ortaya çıkarmak için tasarlanmıştır. Örneğin, $2n+3$ ifadesindeki n harfin karşılığı gibi. İkinci yazılı değerlendirme maddesi öğrencilerin harfleri niceliklerin göstericileri ve kelimelerin kısaltmaları olarak görüp görmedikleriyle ilgili düşüncelerini almak için tasarlanmıştır. Örneğin, *kekleri “k” şeklinde temsil etmenin anlamı veya keklerin her biri k dolar, brownilerin (kek türü) her biri b dolar olsun. Benim kekten 4, browniden ise 3 tane satın aldığımı varsayarsak; $4k+3b$ ne anlama gelir gibi.* Üçüncü yazılı değerlendirme maddesi ise öğrencilerin sözel bir formdaki değişen bir niceliği standart bir notasyondaki harfli bir sembolden daha kolay kavramsallaştırıp kavramsallaştıramadıklarını belirlemek için tasarlanmış ve 123 öğrenci ile sembolik, 250 öğrenci ile sözel model çalışması yapılmıştır. Sembolik model çalışmasında öğrencilere $3n$ mi yoksa $n+6$ mi daha büyük sorusu yöneltilmiş, sözel modelde ise *“Bir arkadaşınız size bir miktar para veriyor. Daha sonra arkadaşınız size altı dolar daha veriyor veya ilk verdiği miktarı üç defa daha veriyor. Size verilen paranın hangisinin fazla olduğunu söyleyebilir misiniz?”* şeklindedir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin cebirsel değişkenlerin temsilleriyle olan etkileşimlerini analiz etmek ve yorumlamak için kullanılan bir çerçeve geliştirilmesine rağmen, öğrenci cevaplarından elde edilen tanımlarla ilgili oluşturulan yanıtların kullanılmasının daha uygun olacağı vurgusu yapılmıştır.

Steele (2005), “Using Writing to Access Students' Schemata Knowledge for Algebraic Thinking” isimli çalışmasında öğrencilerin cebirsel düşünme için geliştirdiği şematik bilgilerin gelişimini incelemiştir. Matematiksel yapılarla alakalı cebirsel problemlerin çözüldüğü ve deneysel öğretimin yapıldığı çalışmaya yedinci sınıf seviyesinde sekiz öğrenci katılmıştır. Problemleri çözerken çeşitli yaklaşımları seçebilecekleri düşünülen ve belirli bir seviyenin üzerinde matematiksel yeteneklere sahip olan öğrenciler öğretmenleri tarafından seçilmiştir. Problemlerin yapısı ise artış, değişim, boyut ve şekillerden oluşturulmuştur. Öğrencilerin yazılarından oluşan nitel analiz sonuçları; öğrencilerin kullandıkları şematik bilgilerin yönü ele alındığında cebirsel problemlerin çözümünde tanımlama, planlama, ayrıntı ve bilgiyi düzenleme formatlarını kullandıklarını işaret etmiştir. Ayrıca araştırma bulguları içerisinde hem yazıların hem de cebirsel problemlerin yer aldığı matematiksel yapıların öğrencilerin cebirsel düşünmek için ihtiyaç duydukları araçları geliştirirken yardımcı olduğu ve desteklediği belirtilmiştir.

Joffrion (2005) yapmış olduğu çalışma ile kavramsal ve işlemsel öğretim arasındaki denge ile cebirsel muhakemenin gelişimi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma 2003-2004 akademik yılında iki yedinci sınıf öğretmeni ve öğrencileri dâhil 33 kişi ile yürütülmüştür. Her öğretmenin dersinden videoya kaydedilmiş bir ders kavramsal ve işlemsel arasındaki dengenin derinlemesine analizi için kullanılmıştır. Her bir katılımcı öğretmenin yıl boyunca cebir dersleri üç defa video çekilmiş ve on saniyelik aralıklara bölünmüştür. Öğretmenlerden birinin şehir merkezinde diğerinin kırsal bölgede çalıştığı belirtilmiştir. Öğrencilere ise ön test-son test olmak üzere 15’i çoktan seçmeli, kısa cevaplı ve genişletilmiş maddelerden oluşan Cebir Testi uygulanmıştır. Öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinin göstergesi için öğrencilerin hem cevap ve puan dağılımları hem de öğretim uygulamaları ile ilgili gözlemlerden yararlanılmıştır. Öğretmenlerin derslerine ait video analizleri sonucunda, öğretmenin kavramsal öğrenmeye çok daha belirgin vurgu yapması sonucunda öğrencilerin test performanslarını dahi iyi artırdığı ve yabancı içeriklerde daha esnek muhakeme becerisi sergiledikleri görülmüştür. Kavramsal bağlantıların olmadığı ancak yoğun bir şekilde işlemsel öğretim uygulamalarına odaklanılmış ortamlarda öğrencilerin muhakeme becerilerinin daha az esnek olduğu görülmüştür.

Çoklu Temsil Temelli Öğretim

Yaşadığımız çağa olan katkısı hem geçmişini hem de geleceği inşa etmedeki rolleri düşünüldüğünde matematiği anlamak, onun dilini iyi bilmekten geçer. Çünkü sahip olduğu semboller, tablolar, grafikler, çizgiler, sütunlar ve rakamlar matematiği ortak bir alan haline getirmektedir. Bu sayede tüm insanlık bu eşsiz hazineden faydalanmakta, ortak duygu ve düşünceler etrafında aynı dili rahatlıkla konuşabilmektedir. Aynı dili konuşabilmenin verdiği ilhamla matematikte birçok yenilikçi anlayış ortaya atılmakta ve matematiği öğrenmedeki zorlukların üstesinden gelebilecek yenilikçi öğrenme yaklaşımlarına ağırlık verilmektedir. Varlığı çok eskilere dayanmasına rağmen öğrenme ortamlarındaki kullanımı sürekli olarak ihmal edilen çoklu temsil temelli öğretim uygulamaları da bu yaklaşımlardan bir tanesidir. Matematiksel kavramların öğrenciler tarafından kavramsal olarak anlaşılabilmesi için araştırmacıların önerdiği en etkili yöntemlerden biri, öğretimde çoklu temsillerin kullanılmasıdır (Sevimli, 2009:9). Nitekim dünyanın her yerinde evrensel bir değere sahip matematiksel dilin çoklu gösterimleri hem öğrenmeyi anlamlı hale getirmesi hem de yeni öğrenmelere kolaylık sağlaması açısından değerlidir (NCTM, 2000; 2008). Çoklu temsil yaklaşımı matematik öğretimini ve öğrenimini etkileyen önemli bir faktördür. Bu yaklaşım, matematiksel ilişki, kavram veya kuralın sözle, grafikte, tabloyla ya da cebirsel sembol olarak sunulması diye düşünülebilir (Durmuş ve Yaman, 2002). Birçok eğitimci özellikle çoklu temsil temelli uygulamaların öğrencilerin matematikteki soyut kavramları daha iyi anlamasına yardımcı ortamlar hazırladığını savunmaktadır (Driscoll, 1999; Goldin, 2004; McGowan ve Tall, 2001).

Çoklu temsilleri kullanmanın önemi öğrencilerin matematik eğitimi boyunca vurgulanmalıdır. Özellikle günümüzde teknolojik araçlar artık öğrencilerin çoklu temsilleri kullanabilmelerine yönelik daha fazla ve farklı deneyimler yaşamalarına fırsat tanımaktadır. Bugün birçok yazılım paketi öğrencilere bir işlevi eş zamanlı olarak tablo, grafik ve denklem şeklinde görüntülemelerine imkân sağlamaktadır (NCTM, 2000:69). Schultz ve Waters (2000)'a göre çoklu temsil yaklaşımı kavramsal anlamayı geliştirdiği gibi öğrencileri daha yüksek seviyede matematik yapmak için hazırlar. Gerçek dünya matematiğine başvurur. Etkili olarak daha fazla teknoloji kullanımını sağlar ve öğrencileri farklı öğrenme stillerine adapte eder.

Çoklu temsil temelli öğretime ve çoklu temsillerin matematik öğretimi üzerindeki etkilerine geçmeden önce “temsil” kavramını açıklamaya çalışalım. Türk Dil Kurumu (2013) temsili; “birinin veya bir topluluğunun adına davranmak” şeklinde tanımlamıştır. Matematikte ise temsil kavramı matematiğin dilini oluşturmaktadır. Birçok alanda olduğu gibi matematik dilinin de gösterim biçimleri ve karşılıkları mevcuttur. Bu biçimlere, matematik eğitim bilimcileri “temsil” veya “gösterim” demektedir (Özgün-Koca, 1998). Kaput (1987)’a göre temsil, soyut kavram ve sembollerle; gerçek dünya içindeki somut nesnelere dönüşecek şekilde modelleme işlemi yapma ya da nesneler ve matematiksel semboller arasındaki ilişkidir. Aynı zamanda temsiller; başka bir şeyi temsil eden karakterlerin, şekillerin ya da somut nesnelerin konfigürasyonudur (Goldin ve Shteingold, 2001). Temsil terimi hem süreci hem de ürünü ifade eder. Bir başka deyişle matematiksel bir kavramı veya ilişkiyi yakalama eylemidir. Temsiller bireylerin oluşturdukları gözlenebilen ürünleri ile zihinsel oluşturdukları ürünlere karşılık gelir (NCTM, 2000:67). Temsil, durağan ürün olmayıp, bir matematiksel kavramın oluşum sürecini veya matematiksel ilişki sürecini kapsar ve temsilin kullanımı doğal olarak meydana gelen sosyal bir etkinliktir (Kılıç, 2009:5). Confrey ve Smith (1991) ise temsilleri; denklemler, tablolar ve grafikler gibi matematiksel fikirleri temsil eden araçlar olarak yorumlamıştır. Temsil kavramının hem anlaşılabilirliğini artırmak hem de varlığına işaret etmek için gelişi güzel değil de etkili bir biçimde sunulması gerekir. Temsillerin etkinliğini artırmak için ise (i) temsilin bilişsel ve anlamsal özelliği, (ii) üzerinde çalışılan etkinliğin gerektirdikleri, (iii) içeriğin yapısı (önceki bilgiler ve bilişsel yapılar) olmak üzere üç önemli noktaya dikkat edilmelidir (Cox, 1999:343).

Alanyazı incelendiğinde temsillerin içsel temsil ve dışsal temsil olmak üzere iki kısma ayrıldığı görülmektedir. Alanyazı doğrultusunda içsel ve dışsal temsillerle ilgili yapılan tanımlamalar ise şu şekildedir:

- **İçsel Temsiller:** İçsel semboller, sözel-sözdizimsel, imgesel (hayal gücüne dayanan) biçimsel ve duygusal simgeler olmak üzere çeşitli formlardan oluşmaktadır ve içsel temsilleri doğrudan gözlemek mümkün değildir. Öğrencilerin problem çözme ve matematiksel süreç becerilerine yönelik birey

davranışlarının ortaya koymuş olduğu bilişsel konfigürasyonlar içsel temsilleri oluşturur (Goldin ve Janvier, 1998). İçsel temsiller, öğrencilerin zihinlerinde var olan durumları (Cobb, Yackel ve Wood, 1992) veya gerçeğin bireyin zihinde yer edindiği modeli temsil eder (Cai, 2005). Pape ve Tchoshanov (2001)'a göre içsel temsiller, deneyimler sayesinde geliştirilen bilişsel yapılar veya şemalar ile matematiksel düşüncelerin soyutlamalarından oluşur. Her bir bireyin duydukları, gördükleri, işittikleri, hissettikleri ile içinde yaşadığı kültür, deneyim ve çevre faktörleri birbirinden farklı olduğundan zihinsel aktiveleri dolayısıyla zihinsel temsilleri de birbirinden farklı olur (Radford, 1999). Bireylerdeki bu zihinsel farklılıklar direkt olarak gözlemlenemezler ancak bireyler gözlemlenebilir davranışlar sergileyebilir (Goldin, 1998a). Bu durumu Kaput (1991), öğrencilerin oluşturduğu içsel temsilleri ve bu oluşumlar ışığında matematik ile geometrik kavramlarının algılayış biçimlerinin anlaşılabilmesinin bir yolunun dışsal temsillerle mümkün olabileceğini belirtmiştir. Ona göre içsel temsiller, zihinsel yapılardan oluşmaktadır. Bu yapılar hem problem çözme sürecini hem de bu süreçlerin organizasyonlarını içerir. Benzer şekilde Janvier, Girardon ve Morand (1993) içsel temsilleri, gözlenemeyen bilişsel veya zihinsel yapılar, modeller, kavramlar ile nesneler olarak nitelendirmektedir. Goldin (1998b) içsel temsilleri, (1) sözel, (2) imgesel, (3) biçimsel notasyonal, (4) planlama, izleme, uygulama ve kontrol, (5) duygusal temsil sistemleri olmak üzere beş kategori altında toplamıştır. Sonuç olarak; içsel temsiller, bireylerin karşılaştığı durumları zihinlerinde canlandırmaları, olaylara anlam ve değer katmaları süreçlerini kapsayan geniş bir faaliyet alanından oluşmaktadır.

- **Dışsal temsiller:** Öğrencilerin kişisel sembolleri, doğal dilleri, görsel imgeleri ve uzamsal temsilleri ile matematiksel semboller, yapılar, işaretler, karakterler ve imgeler dışsal temsilleri oluşturur (Goldin ve Shteingold, 2001; Goldin ve Janvier, 1998). Janvier, Bednarz ve Belanger (1987) ise dışsal temsillerin sembol, şema, diyagram, işaretler gibi düzenlemelere karşılık geldiğini belirtmiştir. Bu durum ise Cai (2005)'e göre, görünen nesnelere ya da kayıtlara karşılık gelen bireyin gerçeğe ilgili görüşünden oluşmaktadır. Bir başka ifade ile bireyin zihinde şekillenen düşüncelerin dış dünyadaki

karşılığıdır. Pape ve Tchoshanov (2001)'a göre dışsal temsiller, sayılar, cebirsel eşitsizlikler, grafikler, tablolar, diyagramlar ve çizelgelerden oluşur. İletişim araçlarımız olan kelimeler ve cümlelerde dışsal temsillerin içerisinde yer alır ve dışsal temsiller, içsel temsilleri anlamının en kolay ve temsiller arası etkileşime olanak sağlayan en etkili yoludur (Goldin ve Shteingold, 2001:5). Dışsal temsiller, öğrencilerin çevrelerinde meydana gelir (Cobb et al., 1992) ve notasyonal yapılardan oluşur (Kaput, 1991:55). Sonuç olarak içsel temsiller, bireyin zihninde meydana gelen yapılara, dışsal temsiller ise bireyin zihninde meydana gelen yapıların dışı vurulmasıyla görünen kayıtlara denk gelmektedir (Kılıç, 2009:9).

Çoklu temsilleri içsel ve dışsal temsiller olarak sınıflandıran araştırmacıların yanında çoklu temsil kavramını farklı bakış açısı ile sınıflandıran veya modelleyen araştırmacılara da rastlamak mümkündür. Örneğin, Lesh, Post ve Behr (1987) tarafından yapılan sınıflandırmada temsiller; durağan resimler, somut nesneler, yazılı semboller, gerçek hayat durumları ve konuşma dilinden oluşmaktadır (akt. Kılıç, 2009). Kaput (1987) temsillere yönelik modelini “*temsil eden ve edilen dünya*”, “*temsil eden ve edilen dünyanın görüşleri*” ve “*iki dünya arasındaki ilişki*” olarak açıklamaktadır. Bruner ise temsilleri; eylemsel, imgesel ve sembolik biçimde ele almış ve bireyin bilişsel gelişim dönemlerini de eylemsel dönem, imgesel dönem ve sembolik dönem olarak belirtmiştir (Erden ve Akman, 1998). Çoklu temsillerin eğitimdeki önemine vurgu yaparak ayrı bir başlık altında konuyu ele alan ve öğrencilerin çoklu temsilleri etkin bir şekilde kullanmaları yönünde cesaretlendirilmesi gerektiğini belirten NCTM (2000:67)'e göre temsilleri kullanan öğrencilerden beklenen davranışlar ise şu şekildedir:

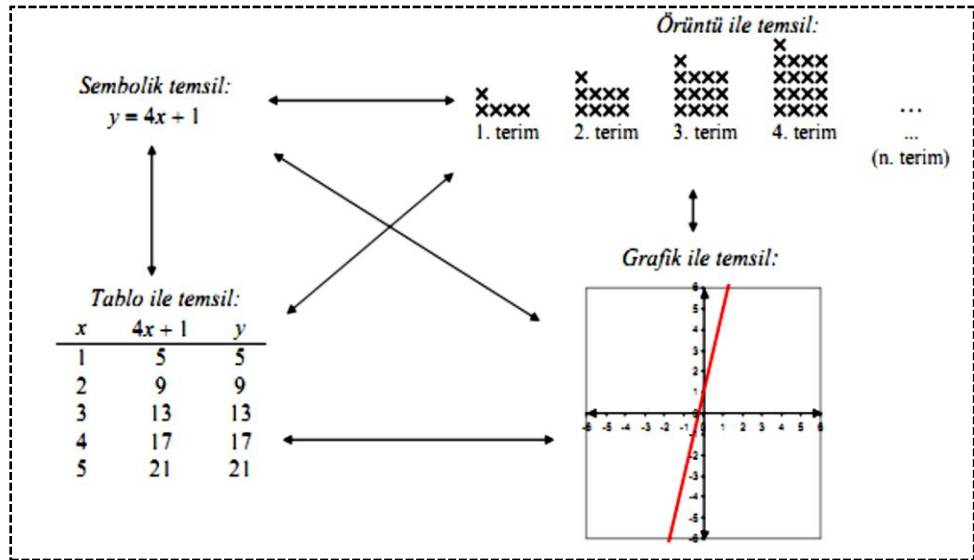
- Matematiksel düşünceleri kayıt etmek, organize etmek ve iletmek için temsilleri kullanmak ve yeniden oluşturmak.
- Problemleri çözmeye yönelik matematik temsilleri arasında seçim yapmak, uygulamak ve dönüştürmek.
- Fiziksel, sosyal ve matematiksel olayları yorumlamak ve modellemek için temsilleri kullanmak.

Notasyonal Yapılar: Belli bir dile ya da kültüre sahip toplumlar tarafından paylaşılan kültürel ya da dilsel somut yapıları içermek durumlarını ifade eder (Bayık, 2010:13).

Ülkemiz ilköğretim matematik dersi öğretim programında çoklu temsil yaklaşımı, bir durumun veya kavramın farklı biçimlerde ifade edilmesine (temsil edilmesine) dayandırılmaktadır. Bu durumun öğretim sırasında, öğrencilerin matematiksel fikirlerini sembol, grafik, tablo, günlük yaşam durumları ve somut modellerle ifade etmelerinin daha nitelikli öğrenmeye olanak sağlayacağı vurgulanmaktadır (MEB, 2009). Aynı zamanda öğretim programı, öğretmenlere sınıf ortamında sıkça çoklu temsilleri kullanması konusunda önerilerde bulunurken bunu örneklerle desteklemiştir. Şekil 3'te matematik öğretiminde kullanılabilecek bazı temsil biçimlerine yer verilmiştir.

Şekil 3

Öğretimde Kullanılabilecek Bazı Temsil Biçimleri



Kaynak: İlköğretim Matematik Dersi 6-8. Sınıflar Öğretim Programı ve Kılavuzu (MEB, 2009:29)

Öğrenciler, aynı niceliğin farklı temsil biçimlerinin olumlu veya olumsuz yönlerinin farkında olmalıdır. Örneğin; öğrenciler %25, 0,25, $\frac{1}{4}$ ve $\frac{25}{100}$ 'ün aynı sayının farklı gösterimleri olduğunu bilmeli ve hangi gösterimin hangi durumda kullanımının daha uygun olduğuna karar verebilmelidir (MEB, 2009:29). Sınıf ortamındaki baskın zekâ türü, öğrenme stilleri gibi farklılıklar düşünülürse farklı temsiller ile zenginleştirilmiş bir öğretim sürecinin, matematiksel kavramların farklı yönlerini gösterebilme, kavramı daha geniş bir bakış açısıyla değerlendirebilme ve farklı temsiller arası dönüşümler ile kavramı daha sağlıklı öğrenebilme fırsatı sağlayabileceği düşünülmektedir (Adu-Gyamfi, 2000'den akt. Bingölbali, 2008).

Temsillerin birçok kavramın anlaşılmasını kolaylaştıran yönünü göz önüne alırsak, okulda müfredat programlarının oldukça fazla bir kısmı temsil yeteneklerini öğretmeyi amaçlayarak tasarlanabilir. Öğrencilere çeşitli temsilleri kullanabilecekleri problemler çözdürülürse geometriyi anlamaları daha üst seviyeye taşınabilir. Ayrıca bir öğrencinin kullanacağı özel bir temsil vasıtasıyla problemin daha iyi ifade edilebileceğini kavrayabilmesi, içinde bulunduğu durumun en önemli yönünü belirlemesine ve problemin çözümü için atacağı adımlara karar vermesine yardımcı olabilir (Bayık, 2010:6).

Milli Eğitim Bakanlığı Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programında (MEB, 2013) öğrencilerin somut model, şekil, resim, grafik, tablo, sembol vb. farklı temsil biçimlerini kullanarak matematiksel düşüncelerini ifade edebilecekleri, somut ve soyut temsil biçimleri (tablo, grafik, denklem, şekil, somut modeller, semboller, gerçek yaşam durumları, vb.) arasında ilişkilendirme yapabilecekleri ortamların hazırlanmasının gerekliliği vurgulanmaktadır. Bunun için dikkate alınması gereken bazı göstergeler şu şekilde belirtilmiştir:

- Matematiksel kavram ve kuralları farklı temsil biçimleriyle gösterme.
- Matematiksel kavram ve kuralların farklı temsil biçimlerini birbiriyle ilişkilendirme ve birbirine dönüştürme.

Çoklu temsil temelli öğretimin etkinliğini artırmak için öğretmenin matematiksel bilginin çeşitli temsilleri hakkında bilgi sahibi olması gerekir. Örneğin, “Elimdeki 6 balondan 2 tanesi patladı. Kaç balonum kaldı?” ifadesi sözel temsili, gerçekten 6 balondan 2’sinin patlatılması olayı gerçek hayat durumu, balon yerine kullanılacak 6 nesneden 2 tanesinin ayrılarak modellenmesi somut nesneler, çeşitli şekillerin ya da resimlerin kullanılması resimle temsil, $6-2=?$ eşitlik ya da denklemler de sembolle temsili ifade etmektedir (Olkun ve Toluk-Uçar, 2006:11). Örnekten de anlaşılacağı üzere matematiksel kavramların ve modellerin inşasında çoklu temsillere olan gereksinim kaçınılmazdır. Bundan dolayı çoklu temsillerin öğrenme ortamlarına aktarılmasında öğrencilere önemli görevler ve sorumluluklar düşmektedir. Sonuç olarak diyebiliriz ki; öğretmenler birden fazla çoklu temsilleri kullanmaya öğrencileri teşvik etmeli ve onlar tarafından taşınan temsillerin matematiksel anlayış düzeyini değerlendirmeli, çoklu temsilleri etkili bir şekilde kullanmalarına ve geliştirmelerine rehberlik etmelidir (NCTM, 2000:136).

Çoklu Temsil Temelli Öğretimde Teknolojinin Kullanımı

Günümüzde kavramların farklı temsil biçimleri ile bunlar arasındaki ilişkilerin görülmesini mümkün kılan ve öğrencilerin matematiksel ilişkileri keşfetmelerine olanak sağlayan bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanılması özellikle vurgulanmaktadır (MEB, 2013; NCTM, 2000). Buradaki temel gerekçe ise yeni yüzyıla yeni matematik anlayış ile meydan okumak ve öğrenme ortamlarını teknoloji ile donatarak anlamlı öğrenmeye katkı sağlamaktır (NCTM, 2000).

Gelişen günümüz teknolojisi, özellikle çoklu temsil temelli öğretim içerikli faaliyetlere yönelik etkili bir görsel yaklaşım imkânı sunmaktadır. Teknoloji sayesinde öğrenciler artık birçok işlevleri aynı anda gerçekleştirebilmekte, grafik, eğitim, tablo, şekil gibi çizimler yapabilmekte, sayısal hesaplamaların yanında görsel temalar oluşturabilmekte ve temsiller arası geçiş becerilerini kazanabilmektedir. Nitekim teknoloji, matematiğin öğrenilmesi ve öğretilmesi için önemlidir, öğretilen matematiği etkiler ve öğrencilerin öğrenme düzeylerini geliştirir (NCTM, 2000:25). Öğrenciler, teknoloji yardımıyla varsayımlarını doğrulamak için sembolik (cebirsal), grafik (geometrik) ve sayısal (aritmetik) gösterimleri eşzamanlı olarak göstererek çoklu durumları tasvir etmekte bir vasıta olarak kullanılabilen (Erbaş, 2005:89) ve bilgisayarlar tarafından sağlanan temsil modelleri ile ilişkilendirme ve genelleme yaparak edindiği bilgileri somutlaştırabilmektedir. Özellikle geliştirilen bilgisayar yazılımları ve çoklu ortam uygulamaları eskiden anlatımı güç olan birçok kavram ve nicelikleri rahatlıkla tasvir edebilmekte öğrencilerin uzamsal algılarının gelişimini olumlu yönde etkileyebilmektedir. Anlatılan tüm bu faydalar düşünüldüğünde günümüzde bilgisayar ve teknoloji aracılığı ile soyut olan içeriğin somutlaştırılıp, görsel ve işitsel hale getirilerek eğitim-öğretim faaliyetlerinin yürütülmesi zorunlu hale gelmiştir (Koparan, 2012:67).

Günümüz teknolojisinde öğrencilerin aynı anda birden fazla matematiksel temsile ulaşması mümkün hale gelmiştir. Öğrenciler bilgisayarlar ile istedikleri grafikleri çizebilir, istedikleri tabloları yapabilir ve sembolik hesaplamaları yapabilirler. Çizdikleri grafiklerin herhangi bir parçasını büyütüp küçültebilirler. Öğrenciler “a, b ve c değiştiğinde $y = ax^2 + bx + c$ ne olur?” veya “(1,2) ve (3,4) noktalarından geçen doğruyu bulunuz?” gibi sorulardan teknoloji vasıtasıyla hoşlanabilirler (Durmuş ve Yaman, 2002:2).

Öğretim teknolojileri veya materyaller kullanılarak hazırlanan eğitim-öğretim ortamlarında çoklu temsil yaklaşımının geliştirilebildiği ve matematiksel temsiller arasında bağlantı kurulmasının daha kolay olduğu belirtilmektedir (Blanton ve Kaput, 2003; Çıkla, 2004; Lapp, 1999). Dolayısıyla çoklu temsillerin teknoloji ile desteklenmesi öğrencilerin kavramları ve temsiller arası ilişkileri daha iyi anlamalarına ve etkili bir öğretimin gerçekleşmesine imkân sağlamaktadır (Özgün-Koca, 2004). Öğretim teknolojileri sayesinde öğrenciler sadece hesap yapma olanağı bulmaz aynı zamanda etkileşimli ve çoklu gösterim içeren zengin öğrenme ortamlarıyla tanışır (Erbaş, Ledford, Polly ve Orrill, 2004).

Çoklu temsillerle ilgili yapılan çalışmalar, özellikle bilgisayar ortamının aynı anda birçok temsile hızlı ve etkin şekilde ulaşma imkânı verdiğinden, temsiller arasındaki geçişlerle temsiller arası bağların kuvvetlendiğini göstermektedir (Akkoç, 2006b:3). Benzer şekilde Kaput (1994)'a göre teknoloji kullanılarak öğrencilere yeni temsil türlerini kullanma ve üretme olanağı verilmesi iki temsil sistemi arasındaki etkileşimi daha iyi anlamalarına imkân tanıyabilir. Her ne kadar yapılan araştırmalar teknoloji destekli çoklu temsillerin kullanımın faydalı olduğunu, anlamlı öğrenmeyi geliştirdiği ve zamanı etkili kullanmaya yardımcı olduğunu ortaya koymuş olsa da derslerde yeterli düzeyde teknoloji destekli çoklu temsillerin kullanılmadığı aşîkârdır. Oysaki teknoloji destekli çoklu temsillerin etkili bir matematik öğretimine yardımcı olmasına rağmen, matematik dersleri genellikle birtakım nedenlerle geleneksel anlayışla yürütölmektedir. Bu duruma altyapı, müfredat programları vb. gibi birçok neden gösterilmekle birlikte bu süreçteki en önemli unsurların başında öğretmenlerin bakış açıları gelmektedir (İpek ve Baran, 2011).

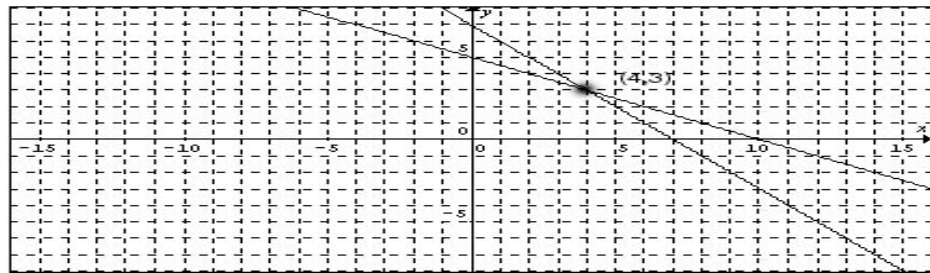
Matematik eğitimcileri olarak bizler, özellikle teknoloji kullanımı ile geliştirilmiş çoklu temsillerin kullanımını en iyi şekilde yapmalı, öğrencilerimize matematiksel problemlerin çözümünde ve yaratıcı düşönmelerinde çoklu yaklaşım uygulamalarını kullanmaları konusunda yardımcı olmalı ve onları teşvik etmeliyiz (Jiang & McClintock, 2000:19).

Matematik öğretimi ve öğrenimi süreci boyunca, programda vurgulanması gereken anahtar öğelerden biri olarak gösterilen çoklu temsillere, teknolojideki gelişmelere paralel olarak daha çok önem verilmeye başlanmıştır (Sevimli, 2009).

Özellikle günümüzde Dinamik ve Etkileşimli Matematik Öğrenme Ortamları [DEMO] (Dynamic Interactive Mathematics Learning Environment [DIMLE]) olarak belirtilen ve matematik öğretiminde kullanılan Cabri, GeoGebra, Geometer Sketchpad, Bilgisayar Cebir Sistemleri (BCS), Maple, Mathematica, Mathcad, Derive, Matlab gibi DEMO [DIMLE] yazılımlar; çoklu temsiller yardımıyla, matematikteki soyut kavramlar arasında kuvvetli bir bağ kurarak, öğrencilerin kavramsal ilişkilerini geliştirmesinin yanı sıra zihinde canlandırabilme ve görselleştirme becerilerinin kuvvetlenmesine neden olmaktadır (Ayvaz-Reis ve Özdemir, 2010; Velichova, 2011). Bu bağlamda, DEMO yazılımları destekli geliştirilen çoklu temsillerin, klasik anlamda kullanılan çoklu temsillere oranla problemin derinlemesine incelenmesine yardımcı olmaktadır (Özdemir, 2012:98). Bu alana yönelik Durmuş ve Yaman (2002) mevcut teknolojilerin sunmuş olduğu çoklu temsil olanaklarını güzel bir örnekle açıklamıştır. Açıklaması yapılan örnekte teknoloji yardımıyla tablo ve grafik çözümleri hatta ileri düzeydeki sınıflar için matris çözümleri bile yapılabileceği belirtilmektedir. Grafik temsili aşamasında $y = 7 - x$ ve $y = 5 - 0,5x$ denklemlerinin grafikleri teknoloji yardımıyla aşağıdaki gibi çizilmiştir.

Şekil 4

Mevcut Teknolojilerin Sunduğu Grafik Temsil Uygulaması Örneği



(Kaynak: Durmuş ve Yaman, 2002:3)

Sonuç olarak teknoloji desteği, farklı temsillerin kullanımına ve görsel öğeler kullanılarak kavramların somutlaştırılmasına olanak sağlamasından dolayı birçok çalışma sonucu tarafından desteklenmektedir. Özellikle gelişen teknolojinin de yardımıyla birçok sözel, sayısal, görsel, grafiksel veya cebirsel bilgilerin sunulmasında çoklu temsillerinin göz önünde bulundurulması ve bunların etkin biçimde kullanılması günümüz eğitim sistemlerinde kaçınılmaz olmuştur (Erbaş, 2005; İpek ve Baran, 2011; Özmentar ve diğer., 2010).

Cebirde Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Yeri ve Önemi

Öğrencilerin cebiri anlamlı öğrenmeleri; farklı ortamlara bilgiyi transfer edebilmeleri, kavramlar arası ilişkileri oluşturabilmeleri, cebirsel düşünebilme ve muhakeme edebilmeleri, öğrenme alanları arasında etkileşim kurabilmeleri, çeşitli durumlardaki değişimi analiz edebilmeleri ve edindikleri kazanımları çeşitli temsil biçimlerine dönüştürebilmeleriyle yakından ilgilidir. Cebir öğrenme sürecinde öğretim materyallerinin ve somut nesnelerin kullanılması, bilgisayar destekli öğrenme ortamlarının oluşturulması ve çoklu temsillerden yararlanılmasının öğrencilerin cebir kavramlarını anlama, birbiriyle ilişkilendirebilme ve yapılandırma süreçlerine olumlu yönde katkı sağlamaktadır (Çıkla, 2004:166).

1923'te Amerika'daki ulusal bir komitenin raporu cebir ve geometri problemlerinin çözümünde farklı temsillerin kullanılmasının anlama yeteneğini geliştirdiğini belirtmiş ve çoklu temsil kavramı öğretim sürecinde ilk kez dile getirilmiştir (Sevimli, 2009:17).

Çoklu gösterimler, aynı matematiksel durumun farklı ifade biçimlerini ortaya koyarak karmaşık kavramlar arasındaki ilişkileri gösterir ve böylece matematiksel kavramların ve ilişkilerin anlamlı öğrenilmesine katkı sağlar (Yılmaz, 2011:6). Öğrencilere cebir kavramının öğretilmesinde çoklu temsillerden yararlanmak, kavramlar arası ilişkilerin inşasında, yapılandırılmasında ve anlaşılmasında pozitif yönde yararları bulunmaktadır. Özellikle matematiksel kavramların anlaşılmasını kolaylaştırması, esnek yapısı sayesinde matematiksel iletişimi kolaylaştırması, öğrencileri düşünmeye yöneltmesi ve bu düşünceleri yorumlamaya olanak sağlaması açısından çoklu temsiller, hem cebirsel düşünmenin hem de cebirsel muhakemenin gelişimine katkısı büyüktür (Çıkla, 2004; McGowan ve Tall, 2001; Moseley ve Brenner, 1997; NCTM, 2000).

Cebir öğretimi sırasında karşılaşılan zorlukların temelinde öğrencilerin cebirsel işlemlerle baş başa kalması ve cebirin bilinmeyenler, eşitlikler ve denklemler şeklinde algılanması yatmaktadır. Lesh et al., (1987)'e göre öğrenciler cebir konusunda okulda sınırlı bir bakış açısı kazanmakta ve öğrencilere cebir hakkında “düşünmek” yerine eşitliklerde işlem yapma ve yazma öğretilmektedir (akt. Sert, 2007:20). Oysaki cebir düşünebilmeyi, farklılıkları görebilmeyi, analiz edebilmeyi ve

dönüşüm yapabilmeyi gerektirir. Tam bu noktada çoklu temsiller cebirin farklı yönlerini öğrencilere hissettirebilir, cebirin sadece işlemsel düzeyden oluşmadığını göstererek temsiller arası geçişlere imkân tanıyabilir.

Janvier et al., (1987)'e göre matematiğin doğal bir parçası olan çoklu temsillerin matematik öğretiminde kullanılması problem çözme sürecinde bazı zorlukları azaltmaya yardımcı olabilir. Bu durum matematiğin özel bir formu olan cebir ve cebirsel düşünme becerileri için de geçerlidir. Çelik (2007:9) cebirsel düşünmeyi çoklu gösterimlerden (sembolik, grafik ve tablo) yararlanma becerisi olarak niteleyerek bu duruma dikkat çekmektedir. Birçok kaynakta cebirde temsil kullanımı cebirsel temsiller şeklinde ele alınmaktadır. Cebirsel temsil ise problem çözme sürecinde matematiksel sembol ya da değişkenlerin kullanılması durumu olarak tanımlanmaktadır (İpek ve Okumuş, 2012:687). Birçok araştırmacı gibi Schneider (1995) de cebirde çoklu temsillerin önemine vurgu yapmış ve temsilleri öğrencilere, matematiğe yönelik kavramları kelimelerde sözel, tablolarda sayısal, grafiklerde görsel ve sembollerde cebirsel olarak göstermeye yarayan bir araç olduğunu belirtmiştir.

Çoklu temsillerin cebir kavramlarının öğretilmesinde kullanılması birçok karmaşık yapıların değişik yönlerini ortaya çıkarmada, görsellik katarak somutlaştırmada, değişik bakış açıları kazandırmada ve öğrencileri öğrenmeye cesaretlendirmede büyük öneme sahip olduğu belirtilmektedir. Cebir öğretimin ve öğrenimin başından itibaren çeşitli temsillerin sunulması gerekir. Bu gösterimlerin cebirsel ilişkilere ait problemlerin çözümünde kullanılması öğrencilere hem derin hem de zengin anlamalar inşa etmelerine fırsat sağlar (Yerushalmy ve Schwartz, 1993:41). Çoklu temsil yaklaşımıyla, öğrencilerin cebir öğrenmelerine değer katmak ve öğrenme yaşantılarını zenginleştirmek mümkündür. Örneğin; öğrenme alanı cebir ve alt öğrenme alanı denklemler olan iki bilinmeyenli iki denklemin çözüm kümesini çoklu temsil bağlamında ele alalım. Öncelikle iki denklem yazalım. Denklemlerimiz ise $x + y = 6$ ve $2x + y = 10$ şeklinde olsun. İki doğruyu temsil eden bu iki denkleme ait çoklu temsil uygulamaları ise şu şekilde olabilir:

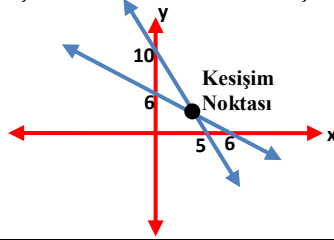
1. Sözel (Durum) Temsili: Gerçek yaşam durumuna uygun olması amacıyla verilen iki denklemin sözel temsili “Mehmet marketten bir paket makarna ve bir şişe süt aldığında 6 lira, iki paket makarna ve bir şişe süt aldığında ise 10 lira ödüyor. Buna göre bir paket makarna ve bir şişe sütün fiyatı kaç liradır?” şeklinde olabilir. Öğrenciler sonuca ulaşmak için değerler vererek deneme yanılma yolunu tercih edebilirler. Bu işlemler hem zihinsel hem de materyal kullanılarak gerçekleştirilebilir. Böylelikle öğrenciler bir cebirsel denklemi sözel bir problem şeklinde görme imkânı elde ederler.

2.Tablo Temsili: $x + y = 6$ ve $2x + y = 10$ denklemlerinde bilinmeyen x yerine değerler verilerek y bulunur ve bu değerlerden bir tablo oluşturulur. Bu tabloda x’in değişik değerleri için y’ler aynı olduğunda çözüm kümesi elde edilir.

$x+y=6$ denklemi için;					
x	1	2	3	4	5
y	5	4	3	2	1

$2x+y=10$ denklemi için;					
x	1	2	3	4	5
y	8	6	4	2	0

3.Grafik Temsili: İki denklemin analitik düzlemde kesişim noktaları bulunur. Bunun için her bir denklem için ayrı ayrı olmak üzere x’e sıfır verilerek y değeri ve y’ye sıfır verilerek x değeri bulunur. Bulunan değerler koordinat düzlemine yerleştirilerek doğrular çizilir ve kesişim noktaları belirlenir. Bu şekilde çözüm kümesi bulunmuş olur.



4.Matris Temsili: Bu temsil biçiminde ise aynı sayıda değişkene sahip denklemlerin, değişken sayısı kadar farklı denklemi bulunuyorsa bunların katsayılarını değişken türlerine göre sıralayıp yazdıktan sonra eşitliklerini de karşı tarafa alt alta yazarak kurulan eşitlikte çözüm kümesini bulma işlemi yapılır. İleri düzeydeki sınıflar için kullanabilecek bir temsil biçimidir.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \text{ ve } B = \begin{bmatrix} 6 \\ 10 \end{bmatrix}$$

$A.X = B$ buradan $X = A^{-1}.B$ yardımıyla x ve y değişkenleri bulunur.

5. Cebirsel (Formül) Temsil: Verilen iki denklemin kesişim noktalarını bulabileceğimiz diğer bir temsil biçimi de cebirsel temsildir. Bu temsil biçiminde denklemlerin kesişim noktaları hem yok etme hem de yerine koyma metodu ile bulunabilir.

a) Yok Etme Metodu: Birinci denklemi (-1) ile çarpıp, iki denklemi alt alta topladığımızda y’ler gider ve x değerini buluruz. Daha sonra bulduğumuz x değerini herhangi bir denklemde yerine yazarak y değerini bulmuş oluruz.

$$\left. \begin{array}{l} (-1) \cdot x + y = 6 \\ 2x + y = 10 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} -x - y = -6 \\ 2x + y = 10 \end{array} \right\} \Rightarrow x = 4 \text{ bulunur.}$$

Bulmuş olduğumuz x değerini ilk denklemde yerine yazarsak; $4 + y = 6 \Rightarrow y = 2$ olur. Bu durumda çözüm kümesi ise $\mathcal{C} = \{(4,2)\}$ olur.

b) Yerine Koyma Metodu: Birinci denklemde y’yi çekip ikinci denklemde yerine yazarsak x değerini bulmuş oluruz.

$x + y = 6 \Rightarrow y = 6 - x$ olur. Bulunan bu yeni denklemi ikinci denklemde y gördüğümüz yere yazarsak;

$2x + 6 - x = 10 \Rightarrow x + 6 = 10 \Rightarrow x = 4$ elde edilir. Bulunan bu değerden hareketle y değerini buluruz. $y = 6 - x \Rightarrow y = 6 - 4 \Rightarrow y = 2$ bulunur. Böylelikle çözüm kümesi de $\mathcal{C} = \{(4,2)\}$ olur.

Eğitim literatüründe çoklu temsil ve temsiller arası geçişlere yönelik yürütülen çalışmalar cebirsel temsiller için de yapılmış yukarıdaki örnekte de sunulduğu gibi bir cebirsel kavramın farklı temsil uygulamaları veya gösterimleri, temsiller arası bağları kuvvetlendirdiği gibi kavramsal öğrenmeye yardımcı olduğu belirtilmiştir. Bu durumu Even (1998) şu şekilde özetlemektedir: Ona göre aynı durumları farklı gösterimlerde temsil etme ve tanımlama; daha iyi kavramsal anlamalar geliştirme, daha derin anlamalara sahip olma ve problem çözme becerilerinin gelişmesine katkıda bulunur. Benzer şekilde ülkemiz matematik dersi öğretim programında öğrenme alanı cebir, alt öğrenme alanları cebirsel ifadeler, denklemler ve koordinat sistemine ait kazanımlar ele alınırken çoklu temsillerden yararlanılmasının anlamlı öğrenmeye katkı sağlayacağı üzerinde durulmaktadır. Öğretim programındaki diğer önemli bir hususta öğrencilere somut ve soyut temsil biçimleri (tablo, grafik, denklem, şekil, somut modeller, semboller, gerçek yaşam durumları, vb.) arasında ilişkilendirme yapabilecekleri ortamlar hazırlanmasının önemine vurgu yapmasıdır (MEB, 2009;2013).

Günümüzde birçok yurt dışı indeksli kaynaklarda çoklu gösterimler ayrı bir konu başlığı altında ele alınmakta ve özellikle cebirsel kavramların öğretimi sırasında sıkça kullanılmasının öğrencilerin anlamlı öğrenmelerine hizmet edeceği belirtilmektedir (NCTM, 2000). Cebirde çoklu temsillerin önemini ortaya koyacak bir diğer çalışma da *Harvard Core Calculus* projesi ismiyle yürütülmüştür. Proje çalışmasında genel matematik kavramlarının anlaşılması için teknoloji ile birlikte çoklu gösterimlerin kullanımının önemine vurgu yapılmış, matematikteki kavramların teknoloji ile birlikte grafiksel, sayısal ve cebirsel gösterim şekillerinde sunulması gerektiği belirtilmiştir (Hughes-Hallet, 1991'den akt. Aksoy, 2007:27).

Sonuç olarak çoklu temsil kullanımının ve aralarındaki geçişlerin cebir öğrenimi üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Çoklu temsil uygulamaları, öğrencilerin zihinsel aktivitelerini harekete geçirerek hem kavramsal hem de işlemsel anlamının gelişimine yardımcı olmaktadır. Dolayısıyla cebir öğrenme alanlarına ait kavramların öğrencilere etkin bir şekilde sunulmasında farklı temsil türlerinin kullanılması nitelikli bir eğitim anlayışının gelişimine faydaları vardır.

Çoklu Temsil Temelli Öğretim İle İlgili Yayın ve Araştırmalar

Yılmaz (2011) çalışmasında, ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin okuduğunu anlama ve yazılı anlatım becerileri ile cebirde sembolik ve sözel gösterimleri dönüştürme becerileri arasındaki ilişkiyi incelemeyi ve bu ilişkinin sınıf düzeyine göre değişimini belirlemeyi amaçlamıştır. Aynı zamanda araştırmada, öğrencilerin cebirsel işlem becerilerinin Türkçe; okuduğunu anlama ve yazılı anlatım becerilerinin Matematik dersi başarı notuna göre nasıl bir farklılaşma gösterdiği ve ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin sembolik ve sözel gösterimleri dönüştürmede güçlük çektikleri durumların nelerden kaynaklandığının belirlenmesi de hedeflenmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu Karadeniz Bölgesi'nde bir ilçe ve bir köy okulunda öğrenim gören 353 (198 kız ve 155 erkek) ilköğretim ikinci kademe öğrencisi oluşturmuştur. Araştırma, öğrencilerin okuduğunu anlama ve yazılı anlatım becerileri ile cebirde sembolik ve sözel gösterimleri dönüştürebilme ve cebirsel işlem becerileri arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçladığından ilişkisel tarama modeline göre yürütülmüştür. Araştırmada veri toplama aracı olarak 60 soruluk Türkçe Okuduğunu Anlama ve Yazılı Anlatım Becerisi Testi, araştırmacı tarafından geliştirilen 26 soruluk Sembolik ve Sözel Gösterimleri Dönüştürme Testi ve 12 soruluk Cebirsel İşlem Testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin okuduğunu anlama ve yazılı anlatım becerileri ile cebirde sembolik ve sözel gösterimleri dönüştürme becerileri ve cebirsel işlem becerileri, cebirsel işlem becerileri ile cebirde sözel gösterim kullanma becerileri arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bunun yanı sıra, öğrencilerin cebirsel işlem becerileri Türkçe dersi başarılarına göre; okuduğunu anlama ve yazılı anlatım becerileri Matematik dersi başarılarına göre; cebirde sembolik ve sözel gösterimleri dönüştürme becerileri sınıf düzeyine göre anlamlı bir farklılık oluşturmuştur. Ancak cebirde sembolik ve sözel gösterimleri dönüştürme becerileri sınıf düzeyine göre incelendiğinde, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin bu becerileri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı belirlenmiştir.

Kılıç (2009) yapmış olduğu çalışma ile ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin problem çözme sürecinde kullandıkları temsil türleri, temsil seçimlerini problem çözümünün hangi aşamasında gerçekleştirdikleri, bu temsilleri hangi amaçla

seçtikleri ve temsil seçimi ve kullanımı ile ilgili ne tür sorunlar yaşadıklarını belirlemeyi amaçlamıştır. Yürütülen çalışmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş, öğrencilerin problem çözme sürecinde temsillerle ilgili bilgi yapılarının ve bilişsel süreçlerinin ortaya çıkarılması için klinik görüşme tekniği kullanılmıştır. Araştırma, 2006-2007 öğretim yılının bahar döneminde, gönüllü olmaları dikkate alınarak, cinsiyet ve matematik başarı düzeylerinde (düşük-orta-başarılı) çeşitlilik gösteren 12 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın verileri klinik görüşmeler, görüşmeci günlüğü ve öğrenci günlüklerinden elde edilmiş olup, verilerin analizinde ise verinin işlenmesi, verinin görsel hale getirilmesi, sonuç çıkarma ve teyit etme bölümlerinden oluşan bir sınıflama kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, temsiller arası geçiş yapamama, sembolik temsile uygun resimle temsil oluşturma ve oluşturmama sorunlarının yer aldığı saptanmıştır. Öğrencilerin kullandıkları temsilleri seçme nedenlerine bakıldığında kişisel tercihlerinin ön plana çıktığı, önceki deneyimlerin, öğretmen ve duygusal etmenlerin de öğrencilerin temsilleri seçmelerinde etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin, probleme uygun temsil oluşturmama ve kullandıkları temsilleri problemle ilişkilendirememe sorunlarını problem çözme sürecinin problemi anlama, plan yapma ve planı uygulama aşamalarında yaşadıkları, çözümün değerlendirilmesi aşamasında problemin çözümüne uygun temsil oluşturmama ve kullandığı temsili problemin çözümü ile ilişkilendirememe sorunlarının olduğu belirlenmiştir.

Özgün-Koca (2004) yaptığı çalışmada, dokuzuncu sınıf cebir öğrencilerinin doğrusal ilişkiler konusunu öğrenmelerinde bilgisayar kullanımının etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaç ile bağlantılı ve yarı bağlantılı gösterim yazılımı kullanan iki deney ve bir kontrol grubu karşılaştırılmıştır. Uygulama iki deney grubunda on ve bir kontrol grubunda beş olmak üzere toplam onbeş öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı; matematik ön-son testleri, uygulama sonrası ve bilgisayar ortamındaki klinik mülakatlar, sınıf ve laboratuvar gözlemleri, doküman analizi ve matematiksel gösterimleri tercih anketinden oluşmuştur. Çalışma sonunda, yarı bağlantılı gösterimlerin bağlantılı gösterimler kadar etkili olabileceğini ve her ikisinin de farklı durumlarda, değişik sınıf seviyelerinde ve matematik konularında kullanımı olduğunu göstermiştir.

Ural (2012) yapmış olduğu çalışma ile öğrencilerin fonksiyon tanım bilgilerini çeşitli fonksiyon temsillerine aktarabilme yeterliklerini ve bu transfer sürecini olumsuz etkileyen nedenleri belirlemeyi amaçlamıştır. Yürütülen çalışmaya iki tane 9. sınıftan toplam 59 öğrenci katılmıştır. Çalışma süresince öğrencilerin fonksiyon kavramının tanımını yazmaları istenmiş ayrıca fonksiyon tanım bilgilerini bir bağıntının fonksiyon olup olmadığının teşhis edilmesi durumuna ne ölçüde transfer edilebildiklerini belirlemek için de *sıralı ikililer kümesi, cebirsel formül, sözel ifade, tablo, grafik, gerçek yaşam durumu* şeklinde ifade edilmiş altı tane çoktan seçmeli soru sorulmuştur. Ayrıca öğrencilerden çoktan seçmeli sorulara verdikleri yanıtın nedenini de açıklamaları istenmiştir. Her iki sınıfta da *Sıralı İkili, Kartezyen Çarpım, Bağıntı, Fonksiyon* ünitesi araştırmacı tarafından yaklaşık 8 hafta boyunca işlenmiştir. Kavramlar işlenirken, kavramsal ve işlemsel bilgilere tamamıyla kavramların kendi aralarındaki ilişkileri ile gerçek yaşamdaki örneklerine ise yeterince yer verilmiştir. Ünite biriminden yaklaşık 3 hafta sonra ölçme aracı öğrencilere iki ayrı sınıfta aynı zamanda uygulanmıştır. Öğrenci yanıtlarının analizinde betimsel analiz yapılmıştır. Elde edilen bulgular; öğrencilerin fonksiyon kavramı tanımlamalarının genel olarak, *fonksiyonunun formal tanımı, iki küme arasında herhangi bir eşleme ve bir dönüştürme işlemi* şeklinde olduğunu göstermiş ayrıca gerekli tanım bilgisine sahip olmamanın ve çeşitli temsillere ait çeşitli kavram yanlışlarının transfer sürecini olumsuz etkilediği görülmüştür.

Akkuş ve Çakıroğlu (2006) yaptıkları çalışmada, yedinci sınıf öğrencilerinin cebir problemlerini çözerken çoklu temsilleri nasıl kullandıkları ve neden bazı temsil biçimlerini kullanmayı tercih ettiklerini araştırmışlardır. Yürütülen çalışmaya 11'i kız ve 10'u erkek, 21 öğrenci katılmıştır. Çalışmadaki veriler, öğrencilere yöneltilen üç tane açık uçlu cebir probleminden elde edilmiştir. Öğrencilerden bu problemleri çözmeleri ve kullandıkları temsil biçimlerini açıklamaları istenmiştir. Araştırmanın bulguları, öğrencilerin her bir soru için farklı temsilleri kullandığını göstermiştir. Öğrencilerin bu temsil biçimlerini tercih etme nedenleri ise problemin yapısına ve onların temsil biçimlerini algılamalarına göre değiştiği vurgusu yapılmıştır. Temsil biçimleri tercihlerin de soru tipine, öğretmene ve duygusal etmenlere göre farklılık gösterdiği ve bu farklılıkların öğrencilere göre çeşitlilik içerdiği belirtilmiştir.

Ergene (2011) yapmış olduğu çalışmada, Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) çerçevesinde matematik öğretmen adaylarına başarılı bir teknoloji entegrasyonu için ihtiyaç duyacakları bilginin kazandırılmasını hedefleyen bir program geliştirme amacıyla öğretmen adaylarının TPAB'lerinin çoklu temsiller bileşeninde gelişimlerini incelemiştir. Geliştirilen program çerçevesinde öğretmen adaylarına çalıştay olarak adlandırılan eğitimler verilmiştir. Çalışma, çoklu durum çalışması modeline uygun olarak düzenlenmiştir. Araştırmanın örneklemi, 2009-2010 akademik eğitim yılında Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Matematik Eğitimi bölümüne devam eden, Özel Öğretim Yöntemleri II ve Teknoloji Destekli Matematik Öğretimi dersine katılan 41 kişilik beşinci sınıf öğretmen adaylarından oluşturulmuştur. Çalışmada 41 öğretmen adayının türev kavramına yönelik TPAB'ları çoklu temsiller bileşeninde ele alınmış ve 5 öğretmen adayının bireysel gelişimleri derinlemesine incelenmiştir. Ayrıca 41 öğretmen adayının gelişimi açık uçlu sorulardan oluşan PAB ve TPAB anketleri, türev konusunda hazırladıkları ders planları ve detaylı ders notları analiz edilerek ortaya konmuştur. Derinlemesine incelenen 5 öğretmen adayının gelişimi ise yukarıdakilere ek olarak mülakatlar ve mikro-öğretim derslerinin videoları analiz edilerek incelenmiştir. TPAB eğitimleri sonucunda elde edilen verilerin analizi, öğretmen adaylarının çoklu temsil bilgilerinin hem çoklu temsilleri kullanma hem de kullandıkları temsiller arasındaki bağlantıları kurma yönünde geliştiğini ve bu gelişimin teknolojinin devreye girmesiyle daha da belirginleştiğini ortaya koymuştur.

İpek ve Okumuş (2012) yürüttükleri çalışmada, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının problem çözme süreçlerinde ne tür temsil kullandıkları ve bu temsillerle ilgili yaşadıkları sorunları araştırmıştır. Toplam 48 aday ile yürütülen çalışma kapsamındaki veriler problem çözmede çoklu temsilleri kullanma testi ve klinik mülakat ile toplanmıştır. Elde edilen verilere göre, adayların problemlerin çözüm sürecinde özellikle konuşma dili temsilini diğer temsil türlerine göre (cebirsal, grafiksel ve sayısal) daha yoğun kullandıkları belirlenmiştir. Bununla birlikte, özellikle problemi anlama aşamasında önemli işleve sahip olduğunu düşündükleri temsillerin kullanımında adayların probleme uygun temsil oluşturamama ve temsiller arasında geçiş yapamama gibi sorunlar yaşadıkları tespit edilmiştir.

Çıkla-Akkuş (2004) yapmış olduğu doktora çalışmasında, çoklu temsil temelli öğretimin, geleneksel öğretim yöntemiyle karşılaştırıldığında yedinci sınıf öğrencilerinin cebir performanslarına, matematiğe karşı tutumlarına ve temsil tercihlerine olan etkisi ile öğrencilerin cebirsel problemlerle karşılaştıkları zaman, çoklu temsilleri nasıl kullandıklarını belirlemeyi ve onların temsil tercihlerinin nedenlerini araştırmayı amaçlamıştır. Yürütülen çalışma, iki devlet okulundan alınan dört yedinci sınıf üzerinde 2003-2004 öğretim yılında gerçekleştirilmiş ve 8 hafta sürmüştür. Araştırmada, öğrencilerin cebir performansını değerlendirme amacıyla; Cebir Başarı Testi, Temsil Biçimleri Arasında Dönüştürme Beceri Testi ve Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi olmak üzere üç veri toplama aracı kullanılmıştır. Öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarını belirleme amacıyla ise Matematiğe Karşı Tutum Ölçeği ve öğrencilerin temsil tercihlerini tespit etmek için deneyden önce ve sonra, Temsil Biçimi Tercih Ölçeği uygulanmış, deney ve kontrol gruplarından öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen niceliksel veriler, yapılan çoklu kovaryans analizi ve kaykare testi ile incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre; gruplar arasında cebir başarı testi, temsil biçimleri arasında dönüştürme beceri testi ve Chelsea cebir tanı testinden alınan puanlara göre, deney grubu lehine istatistiksel olarak manidar bir fark bulunmuş ancak gruplar arasında matematiğe karşı tutum ölçeği puanlara göre deney grubu lehine istatistiksel olarak manidar bir farka rastlanmamıştır. Kaykare analizi sonuçlarına göre; deney grubu öğrencilerin temsil tercihlerini manidar olarak değiştirmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda ise deney grubu öğrencilerinin verilen cebir problemleri için farklı temsil biçimlerini kullanabildikleri ve bunlardan verilen duruma en uygun olanını seçebildikleri ortaya çıkmıştır.

Özdemir (2012) yapmış olduğu çalışma ile ilköğretim matematik öğretmeni adayların çoklu temsiller kullanılarak problem çözme algılarına etki eden faktörleri araştırmıştır. Yürütülen çalışma, kavramlar ve uygulama basamağı olarak iki ana bölümde ele alınmıştır. Genel kavramlar kısmında; genel olarak problem çözme kavramının matematikteki yeri ve önemine değinildikten sonra temsil, çoklu temsil, açınısarak öğrenme, dijital yerliler ve Dinamik Etkileşimli Matematik Öğrenme Ortamları kavramları ile ilgili bilgileri içeren bölümlere yer verilmiştir. Uygulama kısmında ise çalışmanın yapılış süreci anlatıldıktan sonra tasarlanan materyal ve

eğitim içeriği ile ilgili bilgiler yer almıştır. Araştırmada; veri toplama tekniği ve analiz basamaklarında karma yöntemlerden ağırlıklı-az ağırlıklı araştırmalar karma yöntemi kullanılmıştır. Çalışma, İstanbul Üniversitesi, Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği 4. sınıf öğrencilerinden gönüllülük esasına dayalı olarak seçilmiş 21 öğrenci ile yürütülmüştür. Seçilen bu öğrencilere bilgisayar okuryazarlığı, ekran yakalama programları ve DEMO2 yazılımlarına ilişkin bilgilerini ölçen test ve anket sonuçlarına göre benzer puan ve bilgiye sahip 17 kişi ile çalışmaya devam edilmesine karar verilmiştir. Çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının görseller arasında yaptıkları seçimler incelendiğinde, renkli görsellerin siyah-beyaz görsellere göre daha fazla tercih edildiği görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının problem çözüm sürecindeki seçimleri somut nesne temsil, resimli temsil, sembolik temsil şeklinde olduğu belirtilmiştir. Eğitim sonunda görsellerle çalışan öğretmen adaylarının birinci dereceden bir problemi artık sadece kâğıt kalem yardımıyla ya da tahmin edilerek çözülecek bir ifade olarak görmedikleri fark edilmiştir. Bu noktada DEMO2 yazılımları destekli geliştirilen çoklu temsillerin, klasik anlamda kullanılan çoklu temsillere oranla problemin derinlemesine incelenmesine yardımcı olduğu görüşüne ulaşılmıştır.

Akkoç (2006b) çalışmasında, matematiğin önemli kavramlarından fonksiyon kavramının çoklu temsillerinin (küme eşlemesi diyagramı, sıralı ikililer kümesi, grafik ve cebirsel formül) öğrencilerin zihninde çağrıştırdığı kavram görüntülerini incelemiştir. Çoklu temsillerin oluşturduğu kavram görüntüleri oynadıkları prototip ve örneklem rolleri açısından irdelenmiştir. Çalışma 9 lise üçüncü sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Bu 9 öğrenci, 114 lise üçüncü sınıf öğrencisine dağıtılan anketlerin sonuçlarına göre teorik örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Temel olarak nitel olan bu çalışmanın verileri bu 9 lise üçüncü sınıf öğrencisi ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilmiştir. Görüşmelerde öğrencilerden çeşitli temsillerin fonksiyon olup olmadığı hakkında yüksek sesle düşünceleri istenmiştir. Görüşmelerin çözümlemeleri sonucunda, küme eşlemesi diyagramı prototip rolü oynayarak tanımsal özelliklere daha yakın kavram görüntülerini, grafik ve cebirsel temsiller ise tanımdan ziyade özel örnekleri (örneklem demetlerini) çağrıştırdığı belirtilmiştir.

Akkuş ve Çakıroğlu (2009), “The Effects of Multiple Representations-Based Instruction on Seventh Grade Students’ Algebra Performance” isimli çalışmalarında çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebir performanslarına olan etkisini araştırmışlardır. Çalışma dört farklı yedinci sınıf düzeyindeki iki farklı devlet okulunda sekiz hafta süreyle yürütülmüştür. Birinci okulda deney grubunda 28, kontrol grubunda 29 öğrenci yer alırken ikinci okulda deney grubunda 38, kontrol grubunda ise 36 öğrenci yer almıştır. Araştırmada, yarı deneysel tasarım kullanılmıştır. Öğrencilerin cebir performanslarını değerlendirmek için Temsil Biçimleri Arasında Dönüştürme Başarı Testi, Cebir Başarı Testi ve Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi kullanılmıştır. Analizler çok değişkenli kovaryans modeli kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonucu, çoklu temsil temelli öğretimin geleneksel öğretime göre öğrencilerin cebir performansları üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu göstermiştir. Ayrıca deney grubu öğrencileri tarafından çoklu temsil uygulamaların ders öğretimi açısından verimli olduğu görüşüne yer verilmiştir.

Sevimli (2009) yürütmüş olduğu çalışmada, öğretmen adaylarının sıklıkla problem yaşadıkları belirli integral konusu yine adayların bilgi ve becerileri yönüyle ele alınmış, bu bağlamda belirli integral konusunda kullanılan temsiller ile görsel-uzamsal yetenek ve akademik başarı arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Araştırmada, 45 öğrenci ile özel durum çalışması yapılmıştır. Veri bağlamında ağırlıklı olarak nitel olan çalışmada aynı zamanda nicel tekniklerden de yararlanılmıştır. Bunun için öğrencilerin uzamsal görselleme becerilerini belirlenmek üzere kullanılan Purdue Uzamsal Görselleme Testinin Türkçeye adaptasyonu sağlandıktan sonra tüm gruba uygulanmıştır. Akademik başarıyı belirlemek üzere geliştirilen Belirli İntegral Yeterlilik Testi, Analiz II dersinin içeriğine uygun olarak ve dersi veren öğretim üyesi görüşleri alınarak hazırlanmış ve öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının kullanma eğilimi gösterdikleri temsilleri belirlemek ve temsiller arası dönüşüm becerilerini incelemek üzere geliştirilen Temsil Tercih ve Dönüşüm Testi ilgili geçerlik-güvenirlik çalışmalarının ardından yönergeler doğrultusunda adaylara uygulanmış ayrıca altı öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının belirli integral problemleri çözme sürecinde çoklu temsil kullanma becerilerinin yeteri kadar iyi olmadığını göstermiştir. Tek

temsil baskınlığıyla çözüme ulaşmaya çalışan adayların temsil dönüşüm becerileri yönüyle zayıf, problem çözme başarılarının da düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Araştırma cebir temsili ile diğer temsiller arasında ilişkiler kurulmasının kavramsal anlamayı geliştirebileceği ve uzamsal görselleme becerisinin geliştirilmesi ile grafik temsili kullanımının desteklenebileceğine vurgu yapılmıştır. Görüşmelerden elde edilen bulgular ile desteklenen sonuçlarda uzamsal görselleme yeteneğinin farklı temsil kullanma becerisini etkilediği, temsil dönüşüm becerisinin de akademik başarıyı etkilediği belirlenmiştir.

Kardeş (2010) yapmış olduğu çalışmada, lineer denklem sistemleri konusunu öğretmen adayların bilgi-becerileri yönüyle ölçmüş ve öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri çözüm süreçlerini, öz-yeterlik algıları ve çoklu temsil bağlamında incelemiştir. Yürütülen çalışma nitel yorumlayıcı paradigmaya sahip çoklu yöntem çalışması olarak belirlenmiştir. Çalışmaya, İlköğretim Matematik Öğretmenliği ikinci sınıf programına kayıtlı 42 öğrenci katılmıştır. Veri toplama aracı olarak nitel ve nicel araçlar birlikte kullanılmıştır. Öğrencilerin lineer denklem sistemlerine ait çözüm süreçlerini incelemek ve performanslarını değerlendirmek için hazırlanan Lineer Denklem Sistemleri Performans Testi, lineer denklem sistemlerinde çoklu temsil kullanımlarını değerlendirmek için geliştirilen Lineer Denklem Sistemleri Temsil Dönüşüm Testi kullanılmıştır. Öğrencilerin yetkinlik derecelerini belirleyebilmek için Lineer Denklem Sistemleri Öz-yeterlik Algısı Ölçeği ($m=n$, $m \neq n$) geliştirilmiş ayrıca nicel verileri desteklemek ve daha derinlemesine incelemek için çalışma grubundan amaçlı örnekleme yöntemine uygun olarak seçilen altı kişiyle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının lineer denklem sistemleri performansları ile öz-yeterlik algısı ve temsil dönüşüm başarıları arasında orta düzeyde ilişki olduğu; öz-yeterlik algılarının lineer denklem sistemlerini çözme performanslarını, çözme performansları da temsil dönüşüm başarılarını etkilediği yönünde bulunmuştur. Betimsel olarak ise, öğretmen adaylarının öz-yeterlik algılarının yüksek, lineer denklem sistemleri çözme performansları ile temsil dönüşüm başarılarının orta seviyede olduğu görülmüştür. Ayrıca girdi temsili olarak en çok somut temsilde, çıktı temsili olarak en çok matris ve cebir temsiliinde başarılı olunmuştur.

Akkoç (2005) çalışmasında, öğrencilerin küme eşlemesi diyagramları, sıralı ikili kümeleri, grafikler ve denklemler gibi çoğul temsiller hakkında yorum yaparken tanımsal özellikleri kullanabilme becerilerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Niteliksel yöntemin uygulandığı çalışmanın örneklemini 9 lise üçüncü sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Bu 9 öğrenci, Matematik, Türkçe-Matematik ve Sosyal gruplarından olmak üzere 114 lise üçüncü sınıf öğrencisine dağıtılan anketlerin sonuçlarına göre teorik örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Araştırmanın verileri bu 9 lise üçüncü sınıf öğrencisi ile yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilmiştir. Mülakatlarda öğrencilerden çeşitli temsillerin fonksiyon olup olmadığı hakkında yüksek sesle düşünceleri ve verilen sabit bir fonksiyonu diğer temsillere dönüştürmeleri istenmiştir. Mülakatların çözümlenmesi sonucunda; öğrencilerin farklı temsiller için tanımsal özellikleri kullanımlarının farklılık gösterdiği ayrıca tanımsal özellikleri bütün temsiller için kullanan öğrencilerin temsiller arası dönüşümler de daha başarılı olduğu görülmüştür.

Bayık (2010) yapmış olduğu çalışma ile öğrencilerin verilen geometrik kavramlar ve problemlerle uğraşırken sergiledikleri davranışlar, konuşmalar ve düşünceler aracılığıyla sahip oldukları iç ve dış temsillerin neler olduğunu ve bu temsiller arasındaki etkileşimi ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırmada, durum çalışması desenlerinden bütüncül tek durum deseni kullanılmıştır. Amaçlı örneklemenin maksimum çeşitlilik yöntemine göre 11. sınıfta okuyan ve geometri başarı düzeyleri zayıf, orta ve iyi olan birer kişi olmak üzere toplam üç kişi katılımcı olarak belirlenmiştir. Sesli düşünme protokolü, öğrencilere uygulanan geometri soruları ve görüşmeler veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, katılımcıların problemleri çözerlerken, dış temsillerden şekilleri, cebirsel ve yazılı ifadeleri ürettiği belirlenmiştir. Fakat bu temsillerin geometrik problem türüne ve öğrenciye göre çeşitlilik gösterdiği vurgusu yapılmıştır. Katılımcılar iç temsillerden ise sözel, formel ve imgesel sistemlere giren iç temsilleri üretmişlerdir. Temsiller arasında yatay ve dikey boyutlu olmak üzere iki tür etkileşim olduğu ortaya çıkmış, öğrencilerin; aynı tür temsiller arasında geçiş yaptıklarında, temsiller arasında yatay boyutlu, farklı tür temsiller arasında geçiş yaptıklarında ise dikey boyutlu etkileşimler meydana geldiği belirtilmiştir.

Sert (2007) çalışmasında, sekizinci sınıf öğrencilerinin cebir kavramlarının çoklu temsil biçimleri (grafik, tablo, denklem, sözlü anlatım) arasında dönüşüm yapma becerileri ile kız ve erkek öğrencilerin dönüşüm yapma becerilerinde farklılık olup olmadığını ve öğrencilerin en kolay, en zor bulduğu dönüşümleri ve en çok yapılan hataları araştırmayı hedeflemiştir. Araştırmaya toplam 705 sekizinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrencilerin dönüşüm becerilerini ölçmek için Cebirsel Kavramların Farklı Temsil Biçimleri Arasında Dönüşüm Yapma Testi araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Betimleyici istatistikler ise öğrencilerin dönüşüm işlemindeki başarılarını belirlemek için kullanılmıştır. Bağımsız gruplar t-testi kız ve erkek öğrencilerin test ortalamalarını karşılaştırmak için kullanılmıştır. Testin içindeki her soru öğrencilerin cebirsel temsil biçimleri arasında dönüşüm yapmaları esnasında anlam yanılgılarını ve en sık yapılan hataları belirlemek için incelenmiştir. Testin sonuçları sekizinci sınıf öğrencilerin cebir kavramlarının dört temsil biçimi; sözel anlatım, denklem, tablo, grafik; arasında dönüşüm yapmada düşük beceriye sahip olduklarını göstermiş, kız öğrencilerin test ortalamaları ile erkek öğrencilerin test ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. En problemli dönüşümler diğer temsil biçimlerinden; denklem, tablo, grafik; sözlü anlatıma yapılan dönüşümler, en kolay dönüşümler ise diğer temsil biçimlerinden; sözlü anlatım, denklem, grafik; tabloya yapılan dönüşümler olarak belirlenmiştir.

İzgiol (2014), teknoloji destekli çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin lineer cebir öğrenimine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisini incelemek üzere deneysel araştırma modellerinden ön test-son test kontrol gruplu model kullanmıştır. Deneysel model Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda öğrenim görmekte olan 73 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda teknoloji destekli çoklu temsil temelli öğretim toplam 35 öğrenciyle, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemi ile lineer cebir öğretimi toplam 38 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Lineer cebir testi geliştirme çalışmaları ise Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda öğrenim görmekte olan, lineer cebir dersini önceden almış toplam 170 öğrenciyle pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Nitel bölümde ise öğrencilerin teknoloji destekli çoklu

temsil temelli öğretime yönelik görüşlerini analiz etmek üzere hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Çalışmada lineer cebir testi, matematik tutum ölçeği ve görüşme formu kullanılmıştır. Deneysel çalışmadan elde edilen verilerin analizinde; Shapiro-Wilks normallik testi, İlişkili Örneklemeler t-Testi, İlişkisiz Örneklemeler t-Testi, Mann-Whitney U Testi ve Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır.

Deneysel çalışma sonucunda, teknoloji destekli çoklu temsil temelli lineer cebir öğretimini alan deney grubu öğrencilerinin lineer cebir testi ortalamalarının geleneksel yöntemlerle lineer cebir öğretimini alan kontrol grubu öğrencilerinin lineer cebir testi ortalamalarına göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu görülmüştür. Deney ve kontrol grubunun matematik tutum ölçeği puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Görüşme formu uygulaması sonucunda ise; deney grubu öğrencilerinin, teknoloji destekli çoklu temsil temelli öğretime dayalı lineer cebir öğretimi, bu öğretim yönteminin diğer matematik alan derslerinde ve diğer matematik öğretim kademelerinde kullanımına ilişkin görüşlerinin olumlu yönde olduğu görülmüştür.

Moseley ve Brenner (1997), ortaokul cebir öğretiminde problem çözme teşvik eden çoklu temsillere dayalı bir öğretim programının etkisini incelemiştir. Yürütülen çalışmaya, çoklu temsil temelli öğretimin yapıldığı 15 öğrenci deney grubu ve sembolik manipülasyon becerileri ile öğretimin uygulandığı 12 öğrenci ise kontrol grubu olarak katılmıştır. Deney grubundaki öğrencilere uygulama sırasında aynı veriler; sözcükler, tablolar, matematiksel ifadeler ve grafikler gibi dört farklı gösterim türü şeklinde verilmiş ancak kontrol grubu öğrencileri derslerini geleneksel yöntemlerle işlemişlerdir. Elde edilen veriler ön ve son test ile klinik görüşmelerden elde edilmiştir. Öğrencilere sunulan problemler; grafikleri ve tabloları yorumlama, cebirsel notasyonlar ile değişken kullanmalarını gerektiren ifadelerden oluşmuştur. Öğrencilerin sözel problemlere verdiği yanıtlar bir-yedi puan arasında değişen bir ölçekle değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre değişkenler, ifadeler ve denklemler ile ilgili çalışmalarda daha başarılı oldukları görülmüştür. Araştırmacılar, cebirsel konuların ve işlemlerin

farklı temsil biçimleri (grafik, tablo, kelimeler) şeklinde verilmesi gerektiği önerisinde bulunarak cebirsel bilgilerin kalıcılığının çoklu temsil temelli bir müfredatla gelişebileceği vurgusu yapılmıştır.

Panusak ve Beyranevand (2010), “Algebra Students' Ability to Recognize Multiple Representations and Achievement” isimli çalışmalarında ortaokul öğrencilerin farklı temsillerle oluşturulmuş bir bilinmeyenli (örneğin; kelime, diyagram, semboller) ile benzer yapılardaki doğrusal ilişki içeren problem çözümünü tanımlama yeteneklerini araştırmışlardır. Yürütülen çalışmaya, düşük başarı performansına sahip bölgeden toplamda 443, yedinci ve sekizinci sınıf seviyesinde öğrenciler katılmıştır. Öğrenci seviyesinin güvenilir ve tutarlı bir kanıt olarak matematik bölümü tarafından eyalet çapında ölçülen Kapsamlı Değerlendirme Sistemi gösterilmiştir. Çalışmada, deneysel olmayan çok bileşenli bir araştırma içeren karışık yöntem tasarımı kullanılmış ayrıca seçilen öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerden elde edilen veriler Tanımlama Bölümü (Part T) ve Problem Bölümü (Part P) olmak üzere iki kısımda elde edilmiştir. Part P, üç sette ve her sette üç problem olmak üzere toplam dokuz problemten oluşturulmuştur. Bunlar; Set-1 kelime, Set-2 diyagram ve Set-3 sembol problemlerinden oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, öğrencilerin farklı temsil modunda yer alan benzer yapılardaki doğrusal ilişkileri içeren problemleri tanımada başarılı oldukları ancak bir bilinmeyenli doğrusal denklemleri doğru çözmeyi başaran öğrencilerin benzer ilişkilerin sunulduğu kelime, diyagram veya sembol gibi gösterimlerde başarı gösteremedikleri belirtilmiştir. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmelerde öğrencilerin çok az kavramsal anlama ile sembollerini manipüle edebileceğini ortaya koymuştur.

Castro, Morcillo ve Castro (1999), “Representations Produced by Secondary Education Pupils in Mathematical Problem Solving” isimli çalışma ile öğrencilerin (13-14 yaş grubu) matematiksel problemleri çözerken kullandıkları temsil çeşitlerini araştırmışlardır. Yürütülen çalışmaya İspanya’da üç ilköğretim okulundan toplam 192 öğrenci katılmıştır. Veri toplama aracı olarak her biri 4 sorudan oluşan iki adet kâğıt-kalem testi kullanılmıştır. Testin uygulanmasında sınıftaki doğal grupların oluşumuna saygı duyulmuş ve her bir grup Test-1 ve Test-2 çözümü için iki gruba

ayrılmıştır. İstatistiksel analizlerde kullanılan bağımsız değişkenler ise problem, temsil ve işlem değişkenlerinden oluşturulmuştur. Elde edilen 768 cevaptan, 409 doğru işlem (%53.3) ve 359 yanlış işlem (%46.7) incelenmiş, doğru ve yanlış işlemlerin sıklığı arasında önemli bir fark elde edilememiştir. Ancak temsil kullanımları incelendiğinde; öğrencilerin %30.7'sinin sayısal temsili, %32.8'i grafik-sayısal temsili, %16.1 cebirsel temsili ve %3'ü sadece grafik temsili kullandığı görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin temsil tercihlerinin (sayısal, grafiksel, cebirsel, grafik-sayısal) problem çeşidine göre farklılık gösterdiği ve problemi doğru çözen öğrencilerin kullandıkları temsiller incelendiğinde temsil tercihlerinin problemin yapısına göre değiştiği vurgulanmıştır.

Brenner et al., (1997), “The Role of Multiple Representations in Learning Algebra” isimli çalışma ile çoklu temsillerin cebir başarısı üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Bunun için yedinci sınıf seviyesinde deneysel bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada, cebir, eşitlik ve fonksiyon eğitimi çoklu temsillerle ele alınarak ön test-son test kontrol gruplu öğrenme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın verileri, Eşitlik Çözme Testi, Sözel Problemleri Çözme Testi ve Sözel Problemleri Gösterim Testi’nden elde edilmiştir. Eşitlik Çözme Testi, öğrencilerin cebirsel ve aritmetiksel işlemlerini ölçmeye, Sözel Problemleri Çözme Testi, sembollerin düzenlenmesi ve problemlerin gösterimi becerisine ve Sözel Problemleri Gösterim Testi ise öğrencilerin sözel problemleri sözcükler, grafikler, denklemler ve tablolar gibi çoklu gösterimleri oluşturma becerilerini ölçmeye yönelik hazırlanmıştır. Öğrencilerin son test sonuçları incelendiğinde; deney grubu öğrencilerinin sözel problemlerinin çözümünde ve temsilde daha başarılı olduğu ve sözel problemlerinin temsillerini tablo ve grafiklerin içine kontrol grubu öğrencilerine göre daha iyi transfer ettiği görülmüştür. Sonuç olarak, cebir öğretiminde çoklu temsillerin kullanılmasının öğrencilerin hem cebir başarısını artırdığı hem de sözel problemlerin etkili bir şekilde gösterimine imkân tanıdığı belirtilmiştir.

Hwang et al., (2007) yapmış oldukları çalışmada, multimedia beyaz tahta sistemi ile desteklendiğinde öğrencilerin problem çözme becerileri sürecindeki çoklu temsil becerilerini ve yaratıcılığını incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma, ilköğretim altıncı sınıf seviyesinde ve matematiği çok iyi olan 25 öğrenci ile yürütülmüştür. Deneysel çalışma bir dönem boyunca yaklaşık dört ay süreyle gerçekleştirilmiştir. Deney grubundaki öğrencilere sayısal ve geometri problemlerinden oluşan 16'sı sayısal ve 5'i geometri olan toplam 21 soru yöneltilmiştir. Sayısal problemler; aritmetik dizi, geometrik şekil, faktörler, çoklu madde ve sayısal uygulamalardan oluşurken hacim ve yüzey alanları geometri problemlerini oluşturmuştur. Öğrenme aktiviteleri: problem çözme, akran eleştirilmesi ve multimedia beyaz tahta sistemi tarafından tasarlanmış ve gelişmeyi kolaylaştırıcı cevaplardan oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda, çoklu temsillerin başarılı bir matematiksel problemin çözümünde önemli bir anahtar rol üstlendiği belirtilmiştir. İyi bir detaylandırma yeteneğine sahip olan öğrencilerin akran etkileşiminde yarar sağlayabileceği ve öğretmenin matematiksel problemlerin çözümünde daha değişik türdeki fikirleri ve çözümleri üretmeleri konusunda öğrencilere rehberlik etmesi gerektiği vurgusu yapılmıştır. Ayrıca detaylandırma yeteneğinin oluşmasında çoklu temsil uygulamaların önemli bir etken olduğu sonucuna varılmıştır.

Swafford ve Langrall (2000) yapmış oldukları çalışmada, altıncı sınıf öğrencilerinin formel cebir öğretiminden önceki kavramsal problem durumlarında kullanmış oldukları denklemlerin neler olduğunu araştırmışlardır. Çalışmanın amacı öğrencilerin genel ilişkiler ile sembolik temsilleri özel problem durumunda kullanılıp kullanılmadığına karar verilmesi olarak belirlenmiştir. Çalışma altıncı sınıftan seçilen on öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrencilerin yazılı çalışmaları, görüşmecî notları, veri özetleri ve öğrenci görüşmeleri araştırma verisi olarak kullanılmıştır. Öğrencilere doğrusal ilişkiler, değişim, aritmetik dizi, üstel ilişkiler ve ters dönüşümden oluşan altı tane sözel problem sorulmuştur. Çalışma sonucunda, altıncı sınıf öğrencilerinin özel değerleri hesaplamada, genel ilişkileri ifade etmede ve değişken kullanarak uygun denklemleri yazıp problemleri genelleştirmede başarılı olmuş ancak denklemleri yazabilen çok az öğrenci oluşturulan denklemleri problemin çözümünde kullanabilmiş ve bu tip denklemleri çözebilmiştir.

Matematiğe Yönelik Tutum

Tüm öğretim kademelerinde olduğu gibi matematik öğretiminde de olumlu tutum oluşturulması istenen bir amaçtır. Çünkü genel olarak birey olumsuz tutum geliştirdiği objeye karşı ilgisiz kalır, onu sevmez ve takdir etmez (Güzel, 2004:50). Davranış bilimlerinde önemli bir yer edinmiş olan tutum; bireyin kendine ya da çevresindeki herhangi bir nesne, toplumsal konu, ya da olaya karşı deneyim, bilgi, duygu ve güdülerine (motivation) dayanarak örgütlediği zihinsel, duygusal ve davranışsal bir tepki ön eğilimidir (İnceoğlu, 2010:13). Tutum, öğrenmeyle kazanılan, bireyin davranışlarına yön veren ve karar verme sürecinde yanlılığa neden olabilen bir olgudur (Ülgen, 1996). Tutumun, “bireylerin bir duruma karşı cevapları üzerine etki eden ve deneyimlerden organize edilmiş mental ve nöral bir hazırlık durumu olduğu” olgusuna inanılmaktadır (Khine, 2001). Smith (1968)’e göre tutum; bir bireye atfedilen ve onun bir psikolojik obje ile ilgili düşünce, duygu ve davranışlarını düzenli bir biçimde oluşturan bir eğilimdir (akt. Kağıtçıbaşı, 1999:102). Başka bir ifade ile tutum, bireyin herhangi bir grup şeye, olaylara ve çok çeşitli durumlara karşı bireysel etkinliklerdeki seçimini etkileyen kazanılmış, içsel bir durumdur (Senemoğlu, 2005). Tutumlar, bireyin eğitim sürecinde çok önemli bir yer tutar; zira eğitim öğretim sürecinin etkililiğinin artması, öğrencilerin okula, öğretmene, derslere ve diğer eğitim-öğretim unsurlarına yönelik olumlu eğilim göstermesine bağlıdır (Sallabaş, 2008:147).

Tutum kavramına yönelik yapılan tanımlar incelendiğinde tutumların oluşumunda bilgi, inanç ve duyguların sistemli ve sürekli bir örgütsel ilişki içinde oldukları görülmektedir. Bu örgütsel yapı ise tutumların oluşumunda öğrenme sürecinin varlığına ve önemine işaret etmektedir (İnceoğlu, 2010). Tutumun öğrenme sürecindeki önemine vurgu yapan Duatepe ve Çilesiz (1999:45)’e göre eğitim, tutumları değiştirmede önemli bir araçtır, öğretmenlerin gerek kendi derslerine, gerekse sosyal yaşamdaki diğer olgulara yönelik öğrenci tutumlarının ne olduğunu, nasıl ölçüleceğini bilmeleri eğitimin niteliğini artırmada önemli bir etken olabilir. Çünkü tutumları doğrudan gözleyemeyiz, ancak bireyin davranışlarına bakarak bireylerin tutumları hakkında kestirmelerde veya yordamalarda bulunabiliriz (Çetin, 2003:25).

Matematiğe yönelik tutum ise öğrencilerin bu derse yönelik davranışlarının nasıl olacağına yön veren, onları motive etmede katkısı olan önemli bir etmendir. Ayrıca, matematiğe yönelik tutum, öğrencilerin “matematiği sevmesi ya da hoşlanmama” gibi kişisel duyguların belirleyicisi olarak düşünülebilir (Bayturan, 2004:16-17). Matematikteki başarı ile matematiğe yönelik tutum arasında karşılıklı bir ilişki vardır. Öğrencilerin matematik öğrenimine ve öğretimine yönelik tutum ve inançları matematik eğitiminde önemli bir rol oynamaktadır. Yani öğrencilerin matematiğe yönelik olan tutumları olumlu ise dersten başarılı, tersine tutumları olumsuz ise öğrenciler başarısız olmaktadır (Duru, 2002; Kislenko, Grevholm ve Lepik, 2007). Birçok araştırma sonucuna göre öğrencilerin belirli bir konuya, derse veya herhangi bir etkinliğe yönelik tutumu başarı ile eşdeğerdir. Dolayısıyla tutumu, matematik öğrenme ortamının önemli bir parçası olarak her işlem basamaklarında göz önünde bulundurmamız gerekir. Nitekim bu duruma dikkat çeken Neale (1969) matematiğe yönelik tutumu; matematiği sevmeye ya da sevmeme, matematiksel aktivitelerle uğraşma ya da onlardan kaçınma eğilimi, kişinin matematikte iyi ya da kötü olacağına olan inancı ve matematiğin faydalı ya da faydasız olduğu inancının toplam ölçüsü olarak tanımlanmaktadır (akt. Kuloğlu ve Uzel, 2013). Nazlıçiçek ve Erkin (2002) ise matematiğe yönelik tutumu öğrencilerin duyguları bağlamında ele alarak öğrencilerin matematik dersi ile ilgili duygularından ortaya çıkan matematiğe karşı tutumların matematik eğitiminde çok önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Başarıyı etkileyen önemli faktörlerden birinin tutum değişkeni olduğu anlaşıldığında; matematiğe karşı tutum ile başarı arasındaki ilişkinin nasıl olduğu sorusuna cevap aranan birçok araştırma sonucu matematiğe yönelik tutum ile başarı arasında kuvvetli bir bağın olduğunu ortaya koymaktadır (Bayturan, 2004; Erkin, 1993; Ma, 1999; Peker ve Mirasyedioğlu, 2003; Savaş, Taş ve Duru, 2010; Şentürk, 2010; Yenilmez, 2007). Nitekim Aşkar (1986), öğrencilerin matematiğe karşı ilgi ve sevgilerinin matematik derslerindeki başarıları üzerinde etkisinin bulunduğunu belirtmektedir (akt. Yılmaz, 2006:242). Yenilmez (2007)’e göre de sayısal derslere yatkın olan öğrenciler matematik konusunda olumlu tutuma sahipken, matematik dersinde zorlanan öğrenciler ise bu derse ilişkin olumsuz tutumlar geliştirmektedir.

Öğrencilerin tutumunu olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilecek birçok değişken (aile, çevre, yazılı basım, sosyal medya, kültür, duygular vb.) olmasına rağmen öğrencilerin derse ve öğrenmeye ilişkin tutumları üzerindeki en önemli değişkenin öğretmen olduğunu söyleyebiliriz. Çünkü öğretim sürecinde öğretmenler öğrencilerin başarısında etkin olan kişilerdir (Yenilmez, 2007:52). Dolayısıyla daha önce öğrencilerde derse yönelik var olmayan bilgi, beceri ve kabiliyetin yanında derse karşı olan tutumda sonradan kazandırılabilir. Tavşancıl (2002)'a göre tutumlar doğuştan değil, sonradan öğrenme yolu ile edinilmekte, tutumların oluşmasında ve değişmesinde eğitim kurumlarının ve öğretmenlerin çok önemli bir işlevi olmaktadır. Öğrencilerin derse ve öğrenmeye karşı tutumların yönü ise (olumlu veya olumsuz) öğretmenin mesleki deneyimi, donanımı, becerisi ve kendisini çağın gereklerine göre yenilemesiyle şekillenebilir. Öğretmenlerden memnun olan öğrencilerin genel notları ve matematik dersine yönelik tutumları daha yüksek, matematik kaygıları ise daha düşüktür (Şentürk, 2010). Benzer şekilde, Aiken (1970) de öğretmenlerin (özellikle ilkokul) matematiğe yönelik olan tutumlarının, davranışlarının ve inanışlarının, öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu tutum ve davranış oluşturmalarında önemli bir faktör olduğunu söylemektedir (akt. Duru, Akgün ve Özdemir, 2005:522). Eğer öğrencilere matematiğe ilişkin olumlu bir tutum geliştireceklerse öğretmenin matematik sevgisini ifade etmesi, matematiğin insan zekâsını keşfetme olduğu fikrini vermesi gerekir (Yılmaz, 2006:242). Bunun için de yaşamında matematiği kullanabilen, düşüncelerini paylaşabilen ve matematiğe yönelik olumlu tutum geliştiren bireylerin yetiştirilmesi büyük önem taşımaktadır (MEB, 2009)

Özetle söylemek gerekirse, matematiğe yönelik olumlu bir tutum oluşturmak için öğrencilerin matematiğe yönelik kaygılarının azaltılması, ben yapamam korkusunun üzerine gidilmesi ve önyargılarının ortadan kaldırılması gerekir. Bunu gerçekleştirmek için de öncelikle öğrenci yaşantıları zenginleştirilmeli, öğrencilerde başarabilme duygusunun ön planda tutulduğu öğrenme ortamlarına yer verilmeli ve heyecan verici etkinliklerle matematiğin eğlenceli yönü öğrencilere tanıtılmalıdır. Diğer bir deyişle öğrencilerin, matematiği hissedilir, yararlı, uğraşmaya değer bir alan olarak görmeleri sağlanarak matematikle ilgili duyuşsal gelişimleri, tutum, özgüven ve matematik kaygıları da dikkate alınmalıdır (MEB, 2013).

Matematiğe Yönelik Tutumla İlgili Yayın ve Araştırmalar

Aktümen ve Kaçar (2008), bilgisayar cebiri sistemlerinden biri olan Maple programının, matematiğe yönelik tutuma etkisini araştırdıkları çalışmayı 47 öğrenci ile gerçekleştirmiştir. 23 ve 24'er kişilik iki grup olacak şekilde yürütülen çalışmada gruplarından biri, sadece yapılandırmacı yaklaşım prensiplerine göre belirli integral kavramını işlerken diğer grup yapılandırmacı yaklaşım prensiplerine ek olarak Maple programı ile araştırmacı tarafından geliştirilen yazılımlardan da yararlanarak belirli integral kavramını işlemiştir. 28 ders saati süren uygulamanın ardından matematik tutum ölçeği son test olarak uygulanmış elde edilen nicel veriler analiz edilerek yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda, Maple programını kullanan öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarının daha olumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Şentürk (2010) yapmış olduğu çalışmada, ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin genel başarıları, matematik başarıları, matematik dersine yönelik tutumları ve matematik kaygıları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Ayrıca öğrencilerin genel başarıları, matematik başarıları, matematik dersine yönelik tutumları ve matematik kaygılarında yerleşkenin, cinsiyetin, matematik dersini sevip sevmemenin, öğretmenden memnun olup olmamanın, öğretmen davranışlarından not tehdidi algılayıp algılamamanın etkisi araştırılmıştır. Araştırmaya Afyonkarahisar il merkezi ve kırsalında bulunan 14 ilköğretim okulundan uygun örnekleme yöntemi ile seçilen toplam 510 beşinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Çalışmada veri toplamak aracı olarak İlköğretim Öğrencilerine Yönelik Matematik Kaygı Ölçeği ve Matematik Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen veriler; betimsel istatistik, bağımsız örneklem için t-testi ve Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayı analizi ile analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin genel notları, matematik notları, matematik dersine yönelik tutumları ve matematik kaygılarının öğrenim gördükleri yerleşkeye göre istatistiksel olarak farklılık gösterdiği, bu farklılığın şehirde öğrenim gören öğrenciler lehine olduğu görülmüştür. Benzer şekilde öğrencilerin genel notları, matematik notları, matematik dersine yönelik tutumları ve matematik kaygılarının cinsiyete göre anlamlı farklılık gösterdiği ve bu farklılığın da kızlar lehine olduğu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, öğrencilerin genel notlarını, matematik notlarını, matematik dersine yönelik tutumlarını ve matematik kaygılarını

öğretmenden not tehdidi algılama faktörünün olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Ayrıca, öğretmenden memnun olan öğrencilerin genel notlarının ve matematik dersine yönelik tutumlarının daha yüksek, matematik kaygılarının ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, matematik dersini seven öğrencilerin sevmeyen öğrencilere göre matematik dersine yönelik tutumlarının istatistiksel olarak daha yüksek olduğu, matematik kaygılarının ise daha düşük olduğu görülmüştür. Son olarak, öğrencilerin matematik notları ile matematik dersine yönelik tutumları arasında pozitif yönlü ve orta düzeyde, genel notları ile matematik dersine yönelik tutumları arasında pozitif yönlü ve orta düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Işık ve Çağdaşer (2009) yapmış oldukları çalışma ile matematiğin zor alanlarından biri olarak görülen cebir alanında yapısalcı yaklaşımla öğretimin altıncı sınıf öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumlarına etkisini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Ayrıca örneklemdaki öğrencilerin uygulama sonucunda matematiğe yönelik tutumlarındaki değişimlerinin, matematik dersindeki başarı düzeylerine ve cinsiyetlerine göre farklılık gösterip göstermediği de araştırılmıştır. Araştırmada kullanılan veriler, 2007-2008 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde Bursa ilinin Yıldırım ilçesine bağlı Fevzi Çakmak İlköğretim Okulu'nun 6. sınıflarında öğrenim gören 55 öğrenciye yapısalcı yaklaşıma uygun olarak cebir öğretimi uygulaması öncesinde ve sonrasında 12 maddeli 5'li Likert tipinde hazırlanmış olan Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği uygulanarak elde edilmiştir. Örneklemdaki öğrencilerin uygulama sonucunda matematiğe yönelik tutumlarındaki değişimin, matematik dersindeki başarı düzeyleri ile ilişkili olup olmadığını belirlemek amacıyla öğrencilerin başarı düzeyleri iki grupta incelenmiştir. Bu gruplar oluşturulurken öğrencilerin yılsonu başarı notları dikkate alınmış, notu beş ve dört olanlar başarılı öğrenciler, notu üç ve daha altında olanlar ise düşük başarılı öğrenciler olarak kabul edilmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarının yapısalcı yaklaşımla öğretim sonrasında olumlu yönde değişim gösterdiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca, her iki başarı düzeyindeki öğrencilerin tutumlarında uygulama sonrasında görülen artışın yanı sıra, düşük başarılı öğrencilerin tutumlarının, yüksek başarılı öğrencilerin tutumlarının seviyesine ulaştığı görülmüştür. Tutum ile cinsiyet arasında ise anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Yenilmez (2007), ilköğretim öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumlarını araştırdığı çalışmayı 2004-2005 öğretim yılı verileri ile sınırlandırmıştır. Araştırmanın gerçekleştirilmesinde ilişkisel tarama modelinden yararlanılmıştır. Araştırmanın örneklemini Eskişehir'in Alpu ilçesindeki ilköğretim okullarına devam eden öğrenciler arasından rastlantısal olarak seçilen 191 öğrenciden oluşturulmuştur. Veri toplama aracı olarak 30 maddeden oluşan 5'li Likert tipi ve güvenirliği .96 olan Matematik Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha olumlu tutuma sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca sayısal derslere ilgisi olan öğrencilerin, sözel derslere yatkın olanlara oranla matematik dersine yönelik daha olumlu bir tutuma sahip oldukları belirlenmiştir. Genel akademik başarısı ve matematik başarısı yüksek olan öğrencilerin, düşük başarıya sahip öğrencilere oranla matematiğe karşı daha olumlu tutuma sahip olmalarına rağmen özellikle matematik dersinden zorlanan öğrencilerin bu derse yönelik olarak daha olumsuz bir tutuma sahip oldukları görülmüştür.

Peker ve Mirasyedioğlu (2003) yaptıkları çalışmada, resmi genel liselerin ikinci sınıf öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumlarını, matematik başarılarını ve öğrencilerin tutum puanları ile başarı puanları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmadaki veriler, Matematik Tutum Ölçeği ve araştırmacının geliştirdiği 25 soruluk Matematik Başarı Testi ile elde edilmiştir. Öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumları ile ilgili verilerin analizinde frekans ve yüzde kullanılmış, matematik tutum puanları ve matematik başarı puanları arasındaki ilişki ise Pearson korelasyon katsayısı bulunarak analiz edilmiştir. Araştırmanın örneklemini belirlemek için tabakalı örnekleme yönteminin orantılı seçimi kullanılmış ve araştırmacının imkânları çerçevesinde 500 öğrencinin oluşturduğu araştırma örneklemini oluşturulmuştur. Elde edilen bulgulardan lise ikinci sınıf öğrencilerinin çoğunluğunun (yaklaşık %70) matematik dersine yönelik olumlu tutum içinde oldukları ve matematik dersindeki başarı yönünden kaygılı oldukları görülmüştür. Ayrıca aynı öğrencilerin kaygılarında haklı oldukları, öğrencilerin %68,4'ünün başarısız olmalarından da görülmüştür. Öğrencilerin genelde olumlu tutum içinde olmalarına rağmen matematik dersindeki başarı oranının düşük olduğu görülmüştür. Öğrencilerin matematiğe yönelik tutum puanları ile matematik başarı puanları arasında ise orta düzeyde anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmüştür.

Yılmaz (2006) çalışmasında, ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin matematik dersine ilişkin tutumlarının cinsiyete, ailenin sosyo-ekonomik durumuna ve anne-babanın eğitim düzeylerine göre incelemeyi amaçlamıştır. Yürütülen çalışmanın örneklemini 2003-2004 öğretim yılında Ankara ili Mamak ilçesindeki Gülveren İlköğretim, Barbaros İlköğretim ve Şair Nedim İlköğretim okulunda öğrenim gören altıncı sınıf öğrencilerden rastgele seçilen 185 öğrenci oluşturmuştur. Verilerin toplanmasında 30 maddeli 5'li Likert tipi Matematik Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Araştırmanın amaçları doğrultusunda toplanan verilerin değerlendirilmesinde frekans, aritmetik ortalama, standart sapma, t testi, Oneway Anova ve Scheffe testi kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulardan; ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumlarının cinsiyete ve babanın eğitim düzeyine göre değişmediği görülmüştür. Ancak ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumları ailenin sosyo-ekonomik düzeyi ve annenin eğitim düzeyine göre anlamlı bir farklılık göstermiştir.

Taşdemir (2009) çalışmasını, ilköğretim ikinci kademede öğrenim gören öğrencilerin matematik dersine karşı tutumlarını belirlemek amacıyla yapmıştır. Araştırma ilköğretim altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinden oluşan 184 kız, 217 erkek olmak üzere toplam 401 öğrenciye uygulanmış, farklı eğitim-öğretim ve öğretmen-öğrenci sayıları göz önüne alınarak 2006-2007 öğretim yılında Bitlis il merkezine bağlı ilköğretim okulları arasında seçilen dokuz ilköğretim okulunda gerçekleştirilmiştir. Bu ilköğretim okullarının 3 tanesi köy, 3 tanesi ilçe, 3 tanesi il merkezindeki ilköğretim okullarından seçilmiştir. Araştırmada, survey (betimleme) yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen verilere, güvenirliği .80 olan Matematik Tutum Ölçeği kullanılarak ulaşılmıştır. Araştırmada matematik tutum puanı bağımlı değişken, diğer değişkenler ise bağımsız değişkenler olarak ele alınmıştır. Elde edilen verilerin çözümlenmesinde frekans, yüzde, tek yönlü varyans analizi ve çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Scheffe testi kullanılmıştır. Araştırmada iki önemli sonuç elde edilmiştir. Birincisi; farklı eğitim-öğretim ve öğretmen-öğrenci bakımından gruplandırılan okullarda öğrenim gören öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarında anlamlı bir farkın olması. İkincisi ise sınıf seviyesinin artması ile öğrencilerin tutumlarında bir azalma görülmesi olarak belirtilmiştir.

Ünlü (2007) çalışmasında, ilköğretim okullarının birinci kademesinde öğrenim gören öğrencilerin matematik dersine olan tutum ve ilgilerinin hangi düzeyde olduğunun belirlenmesi bu duygu ve düşünceye etki eden olumlu ya da olumsuz etmenlerin ortaya çıkarılması ve matematik öğretimi yapılırken, uygulanan yöntemlerdeki eksik davranışları tespit etmeyi amaçlamıştır. Araştırma tarama modeline uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın örneklem grubunu 2004-2005 öğretim yılında Çanakkale ili merkez ilçede bulunan 16 ilköğretim okuluna devam eden üçüncü sınıf 502, dördüncü sınıf 558 ve beşinci sınıf 624 olmak üzere toplamda 1684 öğrenci oluşturmuştur. Öğrenciler tesadüfî örneklem yöntemiyle seçilmiştir. Bilgi toplama aracı olarak anket formu geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda, öğretmenlerin ifade ve beceri derslerinde matematik dersi işlemleri, öğrenciler üzerinde matematik dersine karşı olumsuz tutum sergilemelerine neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, aile ve çevrenin matematik dersini zor öğrenilen bir ders olarak gösterdiği tespit edilmiştir. Bununda matematik dersine karşı olumsuz bir etki yaptığı görülmüştür. Dikkat çekici diğer bir sonuç ise şu şekildedir: Öğrenciler matematikle uğraşırken keyif aldıklarını yeni bir konu öğrenmenin, bilinmeyen yeni kavramlarla karşılaşmanın kendilerini heyecanlandığını, problem çözmekten hoşlandıklarını belirtmiş olmalarıdır.

Koca (2011) çalışmasında, ilköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik başarı, tutum ve kaygılarının öğrenme stillerine göre farklılığını incelemiştir. Ayrıca bu çalışmada öğrencilerin matematik başarıları, Seviye Belirleme Sınavı (SBS) puanları, matematiğe karşı tutumları ve matematik kaygılarının cinsiyete, dershaneye gidip gitmeme durumuna göre, matematikten özel ders alıp almama durumuna göre ve matematik öğretmeninden memnun olup olmama durumuna göre farklılığı da belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada genel tarama (survey) yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini Afyonkarahisar il merkezinde bulunan altı ilköğretim okulundan uygun örnekleme yöntemi ile seçilen 238'i kız, 246'sı erkek olmak üzere toplam 484 sekizinci sınıf öğrencisinden oluşturulmuştur. Veri toplamak amacıyla güvenilirliği .95 olan 20 maddelik 5'li Likert tipi Matematik Tutum Ölçeği, güvenilirliği .93 olan 22 maddelik 5'li Likert tipi İlköğretim Öğrencileri İçin Matematik Kaygı Ölçeği ve 12 maddeli Öğrenme Stili Envanteri kullanılmıştır.

Ayrıca bağımsız değişken olarak da öğrencilerin cinsiyetleri, dershaneye gidip gitmeme durumları, matematikten özel ders alıp almama durumları, matematik öğretmenlerinden memnun olup olmama durumları öğrenci bilgi formunda yer almıştır. Öğrencilerin matematik başarıları olarak bir önceki dönemdeki matematik not ortalamaları dikkate alınmıştır. SBS puanı olarak da öğrencilerin altıncı sınıf ve yedinci sınıf SBS puanları dikkate alınmıştır. Verilerin analizinde bağımsız örnekler t-testi ve tek yönlü varyans (Oneway Anova) analizi kullanılmıştır. Araştırmada, öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarında cinsiyetin etkili bir faktör olmadığı ancak dershanenin, özel ders almanın, matematik öğretmenine karşı duyulan memnuniyetin ve öğrenme stillerinin etkili olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Ma ve Kishor (1997) yapmış olduğu çalışmada, matematiğe yönelik tutum ve matematik başarıları arasındaki ilişkinin büyüklüğünü değerlendirmek için 113 ilköğretim çalışmasını hem entegre etmek hem de özetlemek maksadıyla bir meta analiz çalışması yapmıştır. Çalışmadaki istatistiksel veriler ortak etki büyüklüğü ölçüsü ile korelasyon katsayısına dönüştürülmüş ve ilişkisel açıdan incelenmiştir. Çalışma sonucunda, matematik tutumları ile başarı arasında anlamlı bir pozitif ilişki ve incelenen ilişkilerin bir dizi değişkene bağlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca matematiğe yönelik tutum ile matematik başarıları üzerinde cinsiyet, sınıf ve etnik kökenin önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Mubeen, Saeed ve Arif (2013) yapmış oldukları çalışmada, tutumların hem başarı hem de akademik başarı için önemli bir belirleyici olup olmadığını anlamak için dokuzuncu ve onuncu sınıf ortaöğretim düzeyi öğrencilerinin akademik matematik başarıları ile matematiğe yönelik tutumları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Pakistan’da iki kız ve iki erkek okulundan seçilen 15-16 yaş grubu 200 erkek ve 300 kız olmak üzere toplam 500 öğrenci araştırmanın örneklemini oluşturmuştur. Matematiğe karşı öğrencilerin tutum değişkenini ölçmek için mevcut literatür ışığında geliştirilen 25 soruluk ölçek kullanılmış ve veriler bu şekilde elde edilmiştir. Ancak bu verilere ek olarak; öğrenci ismi, sınıfı, aile büyüklüğü, doğum sırası, sosyo-ekonomik durum hakkında da bilgiler alınmıştır. Elde edilen veriler, korelasyon katsayısının istatistiksel verileri analiz edilerek yorumlanmıştır. Elde

edilen sonuçlara göre erkeklerin matematik başarıları kızlara göre farklılık göstermiş ve kızlar erkeklere göre daha iyi başarı göstermiştir. Matematiğe yönelik tutum ve matematik başarıları arasında pozitif korelasyon olsa da bu ilişkinin sadece kız öğrenciler arasında önemli düzeyde olduğu görülmüştür. Yani erkek öğrenciler arasında matematiğe yönelik tutum ile matematik başarıları arasındaki korelasyon katsayısının önemli bir değerde olmadığı belirtilmiştir.

Farooq ve Shah (2008), “Students’ Attitude Towards Mathematics” isimli çalışmada öğrencilerin matematik başarılarının ve matematik öğrenmeye katılımlarının matematiğe yönelik tutuma bağlı olacağı inancından hareketle lise öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumlarını araştırmışlardır. Her iki cinsiyette çalışmanın araştırma popülasyonunu oluşturmuştur. Araştırmanın örneklemini ise on kamu ve özel sektör okullarından uygun olarak seçilen onuncu sınıf 685 (379 erkek, 306 kız) öğrenciden oluşturulmuştur. Çalışmada erkek ve kız öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını analiz etmek için güvenilirliği .74 olan bir ölçek kullanılmış ve istatistiksel sonuçlar t-testi ve $p < .05$ anlamlılık düzeyinde tanımlanmıştır. Çalışma sonucunda, okul türünün hem öğrenci başarıları ve hem de kişisel oluşum üzerinde büyük etkisi olduğu görülmüştür. Özellikle özel okul öğrencilerinin devlet okulu öğrencilerine göre matematik başarıları ile tutum puanlarının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Hannula (2002), “Attitude Towards Mathematics: Emotions, Expectations and Values” isimli çalışmasını, tutum analizi için yeni bir çerçeve geliştirmek için yapmıştır. Öğrencilerin gözlemlenebilir matematiğe yönelik tutumları dört farklı değerlendirme sürecine ayrılmıştır: (i) matematikle ilgili aktiviteler sırasındaki öğrencilerin duyguları, (ii) öğrencilerin matematiksel kavramlarla kendiliğinden olan ilişkileri, (iii) öğrencilerin matematik yapmasının bir sonucu olarak izlenmesini beklediği durumların değerlendirilmesi, (iv) öğrencilerin genel amaç yapısında yer alan matematiğin değeriyle alakalı amaçları. Yürütülen çalışma boyunca bir öğrenci dört yıl boyunca gözlemlenmiş, annesiyle ve öğretmenleriyle görüşmeler yapılmış, gözlemlerle ilgili notlar tutulmuş ayrıca dersler birçok kez videoya kaydedilmiştir. Nitel durum çalışmasıyla ele alınan araştırmada öğrencinin matematiğe yönelik

negatif tutumu ile problem çözme sürecinde geliştirdiği negatif duyguların nasıl olduğu açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, gözlemlenen ve görüşmeler yapılan öğrencinin yarım yıl gibi kısa bir süre içerisinde matematiğe yönelik tutumunun önemli ölçüde (özellikle pozitif yönde) değişme gösterdiği belirlenmiştir. Gerçekleşen değişimden hareketle öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu veya olumsuz tutumun kısa bir süre içerisinde değişim gösterebileceğine vurgu yapılmıştır.

Opolot-Okurot (2005) çalışmasında, ortaöğretim öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumlarını incelemiştir. Yürütülen çalışmaya Merkez Uganda'nın üç farklı bölgesinde yer alan dokuzuncu sınıf seviyesinde dokuz ortaöğretim okulunda öğrenim gören 123'ü erkek, 131'i kız olmak üzere toplamda 254 öğrenci katılmıştır. Elde edilen veriler; matematik kaygısı, matematik öğrenmeye duyulan güven ve matematik motivasyonunu kapsayan Matematiğe Yönelik Öğrenci Tutum Ölçeği ile elde edilmiştir. Elde edilen veriler ise Rasch modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları incelendiğinde; kız ve erkek öğrenciler arasında ölçülen tüm tutum değişkenleri arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Tüm bu davranışsal (kaygı, güven ve motivasyon) değişkenlere bakıldığında erkek öğrencilerin ortalama puanlarının kız öğrencilere göre daha fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca yüksek performanslı okullardaki öğrencilerin matematiğe yönelik tutum puanları düşük performanslı okullardaki öğrencilere göre daha yüksek çıkmıştır.

Ma ve Xu (2004) yapmış oldukları çalışmada, ilköğretim seviyesindeki öğrencilerin matematiğe yönelik tutum ile matematik başarıları arasındaki nedensel sıralamayı (baskınlığı) araştırmışlardır. Yürütülen çalışmada, büyük ölçekli (n=3116) veri analizi için yapısal eşitlik modeli kullanılmıştır. Geliştirilen model iki aşamada elde edilmiştir. İlk aşama olarak tutum ve başarı arasındaki ilişkinin genel nedenleri için yapısal eşitlik modeline ait bir dizi test uygulanmıştır. Uygulanan her bir test; yapısal model, başarı ve tutum için geliştirilen ölçüm modellerini içermiştir. Matematiğe yönelik tutum ölçüm modelindeki gizli değişkenleri ve matematiğe yönelik tutumu temsil etmek için üç gösterge kullanılmıştır: (i) matematik tüm problemler için yararlı, (ii) matematik kişinin mantıklı düşünmesine yardımcı olur,

(iii) birçok yönden matematiğin kullanımı. Çalışma sonucunda, tutum üzerinde nedensel baskınlığı gösteren başarı ile elit olmayan öğrenciler için neredeyse tüm ortaokul boyunca tutum ile başarı arasında dengesiz karşılıklı bir ilişki bulunmuştur. Böyle bir karşılıklı ilişki ise elit öğrenciler arasında bulunmamıştır. Bu öğrenciler arasında tutum ve başarı arasında nedensel bir ilişkiye rastlanmıştır ve başarı her zaman tutum üzerinde (tek yönlü) nedensel baskınlığa neden olmuştur.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın yöntemi ele alınmaktadır. Araştırmanın modeli, evreni, örnekleme ve örneklemin özellikleri, veri toplama araçları ve geliştirilmesi, verilerin analiz ve çözümleme biçimleri ile işlem yolu ve denel işlemler açıklanmıştır.

Araştırmanın Modeli

Araştırmada, çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerine, cebirsel düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi incelendiğinden ön test-son test kontrol gruplu deneme modeli kullanılmıştır. Ön test-son test kontrol gruplu modelde, yansız atama ile oluşturulmuş iki grup bulunur. Bunlardan biri deney diğeri kontrol grubu olarak kullanılır. Her iki grupta da deney öncesi ve deney sonrası ölçmeler yapılır (Karasar, 2002). Araştırma modeli, araştırmanın sorularını cevaplamak ya da hipotezlerini test etmek amacıyla araştırmacı tarafından kasıtlı olarak geliştirilen bir plan dâhilinde yürütülür. Aynı zamanda bu model, deneysel işlemin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin test edilmesi ile ilgili olarak araştırmaya yüksek bir istatistiksel güç sağlayan, elde edilen bulguların neden-sonuç bağlamında yorumlanmasına olanak veren ve davranış bilimlerinde sıkça kullanılan güçlü bir desendir (Büyüköztürk, 2001). Değişkenlerin ne ölçüde etkili olduğuna karar vermek için ön-test ve son-test ölçme sonuçları birlikte kullanılır. Bu amaçla:

- Her grup için ön test-son test puanlarındaki yüzde artışlar bulunarak ortalama artışlar karşılaştırılır veya
- Ön-test puanlarını “birlikte değişen” olarak kullanıp, son test puanlarıyla, birlikte değişkenlik çözümlemesi veya
- Ön test puanları karşılaştırılır, arada önemli bir ayrım yoksa yalnızca son test puanları kullanılarak ortalamalar arası fark sınanır (Karasar, 2002:97).

Araştırmada kullanılan ön test-son test kontrol gruplu deneme modeli Şekil 5’te verilmiştir.

Şekil 5

Ön Test-Son Test Kontrol Gruplu Model

G_1	R	$O_{1.1}$	X_1	$O_{1.2}$
G_2	R	$O_{2.1}$	X_2	$O_{2.2}$

G_1 : Deney Grubu

G_2 : Kontrol Grubu

$O_{1.1}$ ve $O_{2.1}$: Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test Puanları

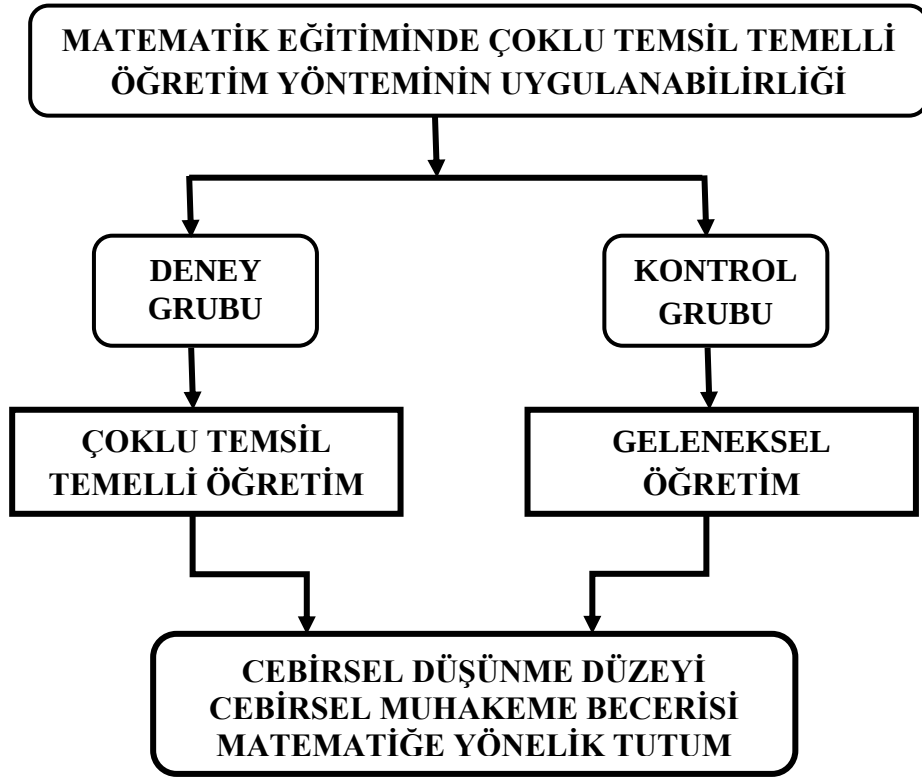
X_1 : Deney Grubu Üzerine Uygulanan Çoklu Temsil Temelli Öğretim

X_2 : Kontrol Grubu Üzerine Uygulanan Geleneksel Öğretim

$O_{1.2}$ ve $O_{2.2}$: Deney ve Kontrol Gruplarının Son Test Puanları

Araştırmada uygulanan deneysel yöntemde, deney grubu üzerinde etkisi incelenen yöntem yani bağımsız değişken “Çoklu Temsil Temelli Öğretim” dir. Bu yöntemin etkililiğini belirlemek amacıyla kontrol grubunda ise “Geleneksel Öğretim Yöntemleri” kullanılmıştır. Her iki grupta da uygulanan yöntemlerin bağımlı değişkenleri ise cebirsel düşünme düzeyi, cebirsel muhakeme becerisi ve matematiğe yönelik tutumdur. Yapılacak inceleme için ölçme aracı olarak, Chelsea tanılayıcı cebir testi, cebirsel muhakeme değerlendirme aracı ve matematik tutum ölçeği ön test ve son test olarak kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan yapının akış şeması Şekil 6’da, deney deseni ise Şekil 7’de sunulmuştur.

Şekil 6
Araştırma İle İlgili Akış Şeması



Araştırmanın deneysel kısmını oluşturan süreçler hakkındaki bilgiler deney deseni şeklinde aşağıda özetlenmiştir.

Şekil 7
Deney Deseni

Grubun Adı	Deney Öncesi	Denel İşlemler	Deney Sonrası
Deney Grubu	- Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi - Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı - Matematik Tutum Ölçeği	Çoklu Temsil Temelli Öğretim	- Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi - Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı - Matematik Tutum Ölçeği
Kontrol Grubu	- Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi - Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı - Matematik Tutum Ölçeği	Geleneksel Öğretim Yöntemleri	- Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi - Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı - Matematik Tutum Ölçeği

Çalışma Grubu

Araştırmanın uygulanması ve gerekli çalışmaların yürütülebilmesi için İzmir İl Milli Eğitim Müdürlüğünden gerekli yasal izin alınmıştır (Ek-1). Araştırmanın çalışma evreni İzmir İli Buca İlçesinde ortaokul yedinci sınıfta okuyan öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırma, 2014-2015 eğitim-öğretim yılı güz (birinci) yarıyılında İzmir İli Buca İlçesindeki bir devlet okulunda yedinci sınıfa devam eden 60 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Deney ve kontrol grubu rastgele seçilmiştir. Deney grubunda 30 ve kontrol grubunda 32 öğrenci bulunmaktadır. Ancak kontrol grubunda yer alan 2 kaynaştırma öğrencisine uygulanan bireyselleştirilmiş öğretim programından dolayı öğrenciler çalışma grubuna dâhil edilmemiştir. 2 kaynaştırma öğrencisi dışındaki katılımcıların cinsiyetlere göre dağılımları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1

Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Cinsiyete Göre Dağılımları

Cinsiyet	Deney Grubu	Kontrol Grubu	Toplam
Kız	15	11	26
Erkek	15	19	34
Toplam	30	30	60

Veri Toplama Araçları

Araştırmada deney ve kontrol gruplarında ön test ve son test olarak kullanılan veri toplama araçları aşağıda sunulmaktadır:

- Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi (Ek-5),
- Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı (Ek-6),
- Matematik Tutum Ölçeği (Ek-7).

Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi

Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi (Chelsea Diagnostic Algebra Test, [CDAT]), Concepts in Secondary Mathematics and Science Team (CSMST) (Hart, Brown, Kerslake, Küchemann ve Ruddock, 1985) tarafından 13-15 yaşları arasındaki İngiliz öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemek için geliştirilmiştir. Test, temel cebir düzeyindeki kavramsal bilgileri ölçmek amacıyla tasarlanmış ve geliştirilmiştir.

CSMST'ye göre harfleri kullanmanın ve yorumlamanın altı farklı kategorisi bulunmaktadır. İlk üç kategori yanıtların düşük seviyesini belirtir. Bu seviyedeki çocukların, harfin belli bir bilinmeyen olarak kullanılması gereken yerlerde veya durumlarda cebiri anlama düzeyi düşüktür (Küchemann, 1998'den akt. Çıkla-Akkuş, 2004:76). Bu kategoriler ve kategorilere ilişkin örnekler aşağıdaki gibi verilebilir:

1. *Harfe Değer Verme*: Bu kategoride harfe sayısal bir değer verilir. Örneğin, " $a+5=8$ ise a hakkında ne söylenebilir" örneği verilebilir.
2. *Harfi Kullanmama*: Bu kategoride öğrenci harfi ya tamamen yok sayar ya da farkında olmasına rağmen ona bir anlam yüklemeyiz. Örnek olarak "Eğer $a+b=43$ ise $a+b+2=?$ " değerini bulunuz?
3. *Harfin Bir Nesne Şeklinde Kullanılması*: Harf bir nesne için hatırlatıcı gibi ya da aynı harf kendi başına bir nesne gibi düşünülür. Örneğin " $2a+5a=?$ " gibi.
4. *Harfin Özel Bir Bilinmeyen Şeklinde Kullanılması*: Bu aşamada öğrenciler harfleri özel fakat bilinmeyen bir sayı gibi kullanır ve üzerinde doğrudan işlem yapabilirler. " $n+5$ 'in üzerine 4 ekle" örneğinde olduğu gibi.
5. *Harfin Genellenmiş Bir Sayı Şeklinde Kullanılması*: Harf birden fazla değer alabilen bir şey olarak düşünülebilir. Örneğin " $c+d=10$ ise c hakkında ne söyleyebilirsin?" gibi.
6. *Harfin Bir Değişken Şeklinde Kullanılması*: Öğrenciler bu aşamada harfin birden fazla sayıyı ifade ettiğini anlar ve harfle onun ifade ettiği sayı grubu arasında sistematik bir ilişki olduğunu kavrayabilirler. "Hangisi daha büyüktür $2n$ mi yoksa $n+2$ mi? Açıklayınız" örneğinde olduğu gibi.

Bu altı kategoriden başka, cebiri anlamamanın dört seviyesi, çocukların yanıtlarına ve maddelerin kendilerine ilişkin geliştirildi. Seviye 1'deki maddeler tamamen sayısal ve fazlasıyla kolaydır. Seviye 2'deki maddeler ise seviye 1'den farklı olarak oldukça karmaşıktır. Ayrıca Seviye 2'deki maddeler "harfi" amaç olarak içerir. Seviye 3'teki çocuklar harfleri özel bir bilinmeyen olarak kullanabilirler.

Seviye 4'te ise öğrenciler özel bilinmeyenleri gerektiren ve karmaşık yapıları olan maddelerin üstesinden gelebilirler (Küchemann, 1998'den akt. Çıkla-Akkuş, 2004). Maddelerin numaraları ve gösterilen seviyeleri Tablo 2'de verilmektedir:

Tablo 2
Madde Numaraları ve Seviyeleri

Madde Numaraları	Seviyeler
5a, 6a, 8, 7b, 9a, 13a	1
7c, 9b, 9c, 11a, 11b, 13d, 15a	2
1, 2, 4c, 5c, 9d, 13b, 13h, 14, 15b, 16	3
3, 4e, 7d, 13e, 17a, 18b, 20, 21, 22, 23	4

Cevaplar doğruysa 1, yanlışsa 0 olarak puanlandırılmıştır. Bu veri toplama aracının Cronbach güvenirliği ilk yayınlandığında .70 çıkmıştır. CDAT Türkçeye matematik eğitimi bölümündeki 3 araştırma görevlisi ve bir matematik öğretmeni tarafından çevrilmiştir. Gerekli kontroller Çıkla-Akkuş (2004) ve iki matematik öğretmeni tarafından yapılmış ayrıca bir matematikçi ve iki matematik öğretmeni tarafından biçim ve kapsam geçerliği kontrol edilmiştir. 125 öğrenciye uygulanan pilot uygulama sonucunda güvenirlik .93 bulunmuştur. Maddelerin ayıricılık değerleri .20 ile .60 arasında, güçlük değerleri ise 0 ile .94 arasında değişmektedir. CDAT testinde 55 madde bulunmakta ve testten alınacak en küçük puan 0 ve en büyük puan 55 olarak belirlenmiştir. Yürütülen çalışmada test maddelerinin ölçüm güvenirliği tekrar hesaplanmış ve .87 olarak bulunmuştur.

Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı

Araştırmada ön test ve son test olarak kullanılan Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı'nın geliştirilmesinde öncelikle alan taraması yoluyla benzer durumdaki ölçme araçların ve testlerin nasıl geliştirildiğine yönelik çalışmalar incelenmiş ve çalışmada Gibson (2005) tarafından ortaya konulan üç aşama kullanılmıştır.

Kavramın Tanımlanması

Bir ölçme aracının geliştirilmesi süresince yapılması gereken ilk aşama, literatür taraması yoluyla elde edilen bilgiler doğrultusunda soru formunda yer alan madde gruplarının neler olacağını belirlemektir. Aynı zamanda bu yaklaşım, Gable ve Wolf (1993) tarafından tanımlanan test geliştirmenin ilk adımı olarak ele alınmış ve bu aşamanın oluşturulacak testin teorik temellere dayanması açısından önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu amaçla, literatürde muhakemenin değerlendirilmesi ile ilgili yapılmış çalışmalar incelenerek ölçme aracının boyutları belirlenmiştir. Muhakemenin değerlendirilmesi ile ilgili ortaya koyulan kuramsal temeller ise özet olarak şu şekildedir:

- ✓ NCTM (2000) muhakeme becerilerini; muhakeme ve ispat kategorileri ile birlikte ele almaktadır.
- ✓ NAEP (2002) muhakeme becerilerine problem çözme becerisi ve matematiksel güç içerisinde yer vermektedir.
- ✓ Bloom'un sınıflamasında muhakeme becerilerini; sentez ve değerlendirme gibi üst basamaklar karşılamaktadır (Suzuki, 1998).
- ✓ TIMMS (2003) muhakeme becerilerini; analiz, genelleme, sentez, karar verme ve rutin olmayan problemleri çözme kategorileri içerisinde tanımlamaktadır.
- ✓ MEB (2009) muhakeme becerilerini akıl yürütme becerisi olarak ele almaktadır.

Tablo 3

Literatürde Yer Alan Muhakeme Becerileri

İlköğretim 7. Sınıf Seviyesindeki Öğrenciler;	
Kategoriler	Muhakeme Becerileri İle İlgili Söylemler
(National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000)	
Muhakeme ve İspat	• Matematiğin temel yönleri muhakeme ve ispatı tanıyabilmelidir. • Matematiksel varsayımları araştırabilmeli ve yapabilmelidir. • Matematiksel kanıtları değerlendirebilmeli ve geliştirebilmelidir. • Muhakeme ve ispat yöntemlerinin çeşitli türlerini kullanabilmeli ve seçebilmelidir.
(National Assessment of Educational Progress [NAEP], 2002)	
Matematiksel Muhakeme	• Muhakeme yoluyla varsayımları kullanabilmelidir. • Sonuçları ve genellemeleri hem doğrulayabilmeli hem de düzeltebilmelidir. • Sınıf dışı tümevarım ve tümdengelim kullanabilmelidir.

Tablo 3 (devamı):
Literatürde Yer Alan Muhakeme Becerileri

<i>BLOOM Taxonomy of Educational Objectives (1956)</i>	
Sentez	• Bir plan veya işlemler takımı önerisi oluşturabilmelidir. • Soyut ilişkiler takımı geliştirebilmelidir.
Değerlendirme	• İç kanıtlar bakımından yargılama yapma becerisine sahip olabilmelidir. • Dış ölçütler bakımından yargılama becerisine sahip olabilmelidir
<i>(Trends in International Mathematics and Science Study [TIMMS], 2003)</i>	
Analiz	• Matematiksel durumlardaki objeler veya değişkenler arasındaki ilişkileri belirler, tanımlayabilir veya kullanabilir. • Orantısal muhakemeyi kullanabilir. • Bir problemin çözümünü kolaylaştırmak için geometrik şekilleri ayrıştırabilir. • Bilmediği katı bir cismi net olarak çizebilir. • Üç boyutlu şekilleri görsel olarak canlandırabilir. • Aynı verinin farklı gösterimlerini karşılaştırabilir ve eşleştirebilir. • Verilen bilgilerden geçerli çıkarımlar yapabilir.
Genelleme	• Problem çözme ve matematiksel düşünme yoluyla elde ettiği sonuçların etki alanını, sonuçları daha genel ve daha yaygın uygulanabilir terimlerle yeniden düzenleyerek genişletebilir.
Sentez	• Sonucu bulmak için çeşitli matematiksel işlemleri birleştirebilir ve daha çok sonuç üretmek için sonuçları birleştirebilir. • Bilgilerin ve ilgili temsillerin farklı öğeleri arasında bağlantı kurabilir ve matematiksel düşünce arasındaki bağlantıları yapabilir.
Karar Verme	• Matematiksel sonuçları veya özellikleri; referans bir ifadenin doğruluğu veya yanlışlığı için gerekçe olarak sunabilir.
Rutin Olmayan Problemleri Çözme	• Matematiksel veya gerçek hayat problemlerini çözebilir, uygun matematiksel işlemleri benzer olmayan ve karışık yapılara uygulayabilir. • Geometrik özellikleri rutin olmayan problemlerin çözümünde kullanabilir.
<i>MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2009)</i>	
Akıl Yürütme	• Öğrenme sürecinde akıl yürütmeyi kullanır. • Yaşantısında, diğer derslerde ve matematikte akıl yürütme becerisini kullanır. • Matematik öğrenirken genellemeler ve çıkarımlar yapar. • Matematikteki ve matematik dışındaki çıkarımlarının doğruluğunu savunabilir. • Yaptığı çıkarımların, duygu ve düşüncelerinin geçerliliğini sorgular. • Akıl yürütmede öz güven duyar. • Akıl yürütme ile ilgili olumlu duygu ve düşüncelere sahip olur.

NCTM, NAEP, Bloom, TIMMS ve MEB tarafından tanımlanan muhakeme becerilerine yönelik kavramların benzer olanlarının gruplandırılması sonucu test boyutu ve becerilerini içeren Tablo 4 aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur.

Tablo 4
Literatürde Yer Alan Test Boyutları ve Soru Sayılarının Test Boyutuna Göre Dağılımı

Test Boyutları		Beceri Sayısı ve Oranları	
		f	%
Analiz	Uygun muhakemeyi belirleme ve kullanma	3	9,68
	Matematiksel varsayımları/ kanıtları ve ilişkileri tanıma ve kullanma	5	16,12
	Aynı verinin farklı gösterimini karşılaştırma/eşleştirme/ayırıştırma ve çeşitli türlerini kullanma	3	9,68
	Muhakeme becerisini/olumlu duygu ve düşünceleri kullanma	4	12,90
Genelleme ve yargılama yapma		6	19,36
Soyut ilişkiler takımı geliştirme		3	9,68
Sonuca ilişkin matematiksel işlemler yapma/öneri ve tahminde bulunma		2	6,45
Sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna yönelik karar verme		3	9,68
Rutin olmayan problemleri çözme/ tümevarım ve tümdengelimini kullanma		2	6,45
Toplam		31	100

NCTM, NAEP, Bloom, TIMMS ve MEB tarafından tanımlanan yedinci sınıf seviyesine uygun 31 muhakeme becerisi gruplandırıldığında genelleme ve yargılama becerilerini içeren ölçek boyutunun en fazla olduğu görülmektedir. Benzer şekilde matematiksel varsayımlar, kanıtlar ve ilişkiler boyutu da fazla beceri gerektirmektedir. Literatürde yer alan muhakeme becerilerinden hareketle cebirsel muhakeme değerlendirme aracının boyutları ile beceri sayıları oluşturulmuştur. Ölçme aracının oluşturulan boyutları ve beceri sayılarında Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (2009) tarafından kabul edilen İlköğretim Matematik Dersi 7. Sınıf Öğretim Programı ve Kılavuzunda yer alan ve çalışmamızı yürüteceğimiz öğrenme alanı cebir, alt öğrenme alanları cebirsel ifadeler, denklemler ve koordinat sistemini içeren kazanımlar dikkate alınmıştır. Oluşturulan boyutlar ve beceri sayıları aşağıda yer alan Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5
Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı Boyutları ve Soru Sayılarının Ölçme
Aracı Boyutuna Göre Dağılımı

Test Boyutları		Beceri Sayısı ve Oranları	
		f	%
Analiz	Cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma	10	23,8
	Aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma	3	7,1
	Uygun cebirsel muhakemeyi belirleme	7	16,7
Cebirsel ifadelere yönelik çıkarımda bulunma		6	14,3
Çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma		4	9,5
Sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme		5	11,9
Rutin olmayan problemleri çözme		7	16,7
Toplam		42	100

Tablo 3’deki literatürde yer alan muhakeme becerilerinden hareketle ülkemiz matematik öğretim programına uygun cebirsel muhakeme becerileri belli başlıklar altında toplanmaya çalışılmıştır. Böylece cebirsel muhakemeye ilişkin boyutlar belirlenmiştir. Belirlenen her bir boyut için kaç beceri yer aldığı belirlenmiş ve toplam beceri ile oranları Tablo 5’te gösterilmiştir. Bu oranlar oluşturulacak olan cebirsel muhakeme değerlendirme aracında kullanılmıştır. Boyutlara ait soru sayılarının hesaplanmasında bu oranlardan yararlanılmıştır.

Maddelerin Geliştirilmesi

Cebirsel muhakeme değerlendirme aracında kullanılan madde tiplerinin belirlenmesinde literatürden faydalanılmıştır. Bunun için uluslararası kuruluşların benimsediği standartlarda iyi bir değerlendirme etkinliğinin, öğrencilerin gelişimlerini olumlu bir şekilde artırılabilceği vurgulanmaktadır. Ayrıca etkili bir değerlendirme ölçütü; öğrencilerin yapması ve bilmesi gereken matematik bilgilerini yansıtır, matematik öğrenmeyi geliştirir, eşitliği teşvik eder, geçerli çıkarımları teşvik eder, uyumlu ve açık bir süreçtir (NCTM, 2000).

NCTM (2000) muhakeme becerilerini muhakeme ve ispat kategorilerinde ele almaktadır. Öğrencilerin matematiksel muhakeme deneyimlerinin sık sık ve farklı şekillerde olması gerektiği belirtilmektedir. Öğrencilerin düzeni algılaması için modelleri ve yapıları incelemesi, gözlenen düzen hakkında genellemeler ve

varsayımları formüle etmesi, varsayımları değerlendirmesi ve matematiksel argümanları oluşturarak değerlendirme yapması gerektiği vurgulanmaktadır. NCTM'in 1989 yılında yayınlanmış olduğu matematik müfredatı ve değerlendirme standartları kitabında öğrencilerde; muhakeme becerisi ve akıl yürütme sürecinin geliştirilmesinin önemi üzerinde durulmuştur. Ayrıca “öğrencilerin iddiaları ve varsayımları değerlendirirken derinleştirmeleri ve matematiksel değişkenleri formüle etmeleri için tümevarımı ve tümdengeliyi kullanmaları, muhakeme becerilerini kuvvetlendirmeleri ve genişletmeleri” gerektiği belirtilmiştir (NCTM, 2000:262).

NCTM (2000) tüm bu anlatılar ışığında değerlendirme sürecinde öğretmenler tarafından birçok tekniğin kullanılabileceğini belirtmektedir. Özellikle açık uçlu sorular, yanıt oluşturmaya yönelik etkinlikler, çoktan seçmeli sorular, performans görevleri, gözlemler, görüşmeler, günlükler ve kişisel gelişim dosyaları bunlardan bazılarını oluşturmaktadır.

NAEP (2002) tarafından kullanılan değerlendirme ölçütünde; ölçekten elde edilen puanlarının ortalaması ile başarı seviyeleri olmak üzere iki farklı puan değerleri belirtilmektedir. Belirtilen puan değerleri ile öğrenci edinimleri aşağıda yer alan seviye kategorilerine ayrılmıştır:

- *Temel Düzey:* Öğrencilerin başarılarının seviyelerini tanımlamada ilk kategori temel düzeyden oluşmaktadır. Bu seviye aritmetik işlemler dahi olmak üzere tam sayılar, ondalık kesirler ve yüzdeler üzerinde tahminleri içermektedir.
- *Yeterli Düzey:* İkinci kategori grubu yeterli düzeyi kapsamaktadır. Bu seviyedeki öğrencilerin; kesirler, yüzdeler, ondalık sayılar, cebir ve fonksiyonlar gibi matematiksel konular arasında bağlantı kurabilmelerini içermektedir.
- *İleri Düzey:* Üçüncü kategori grubunda ise ileri düzey grubu yer almaktadır. Bu seviyedeki öğrencilerin; kavram ve ilkeleri genellenmesinin yanında sentezleyerek yeni modeller oluşturmaları, matematiksel kuralların ötesine giderek üst düzeyde performans sergilemesi beklenmektedir. Öğrenci başarısını değerlendirme ölçütleri ise çoktan seçmeli ve kısa cevaplı maddeler ve açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Özellikle öğrencilerin matematiksel ve muhakeme gücü ile problem çözme becerilerin ortaya çıkarılmasında açık uçlu sorulardan faydalanılmaktadır. Dikkatli bir

şekilde hazırlanmış, içeriğe yönelik amaç ve bilişsel alanları kapsayan seçilmiş test soruları da kullanılmaktadır. Kısa cevaplı maddeler ile öğrencilerden verilen kavrama yönelik örnekler vermeleri veya bir sonuç hakkında kısa açıklamalar yazmaları, sınıflandırma ile isimlendirme yapmaları istenebilmektedir.

TIMMS (2003) tarafından kullanılan veri toplama aracında her bir bilişsel boyut için yapılandırılmış cevap gerektiren açık uçlu ve çoktan seçmeli cevap gerektiren sorular yer almaktadır. Bilişsel becerileri oluşturan bölümler; kavramları, işlemleri ve gerçekleri bilme, bildiğini ve anladığını uygulama son olarak muhakeme etme basamaklarından oluşmaktadır.

Tablo 6
TIMMS (2003) Veri Toplama Aracında Yer Alan Madde Türleri ve Bilişsel
Becerilere Göre Dağılımı

Madde Türü	Bilişsel Beceriler						Toplam	
	Bilme		Uygulama		Muhakeme			
	f	%	f	%	f	%	f	%
Yapılandırılmış Cevap	11	14	34	47	21	39	66	100
Çoktan Seçmeli Madde	54	42	59	46	15	12	128	100
Toplam	65	31	93	46	36	23	194	100

Yukarıda yer alan Tablo 6 incelendiğinde, bilme ve uygulama alanlarındaki yapılandırılmış cevap gerektiren maddelerin çoktan seçmeli maddelere oranla daha az yer almasına rağmen muhakeme alanı ile ilgili maddelerde yapılandırılmış cevap gerektiren maddelerin çoktan seçmeli maddelere oranla daha fazla olduğu görülmektedir. 194 maddeden 65 tanesi bilme becerilerini, 93 tanesi uygulama becerilerini ve 36 tanesi muhakeme becerilerini ölçmektedir. Aşağıda yer alan tabloda ise bilgi, uygulama ve muhakeme alanının içeriğini oluşturan madde sayıları yer almaktadır.

Tablo 7
TIMMS (2003) Veri Toplama Aracının Bilişsel ve İçerik Alanına Göre Madde Sayıları

İçerik Alanı	Bilişsel Beceriler						Toplam	
	Bilme		Uygulama		Muhakeme			
	f	%	f	%	f	%	f	%
Sayılar	21	35	31	55	5	10	57	100
Cebir	22	43	12	23	13	34	47	100
Ölçme	7	21	22	73	2	6	31	100
Geometri	10	30	12	36	9	33	31	100
Veriler	5	15	16	53	7	32	28	100
Toplam	65	31	93	46	36	23	194	100

Kaynak: TIMMS, 2003:76

Tablo 7’de yer alan verilerin içeriği incelendiğinde; bilgi ve muhakeme becerilerinde cebir, uygulama becerisinde ise ölçme alanını içeren maddelerin daha fazla yer aldığı görülmektedir. Muhakeme becerisini ölçen 36 maddeden 5 tanesi sayılar, 13 tanesi cebir, 2 tanesi ölçme, 9 tanesi geometri ve 7 tanesi de verileri ölçen içerik alanlarından oluşmaktadır.

Ülkemiz ilköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı incelendiğinde; öğrenme-öğretme sürecinde süreç ve ürünün değerlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Değerlendirmede ise yöntem ve tekniklerde çeşitlilik sağlanması önerilmektedir. Değerlendirme yaparken öğrencilerin:

- Matematiği günlük yaşamda ne kadar uygulayabildiği,
- Problem çözme yeteneklerinin ne kadar geliştiği,
- Akıl yürütme becerilerinin gelişim düzeyi,
- Matematiğe yönelik tutumlarının nasıl olduğu,
- Matematikte ne kadar öz güvene sahip olduğu,
- Öz düzenleme becerilerinin ne kadar geliştiği,
- Sosyal becerilerinin ne kadar geliştiği,
- Estetik görüşlerin ne kadar geliştiği,
- Matematikle hangi düzeyde iletişim kurabildikleri ve matematiksel ilişkilendirme yapıp yapamadıkları göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmaktadır (MEB, 2009:107).

Öğretim programında yer alan öneri niteliğindeki değerlendirme ölçütleri; kısa cevaplı, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, eşleştirmeli sorulardan oluşan geleneksel testlerden oluşmaktadır. Zihinden işlem yapma becerisinin sınanmasında ise soruların ve cevapların sözlü olarak verilmesi gerekmektedir. Performansa dayalı değerlendirme yapmak için ise açık uçlu sorular, gözlem, posterler, görüşmeler, öz değerlendirme, öğrenci ürün dosyaları, projeler, performans görevleri kullanılmaktadır. Bu görevler yapılırken, öğretmenlerin öğrencilerde hem kullandıkları stratejileri hem de problem çözme süreçleri gözlemleyebileceği belirtilmiştir. Özellikle açık uçlu sorular ve performans görevleri sayesinde her bir öğrencinin öğrendikleri bilgilerle ilgili yorum ve değerlendirme yapmasına sonuç çıkarmasına daha fazla fırsat vereceği vurgulanmaktadır. Öğrenmede yaşanan aksaklıklardan haberdar olmak için zaman zaman öğrencileri yazılı olarak sınavının yanında tartışma, sunum, deney, sergi, proje, gözlem, görüşme, ürün dosyası, öz değerlendirme, akran değerlendirme vb. değerlendirme çalışmaları da yapılması önerilmektedir. Öğrencilerin günlük çalışmalarını değerlendirmek için matematik günlükleri, ödevleri, alıştırmaları, kısa sınavları, kontrol listeleri ve görüşme formları kullanılabileceği gibi sınavlarda ve alıştırmalarda performans değerlendirmeye uygun soruların yanı sıra çoktan seçmeli, eşleştirme ve kısa cevaplı sorular yer alabileceği belirtilmektedir (MEB, 2009:108)

Literatür taraması sonucunda, ölçme aracında belirlenen her bir boyut için NCTM, NAEP, TIMMS ve MEB tarafından ortaya konulmuş olan değerlendirme ile ilgili ölçütler ve veri toplama araçları dikkate alınmıştır. Ölçme aracında öğrencilerin cebirsel muhakeme yetenekleri ile ortak ve alana özgü becerilerin, duyuşsal özelliklerin, öz düzenleme ve psikomotor becerilerini ortaya çıkarabilecek açık uçlu sorular ile ölçme aracının kapsam geçerliliğinin sağlanması amacıyla çoktan seçmeli tipte soruların kullanılmasına karar verilmiştir. Veri toplama aracında kullanılan madde tipleri ve bunların boyutlara göre dağılımının yer aldığı belirtke tablosu Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8

Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı Belirtke Tablosu

Soru Sırası	Analiz			CİYÇB	ÇYCIY	SDÇYKV	ROPÇ
	CYİTK	AVFCİK	UCMB				
1	Ç.S.						
2	Ç.S.						
3	Ç.S.						
4	Ç.S.						
5	Ç.S.						
6	Ç.S.						
7	Ç.S.						
8	Ç.S.						
9	Ç.S.						
10	Ç.S.						
11		A.U.					
12		A.U.					
13		A.U.					
14			A.U.				
15			A.U.				
16			A.U.				
17			A.U.				
18			Ç.S.				
19			Ç.S.				
20			Ç.S.				
21				Ç.S.			
22				Ç.S.			
23				Ç.S.			
24				A.U.			
25				A.U.			
26				A.U.			
27					A.U.	A.U.	
28					A.U.	A.U.	
29					A.U.	A.U.	
30					A.U.	A.U.	
31						A.U.	
32						A.U.	
33						A.U.	
34						A.U.	
35						A.U.	
36							A.U.
37							A.U.
38							A.U.
39							A.U.
40							A.U.
41							A.U.
42							A.U.

CYİTK : Cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma
 AVFCİK : Aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma
 UCMB : Uygun cebirsel muhakemeyi belirleme
 CİYÇB : Cebirsel ifadelere yönelik çıkarımda bulunma
 ÇYCIY : Çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma
 SDÇYKV : Sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme
 ROPÇ : Rutin olmayan problemleri çözme
 A.U. : Açık Uçlu Soru Tipi
 Ç.S. : Çoktan Seçmeli Soru Tipi

Psikometrik Ölçümler

Psikometrik ölçümler bölümünde geliştirilen cebirsel muhakeme değerlendirme aracının ölçümlerinin güvenilirlik ve geçerlik çalışmalarının nasıl yapıldığına dair bilgilere yer verilmiştir. Öncelikle ölçme aracı ölçümlerinin güvenilirlik çalışması kapsamında; iç tutarlılık katsayısı, test-tekrar test güvenilirliği ve madde analizi yapılmıştır. Geçerlik kapsamında ise kapsam ve yapı geçerliği analizi yapılmıştır.

Güvenirlik Çalışmaları

Kavramsal ve istatistiksel olarak güvenilirlik, bir ölçme aracındaki gerçek farklılıkların, toplam farklılığa oranıdır (Peirce, 1995). Güvenirlik, ölçme aracının ölçtüğü özelliği ya da özellikleri, diğer bir deyişle etkilenecek ölçülere yansıttığı etki kaynaklarını, bu kaynaklarda bir değişme olmadığı sürece, ne derecede bir kararlılıkla ölçülere yansıtabildiğini gösterir. Kısacası güvenilirlik gerçekler dünyasında karşılığı olan tüm etkileri, ne derecede bir değişmezlikle ölçülere yansıtmakta olduğunun bir göstergesidir (Özçelik, 1992:41). Her ne kadar birçok çalışma ve kaynakta “testin güvenilirliği” veya “test güvenirliliği” ifadeleri kullanılmış olsa da yapmış olduğumuz çalışmada bu ifadelerin yerine “ölçümlerin güvenilirliği” ifadesinin kullanılması uygun görülmüştür.

Aynı test, bağdaşık veya ayrışık örneklemelere uygulandığı zaman güvenilirliğe ilişkin farklı sonuçlar doğurabilecektir. Hâl böyle iken test güvenilirliktir ya da testin güvenilirliği demek ve güvenilirliği, testin veya aracın bir özelliği gibi ima veya ifade etmek uygun değildir, doğru değildir. Çünkü güvenilirlik, testlerin değil ölçümlerin bir özelliğidir ve ifade edilmesi gereken de ölçüm güvenirliliğidir (Bademci, 2004:4).

Bir başka ifade ile güvenilir veya güvenilmez olan testler değil, bir test veya ölçme aracından elde edilmiş ölçme sonuçları veya ölçümlerdir (Bademci, 2005; Caruso, 2000; Lane, White ve Henson, 2002). Bir ölçme aracından elde edilen ölçümlerin güvenilirlik düzeyini kestirmek için değişik türde teknikler kullanılmaktadır. Tezbaşaran (1996), bunlardan hangisinin izleneceğine madde puanlarının doğasına, ölçek hakkındaki sayıtlara, araştırma koşullarına ve amaçlarına bağlı olarak karar verileceğini belirtmektedir.

İç Tutarlılık Katsayısı

Bu araştırmada, testin uygulanması ile elde edilen sonuçlara dayalı olarak farklı iç tutarlılık katsayılarından yararlanılmıştır. Birincisi ölçüm güvenirliği kestirimi için her bir maddenin varyansına dayalı olarak hesaplanmış olan Cronbach-Alfa katsayısıdır. Cronbach α değeri, bir ölçekte yer alan n sorunun varyansları toplamının genel varyansa oranlanması ile bulunan ağırlıklı standart değişim ortalamasını gösterir (Özdamar, 1999:513). Cronbach α katsayısı ölçek içinde bulunan maddelerin iç tutarlılığının, homojenliğinin bir ölçüsüdür. Ölçüm sonuçlarının α katsayısı ne kadar yüksek olursa bu ölçekte bulunan maddelerin o ölçüde birbirleriyle tutarlı ve aynı özeliğin öğelerini yoklayan maddelerden oluştuğu şeklinde yorumlanır. Bir ölçekte yeterli sayılabilecek güvenirlik katsayısı olabildiğince 1'e yakın olmalıdır (Tezbaşaran, 1996). Cronbach alfa katsayısı, ağırlıklı (örneğin, kesinlikle katılıyorum, katılıyorum, kararsızım, reddederim, kesinlikle reddederim gibi 1'den 5'e kadar [-1,2,3,4,5-] [çok değerli]) ölçümlenmiş maddelerle veya iki değerli ölçümlenmiş (örneğin, evet-hayır, doğru-yanlış, uygun-uygun değil, başarılı-başarısız, katılıyorum-katılmam [0,1] gibi) maddelerle kısacası test maddelerinin tüm çeşitleriyle kullanılabilir (Bademci, 2006). Hesaplanan iç tutarlılık katsayısı için de genel kabul en az 0,70 olmasıdır (Büyüköztürk, 2003; Özçelik, 2010; Pilten, 2008).

Öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracından almış oldukları puanlar kullanılarak elde edilen iç tutarlılık katsayısı Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9

Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracına Ait İç Tutarlılık Katsayısı

İç Tutarlılık Katsayısı	N	α
Cronbach-Alfa	210	0,93

Ölçüm sonuçlarına göre Cronbach-Alfa güvenirlik katsayısı 0,93 olarak hesaplanan ölçme aracının katsayısı 0,70'in üzerindedir. Bu bakımdan cebirsel muhakeme değerlendirme aracından elde edilen ölçüm güvenirliğinin iç tutarlılık katsayısı göz önüne alındığında oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Test-Tekrar Test Güvenirliği

Bir ölçme aracının güvenirliliği için aranılan iki temel ölçüt “değişik zamanlarda elde edilen cevaplar (puanlar) arasında tutarlılık” ve “aynı zamanda elde edilen cevaplar arasında tutarlılık” olarak açıklanmaktadır (Büyüköztürk, 2003). Test-tekrar test tekniği, güvenirliliğin zamana göre değişmezlik ölçütünü ortaya koymak için yapılır. Zamana göre değişmezlik ölçütü herhangi bir şeyin aynı (benzer) koşullar altında ve belli bir zaman aralığı ile ölçümler sonucu elde edilen veri grupları arasındaki ilişkidir (Karasar, 2002).

Ölçme aracının kararlılığını belirlemek amacıyla test-tekrar test uygulaması yapılmış ve üç hafta aralıkla elde edilen eşleştirilmiş puanlar arasındaki Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Aynı testin, aynı gruba, farklı zamanlarda iki defa uygulanması ile elde edilen iki puan dizisi arasındaki ilişki, testlerden elde edilen puanlar sürekli değişken olarak ele alındığı için Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı ile belirlenebilir. Bu katsayı test-tekrar test güvenirliliğinin bir kestiricisi ve güvenirlilik katsayısı olarak kullanılır (Atılgan, Kan ve Doğan, 2007). Guildford (1956)’a göre, bu yöntemle belirlenecek bir testin güvenirlilik katsayısının en az 0,70 olması gerekmektedir (akt. Pilten, 2008:113).

Test-tekrar test güvenirlilik çalışması amacıyla cebirsel muhakeme değerlendirme aracı, deneme uygulaması yapılmış olan 210 öğrenciden tesadüfi olarak seçilmiş olan 30’una 3 hafta sonra tekrar uygulanmıştır. Öğrencilerin iki uygulamadan almış oldukları puanlar için hesaplanan Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı 0,77 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç ölçme aracının test-tekrar test ölçüm güvenirliliğine de sahip olduğunu göstermektedir.

Madde Analizi

Değerlendirme aracında yer alan, çoktan seçmeli soru tipinde olan maddelerin madde analiz işlemleri için “Finesse” adlı madde ve test analiz programı kullanılmıştır. Cebirsel muhakeme değerlendirme aracında yer alan çoktan seçmeli soru tipinde yer alan maddelerin ayırt edicilik ve güçlük indeksleri Tablo 10’da verilmiştir.

Cebirsel muhakeme değerlendirme aracında yer alan açık uçlu soruların madde ayırt edicilik ve güçlük indekslerinin hesaplanmasında ise Öncü (1999)'nün belirtmiş olduğu formüllerden yararlanılmıştır.

<i>Ayırt Edicilik İçin;</i>	
$d_j = \frac{\sum \ddot{u} - \sum a}{N.(maks - puan)}$	d_j = j maddesinin ayırt edicilik indeksi $\sum \ddot{u}$ = Üst %25'in Puanlarının Toplamı $\sum a$ = Alt %25'in Puanlarının Toplamı N = Test Edilen Öğrencilerin %25'i max-puan = Sorudan Alınabilecek En Büyük Puan
<i>Güçlük İndeksi İçin;</i>	
$p_j = \frac{\sum \ddot{u} + \sum a}{2N.(maks - puan)}$	p_j = j maddesinin güçlük indeksi $\sum \ddot{u}$ = Üst %25'in Puanlarının Toplamı $\sum a$ = Alt %25'in Puanlarının Toplamı N = Test Edilen Öğrencilerin %25'i max-puan = Sorudan Alınabilecek En Büyük Puan

Cebirsel muhakeme değerlendirme aracında yer alan açık uçlu soruların ayırt edicilik ve güçlük indeksi Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10
Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracında Yer Alan Maddelere Ait
Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik Gücü İndeksleri

Boyut	Soru Tipi	Soru No	Güçlük İndeksi (p_i)	Ayırt Edicilik (d_i)
Cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma	Ç. S.	1	0.60	0.61
	Ç. S.	2	0.79	0.61
	Ç. S.	3	0.71	0.52
	Ç. S.	4	0.78	0.67
	Ç. S.	5	0.28	0.06*
	Ç. S.	6	0.74	0.56
	Ç. S.	7	0.66	0.71
	Ç. S.	8	0.68	0.74
	Ç. S.	9	0.46	0.28*
	Ç. S.	10	0.73	0.69
Aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma	Ç.S.	11	0.49	0.61
	Ç.S.	12	0.66	0.71
	Ç.S.	13	0.46	0.27*
Uygun cebirsel muhakemeyi belirleme	A. U.	14	0.73	0.42
	A. U.	15	0.75	0.39
	A. U.	16	0.68	0.47
	A. U.	17	0.64	0.45
	A.U.	18	0.77	0.46
	A.U.	19	0.64	0.47
	A.U.	20	0.66	0.45
Cebirsel ifadelere yönelik çıkarımda bulunma	Ç. S.	21	0.63	0.43
	Ç. S.	22	0.41	0.37
	Ç. S.	23	0.61	0.40
	Ç. S.	24	0.59	0.58
	Ç. S.	25	0.71	0.41
	Ç. S.	26	0.50	0.48
Çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma	A. U.	27	0.46	0.66
	A. U.	28	0.46	0.70
	A. U.	29	0.56	0.72
	A. U.	30	0.55	0.74
Sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme	A. U.	31	0.42	0.60
	A. U.	32	0.48	0.82
	A. U.	33	0.56	0.70
	A. U.	34	0.46	0.77
	A. U.	35	0.50	0.71
Rutin olmayan problemleri çözme	A. U.	36	0.66	0.55
	A. U.	37	0.43	0.73
	A. U.	38	0.68	0.42
	A. U.	39	0.63	0.58
	A. U.	40	0.64	0.49
	A. U.	41	0.63	0.49
	A. U.	42	0.64	0.28*

Madde güçlük indeksi, doğru cevap sayısının tüm cevaplayıcılar sayısına oranı, kısacası doğru cevap yüzdesidir. Bir maddeyi, cevaplayıcıların büyük bir kısmı doğru cevaplamışsa bu madde kolay, yani güçlüğü az bir maddedir. Böyle bir madde için hesaplanan güçlük göstergesi bire yaklaşıp. Öte yandan, tüm cevaplayıcıların çok az bir kısmının doğru cevapladığı bir madde, zor bir maddedir. Böyle bir madde için hesaplanan güçlük göstergesi sıfıra yaklaşıp (Özçelik, 1992:206). Madde güçlük indeksinin 0,50 olması sorunun orta güçlükte olduğunu gösterir (Atılgan ve diğer, 2007). Tablo 10 incelendiğinde cebirsel muhakeme değerlendirme aracında yer alan maddelerinin çoğunluğunun orta güçlük ve orta güçlüğü yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ölçme aracının genel olarak ne çok kolay ne de çok olduğu söylenebilir. Madde güçlük indeksi (p_j);

- 0,00- 0,19 arasında ise, madde çok zor,
- 0,20- 0,34 arasında ise, madde zor,
- 0,35- 0,64 arasında ise, madde orta güçlükte,
- 0,65- 0,79 arasında ise, madde kolay,
- 0,80- 1,00 arasında ise, madde çok kolay olarak kabul edilir (Sözbilir, 2010).

Tablo 11

Değerlendirme Aracı Sorularının Madde Güçlüğüne Göre Dağılımı

Madde güçlüğü	Madde Numarası	Maddenin Değerlendirilmesi
0,80-1,00 arasında	yok	Çok kolay maddeler
0,65-0,79 arasında	2,3,4,6,7,8,10,12,14,15,16, 18,20,25,36,38	Kolay maddeler
0,35-0,64 arasında	1,9,11,13,17,19,21,22,23,24,26, 27,28,29,30,31,32,33,34,35,37, 39,40,41,42	Orta güçlükte maddeler
0,20-0,34 arasında	5	Zor maddeler
0,00-0,19 arasında	yok	Çok zor maddeler

Denenmiş olan bir maddenin ayıricılığı onun, yoklanan davranışa sahip olan cevaplayıcıları bu davranışa sahip olmayanlardan ayırma derecesidir (Özçelik, 1992:207). Bir testteki maddelerin, madde ile ölçmesi beklenen özelliğe sahip olan ve olmayanları birbirlerinden ayırt edebilmesi istenir. Maddelerin bu özelliğine

madde ayırt edicilik gücü indeksi adı verilir aynı zamanda, maddenin bu özelliği maddenin ölçme amacını yansıttığından madde geçerlik katsayısı olarak da adlandırılır (Atılğan ve diğer., 2007). Ayırıcı gücü $r_b=0,40$ veya daha yüksek olan maddeler “çok iyi”, 0,30 ile 0,40 arasında olanlar “iyi” maddelerdir. Ayırıcı gücü $r_b=0,20$ ile 0,30 arasında olan maddeler zorunlu ise kullanılmalı; pozitif olmakla birlikte 0,20’den düşük olanlar mutlaka geliştirilmelidir. Testte, ayırıcı gücü negatif olan, ters ayırım yapan maddelere hiç yer verilmemelidir (Özçelik, 1992:220).

Tablo 12
Değerlendirme Aracı Soruların Ayırt Etme İndeksine Göre Dağılımı

Madde güçlüğü	Madde Numarası	Maddenin Değerlendirilmesi
0,40 ve daha büyük	1,2,3,4,6,7,8,10,11,12,14,16,17	Oldukça iyi maddeler
	,18,19,20,21,23,24,25,26,27,28	
	,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38	
	,39,40,41	
0,30-0,39	15,22	İyi maddeler
0,20-0,29	9,13,42	Düzeltilmeye ve geliştirilmeye muhtaç maddeler
0,19 ve daha küçük	5	Zayıf maddeler

Tablo 12’e göre, maddelerin çoğunluğunun madde ayırt edicilik güçleri bakımından oldukça iyi oldukları söylenebilir. Ancak 9,13 ve 42. soruların ayırt edici indeksleri 0,20 ile 0,29 arasında ve 5. sorunun da 0,19’dan düşük olmasından dolayı ölçme aracından çıkarılması uygun görülmüştür. Söz konusu soruların ölçme aracından çıkarılmasıyla yeniden analiz yapılmış ve ölçme aracından elde edilen ölçümlerin güvenirlik katsayısı 0,94 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda daha önce görüşleri alınan üç öğretim üyesi ile üç matematik öğretmenine yeniden gösterilerek ölçme aracı hakkındaki son görüşleri alınmıştır. Alınan görüşler doğrultusunda, 38 maddelik ölçme aracına son şekli verilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir. Sonuç olarak ölçme aracı maddelerinin madde güçlük ve madde ayırt edicilik güçleri bakımından uygun oldukları söylenebilir.

Geçerlik Çalışması

Bir ölçme aracının geçerliği, onun istenilen özelliği ölçme ve bu işi diğer özelliklerin etkilerini ölçülere yansıtmadan yapma derecesini gösterir. Daha değişik bir deyişle bir ölçeğin geçerliği, onun belli bir amaca hizmet etme, belli bir işe yarama derecesi olarak tanımlanır (Özçelik, 1992:43). Araştırmada kullanılan “Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı’nın” geçerliği kapsam ve yapı geçerlik çalışmaları yoluyla test edilmiştir.

Geçerlik çalışmaları LISREL 8.72 paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Analizler yapılırken cebirsel muhakeme değerlendirme aracının alt boyutlarından (cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma, aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma, uygun cebirsel muhakemeyi belirleme, cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımda bulunma, çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma, sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme, rutin olmayan problemleri çözme) öğrencilerin almış oldukları puanların toplamaları kullanılmıştır.

Kapsam Geçerliği

Madde analizleri, herhangi bir ölçme aracının bütününde ya da ölçeklerinde bulunan maddelerin bütünde veya alt ölçeklerde anlamlı olarak yer alıp almadıkları amacıyla yapılmaktadır (Otrar ve Halaçoğlu, 2011:8). Testte yer alan maddelerin kapsam geçerliği, değerlendirilmekte olan alanları ne dereceye kadar temsil ettiği ile ilgilidir. Her bir alt boyutun, birbirleriyle ve tüm ölçekle ilişkisi ve bu boyutun kendi toplam puanından yola çıkarak düzeltilmiş olan ilişkileri verilmektedir (Naglieri ve Das, 1997’den akt. Pilten, 2008:117). Daha açık bir ifadeyle, içerik geçerliği ölçeğin, bütünü ve alt boyutlarının ölçülmek istenen alanı ölçüp ölçmediğini ve ölçülecek alan dışında farklı kavramları barındırıp barındırmadığını değerlendirmek amacıyla yapılır (Gözüm ve Aksayan, 2003:10). Bu amaçla geçerlik işlemleri sırasında ölçme aracı boyutlarının birbiriyle olan ilişkilerinin belirlenmesinde Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı kullanılmıştır (Tablo 13). Her bir boyutun ölçme aracı ile olan ilişkisinin belirlenmesinde ise regresyon katsayılarından yararlanılmıştır (Tablo 14).

Tablo 13

Modele İlişkin Korelasyon Matrisi

	CYTİK	AVFCİK	UCMB	CİYÇB	ÇYCIY	SDÇYKV	ROPÇ
CYTİK	1,000						
AVFCİK	,735	1,000					
UCMB	,693	,641	1,000				
CİYÇB	,632	,631	,631	1,000			
ÇYCIY	,634	,660	,635	,643	1,000		
SDÇYKV	,629	,679	,646	,586	,673	1,000	
ROPÇ	,580	,597	,588	,587	,614	,651	1,000

Tablo 14

Modele İlişkin Standardize Edilmiş Regresyon Katsayıları

	Regresyon Katsayısı	P
CMDA → CYİTK	.872	.000
CMDA → AVFCİK	.824	.000
CMDA → UCMB	.847	.000
CMDA → CİYÇB	.804	.000
CMDA → ÇYCIY	.822	.000
CMDA → SDÇYKV	.827	.000
CMDA → ROPÇ	.794	.000

- C.M.D.A. : Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı
 C.Y.İ.T.K. : Cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma
 A.V.F.C.İ.K. : Aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma
 U.C.M.B. : Uygun cebirsel muhakemeyi belirleme
 C.İ.Y.Ç.B. : Cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımda bulunma
 Ç.Y.C.İ.Y. : Çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma
 S.D.Ç.Y.K.V. : Sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme
 R.O.P.Ç. : Rutin olmayan problemleri çözme

Tablo 13 incelendiğinde ölçme aracı boyutları arasında en yüksek ilişkinin “cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma” ile “aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma” arasında ($r=0,735$), en düşük ilişkinin ise “cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma” ile “rutin olmayan problemleri çözme” ($r=0,580$) arasında olduğu görülmektedir. Sonuç olarak ölçme aracının boyutları arasındaki ilişki göz önüne alındığında Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı’nın kapsam geçerliğinin olduğu söylenebilir.

Tablo 14 incelendiğinde ise regresyonun, ölçme aracının tamamı ile “cebirsal yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma” boyutu arasında en yüksek (0,872), “rutin olmayan problemleri çözme” boyutu arasında ise en düşük (0,794) olduğu görülmektedir. Sonuç olarak Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı’nın tamamı ile ölçme aracının boyutları arasındaki regresyon değerleri de ölçme aracının kapsam geçerliğinin olduğu sonucunu desteklemektedir.

Yapı Geçerliği

Yapı geçerliği, bir ölçeğin ve ondan elde edilen puanın gerçekte ne anlama geldiğini araştırma sürecidir. Bu süreç, ölçeğin ölçtüğü faktörler incelenerek ya da geçerliği araştırılan ölçeğin diğer ölçek ve ölçülerle olan ilişkisini araştırarak gerçekleştirilir (Gözüm ve Aksayan, 2003:11). Araştırmada yapısal eşitlik modelinin test edilmesinde, teorik modelde, uygun modeller araştırmak, hem gizil hem de gözlenen değişkenlerdeki ölçüm hatasını birleştirmeyi sağlamak amacıyla path analiz tekniği kullanılmıştır.

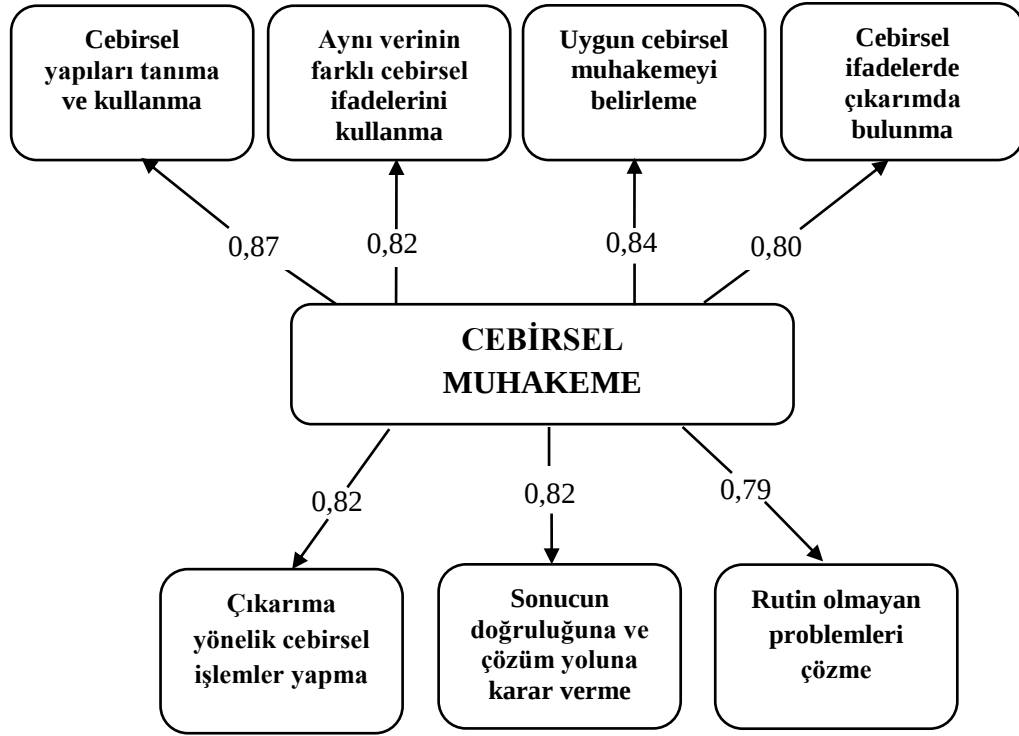
Yapısal Eşitlik Modeli (YEM), araştırmacının zihnindeki, araştırma henüz yapılmadan önce var olan değişkenler arası ilişkilere ait bir modelin, araştırmadan elde edilen veriler aracılığı ile sınanmasına dayanmaktadır (Piltan, 2008:119). YEM süreci teori sunulması ile başlar. Sonraki aşamada yol şemasında gösterilen yapısal eşitlikler, teoriyi birebir yansıtacak biçimde kurulmakta (path analizi), daha sonra bir örneklem seçimi yapıp ölçümler elde edilerek model parametrelerinin tahmini yapılmaktadır (Çakar-Savi ve Karataş, 2012). YEM gözlenen ve örtük değişkenler arasındaki ilişkilere yönelik denenceleri sınamaya yarayan regresyon kökenli, kapsamlı bir tekniktir (Raykov ve Marcoulides, 2006). YEM aslında regresyon, faktör analizi ve varyans (kovaryans) analizi gibi çok değişkenli istatistik analiz yöntemlerini etkin olarak içerisinde barındıran bir modelleme zinciridir. Bu teknik içsel yapıların dışsal yapılarla nasıl bağ kurduğunu betimleyen bir ya da daha fazla doğrusal regresyon eşitliklerini içerir (Sümer, 2000). YEM çalışmalarının en belirgin özelliği tümüyle kurama dayanmaları; araştırmacının kendisinin oluşturduğu ya da önceden var olan kuramsal bir yapının sorgulaması şeklindedir (Çakar-Savi ve Karataş, 2012).

Araştırmacı, elindeki değişkenler arasındaki ilişkiyi araştırmaya başlamadan önce, teorik olarak bu değişkenler arasında olası ilişkileri belirlemek zorundadır. Temel olarak yapısal eşitlik analizlerinin amacı, önceden belirlenen bu ilişkinin veri tarafından doğrulanıp doğrulanmadığını ortaya koymaktır (Ünal, 2006:21). Bu doğrultuda araştırmanın konusu olan cebirsel muhakeme becerisi ile ilgili literatür taraması yapılmış, cebirsel muhakemenin değerlendirilmesi ile ilgili teorik model oluşturulmuştur. Bu model Şekil 9’da verilmiştir. Bu modelin geçerliğinin test edilmesinde, yapısal eşitlik modelinin temel yapısı olan path analizi kullanılmıştır. Path analizi değişkenlerdeki değişimin hangi değişken veya değişkenlerden kaynaklandığını ve etkilenen değişkenin ne derece etkilendiğini başka bir deyişle nedensellik bağlarının derecesini ortaya koyar. Böylece değişkenler arasındaki ilişkiler daha kolay yorumlanabilir (Kaynak-Nebile, 2012:30). Ayrıca path analizi çok sayıda bağımsız değişkene sahip olan bir bağımlı değişkeni tahmin etmek yerine bu değişkenler arasındaki karmaşık ilişkileri incelemeye yardımcı olur (Çerezci, 2010).

Yapısal eşitlik modelinde gözlenen veri matrisi ile beklenen veri matrisi arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için model uyum testleri kullanılmaktadır. Bunlar, regresyon katsayılarının işaretine ve anlamlılık düzeyine bakan Ki-Kare (χ^2)(*Chi-Square*), Uyum Testi (*Chi-Square Goodness of Fit*), evren ile örneklem kovaryansları arasındaki farkı ortaya koyan Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü (*Root Mean Square Error of Approximation, [RMSEA]*), modelin örneklemdeki kovaryans matrisini ne oranda ölçtüğünü gösteren İyi Uyum İndeksinin (*Goodness of Fit Index, [GFI]*) düzenlenmiş hali olan Düzenlenmiş İyi Uyum İndeksi (*Adjusted Goodness of Fit Index, [AGFI]*), modelin uyumunu ya da yeterliliğini karşılaştıran Karşılaştırmalı Uyum İndeksi (*Comparative Fit Index, [CFI]*), bağımsızlık modelinin (χ^2) değeri ile modelin (χ^2) değerini karşılaştıran Normlaştırılmış Uyum İndeksi (*Normed Fit Index, [NFI]*), ve Normlaştırılmamış Uyum İndeksi (*Non-normed Fit Index, [NNFI]*)’dir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010:271). Bu çalışmada kullanılan iyilik uyum testleri, bu testlere ait kabul edilebilir değerler ve cebirsel muhakeme değerlendirme modeline ilişkin elde edilen değerler Tablo 15’te verilmiştir.

Şekil 9

Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Modeli



Tablo 15

Model Uyum İndeksi ve Modele İlişkin Değerler

Uyum İndeksi	Mükemmel Uyum	İyi Uyum	Cebirsel Muhakeme Modeline Ait Değerler
χ^2 / sd	$0 \leq \chi^2 / sd \leq 2$	$2 \leq \chi^2 / sd \leq 3$	1.404
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq 0.05$	$0.05 \leq RMSEA \leq 0.08$	0.044
AGFI	$0.95 \leq AGFI \leq 1.00$	$0.90 \leq AGFI \leq 0.95$	0.901
NNFI	$0.95 \leq NNFI \leq 1.00$	$0.90 \leq NNFI \leq 0.95$	0.940
IFI	$0.95 \leq NFI \leq 1.00$	$0.90 \leq NFI \leq 0.95$	0.950
CFI	$0.95 \leq CFI \leq 1.00$	$0.90 \leq CFI \leq 0.95$	0.950

(Çokluk ve diğer., 2010)

 χ^2 / sd : Ki-Kare Değerinin Serbestlik Derecesine Oranı

RMSEA : Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü İndeksi

AGFI : Ayarlanabilir İyilik Uyum İndeksi

NNFI : Normlaştırılmamış Uyum İndeksi

IFI : Artımlı Uyum İndeksi

CFI : Karşılaştırmalı Uyum İndeksi

Tablo 15’te mükemmel ve iyi uyum değerleri, modelin geçerli sayılabilmesi için uyum testlerine ait değerlerin bulunması gereken aralıkları göstermektedir. Cebirsel muhakeme değerlendirme modeline ilişkin elde edilen değerler ise deneme uygulaması sonunda model uyum testlerinden alınan puanları ifade etmektedir. Tablo 15’deki değerler incelendiğinde uyum testlerinden elde edilen puanların tamamının mükemmel ya da iyi uyum aralığında olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuçlar; cebirsel muhakeme değerlendirme modelinin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır.

Matematik Tutum Ölçeği

Araştırmada, öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla Nazlıççek ve Erkin (2002) tarafından geliştirilen 20 maddelik “İlköğretim Matematik Öğretmenleri İçin Kısaltılmış Matematik Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Bu ölçek daha önce Erol (1989) tarafından geliştirilen ancak çok sayıda madde içerdiği için uygulanmasında zaman açısından sorunlar olduğu saptanan Matematik Tutum Ölçeği’nin kısaltılmış bir formunu oluşturmaktadır. Erol (1989) tarafından geliştirilen 6 boyutlu ölçekte, matematiğin yararları, ailenin matematiğe karşı olan tutumu, matematiğin erkek işi olduğuna ilişkin görüş, kaygı, algılanan matematik başarı düzeyi ve matematik dersine karşı olan ilgi isimli alt boyutlar bulunmaktaydı. Daha sonra bu ölçek, Nazlıççek ve Erkin (2002) tarafından kısaltılarak 25 maddeye indirildi ve matematikte algılanan başarı düzeyi, matematiğin algılanan yararları ve matematik dersine karşı olan ilgi olmak üzere 3 boyuta indirildi. Tüm maddelerin 5 cevap seçeneği bulunmakta ve bu seçenekler “asla”dan “her zaman”a 1 den 5’e kadar derecelendirilmiştir. Bunun yanı sıra, tekdüze bir cevaplama sırasını önlemek için, maddelerin sekiz tanesi olumsuz, diğerleri de olumlu ifadelerden oluşturulmuştur. Puanlama için olumsuz maddeler tersine çevrilmiştir. Yeni oluşturulan bu ölçek, İstanbul’dan iki özel, bir devlet ilköğretim okulu ile Kocaeli ve Yalova’da ikişer devlet ilköğretim okulunda okuyan 6. 7. ve 8. sınıflardan toplam 234 öğrenciye uygulanmıştır. Ölçeğin güvenilirliğini sınamak adına, iç tutarlılığı ölçmek için Cronbach alfa katsayısı hesaplanarak 0,73 bulunmuştur. Pilot uygulamanın sonuçlarına göre, madde-toplam korelasyonları düşük olan 5 madde ölçekten atılarak, madde sayısı 20’ye indirilmiştir. Geriye kalan maddelerin boyutlara göre dağılımı Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16
Kısaltılmış Ölçeğin Son Halinde Yer Alan Boyutlar ve İlgili Maddeler

Boyut	İlgili Maddeler
Matematikte algılanan başarı düzeyi	3,6,7,13,14,19
Matematiğin algılanan yararları	10,11,15,16,18
Matematik dersine olan ilgi	1,2,4,5,8,9,12,17,20

Son şekli verilen ölçeğin ikinci uygulamasına, iki özel, iki devlet okulunda okuyan 194 8. sınıf ve bir özel okuldan 184 7. sınıf öğrencisi katılmıştır. Güvenilirlik analizi için hesaplanan alfa katsayısı 0,84 olarak bulunmuştur. Geliştirilen bu ölçek başka araştırmacılar tarafından da kullanılmış ve güvenilirliğine bakılmıştır. Örneğin Cantürk-Günhan (2006) kısaltılmış olan matematik tutum ölçeğini, İzmir ilindeki ilköğretim okullarında 7. sınıftaki 139 ve 8. sınıftaki 164 öğrenci olmak üzere toplam 303 öğrenciye uygulamıştır. Uygulama sonucunda ölçeğin bütününde ve alt boyutlarındaki güvenilirlik katsayıları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17
Kısaltılmış Matematik Tutum Ölçeğinin Alt Boyutları, İlgili Maddeler ve Cronbach Alpha Güvenirlik Katsayıları

Alt Boyutun Adı	İlgili Maddeler	Cronbach Alpha Güvenirlik Katsayısı
Matematiğin Yararı	10,11,15,16,18	0,84
Algılanan Matematik Başarı Düzeyi	3,6,7,13,14,19	0,60
Matematik Derslerine Karşı Olan İlgi	1,2,4,5,8,9,12,17,20	0,79
Toplam (20 madde)		0,87

Ayrıca Cantürk-Günhan (2006) Cronbach Alpha değerine ek olarak Split-half yöntemi ile de güvenilirliği araştırmıştır. Ölçek iki gruba ayrılmış ve Alpha değeri birinci grup için 0,79; ikinci grup için ise 0,78 ayrıca iki grup arasında pozitif yönde doğrusal bir ilişki de bulunmuştur. Guttman Split Half, Eşit ve Eşit olmayan uzunluk Spearman-Brown katsayıları da Split-half yöntemi ile yapılan güvenilirlik analizi sonuçlarında yer almıştır. Ayrıca yürütülen çalışmada test maddelerinin ölçüm güvenilirliği tekrardan hesaplanmış ve 0.77 olarak bulunmuştur.

İşlem Yolu

Araştırmanın işlem yolu şu şekilde izlenmiştir:

1. Bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulamasına başlamadan önce veri toplama araçlarından biri olan “Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı” geliştirilmiştir.
2. Geliştirilen araçtan elde edilecek ölçümlerin geçerlik ve güvenilirliğinin hesaplanabilmesi için gereken uygulamayı yapmak için Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü vasıtasıyla İzmir İl Milli Eğitim Müdürlüğüne izin başvurusu yapılmış ve gerekli izin alınmıştır.
3. İzin alınan 4 devlet ortaokulunda geliştirilen ölçme aracı uygulanmıştır. Ayrıca araştırmada veri toplama araçları olarak kullanılacak “Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi” ile “Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği” için gerekli izin, testi ve ölçeği geliştiren/uyarlayan araştırmacılardan alınmıştır (Ek-2.1/2).
4. Deney grubu öğrencilerine düşünülen bilgisayar yazılımıyla desteklenen çoklu temsil temelli öğretimi gerçekleştirebilmek için GeoGebra programı yardımıyla çoklu temsil temelli etkinlikler hazırlanmış ve öğrencilere etkinlik sırasında ve sonrasında dağıtılması düşünülen çalışma kâğıtları düzenlenmiştir (Ek-9).
5. Uygulamanın başlamasından iki hafta önce cebir öğrenme alanında öğretime başlayan bir devlet okulunda pilot uygulama yapılarak bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş etkinlikler ile çalışma yapraklarında öğrenci gözüyle anlaşılmayan yerler düzeltilmiştir.
6. Uygulama öncesinde okul müdürü ve ders öğretmenleri ile görüşülerek okulda bulunan 7. sınıflardan iki şube deney ve kontrol grubu olarak rastgele seçilmiştir.
7. Uygulamaya başlamadan önce öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemeye yönelik “Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi”, öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını belirlemeye yönelik “Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği” ve cebirsel muhakeme becerilerini belirlemeye yönelik “Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı” ön test olarak verilmiştir.

8. Denel işlemlerin yapılması ile ilgili bilgiler aşağıda ayrı bir başlık altında ele alınmıştır.
9. Uygulamadan sonra öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemeye yönelik “Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi”, öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını belirlemeye yönelik “Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği” ve cebirsel muhakeme becerilerini belirlemeye yönelik “Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı” son test olarak verilmiştir.

Denel İşlemler

Bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin uygulandığı deney grubu ile geleneksel öğretim yöntemlerinin uygulandığı kontrol grubunda konular aynı zamanda işlenmeye başlanmış ve aynı anda bitmiştir. Aşağıda önce deney grubuna ait deneysel uygulamaya sonra kontrol grubuna ait geleneksel uygulamaya yer verilmiştir.

Deneysel Uygulama

1. Araştırmanın uygulaması 5 hafta sürmüştür. Uygulama sırasında ilk iki kazanım ile kalan her bir kazanım 4 ders saati süresi boyunca gerçekleştirilmiştir. Toplamda yedi kazanım 24 ders saati süresince işlenmiştir (Ek-10).
2. Uygulama süreci öncesinde yapılacak çalışma ve kullanılacak programlar hakkında öğrenciler bilgilendirilmiştir.
3. Uygulama sürecinde öğrenciler dersi öğrenim gördükleri sınıfta işlemiştir. Burada araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlikler projeksiyonla tahtaya yansıtılmıştır. Öğrencilere araştırmacı tarafından kazanımı kazandırmaya yönelik sorular yöneltilmiş ve yapılandırmacı yaklaşımın bir gereği olarak öğrencilerin bilgiye kendilerinin ulaşması sağlanmıştır.
4. Bilgisayar yazılımı ile desteklemiş cebir öğrenme alanına ait çoklu temsil temelli öğretim etkinliklerin bazıları rastgele seçilen öğrencilere de uygulatılarak ders içi katılım ve ilgi düzeyi artırılmaya çalışılmıştır.

5. Öğrencilere uygulama sırasında çalışma kağıtları verilerek hem çalışma kağıtları hem de bilgisayar yazılımıyla hazırlanıp projeksiyon ile tahtaya yansıtılmış etkinlikler işlenmiştir.
6. Öğrenciler uygulama sırasında araştırmacı tarafından sürekli gözlemlenmiş ve her öğrencinin sürece katılması sağlanmıştır. Öğrencilere, yapılan etkinliklerle ilgili sıkıntı yaşadıklarında yönlendirici sorularla yol gösterilmiş, süreç sonunda fikirleri alınarak yürütülen çalışmanın etkinliği artırılmaya çalışılmıştır.

Geleneksel Uygulama

1. Kontrol grubunda ise öğrencilere konu öğretmen tarafından düz anlatım yoluyla ile verilmiştir.
2. Öğretmen öğrencilere işlemiş olduğu konularla ilgili notlar tutturmuş, ders sırasında sorular yöneltmiştir. Ayrıca öğrenci çalışma kitabında yer alan etkinlikler yaptırılmış ve sorular çözdürülmüştür.
3. Ders sonunda öğretmen konuyu özetleyerek dersi bitirmiştir.

Verilerin Toplanması

Araştırmanın veri toplama araçlarından biri olan cebirsel muhakeme değerlendirme aracı cevaplandırma süresinin belirlenmesi için ölçme aracı benzer özellikte öğrencilere uygulanmış ve ölçme aracı ikiye bölünerek iki oturum halinde gerçekleştirilmesine, her iki oturumunda 40'ar dakika olmasına karar verilmiştir. Cebirsel muhakeme değerlendirme aracı ile Chelsea tanılayıcı cebir testlerinin uygulanmasına başlanmadan önce öğrencilere maddeleri nasıl cevaplandıracakları hakkında genel bilgiler verilmiş, ölçme aracının amacı ve elde edilen verilerin ne şekilde kullanılacağına yönelik açıklamalar yapılmıştır. Daha sonra cebirsel muhakeme değerlendirme aracının birinci oturumu 40 dakika, 15 dakika ara verildikten sonra da ikinci oturumu yapılmıştır. Her iki oturumda 40 dakika sürmüş, hiçbir öğrenciye ek süre tanınmamıştır. Chelsea tanılayıcı cebir testi ise bir gün sonra 60 dakika süre zarfında uygulanmış, hiçbir öğrenciye ek süre tanınmamıştır. Ayrıca öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını belirlemek için 5'li Likert tipi matematiğe yönelik tutum ölçeği kullanılmıştır.

Chelsea tanılayıcı cebir testi, cebirsel muhakeme değerlendirme aracı ve matematiğe yönelik tutum ölçeği gerekli açıklamalar yapıldıktan sonra, araştırmacı tarafından dağıtımları yapılmış ve gerekli süre sonunda kendisi tarafından toplanmıştır. Ayrıca Chelsea tanılayıcı cebir testi, cebirsel muhakeme değerlendirme aracı ve matematiğe yönelik tutum ölçeği uygulama süreci öncesi ve sonrasında deney ve kontrol grupları için tekrarlanmıştır.

Verilerin Çözümlemesi

Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı'nın geliştirilmesi aşamasında madde analizi işlemleri için Finesse, geçerlik işlemleri için LISREL 8.72 programı kullanılmıştır. Ayrıca SPSS 15.0 paket programı kullanılarak bazı güvenirlik katsayıları ile deney ve kontrol gruplarının Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi, Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı ve Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeğinden aldıkları ön test ve son test puanları arasındaki ilişki hesaplanmıştır.

Chelsea tanılayıcı cebir testindeki tüm maddeler ile cebirsel muhakeme değerlendirme aracında yer alan çoktan seçmeli tipteki maddeler puanlandırılırken doğru cevap 1, yanlış cevap ise 0 puan olarak kabul edilmiştir. Açık uçlu soru tipinde olan maddelerin puanlandırılmasında ise Marzano (2000)'un geliştirmiş olduğu Tablo 18'de verilen aşamalı puan ölçekleri kullanılmıştır.

Tablo 18
Aşamalı Puan Ölçekleri

Sorunun Ait Olduğu Test Boyutu	Puan	Gözlenecek Öğrenci Davranışı
Uygun cebirsel muhakemeyi belirleme ve kullanma	4	Öğrencinin geliştirdiği muhakeme tam ve belirgin ayrıca muhakemeyi doğru kullanıp cevap verir.
	3	Öğrencinin verdiği cevap doğru ancak geliştirdiği muhakeme tam ve belirgin değildir.
	2	Öğrencinin verdiği cevap yanlış ancak doğru muhakemeyi belirler, kullanma girişiminde bulunur ancak tamamlayamaz.
	1	Öğrencinin verdiği cevap yanlış, geliştirdiği muhakeme kısmen doğru ve çözümün yalnızca bir kısmında kullanır.
	0	Öğrenci hiçbir yargıda bulunmaz.

Tablo 18 (devamı): Aşamalı Puan Ölçekleri

Sorunun Ait Olduğu Test Boyutu	Puan	Gözlenecek Öğrenci Davranışı
Çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma	4	Öğrenci geçerli bir tahmin veya sonuç üretmiş, tahmin ve sonuç arasındaki ilişkiye doğru eklemeler yapmış, ilke veya önerme kullanmıştır.
	3	Öğrenci geçerli tahmin veya sonuç üretmiş ancak tahmin ve sonuç arasındaki ilişkiyi tamamen ifade etmemiştir.
	2	Öğrenci tarafından üretilen tahmin veya sonuç kısmen kural veya önerme tarafından desteklenmiştir.
	1	Öğrenci tahmin veya sonuç üretmemiş veya bir tane üretmiş ancak ürettiklerinin hiçbirisi kural veya önerme tarafından desteklenmemiştir.
	0	Öğrenci hiçbir yargıda bulunmaz.
Sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme	4	Öğrenci sonucun doğruluğuna/yoluna karar vermede uygun kriter kullanır ve neden en doğru olduğunu uygun bir şekilde açıklar.
	3	Öğrenci sonucun doğruluğuna/yoluna karar vermede doğru kriteri kullanır. Ancak neden en doğru olduğunu uygun bir şekilde açıklayamaz.
	2	Öğrencinin sonucun doğruluğuna/yoluna karar vermede kullandığı kriter durumla ilgilidir ama en uygun olan değildir veya öğrenci verilen kriterler içerisinde en uygun olan seçeneği belirleyemez.
	1	Öğrenci karar vermede problem durumu ile ilgili olmayan kriter kullanır.
	0	Öğrenci hiçbir yargıda bulunmaz.
Rutin olmayan problemleri çözme	4	Öğrenci bir engelin veya zorluğun üstesinden gelmede en etkili çözüm yolunu seçer ve bunun olası çözüm yolları içerisinde neden en etkilisi olduğunu tam olarak açıklar.
	3	Öğrenci bir engelin veya zorluğun üstesinden gelmede en etkili çözüm yolunu seçer ve bunun olası çözüm yolları içerisinde neden en etkilisi olduğunu tam olarak açıklayamaz.
	2	Öğrenci bir engelin veya zorluğun üstesinden gelmede doğru bir çözüm yolu seçer ama bu en etkili olan değildir. Öğrencinin vermiş olduğu cevap çözüm sürecini kısmen de olsa gösterir niteliktedir.
	1	Öğrencinin seçmiş olduğu çözüm yolu engelin veya zorluğun üstesinden gelebilecek nitelikte değildir.
	0	Öğrenci hiçbir yargıda bulunmaz.

Öncelikle çalışma gruplarından elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediklerini incelemek amacıyla normallik testi yapılmıştır. Grup büyüklükleri 50'den küçük olduğu için Shapiro-Wilks normallik testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, İlişkisiz Örneklem t-Testi, İlişkili Örneklem t-Testi, Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Bunların yanı sıra, sayısal ilişkileri incelemek için Pearson Korelasyon katsayısı kullanılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde araştırmanın belirlenen alt problemlerine ilişkin çözümlemeler sonucunda elde edilen bulgular ve bu bulgularla ilgili yorumlara yer verilmiştir. Her bir alt probleme ait, istatistiksel işlemler sonucunda elde edilen analiz, bulgular ve yorumlar aşağıda belirtilmiştir.

1. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney ve geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubundaki öğrencilerin:

- a) Uygulama öncesi cebirsel düşünme düzeyleri ile matematiğe yönelik tutum ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır? sorusuna yanıt aranmıştır.

Kullanılacak analizlere karar verebilmek için öncelikle puanların normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğrenci sayısı 50'nin altında olduğu için Shapiro-Wilks testi ile incelenmiştir. Tüm ölçümlere ilişkin elde edilen normallik testi sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 19
Ön Test Ölçümlerinin Normallik Analizi

Ölçüm	Grup	N	$\bar{X}$	ss	Shapiro-Wilks		
					İstatistik	sd	p
Chelsea Testi	Deney	30	21,06	9,07	,955	30	,233
	Kontrol	30	20,73	8,09	,943	30	,107
Tutum Ölçeği	Deney	30	82,93	8,41	,977	30	,754
	Kontrol	30	78,66	9,49	,973	30	,617

Tablo 19 incelendiğinde, tüm p değerlerinin .05'in üstünde olduğu ve ön test için yapılan iki ölçümün de normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Bu durumdan dolayı deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin Chelsea tanılayıcı cebir testi ile matematik tutum ölçeği ön test puanlarını karşılaştırmak için İlişkisiz Örneklem t-Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 20
Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeyi İle
Matematiğe Yönelik Tutum Sonuçlarına İlişkin İlişkisiz Örneklem t-Testi
Sonuçları

Ölçüm	Grup	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
Chelsea Testi	Deney	30	21,06	9,07	58	,150	,881
	Kontrol	30	20,73	8,09			
Tutum Ölçeği	Deney	30	82,93	8,41	58	1,841	,071
	Kontrol	30	78,66	9,49			

Deney ve kontrol grubu öğrencilerin tanılayıcı cebir testi ($t=.150$, $p>.05$) ile matematik tutum ölçeği ($t=1.841$, $p>.05$) ön test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır.

- b) Uygulama sonrası cebirsel düşünme düzeyleri ile matematiğe yönelik tutum son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır? sorusuna yanıt aranmıştır.

Kullanılacak analizlere karar verebilmek için öncelikle puanların normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir.

Tablo 21
Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizi

Ölçüm	Grup	N	$\bar{X}$	ss	Shapiro-Wilks		
					İstatistik	sd	p
Chelsea Testi	Deney	30	36,06	10,39	.960	30	.309
	Kontrol	30	21,16	9.99	.921	30	.028
Tutum Ölçeği	Deney	30	84.96	10.23	.818	30	.000
	Kontrol	30	76.10	11.39	.965	30	.411

Deney ve kontrol grubunun, cebirsel düşünme düzeyi testi ile matematik tutum ölçeği son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek üzere ölçümler normal dağılım göstermediği için Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 22
Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeyi İle
Matematiğe Yönelik Tutum Sonuçlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi
Sonuçları

Ölçüm	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Chelsea Testi	Deney	30	40.87	1226.00	139.00	.000
	Kontrol	30	20.13	604.00		
Tutum Ölçeği	Deney	30	37.67	1130.00	235.00	.001
	Kontrol	30	23.33	700.00		

Tablo 22'deki sonuçlara göre beş hafta süren bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim alan deney grubu öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemek üzere yapılan Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi ölçümleri, geleneksel öğretim uygulanan kontrol grubu öğrencilerin ölçümlerine göre anlamlı derecede farklılık göstermektedir ($U=139.00$, $p<.05$). Sıra ortalamaları incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi sıra

ortalaması (40.87) kontrol grubundan (20.13) daha yüksektir. Buna göre bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini artırıcı özellikte olduğu söylenebilir. Benzer şekilde matematiğe yönelik tutum ölçeğinden elde edilen ölçümlerin deney grubu öğrencileri lehine anlamlı bir farklılık göstermektedir ($U=235.00$, $p<.05$). Tutum ölçeğine ait sıra ortalaması incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin tutum ölçeği sıra ortalaması (37.67) kontrol grubundan (23.33) daha yüksektir. Buna göre bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını artırıcı özellikte olduğu söylenebilir.

2. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney grubundaki öğrencilerin:

- a) Cebirsel düşünme düzeyleri ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır? sorusuna yanıt aranmıştır.

Elde edilen veriler için uygulanacak analiz türünü belirlemek üzere gerçekleştirilen normallik testi sonuçları Tablo 19 ve 21'deki gibidir. Sonuçlara göre, ölçümler normal dağılım gösterdiği için deney grubu öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeyleri ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek üzere İlişkili Örneklem t-Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 23

Deney Grubundaki Öğrencilerin Cebirsel Düşünme Düzeyi Testi Ön Test ve Son Test Ortalama Puanların t-Testi Sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
Ön test	30	21.06	9.07	29	5.77	.000
Son Test	30	36.06	10.39			

Deney grubundaki öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemek için yapılan Chelsea tanılayıcı testinden aldıkları ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmıştır ($t=5.77$, $p<.05$). Bu bulguya dayanarak, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini gelişimine katkı sağladığı söylenebilir.

b) Uygulama öncesi ve sonrası matematiğe yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır? sorusuna yanıt aranmıştır.

Elde edilen verilere uygulanacak analiz türünü belirlemek üzere gerçekleştirilen normallik testi sonuçları Tablo 19 ve 21'deki gibidir. Sonuçlara göre, ölçümler normal dağılım göstermediği için deney grubu öğrencilerinin matematiğe yönelik tutum ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek üzere Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır.

Tablo 24

Deney Grubundaki Öğrencilerin Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	z	p
Negatif sıra	13	13.50	175.50	.909*	.364
Pozitif sıra	16	16.22	259.50		
Eşit	1	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Deney grubu öğrencilerinin matematiğe yönelik tutum ölçeği ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($z=.909$, $p>.05$). Bu sonuca göre bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin deney grubu öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumlarını etkilemediği söylenebilir.

3. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubundaki öğrencilerin:

a) Cebirsel düşünme düzeyleri ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır? sorusuna yanıt aranmıştır.

Elde edilen verilere uygulanacak analiz türünü belirlemek üzere gerçekleştirilen normallik testi sonuçları Tablo 19 ve 21'deki gibidir. Sonuçlara göre, ölçümler normal dağılım göstermediği için kontrol grubu öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeyleri ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek üzere Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır.

Tablo 25

Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Cebirsel Düşünme Düzeyi Testi Ön Test-Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	z	p
Negatif sıra	13	14.69	191.00	.273*	.785
Pozitif sıra	15	14.33	215.00		
Eşit	2	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Kontrol grubundaki öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini belirlemek için yapılan Chelsea Tanılayıcı Testinden aldıkları ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($z=.273$, $p>.05$). Bu bulguya dayanarak, geleneksel yöntemlerin kullanıldığı cebir öğretimin öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleri gelişimine katkı sağlamadığı söylenebilir.

b) Uygulama öncesi ve sonrası matematiğe yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır? sorusuna yanıt aranmıştır.

Elde edilen verilere uygulanacak analiz türünü belirlemek üzere gerçekleştirilen normallik testi sonuçları Tablo 19 ve 21'deki gibidir. Sonuçlara göre, ölçümler normal dağılım gösterdiği için kontrol grubu öğrencilerinin matematiğe yönelik tutum ölçeği ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup

olmadığını belirlemek üzere İlişkili Örneklemeler t-Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 26

Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği Ön Test-Son Test Ortalama Puanların t-Testi Sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
Ön test	30	78.66	9.49	29	1.211	.236
Son Test	30	76.10	11.39			

Kontrol grubu öğrencilerinin matematiğe yönelik tutum ölçeği ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($t=1.211$, $p>.05$). Bu sonuca göre geleneksel öğretimin kontrol grubu öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumlarını etkilemediği söylenebilir.

4. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

“İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney ve geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubundaki öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerinin gelişimi öğretim süreci sonucunda farklılık göstermekte midir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Bu amaçla, deney ve kontrol grubuna uygulanan cebirsel muhakeme değerlendirme aracının ön test ve son test puanlarının tüm alt boyutlarına göre normallik analizleri yapılarak, verilere uygulanacak analiz türüne karar verilmiştir.

- a) İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney ve geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubundaki öğrencilerin *cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma (C.Y.İ.T.K.)* becerilerinin gelişimi öğretim süreci sonucunda farklılık göstermekte midir? sorusuna yanıt aranmıştır.

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracından almış oldukları C.Y.İ.T.K. becerilerine ait ön test ve son test puanlarının karşılaştırılması amacıyla öncelikle ön test ve son test puanlarının normallik analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 27
Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin C.Y.İ.T.K. Ön Test ve Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizleri

Boyut	Test	Grup	N	$\bar{x}$	SS	Shapiro-Wilks		
						İstatistik	sd	p
C.Y.İ.T.K.*	Ön Test	Deney	30	4.13	2.09	.905	30	.011
		Kontrol	30	4.23	2.01	.971	30	.561
	Son Test	Deney	30	7.03	1.21	.778	30	.000
		Kontrol	30	6.36	1.79	.844	30	.000

*C.Y.İ.T.K.: Cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma

Tablo 27 incelendiğinde, p değerlerinin .05'in altında olduğu ve ön test-son test için yapılan ölçümlerin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Deney ve kontrol grubunun, *cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma* becerilerinin hem başlangıçtaki hem de öğretim süreci sonundaki gelişimlerinde farklılık olup olmadığını belirlemek üzere ölçümler normal dağılım göstermediği için Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 28
Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin C.Y.İ.T.K. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Boyut	Test	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
C.Y.İ.T.K.*	Ön Test	Deney	30	30.10	903.00	438.00	.858
		Kontrol	30	30.90	927.00		
	Son Test	Deney	30	33.33	1000.00	365.00	.185
		Kontrol	30	27.67	830.00		

*C.Y.İ.T.K.: Cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma

Tablo 28 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğrencilerin ön test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($U=438.00$, $p>.05$). Öğrencilerin sıra ortalamaları ve toplamaları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamasının (30.10) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasına (30.90) yakın olduğu görülmektedir. Bu iki grubun, son test puanları incelendiğinde ise iki grup arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($U=365.00$, $p>.05$). Ancak deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamasının (33.33) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasından (27.67) daha yüksek olduğu görülmektedir. Deney grubu öğrencilerinin öğretim süreci sonucunda *cebirselle yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma* becerilerinin gelişimlerini belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 29
Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin C.Y.İ.T.K. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	z	p
Negatif sıra	0	.00	.00	4.56*	.000
Pozitif sıra	27	14.00	378.00		
Eşit	3	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Deney grubundaki öğrencilerin cebirselle muhakeme değerlendirme aracının alt boyutu olan *cebirselle yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma* becerileri ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=4.56$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamaları dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir. Bu bulguya dayanarak, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin *cebirselle yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma* becerilerinin gelişimine katkı sağladığı söylenebilir.

- b) İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney ve geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubundaki öğrencilerin *aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma (A.V.F.C.İ.K.)* becerilerinin gelişimi öğretim süreci sonucunda farklılık göstermekte midir? sorusuna yanıt aranmıştır.

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracından almış oldukları A.V.F.C.İ.K. becerilerine ait ön test ve son test puanlarının karşılaştırılması amacıyla öncelikle ön test ve son test puanlarının normallik analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 30
Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin A.V.F.C.İ.K. Ön Test ve Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizleri

Boyut	Test	Grup	N	$\bar{x}$	SS	Shapiro-Wilks		
						İstatistik	sd	p
A.V.F.C.İ.K.*	Ön Test	Deney	30	.63	.61	.753	30	.000
		Kontrol	30	.66	.71	.772	30	.000
	Son Test	Deney	30	1.56	.56	.686	30	.000
		Kontrol	30	1.20	.66	.789	30	.000

*A.V.F.C.İ.K.: Aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma

Tablo 30 incelendiğinde, tüm p değerlerinin .05'in altında olduğu ve ön test-son test için yapılan ölçümlerin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Deney ve kontrol grubunun, *aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma* becerilerinin hem başlangıçtaki hem de öğretim süreci sonundaki gelişimlerinde farklılık olup olmadığını belirlemek üzere ölçümler normal dağılım göstermediği için Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 31
Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin A.V.F.C.İ.K. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Boyut	Test	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
A.V.F.C.İ.K.*	Ön Test	Deney	30	30.40	912.00	447.00	.961
		Kontrol	30	30.60	918.00		
	Son Test	Deney	30	34.97	1049.00	316.00	.027
		Kontrol	30	26.03	781.00		

*A.V.F.C.İ.K.: Aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma

Tablo 31 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğrencilerin ön test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($U=447.00$, $p>.05$). Öğrencilerin sıra ortalamaları ve toplamaları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamasının (30.40) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasına (30.60) yakın olduğu görülmektedir. Bu iki grubun, son test puanları incelendiğinde ise iki grup arasında anlamlı bir farka rastlanmıştır ($U=316.00$, $p<.05$). Öğrencilerin sıra ortalamaları ve toplamaları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamasının (34.97) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasından (26.03) daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulguya dayanarak, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin *aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma* becerilerinin gelişimine olumlu etkisi olduğu söylenebilir.

Deney grubu öğrencilerinin öğretim süreci sonucunda *aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma* becerilerinin gelişimlerini belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 32
Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin A.V.F.C.İ.K. Ön Test ve Son Test
Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	z	p
Negatif sıra	2	7.50	15.00	3.87*	.000
Pozitif sıra	21	12.43	261.00		
Eşit	7	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Deney grubundaki öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracının alt boyutu olan *aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma* becerileri ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=3.87$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir. Bu bulguya dayanarak, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin *aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma* becerilerinin gelişimine katkı sağladığı söylenebilir.

- c) İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney ve geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubundaki öğrencilerin *uygun cebirsel muhakemeyi belirleme (U.C.M.B.)* becerilerinin gelişimi öğretim süreci sonucunda farklılık göstermekte midir? sorusuna yanıt aranmıştır.

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracından almış oldukları U.C.M.B. becerilerine ait ön test ve son test puanlarının karşılaştırılması amacıyla öncelikle ön test ve son test puanlarının normallik analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 33
Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin U.C.M.B. Ön Test ve
Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizleri

Boyut	Test	Grup	N	$\bar{x}$	SS	Shapiro-Wilks		
						İstatistik	sd	p
U.C.M.B.*	Ön Test	Deney	30	3.66	4.64	.700	30	.000
		Kontrol	30	3.53	2.95	.923	30	.031
	Son Test	Deney	30	14.53	8.22	.959	30	.286
		Kontrol	30	6.96	7.54	.822	30	.000

* U.C.M.B.: Uygun cebirsel muhakemeyi belirleme

Tablo 33 incelendiğinde, ön test-son test için yapılan ölçümlerin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Deney ve kontrol grubunun, *uygun cebirsel muhakemeyi belirleme* becerilerinin hem başlangıçtaki hem de öğretim süreci sonundaki gelişimlerinde farklılık olup olmadığını belirlemek üzere ölçümler normal dağılım göstermediği için Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 34
Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin U.C.M.B. Ön Test ve
Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Boyut	Test	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
U.C.M.B.*	Ön Test	Deney	30	29.28	878.50	413.50	.586
		Kontrol	30	31.72	951.50		
	Son Test	Deney	30	38.35	1150.50	214.50	.000
		Kontrol	30	22.65	679.50		

* U.C.M.B.: Uygun cebirsel muhakemeyi belirleme

Tablo 34 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğrencilerin ön test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($U=413.50$, $p>.05$). Öğrencilerin sıra ortalamaları ve toplamaları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamasının (29.28) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasına (31.72) yakın olduğu görülmektedir. Bu iki grubun, son test puanları incelendiğinde ise iki grup

arasında anlamlı bir farka rastlanmıştır ($U=214.50$, $p<.05$). Öğrencilerin sıra ortalamaları ve toplamaları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamasının (38.35) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasından (22.65) daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulguya dayanarak, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin *uygun cebirsel muhakemeyi belirleme* becerilerinin gelişimine olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Deney grubu öğrencilerinin öğretim süreci sonucunda *uygun cebirsel muhakemeyi belirleme* becerilerinin gelişimlerini belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 35

Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin U.C.M.B. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	z	p
Negatif sıra	3	5.00	15.00	4.38*	.000
Pozitif sıra	26	16.15	420.00		
Eşit	1	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Deney grubundaki öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracının alt boyutu olan *uygun cebirsel muhakemeyi belirleme* becerileri ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=4.38$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamaları dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir. Bu bulguya dayanarak, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin *uygun cebirsel muhakemeyi belirleme* becerilerinin gelişimine katkı sağladığı söylenebilir.

d) İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney ve geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubundaki öğrencilerin *cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımda bulunma (C.İ.Y.Ç.B.)* becerilerinin gelişimi öğretim süreci sonucunda farklılık göstermekte midir? sorusuna yanıt aranmıştır.

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracından almış oldukları C.İ.Y.Ç.B. becerilerine ait ön test ve son test puanlarının karşılaştırılması amacıyla öncelikle ön test ve son test puanlarının normallik analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 36
Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin C.İ.Y.Ç.B. Ön Test ve Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizleri

Boyut	Test	Grup	N	$\bar{x}$	SS	Shapiro-Wilks		
						İstatistik	sd	p
C.İ.Y.Ç.B.*	Ön Test	Deney	30	1.60	1.00	.891	30	.005
		Kontrol	30	1.63	1.21	.908	30	.013
	Son Test	Deney	30	3.86	1.88	.895	30	.007
		Kontrol	30	3.26	1.70	.887	30	.004

*C.İ.Y.Ç.B.: Cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımda bulunma

Tablo 36 incelendiğinde, ön test-son test için yapılan ölçümlerin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Deney ve kontrol grubunun, *cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımda bulunma* becerilerinin hem başlangıçtaki hem de öğretim süreci sonundaki gelişimlerinde farklılık olup olmadığını belirlemek üzere ölçümler normal dağılım göstermediği için Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 37
Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin C.İ.Y.Ç.B. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Boyut	Test	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
C.İ.Y.Ç.B.*	Ön Test	Deney	30	30.42	912.50	447.50	.969
		Kontrol	30	30.58	917.50		
	Son Test	Deney	30	33.40	1002.00	363.00	.192
		Kontrol	30	27.60	828.00		

*C.İ.Y.Ç.B.: Cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımda bulunma

Tablo 37 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğrencilerin ön test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($U=447.50$, $p>.05$). Öğrencilerin sıra ortalamaları ve toplamaları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamasının (30.42) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasına (30.58) yakın olduğu görülmektedir. Bu iki grubun, son test puanları incelendiğinde ise iki grup arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($U=363.00$, $p>.05$). Ancak deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamasının (33.40) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasından (27.60) daha yüksek olduğu görülmektedir. Deney grubu öğrencilerinin öğretim süreci sonucunda *cebirselle ifadelere yönelik çıkarımda bulunma* becerilerinin gelişimlerini belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 38
Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin C.İ.Y.Ç.B. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	z	p
Negatif sıra	6	5.00	30.00	3.83*	.000
Pozitif sıra	21	16.57	348.00		
Eşit	3	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Deney grubundaki öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracının alt boyutu olan *cebirselle ifadelere yönelik çıkarımda bulunma* becerileri ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=3.83$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamaları dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir. Bu bulguya dayanarak, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin *cebirselle ifadelere yönelik çıkarımda bulunma* becerilerinin gelişimine katkı sağladığı söylenebilir.

- e) İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney ve geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubundaki öğrencilerin *çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma* (Ç.Y.C.İ.Y.) becerilerinin gelişimi öğretim süreci sonucunda farklılık göstermekte midir? sorusuna yanıt aranmıştır.

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracından almış oldukları Ç.Y.C.İ.Y. becerilerine ait ön test ve son test puanlarının karşılaştırılması amacıyla öncelikle ön test ve son test puanlarının normallik analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 39
Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Ç.Y.C.İ.Y. Ön Test ve Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizleri

Boyut	Test	Grup	N	$\bar{x}$	SS	Shapiro-Wilks		
						İstatistik	sd	p
Ç.Y.C.İ.Y.*	Ön Test	Deney	30	4.20	3.66	.898	30	.008
		Kontrol	30	4.10	3.49	.893	30	.006
	Son Test	Deney	30	9.33	4.65	.949	30	.163
		Kontrol	30	6.23	4.90	.921	30	.029

* Ç.Y.C.İ.Y.: Çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma

Tablo 39 incelendiğinde, ön test-son test için yapılan ölçümlerin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Deney ve kontrol grubunun, *çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma* becerilerinin hem başlangıçtaki hem de öğretim süreci sonundaki gelişimlerinde farklılık olup olmadığını belirlemek üzere ölçümler normal dağılım göstermediği için Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 40
Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Ç.Y.C.İ.Y. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Boyut	Test	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Ç.Y.C.İ.Y.*	Ön Test	Deney	30	30.72	921.50	443.50	.923
		Kontrol	30	30.28	908.50		
	Son Test	Deney	30	36.02	1080.50	284.50	.014
		Kontrol	30	24.98	749.50		

* Ç.Y.C.İ.Y.: Çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma

Tablo 40 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğrencilerin ön test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($U=443.50$, $p>.05$). Öğrencilerin sıra ortalamaları ve toplamaları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamasının (30.72) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasına (30.28) yakın olduğu görülmektedir. Bu iki grubun, son test puanları incelendiğinde ise iki grup arasında anlamlı bir farka rastlanmıştır ($U=284.50$, $p<.05$). Öğrencilerin sıra ortalamaları ve toplamaları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamasının (36.02) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasından (24.98) daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulguya dayanarak, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin *çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma* becerilerinin gelişimine olumlu etkisi olduğu söylenebilir. Deney grubu öğrencilerinin öğretim süreci sonucunda *çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma* becerilerinin gelişimlerini belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 41
Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Ç.Y.C.İ.Y. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	z	p
Negatif sıra	4	11.25	45.00	3.73*	.000
Pozitif sıra	25	15.60	390.00		
Eşit	1	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Deney grubundaki öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracının alt boyutu olan *çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma* becerileri ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=3.73$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamaları dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir. Bu bulguya dayanarak, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin *çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma* becerilerinin gelişimine katkı sağladığı söylenebilir.

f) İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney ve geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubundaki öğrencilerin *sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme (S.D.Ç.Y.K.V.)* becerilerinin gelişimi öğretim süreci sonucunda farklılık göstermekte midir? sorusuna yanıt aranmıştır. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracından almış oldukları S.D.Ç.Y.K.V. becerilerine ait ön test ve son test puanlarının karşılaştırılması amacıyla öncelikle ön test ve son test puanlarının normallik analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 42

Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin S.D.Ç.Y.K.V. Ön Test ve Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizleri

Boyut	Test	Grup	N	$\bar{x}$	SS	Shapiro-Wilks		
						İstatistik	sd	p
S.D.Ç.Y.K.V.*	Ön Test	Deney	30	2.10	2.85	.749	30	.000
		Kontrol	30	2.03	2.48	.764	30	.000
	Son Test	Deney	30	9.10	5.62	.964	30	.385
		Kontrol	30	5.13	5.32	.864	30	.001

* S.D.Ç.Y.K.V.: Sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme

Tablo 42 incelendiğinde, ön test-son test için yapılan ölçümlerin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Deney ve kontrol grubunun, *sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme* becerilerinin hem başlangıçtaki hem de

öğretim süreci sonundaki gelişimlerinde farklılık olup olmadığını belirlemek üzere ölçümler normal dağılım göstermediği için Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 43

Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin S.D.Ç.Y.K.V. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Boyut	Test	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
S.D.Ç.Y.K.V.*	Ön Test	Deney	30	29.70	891.00	426.00	.715
		Kontrol	30	31.30	939.00		
	Son Test	Deney	30	36.73	1102.00	263.00	.006
		Kontrol	30	24.27	728.00		

* S.D.Ç.Y.K.V.: Sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme

Tablo 43 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğrencilerin ön test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($U=426.00$, $p>.05$). Öğrencilerin sıra ortalamaları ve toplamaları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamasının (29.70) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasına (31.30) yakın olduğu görülmektedir. Bu iki grubun, son test puanları incelendiğinde ise iki grup arasında anlamlı bir farka rastlanmıştır ($U=263.00$, $p<.05$). Öğrencilerin sıra ortalamaları ve toplamaları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamasının (36.73) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasından (24.27) daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulguya dayanarak, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin *sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme* becerilerinin gelişimine olumlu etkisi olduğu söylenebilir.

Deney grubu öğrencilerinin öğretim süreci sonucunda *sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme* becerilerinin gelişimlerini belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 44

Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin S.D.Ç.Y.K.V. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	z	p
Negatif sıra	4	6.50	26.00	4.25*	.000
Pozitif sıra	26	16.88	439.00		
Eşit	0	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Deney grubundaki öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracının alt boyutu olan *sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme* becerileri ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=4.25$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir. Bu bulguya dayanarak, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin *sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme* becerilerinin gelişimine katkı sağladığı söylenebilir.

- g) İlköğretim 7. sınıf cebir öğretiminde, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney ve geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubundaki öğrencilerin *rutin olmayan problemleri çözme (R.O.P.Ç.)* becerilerinin gelişimi öğretim süreci sonucunda farklılık göstermekte midir? sorusuna yanıt aranmıştır.

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracından almış oldukları R.O.P.Ç. becerilerine ait ön test ve son test puanlarının karşılaştırılması amacıyla öncelikle ön test ve son test puanlarının normallik analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 45
Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin R.O.P.Ç. Ön Test ve
Son Test Ölçümlerinin Normallik Analizleri

Boyut	Test	Grup	N	$\bar{x}$	SS	Shapiro-Wilks		
						İstatistik	sd	p
R.O.P.Ç.*	Ön Test	Deney	30	4.56	4.28	.874	30	.002
		Kontrol	30	4.46	4.67	.814	30	.000
	Son Test	Deney	30	14.13	7.62	.925	30	.037
		Kontrol	30	8.13	7.38	.871	30	.002

*R.O.P.Ç.: Rutin olmayan problemleri çözme

Tablo 45 incelendiğinde, ön test-son test için yapılan ölçümlerin normal dağılım göstermediği görülmektedir. Deney ve kontrol grubunun, *rutin olmayan problemleri çözme* becerilerinin hem başlangıçtaki hem de öğretim süreci sonundaki gelişimlerinde farklılık olup olmadığını belirlemek üzere ölçümler normal dağılım göstermediği için Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 46
Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin R.O.P.Ç. Ön Test ve
Son Test Puanlarına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Boyut	Test	Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
R.O.P.Ç.*	Ön Test	Deney	30	31.55	946.50	418.50	.639
		Kontrol	30	29.45	883.50		
	Son Test	Deney	30	37.05	1111.50	253.50	.004
		Kontrol	30	23.95	718.50		

*R.O.P.Ç.: Rutin olmayan problemleri çözme

Tablo 46 incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğrencilerin ön test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($U=418.50$, $p>.05$). Öğrencilerin sıra ortalamaları ve toplamaları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamasının (31.55) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasına (29.45) yakın

olduğu görülmektedir. Bu iki grubun, son test puanları incelendiğinde ise iki grup arasında anlamlı bir farka rastlanmıştır ($U=253.50$, $p<.05$). Öğrencilerin sıra ortalamaları ve toplamaları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamasının (37.05) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasından (23.95) daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulguya dayanarak, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin *rutin olmayan problemleri çözme* becerilerinin gelişimine olumlu etkisi olduğu söylenebilir.

Deney grubu öğrencilerinin öğretim süreci sonucunda *rutin olmayan problemleri çözme* becerilerinin gelişimlerini belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 47

Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin R.O.P.Ç. Ön Test ve Son Test Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	z	p
Negatif sıra	6	4.00	24.00	4.18*	.000
Pozitif sıra	23	17.87	411.00		
Eşit	1	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Deney grubundaki öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracının alt boyutu olan *rutin olmayan problemleri çözme* becerileri ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=4.18$, $p<.05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamaları dikkate alındığında gözlenen bu farkın, pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir. Bu bulguya dayanarak, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin *rutin olmayan problemleri çözme* becerilerinin gelişimine katkı sağladığı söylenebilir.

5. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

“Cebirsel muhakeme becerisi ile cebirsel düşünme düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?” sorusuna yanıt aranmıştır. Bu amaçla, deney ve kontrol grubu öğrencilerin cebirsel muhakeme becerisi (C.M.B.) ile cebirsel düşünme düzeyleri (C.D.D.) arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını incelemek için Pearson korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Aşağıdaki tabloda sonuçlar sunulmuştur.

Tablo 48

Öğrencilerin Cebirsel Muhakeme Becerisi İle Cebirsel Düşünme Düzeylerine İlişkin Korelasyon Tablosu

Grup		C.M.B.	C.D.D.
Deney Grubu	C.M.B.	1	.001
	P	-	.997
	N	30	30
	C.D.D.	.001	1
	P	.997	-
	N	30	30
Kontrol Grubu	C.M.B.	1	-.225
	P	-	.232
	N	30	30
	C.D.D.	-.225	1
	P	.232	-
	N	30	30

(C.M.B.:Cebirsel Muhakeme Becerisi, C.D.D.:Cebirsel Düşünme Düzeyi)

**Korelasyon Katsayısı 0,01 seviyesinde anlamlıdır.

Tablo 48’e göre deney grubu [$r=.001$, $p>.01$] ve kontrol grubu [$r=-.225$, $p>.01$] öğrencilerin cebirsel muhakeme becerisi ile cebirsel düşünme düzeyleri arasında anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Bu sonuca göre hem deney grubu hem de kontrol grubu öğrencilerin cebirsel muhakeme becerisi ile cebirsel düşünme düzeyleri ilişkisiz denilebilir.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerine, cebirsel düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma bu amaca yönelik resmi bir ortaokulun yedinci sınıfında öğrenim gören öğrencilerle yürütülmüştür. Yapılan ön ve son ölçümlerle, çoklu temsil temelli öğretimin, öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerine, cebirsel düşünme düzeylerine ve tutumlarına etkisi değerlendirilmiştir. Araştırmanın bu bölümünde elde edilen bulgular ışığında ulaşılan sonuç, tartışma ve önerilere yer verilmiştir.

Sonuçlar ve Tartışma

Uygulama sonrası, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim yapılan deney grubu öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeyleri son test puan ortalamaları anlamlı derecede kontrol grubu öğrencilerinin ortalamalarından yüksek çıkmıştır. Bu bulgu, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini geleneksel öğretime göre daha fazla geliştirdiği sonucunu ortaya koymaktadır. Bunun yanında, deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir artış varken, kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Bu araştırmanın bulguları da Tall ve Thomas (1991) ile Drijvers (2003)'in yaklaşımını doğrulamış ve bilgisayar yazılımı kullanmanın öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini olumlu yönde geliştirebileceğini göstermiştir.

Literatürde benzer bir çalışma ile kıyaslama yapmak mümkün olmadığından yürütülen çalışmanın sonuçları teknoloji/bilgisayar destekli ve çoklu temsil temelli cebir öğretimi boyutlarında ayrı ayrı ele alınarak irdelenmiştir. Çalışma sonuçları, teknoloji/bilgisayar destekli cebir öğretimi boyutunda ele alındığında birçok araştırmacının cebir öğretiminde teknoloji/bilgisayar desteğini kullanma argümanını doğrulamıştır. Örneğin, Musan (2012) cebir öğretiminde dinamik matematik yazılımı GeoGebra desteğini kullanmış ve öğrencilerin kavramsal anlama seviyelerinde artış olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, dinamik matematik yazılımı programı ile kullanılan grafik temsil sayesinde öğrencilerin cebirsel olarak çözmede zorlandıkları problem durumlarını dahi çözebildiklerini tespit etmiştir. Benzer bir şekilde, GeoGebra programını cebir öğrenme alanı içerisinde yer alan doğrusal denklemler konusunda kullanan Doktoroğlu (2013), dinamik matematik programının öğrencilerin başarılarına pozitif yönde bir etki sağladığını ortaya koymuştur. Üçgen ve pisagor bağıntısı konusunda, GeoGebra'nın öğrenci başarısına etkisini araştıran İçel (2011) de GeoGebra'nın öğrencilerin öğrenme ve başarıları üzerinde olumlu yönde etkisi olduğundan bahsetmiştir. Tüm bu sonuçlar, GeoGebra programını kullanarak cebir öğretiminde öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini geliştirmeyi amaçlayan araştırmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Alanyazın incelendiğinde, teknoloji/bilgisayar yazılımlarıyla desteklenmiş öğretimin öğrencilerin cebir başarılarını olumlu yönde artırmasının yanında birçok yararları da bulunmaktadır. Örneğin, Aksoy (2007) BCS desteğinden yararlanan öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarını, Birgin ve diğer., (2008) ise cebir öğrenme alanı için geliştirilen materyallerin öğrencilerin başarılarını geleneksel öğretime göre daha fazla geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Türkdogan (2006), bilgisayar destekli matematik öğretimi materyalleri özellikle kuralların öğrenimi sırasında öğrencilere üst düzey matematiksel düşünceyi gerektiren varsayımda bulunarak genelleme yapma becerilerini kullanmalarına yardımcı olduğu ve bazı kavram yanlışlarının tespitine olanak sağladığını vurgulamıştır. Dinamik geometri yazılımları gibi bilgisayar cebir sistemleri sayesinde öğrencilerin cebirsel ispat gerçekleştirme süreçlerini daha etkin kullandığı sonucuna da rastlanmıştır (İpek, 2010). Bunların yanı sıra, Aplusix yazılımını cebir öğrenme alanı içerisinde yer alan

eşitlik ve denklem konusunun öğretiminde kullanan Nas (2008), BCS sayesinde öğrencilerin daha başarılı ve daha az kavram yanılgısına sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca T-Algebra yazılımının 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin cebir başarısına etkisini araştıran Issakova (2007) da öğrencilerin T-Algebra ile yürütülen etkinliklerde zorlanmadıklarını, cebir öğrenimin daha kolay olduğunu, öğrencilerin yazılımı kullanırken keyif aldığını ve daha çok kullanmayı istediklerini belirtmiştir. Çalışmada kullanılan yazılımın, deney grubu deneklerine uygulama yapma fırsatı tanınması ve anında dönüt alarak eksik yanlarını gidermelerine yardımcı olması bu yönlü düşünceleri doğrular yapıdadır. Bu çalışmaların dışında teknoloji destekli cebir öğretimin öğrenci başarısını artırdığına yönelik benzer çalışmalara da rastlamak mümkündür (Abüsselam, 2006; Özgün-Koca, 2004; Turgut, 2010).

Yürütülen çalışma, öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinin gelişimine etkisi bağlamında ele alındığında; yapılandırmacı bir yaklaşımla cebir öğretimi sonucunda öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinde artış olduğunu belirten Çağdaşer (2008)'in sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Ancak öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinin yıllar içinde çok az bir artış olduğunu ve bu gelişimin öğrencinin ders içindeki başarısını etkilediğini belirten Gülpek (2006)'in çalışması dikkate alındığında yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerindeki bu artışın yeterli düzeye ulaşip ulaşmadığı kanısı düşünülmesi gereken bir konudur.

Araştırmada, en yüksek 55 puan alınabilecek cebirsel düşünme düzeyine ait test sonuçları incelendiğinde; öğrencilerin cebirsel düşünme seviyelerindeki artışın özellikle kontrol grubunda oldukça az olması ve deney grubunun son test puanın 36,06 seviyelerinde olması çalışmanın dikkat çeken diğer bir sonucudur. Bu sonuç, Bağdat (2013) ile Çelik (2007)'in SOLO taksonomisine göre öğrencilerin sembolleri ve cebirsel ilişkileri kullanma, genellemeleri formüle etme ve çoklu gösterimlerden yararlanma şeklinde sıralanan cebirsel düşünme becerilerini incelediği ve öğrencilerin çoğunluğunun *ilişkilendirilmiş yapı seviyesinin* altında yer aldığını belirledikleri çalışma sonuçlarını doğrular niteliktedir. Benzer şekilde, Öner-Sünkür ve diğer., (2012)'in yedinci sınıf öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleri ile zekâ alanları arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışma sonucunda öğrencilerin cebirsel

düşünme açısından *düzey-1* seviyesinde yığıldığı ve yığılmanın en az olduğu düzeyin ise *düzey-4* seviyesi olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonuçları da gösteriyor ki öğrencilerdeki cebirsel düşünme düzeylerinin gelişimi sınırlı olmakla beraber farklı temsil biçimleriyle cebir öğrenme ortamlarının oluşturulması öğrencilerin cebirsel düşünme becerilerinin gelişimine daha fazla katkı sağlayabilir. Sonuç olarak, NCTM (2000)'in de belirttiği gibi yedinci sınıf üzerinde yürütülen çalışmanın küçük yaş gruplarında uygun öğrenme araçları ve yöntemleri kullanarak yapılması faydalı olabilir. Çünkü yedinci sınıf seviyesindeki deney grubundaki deneklerin cebirsel düşünme düzeylerinde belirli bir artış sağlanmış olsa da bu artışın erken yaş grubu öğrencilerle yapılacak bu tür çalışmalarla daha ileri seviyelere taşınabileceği düşünülmektedir.

Alanyazında yürütülen çalışmalar her ne kadar öğrencilerin cebirsel düşünme yapılarının neler olduğu merakı üzerine kurulsun da öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinin nasıl geliştirilebileceğine yönelik önerilere de rastlamak mümkündür. Örneğin, öğrencilerin cebir ve akademik başarısı arttıkça, cebirsel düşünme düzeyinin arttığı (Bağdat, 2013; Yaprak-Ceyhan, 2012), öğretmenlerin, öğrencilerin cebirsel düşünce yapılarını bilmeleri, öğrencilerin öğrenimini desteleyen bir sınıf ortamı oluşturmalarına yardımcı olduğu (Baş ve diğer., 2011) ve cebirsel düşünmenin gelişimi sürecinde erken basamaklarda yapılacak uygulamaların öğrencilerin bilgi transferini kolaylıkla gerçekleştirebileceğine yardımcı olduğu (Kabael ve Tanışlı, 2010) gibi çalışma sonuçlarına yer verilmektedir. Araştırmadan elde edilen veriler de göz önüne alındığında; öğrencilerdeki cebirsel düşünme seviyesinin yetersiz olduğu ve yapılandırmacı temeline dayalı olarak yürütülen bu tür yaklaşımların öğrencilerin cebirsel düşünme yapılarının gelişimine önemli katkılar sağlayacağı yönünde önemli ipuçları vermektedir.

Yürütülen çalışma çoklu temsil temelli öğretim bağlamında ele alındığında; Kılıç (2009), öğrencilerin temsiller arası geçiş yapamama, sembolik temsile uygun resimle temsil oluşturma ve oluşturmama sorunlarına sahip olduğunu belirtmiştir. Ural (2012) ise yapmış olduğu çalışma ile gerekli tanım bilgisine sahip olmamanın ve çeşitli temsillere ait çeşitli kavram yanılgılarının transfer sürecini olumsuz

etkilediğini dile getirmiştir. Benzer şekilde İpek ve Okumuş (2012), problemi anlama aşamasında önemli işleve sahip olduğunu düşündükleri temsillerin kullanımında öğrencilerin uygun temsil oluşturmama ve temsiller arasında geçiş yapamama gibi sorunlar yaşadıklarını söylemişlerdir. Bunların yanı sıra Akkuş ve Çakıroğlu (2006) da yedinci sınıf öğrencilerinin cebir problemlerini çözerken kullandıkları temsillerin problemin yapısına ve onların temsil biçimlerini algılamalarına göre değiştiği vurgusunu yapmışlardır. Öğrencilerin temsil bilgilerinin hem çoklu temsilleri kullanma hem de kullandıkları temsiller arasındaki bağlantıları kurma yönünde geliştiğini ve bu gelişimin teknolojinin devreye girmesiyle daha da belirginleştiğini belirten Ergene (2011) de yaptığımız çalışmanın önemine dikkat çekmektedir. Bu durumun gerekçesi olarak, deney grubundaki deneklerin cebirsel düşünme düzeyine ait test sonucuna göre 21,06 seviyesinden çoklu temsil uygulaması sayesinde 15 puanlık bir artışla 36,06 seviyesine gelmiş olması gösterilebilir. Bu durum kontrol grubunda yer alan öğrencilerde ise 20,03 seviyesinden 1,13 puanlık bir artışla 21,16 seviyesi ile sınırlı kalmıştır.

Bununla birlikte, Çıkla-Akkuş (2004) çoklu temsil temelli öğretimin yedinci sınıf öğrencilerinin cebir performansına etkisini araştırdığı çalışmada, çoklu temsil temelli öğretim sayesinde öğrencilerin cebir problemleri için farklı temsil biçimlerini kullanabildiklerini ve bunlardan verilen duruma en uygun olanını seçebildiği sonucuna ulaşmıştır. Bilgisayar yazılımları destekli geliştirilen çoklu temsillerin, klasik anlamda kullanılan çoklu temsillere oranla problemin derinlemesine incelenmesine yardımcı olduğunu belirten Özdemir (2012) de teknoloji/bilgisayar yazılımı destekli çoklu temsil temelli öğretimin önemine vurgu yapmıştır. Ayrıca bu konuda Akkoç (2006b), çok sayıda cebirsel ifade ve grafik örneklerini hızlı şekilde üretmesi, öğrencilere denemeler yapıp sonuçlara varma imkânı tanınması ve temsiller arası bağları vurgulaması açısından teknolojik imkânlar öğrencilerin kavram görüntülerini zenginleştireceğini belirtmiştir. Hwang et al., (2007) teknoloji destekli çoklu temsil uygulamaların öğrencilerin detaylandırma yeteneklerinin gelişimine yardımcı olduğu ve başarılı bir matematiksel problemin çözümünde önemli bir anahtar rol üstlendiğini dile getirmiştir.

Benzer şekilde, Akkuş ve Çakıroğlu (2009) da çoklu temsil temelli öğretimin geleneksel öğretime göre öğrencilerin cebir performansları üzerinde önemli bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlar, çoklu temsil uygulamalarının ders öğretimi açısından verimli olduğu görüşünü paylaşmışlardır. Çoklu temsil kullanımının önemine vurgu yapan diğer bir çalışmada Sevimli (2009) tarafından yapılmıştır. Yürütülen çalışma sonucunda cebir temsili ile diğer temsiller arasında ilişkiler kurulmasının kavramsal anlamayı geliştirebileceği ve uzamsal görselleme becerisinin geliştirilmesi ile grafik temsili kullanmanın desteklenebileceğine vurgu yapmıştır. Yukarıda belirtilen sonuçlar gibi öğrencilerin farklı temsiller için tanımsal özellikleri kullanımlarının farklılık gösterdiği ayrıca tanımsal özellikleri bütün temsiller için kullanan öğrencilerin temsiller arası dönüşümlerde daha başarılı olduğu sonucuna ulaşan Akkoç (2005)'un çalışma sonucu da çoklu temsil temelli öğretim sayesinde öğrencilerin seviyelerinde önemli bir artış sağlayan çalışma sonucunu doğrular yapıdadır.

Öğrencilere sunulan cebirsel ifadelerin çoklu gösterimleri çalışmanın diğer bir yararı olarak görülebilir. Çünkü öğrenciler bu sayede hem cebirsel düşünme düzeylerini artırmış hem de soyut kavram içeren durumlar karşısında daha belirgin görsel temalar yakalama fırsatı elde etmiştir. Bu yüzden cebir öğrenme alanı ile ilgili konuların öğretimini içeren müfredat programının daha fazla çoklu gösterimlerle zenginleştirilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Bu konunun önemine vurgu yapan Moseley ve Brenner (1997) de yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin değişkenler, ifadeler ve denklemler ile ilgili cebir konularında çoklu temsillere dayalı bir öğretim programının daha yararlı olduğu sonucuna ulaşarak, cebirsel bilgilerin kalıcılığının çoklu temsil temelli bir müfredatla gelişebileceğini belirtmişlerdir.

Alanyazı incelendiğinde, cebir öğretiminde çoklu temsilleri kullanmanın yararlarına yönelik farklı çalışma sonuçları ile de karşılaşmak mümkündür. Örneğin, Panusak ve Beyranevand (2010) yaptıkları çalışma ile öğrencilerin farklı temsil modunda yer alan benzer yapılardaki doğrusal ilişkileri içeren problemleri tanımda başarılı olduklarını ancak bir bilinmeyenli doğrusal denklemleri doğru çözme başarıları öğrencilerin benzer ilişkilerin sunulduğu kelime, diyagram veya sembol gibi

gösterimlerde başarı gösteremediklerini ortaya çıkarmışlardır. Castro et al., (1999), yapmış oldukları çalışma sonucunda öğrencilerin temsil tercihlerinin problem çeşidine göre farklılık gösterdiği ve problemi doğru çözen öğrencilerin kullandıkları temsil tercihlerinin problemin yapısına göre değiştiği vurgusunu yapmışlardır. Brenner et al., (1997) ise cebir öğretiminde çoklu temsillerin kullanılmasının öğrencilerin hem cebir başarısını artırdığı hem de sözel problemlerin etkili bir şekilde gösterimine imkân tanıdığı sonucuna ulaşmıştır. Bilgisayar yazılımı destekli çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney grubu öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyi son test puanına ait sıra ortalamasının (40.87) kontrol grubu öğrencilerin sıra ortalamasından (20.13) iki kat daha fazla olması alanyazında yer alan çalışma sonuçları ile ileri sürülen önerileri destekler nitelik taşımaktadır.

Sonuç olarak, çoklu temsillerin uygun olarak kullanılmasının önemliliği bu araştırmada da belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Nitekim öğrencilerin cebirsel düşünme becerileri göz önüne alınarak yapılan çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebir başarısının artırdığı gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra öğrencilere farklı temsil seçenekleri sunarak onların kavramlar arasındaki ilişkileri daha iyi anlayabileceği öğrenme ortamı hazırlaması bu çalışmanın en somut çıktıları arasında gösterilebilir. Her ne kadar ülkemizde yenilenen matematik programındaki etkinliklerin öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerini oldukça geliştirdiği gözlemlenmiş (Yenilmez ve Teke, 2008) olsa da üst düzey becerilerin yer aldığı öğretim etkinliklerine daha fazla ağırlık verilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Çünkü öğrencilerin cebirsel ifadeleri oluşturma, formülleri kullanma, çoklu temsillerden yararlanma, değişken kavramını anlama ve genelleme yapma konusunda zorluklara sahip olduğu (Dindyal, 2003) ve temsil dönüşüm başarılarının orta seviye olduğu görülmüştür (Kardeş, 2010). Ayrıca öğrencilerin cebir kavramlarının dört temsil biçimi; sözel anlatım, denklem, tablo ve grafik arasında dönüşüm yapmada düşük beceriye sahip olduğunu belirten Sert (2007) ile öğrencilerin sembolik ve sözel gösterimleri dönüştürmede zorlandıklarından dolayı cebire karşı olumsuz bir tutuma sahip olabileceğini belirten Yılmaz (2011)'in çalışma sonuçları bu duruma işaret etmektedir.

Araştırmada, bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretimin matematiğe yönelik tutumu üzerindeki etkisi incelendiğinde; son test puanının deney grubu öğrencileri lehine anlamlı bir etkisi gözlemlenmiş olmasına rağmen ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Bu sonuç Buran (2005)'in teknoloji destekli oluşturmacı yaklaşımla cebir öğretimin yapıldığı sınıflardaki öğrencilerin matematik dersine karşı tutumları ile geleneksel yöntemlerle öğretim yapılan sınıflardaki öğrencilerin tutumları arasında anlamlı bir farka rastlamadığı çalışma sonucu ile paralellik göstermektedir. Öner (2009)'in yedinci sınıf cebir öğretiminde teknoloji destekli öğretimin öğrencilerin matematiğe yönelik tutumunu araştırdığı deneysel çalışma ile İzgiol (2014)'un teknoloji destekli çoklu temsil temelli öğretim uyguladığı ön test-son test kontrol gruplu çalışmada da benzer araştırma sonuçlarına ulaşılmıştır.

Öğrencilerin matematiğe yönelik tutumun değişmemesinin sebebi irdelendiğinde ise bunun nedeni olarak öğrencilerin genel başarı durumu, matematik notları ve okulun genel akademik başarısı gösterilebilir. Öğrencilerin matematik ve genel notları ile matematiğe yönelik tutum arasında anlamlı bir ilişki vardır (Ma ve Xu, 2004; Ma ve Kishor, 1997; Mubeen et al., 2013; Peker ve Mirasyedioğlu, 2003; Şentürk, 2010). Ayrıca genel akademik başarısı ve matematik başarısı yüksek olan öğrencilerin, düşük başarıya sahip öğrencilere oranla matematiğe karşı daha olumlu tutuma sahip oldukları görülmüştür (Yenilmez, 2007). Diğer bir gerekçe ise okulun bulunduğu yerleşkede sosyo-ekonomik açıdan orta düzeyde ailelerin yaşıyor olması olabilir. Nitekim matematik dersine yönelik tutum ile ailenin sosyo-ekonomik düzeyi arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu çalışma sonuçlarına rastlanmaktadır (Yılmaz, 2006). Ayrıca sınıf seviyesi olarak yedinci sınıf ile çalışılmış olması diğer bir diğer etken olarak gösterilebilir. Sınıf seviyesinin artması ile öğrencilerin matematik dersine karşı tutumları arasında azalma görülmektedir (Taşdemir, 2009).

Farooq ve Shah (2008) yapmış oldukları çalışma sonucunda; okul türünün hem öğrenci başarısı hem de kişisel oluşum üzerindeki etkisinden bahsetmiştir. Özellikle özel okul öğrencilerinin devlet okulu öğrencilerine göre matematik başarısı ile tutum puanlarının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca yüksek

performanslı okullardaki öğrencilerin matematiğe yönelik tutum puanları düşük performanslı okullardaki öğrencilere göre daha yüksek olduğu sonucuna da rastlanmıştır (Opolot-Okurot, 2005). Bu sonuçlar dikkate alındığında, öğrencilerin matematiğe yönelik tutumun değişmemesinin diğer bir nedeni olarak da okul türü gösterilebilir. Yürütülen çalışma süresinin tutuma etkisi dikkate alındığında ise bu sürenin öğrencilerin tutumlarında değişikliğe neden olabilecek makul bir süre olarak görülmektedir. Çünkü alanyazında öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu veya olumsuz tutumun kısa bir süre içinde değişebildiği çalışmalara rastlamak mümkündür (Hannula, 2002). Tutuma etki edebilecek diğer bir nokta ise cebir öğretimini farklı bir yaklaşımla ele alan çalışmanın etkisi olabilir. Farklı bir yaklaşım ile yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme becerilerine ve matematiğe karşı tutumlarına etkisini araştıran Palabıyık (2010) da öğrencilerin tutumunda değişme gözlememiştir. Ancak bu durum Ünlü (2007)'ün öğrencilerin matematikle uğraşırken keyif aldıklarını yeni bir konu öğrenmenin, bilinmeyen yeni kavramlarla karşılaşmanın kendilerini heyecanlandığı söylemleri ile çelişmektedir. Bunların dışında Koca (2011)'nin araştırma sonucunda da belirttiği gibi öğretmene karşı duyulan memnuniyet ve öğrencilerin öğrenme stilleri de matematiğe yönelik tutumu etkileyebilecek faktörler olarak düşünülebilir.

Alanyazında yürütülen araştırma sonucu ile paralellik göstermeyen çalışmalarda bulunmaktadır. Örneğin, fonksiyon kavramının öğretiminde BCS etkisini araştıran Tuluk (2007), yapılandırmacı ile birlikte Maple programı destekli öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin problem çözme becerileri ile matematiğe yönelik tutumların, BCS uygulamalarına katılmayan öğrencilere göre anlamlı bir şekilde yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca Aktümen ve Kaçar (2003) bilgisayar destekli öğretimin öğrenci motivasyonunu artırdığını gözlemlemiş ve öğrencilerin bilgisayarı sadece oyun amaçlı olarak kullanmadığını iyi bir öğretim aracı olarak da kullanılabileceğini ifade etmiştir. Nwabueze (2006) teknoloji destekli cebir öğretimin öğrencilerin hem başarılarında hem de tutumlarında pozitif yönde değişime neden olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde, yapısalcı bir yaklaşımla cebir öğretimin öğrencilerin matematiğe yönelik tutumu üzerindeki etkisini araştıran Işık

ve Çağdaşer (2009) de öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarının olumlu yönde değişim gösterdiğini belirtmiştir.

Bu bölümde, araştırmanın diğer bir alt problemi olan bilgisayar yazılımıyla desteklenmiş çoklu temsil temelli öğretim uygulanan deney grubu ve geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol grubundaki öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracının alt boyutlarında yer alan becerilere göre öğretim süreci sonundaki değişimi tartışılmıştır.

Öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracından almış oldukları *cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma* ve *cebirsel ifadelerle yönelik çıkarımda bulunma* becerilerine ait ön test ve son test puanlarının karşılaştırılması amacıyla yapılan test sonuçlarına göre iki grup arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Ancak deney grubu deneklerin C.Y.İ.T.K. becerilerine ait sıra ortalaması (33.33) kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasından (27.67) daha yüksek çıkmıştır. Benzer şekilde deney grubu öğrencilerin C.İ.Y.Ç.B. becerilerine ait sıra ortalaması (33.40) da kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamasından (27.60) daha yüksektir.

Öğrencilerin *aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma, uygun cebirsel muhakemeyi belirleme, çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma, sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme, rutin olmayan problemleri çözme* becerilerine ait sonuçlar dikkate alındığında ise deney ve kontrol grubunun deneysel işlem öncesinde denk olduğunu, uygulama süreci sonunda deney grubu lehine anlamlı düzeyde farklılaştığını göstermektedir. Deney grubu öğrencilerinin gelişimini belirlemek için yapılan test sonuçlarına göre fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamı dikkate alındığında tüm boyutlar için oluşan farkın pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, araştırmacı tarafından deney grubunda yer alan öğrencilerle gerçekleştirilen bilgisayar yazılımı destekli çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebirsel muhakeme değerlendirme aracının alt boyutunda belirlenen becerilerinin tümünün gelişimine katkı sağlamasının yanında deney grubunda yer alan öğrencilerle gerçekleştirilen öğretimin, kontrol grubunda sürdürülen öğretime göre;

- aynı verinin farklı cebirsel ifadelerini kullanma,
- uygun cebirsel muhakemeyi belirleme,
- çıkarıma yönelik cebirsel işlemler yapma,
- sonucun doğruluğuna ve çözüm yoluna karar verme,
- rutin olmayan problemleri çözme becerilerini geliştirmede daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Ancak, deney grubunda yer alan öğrencilerle gerçekleştirilen öğretim yöntemi ile kontrol grubunda sürdürülen öğretim arasında;

- cebirsel yapıları/ilişkileri tanıma ve kullanma,
- cebirsel ifadelere yönelik çıkarımda bulunma becerilerini geliştirme bakımından anlamlı bir farkın olmadığı söylenebilir.

Literatürde araştırmanın yukarıda yer alan alt problemi ile doğrudan ilgili bir çalışmaya rastlanılmamış olsa da benzer çalışmalar ışığında elde edilen çalışma sonuçları tartışılmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda yürütülen çalışma, Pilten (2008)'in üstbilgi stratejilerinin, öğrencilerin matematiksel muhakeme becerilerine etkisini incelediği çalışma ile yöntem kısmında farklılaşmasına rağmen muhakeme becerilerinin alt boyutlarına göre benzerlikler taşımaktadır. Araştırmacı uyguladığı yöntemle öğrencilerin *uygun muhakemeyi belirleme ve kullanma, matematiksel bilgileri ve örüntüleri tanıma ve kullanma, tahmin etme, çözüme ilişkin mantıklı tartışmalar geliştirme, genelleme yapma, rutin olmayan problemleri çözme ve matematiksel muhakeme becerilerini geliştirmeyi* başarmış ancak *aynı verinin farklı gösterimlerini tanıma ve çözüm yolu, sonucun doğruluğuna karar verme becerilerinin* gelişiminde anlamlı bir farka rastlamamıştır.

Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı'nın tüm alt boyutlarında deney grubu öğrencilerinin uygulanan yöntemle seviyelerini artırmış olması Nilklad (2004)'a göre öğrencilerin cebirsel düşünme ve muhakeme becerilerini kendi anlayışları ile ortaya koyabilecekleri ve zengin bir açıklama yapabilecekleri öğrenme ortamına dâhil olduklarında başarı seviyelerinin artabileceğine yönelik ileri sürdüğü varsayımını desteklemektedir. Nitekim deney grubu öğrencilerin özellikle U.C.M.B. ve Ç.Y.C.İ.Y. becerilerinin gelişiminde test performanslarını artırmış olmaları,

Joffrion (2005)'in kavramsal öğretim sayesinde öğrencilerin test performanslarını artırdığı ve daha esnek muhakeme becerisi sergilediği çalışma sonucu ile benzerlik taşımaktadır. Ayrıca öğrencilerin muhakeme etme becerilerinin gelişimine daha çok destek vermek amacıyla çoklu temsillerin sıkça kullanıldığı çalışma sonuçları, Steele (2005)'in belirttiği gibi matematiksel yapıların, öğrencilerin cebirsel düşünmek için ihtiyaç duydukları araçları geliştirirken yardımcı olduğu ve desteklediği görüşünü doğrulamaktadır. Sonuç olarak, yapılan araştırmalar genellikle öğrencilerin cebirsel düşünme yapılarının neler olduğu ve muhakeme edebilme yeteneklerinin nasıl geliştiği soruları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu konuda yürütülen çalışmalardaki sonuçlar, karakterize edilmeye çalışılsa bile asıl olan durumun öğrenci cevapları olduğu unutulmamalıdır. Bu konuda, Weinberg et al., (2004) öğrencilerin aritmetikten cebirsel muhakemeye geçiş süreçlerini izlemişler, öğrencilerin cebirsel değişkenlerin temsilleriyle olan etkileşimlerini analiz etmek ve yorumlamak için kullanılan bir çerçeve geliştirilmesine rağmen öğrencilerden elde edilen yanıtların kullanılmasının daha uygun olacağını belirtilmişlerdir.

Araştırmanın son alt problemi olan öğrencilerin cebirsel muhakeme becerisi ile cebirsel düşünme düzeyi arasında bir ilişkinin olup olmadığı incelendiğinde, anlamlı bir ilişkiye rastlanmamıştır. Araştırmadan elde edilen bu sonucun ise 30 deney ve 30 kontrol grubu öğrencileri üzerinde gerçekleştirilmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuç olarak, elde edilen bu tutarsız sonucun yapılacak benzer türdeki çalışmalara fikir vermesini umut ediyoruz.

Öneriler

- Teknoloji/bilgisayar yazılımlarıyla kullanılabilen çoklu temsil uygulamaların öğretimde daha etkili bir şekilde kullanılmasıyla öğrencilerin cebirsel muhakeme becerisi ile cebirsel düşünme düzeyleri daha ileri seviyelere taşınabilir. Ayrıca teknoloji/bilgisayar destekli çoklu temsil uygulamaların sadece cebir öğretimi konusunda değil matematiğin diğer alanlarında da kullanımlarına ilişkin çalışmalar yapılabilir.

- Çoklu temsil uygulamaları için çalışmada tercih edilen GeoGebra programı dışında farklı yazılımlar kullanılarak veya her bir kazanım için farklı programlar tercih edilerek etkinliği araştırılabilir.
- Yapılan literatür taramasında özellikle Türkçe kaynaklarda cebirsel muhakeme ile ilgili olarak ciddi anlamda kuramsal çalışmalara rastlanmamıştır. Bu bakımdan hem cebirsel muhakeme hem de cebirsel düşünme hakkında kuramsal temeller oluşturulması amacıyla yapılacak çalışmalar faydalı olabilir.
- Araştırma, ortaokulun yedinci sınıf düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Ancak yapılan bilgisayar yazılımı destekli çoklu temsil temelli öğretimin diğer yaşlarda ve sınıf düzeylerinde de etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle çeşitli öğretim kademelerinde de yöntemin denenmesi faydalı olabilir.
- Ülkemizde genel olarak öğrencilerin kavramsal ve işlemsel açıdan cebirsel düşünme düzeylerinin neler olduğuna yönelik çalışmalara rastlanmasına rağmen cebirsel muhakeme becerilerinin nasıl gelişim gösterdiğine yönelik çalışmalara rastlanmamaktadır. Bu konuda bir araştırma yürütülebilir ve yurtdışında yapılan çalışma sonuçlarıyla kıyaslamalar yapılabilir.
- Cebir öğrenme alanlarında yapılan çalışmaların geneli öğrencilerin yapmış oldukları hatalar ve kavram yanlışlarının tespiti üzerine odaklanmaktadır. Bu hata ve yanlışların nasıl ortadan kaldırılabilceği, cebir öğretimi konusunda en verimli yöntemlerin neler olabileceği gibi araştırmaların sayısı artırılabilir.
- Araştırma, deneysel bir çalışma olarak yürütülmüştür. Ancak öğrencilerin cebirsel düşünme ve muhakeme yeteneklerini ortaya çıkarabilecek ve onların düşünce yapılarını daha yakından incelemesine imkân tanıyacak “niçin?”, “nasıl?” ve “ne şekilde” sorularına cevap aranabilecek nitel çalışmalar yapılabilir.
- Öğrenciler cebirsel yapılarla karşılaştığında fazlasıyla sıkıntı yaşamaktadır. Cebir konularının başladığı öğretim müfredatındaki sınıf seviyesinden başlayarak uzun bir zaman diliminde ve daha geniş bir örneklem üzerinde bu süreçler izlenebilir.

- Öğretmenlerin okullarda en çok kullandıkları materyalin ders kitabı olması dikkate alındığında ders kitapları öğrencilerin cebirsel düşünme ve muhakeme becerilerini daha fazla geliştirecek sorularla zenginleştirilebilir.
- Bu çalışma, gerek Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı'nın geliştirilmesi gerekse öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleri ile cebirsel muhakeme becerileri gelişimlerini bir arada değerlendirmesi yönüyle ülkemizde bu alanda yapılan ilk deneysel çalışmalardan birisi olmuştur. Öğretmenlerde farkındalık oluşturmak amacıyla seminerler veya hizmetiçi aracılığıyla cebirsel düşünme ve muhakeme becerisinin önemi anlatılabilir ve konu hakkında bilgilendirilmeleri sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Abdüsselam, S. M. (2006). Matematiksel Denklem ve İfadelerin Bilgisayar Ortamında Grafikleştirilerek Öğretilmesinin Eğitime Katkıları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akgün, L. (2006). On Algebra and the Concept of Variable. **Journal of Qafqaz University**, 17(1). <http://journal.qu.edu.az/> (05.08.2013).
- Akkan, Y. (2009). İlköğretim Öğrencilerinin Aritmetikten Cebire Geçiş Süreçlerinin İncelenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akkoç, H. (2005). Fonksiyon Kavramının Anlaşılması: Tanımsal Özellikler ve Çoğul Temsiller. **Eğitim Araştırmaları Dergisi**, 20, 1-14.
- Akkoç, H. (2006a). **Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi: Grafik Analiz Yaklaşımı**. Gündoğdu, C. (Ed.), İstanbul: Toroslu Kitaplığı, Papatya Yayıncılık.
- Akkoç, H. (2006b). Fonksiyon Kavramının Çoklu Temsillerinin Çağrıştırdığı Kavram Görüntüleri. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 30, 1-10.
- Akkuş, O. ve Çakıroğlu, E. (2006). Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Örüntülerle İlgili Cebirsel İşlemlerde Çoklu Temsil Kullanımları. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 31, 13-24.
- Akkuş, O. & Çakıroğlu, E. (2009). The Effects of Multiple Representations-Based Instruction on Seventh Grade Students' Algebra Performance. Proceedings of CERME 6, January 28th-February 1st 2009, Lyon, France. <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/cerme6/wg4.pdf> (12.12.2013).
- Akpınar, Y. (1999). **Bilgisayar Destekli Öğretim ve Uygulamalar**. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Aksoy, Y. (2007). Türev Kavramının Öğretiminde Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Aktümen, M. ve Kaçar, A. (2003). İlköğretim 8. Sınıflarda Harfli İfadelerle İşlemlerin Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretimin Rolü ve Bilgisayar Destekli Öğretim Üzerine Öğrenci Görüşlerinin Değerlendirilmesi. **Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi**, 11(2), 339-358.
- Aktümen, M. ve Kaçar, A. (2008). Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin Matematiğe Yönelik Tutuma Etkisi. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 35, 13-26.

- Alakoç, Z. (2003). Matematik Öğretiminde Teknolojik Modern Öğretim Yaklaşımları. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, 2(1), 43-49.
- Alessi, S. M. & Trollip, S. R. (2001). **Multimedia for Learning Methods and Development (3rd Edition)**. Massachusetts, USA: Allyn and Bacon.
- Alkan, C. (1977). **Eğitim Teknolojisi Kuramlar ve Yöntemler**. Ankara: Yargıçoğlu Matbaası.
- Alkan, C. (1997). **Eğitim Teknolojisi (5. Baskı)**. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Altıparmak, K. ve Öziş, T. (2005). Matematiksel İspat ve Matematiksel Muhakemenin Gelişimi Üzerine Bir İnceleme. **Ege Eğitim Dergisi**, 6(1), 25-37.
- Altun, M. (2005). **İlköğretim İkinci Kademedeki Matematik Öğretimi**. Bursa: Alfa Basım Yayım.
- Amerom, V. B. A. (2003). Focusing on Informal Strategies When Linking Arithmetic to Early Algebra. **Educational Studies in Mathematics**, 54(1), 63-75.
- Arslan, B. (2003). Bilgisayar Destekli Eğitime Tabi Tutulan Ortaöğretim Öğrencileriyle Bu Süreçte Eğitici Olarak Rol Alan Öğretmenlerin BDE'ye İlişkin Görüşleri, **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, 2(4), 67-75.
- Association for Educational Communications and Technology (AECT) (1977). **Educational Technology: Definiton and Glossary of Terms**. Association for Educational Communications and Technology. Washington, D.C.
- Atılgan, H., Kan, A. ve Doğan, N. (2007). **Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme**. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Aydost, Y. (2011). Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrencilerin Kavram Bilgilerine ve Tutumlarına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Aytaç, T. (2003). Geleceğin Öğrenme Biçimi: E-Öğrenme. **Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim Dergisi-Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları**, Sayı 35, <http://www.meb.gov.tr/> (25.07.2013).
- Ayvaz-Reis, Z. & Özdemir, Ş. (2010). Using GeoGebra As an Information Technology Tool: Parabola Teaching. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, 9, 565-572.

- Bacanak, A., Karamustafaoğlu, O. ve Köse, S. (2003). Yeni Bir Bakış: Eğitimde Teknoloji Okur Yazarlığı. **Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 14(2), 191-196.
- Bademci, V. (2006). Tartışmayı Sonlandırmak: Cronbach'ın Alfa Katsayısı, İki Değerli [0,1] Ölçümlenmiş Maddeler İle Kullanılabilir. **Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi**, 13, 338-346.
- Bademci, V. (2005). Testler Güvenilir Değildir: Ölçüm Güvenirliğine Yeterli Dikkat ve Güvenirlik Çalışmaları İçin Örneklem Büyüklüğü. **Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi**, 17, 46-75.
- Bademci, V. (2004). "Testin Güvenirliği" veya "Test Güvenirlidir" Diye İfade Etmek Doğru Değildir. **Türk Eğitim Bilimleri Dergisi**, 2, 367-372.
- Bağdat, O. (2013). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Becerilerinin SOLO Taksonomisi İle İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Baki, A. (1996). Matematik Öğretiminde Bilgisayar Her şey Midir?. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 12(1), 135-143.
- Baki, A. (1998). Matematik Öğretiminde İşlemsel ve Kavramsal Bilginin Dengelenmesi. Atatürk Üniversitesi 40. Kuruluş Yıldönümü Matematik Sempozyumu. (20-22 Mayıs 1998). Erzurum: Atatürk Üniversitesi.
- Baki, A. (2002). **Öğrenen ve Öğretenler İçin Bilgisayar Destekli Matematik**. İstanbul: Ceren Yayınları.
- Baki, A., Güven, B. ve Karataş, İ. (2004). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri İle Keşfederek Matematik Öğrenme, V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiri Kitabı, Cilt II, 884-891, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara. <http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/ozetler/d199.pdf> (01.08.2013).
- Baki, A. (2008). **Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi**. Ankara: Harf Eğitim Yayıncılığı.
- Baki, A. & Güveli, E. (2008). Evaluation of a Web Based Mathematics Teaching Material on the Subject of Functions. **Computers & Education**, 51(2), 854-863.
- Baki, A. ve Bütünler, Ö. S. (2011). Cebirin Tarihsel Gelişimi. **Turkish Journal of Computer and Mathematics Education**, 2(3), 198-231.
- Balcı, S. (2013). Türkçe Dersinde "Tablet PC Pilot Uygulaması"yla Öğretim Gören Öğrencilerin Tutumlarını Belirlemeye Yönelik Ölçek Çalışması. **International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic**, 8(1), 855-870.

- Baş, S., Erbaş, A. K. ve Çetinkaya, B. (2011). Öğretmenlerin Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Yapılarıyla İlgili Bilgileri, **Eğitim ve Bilim**, 36(159), 41-55.
- Bayık, F. (2010). 11. Sınıf Öğrencilerinin Geometrik Problemlerle İlgili Oluşturdukları Dış Temsillerle İç Temsiller Arasındaki Etkileşimler. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Bayraktar, M. (1985). **İslam'da Bilim ve Teknoloji Tarihi**. Ankara: Türk Diyanet Vakfı Yayınları.
- Bayturan, S. (2004). İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Matematik Başarılarının Matematiğe Yönelik Tutum, Psikososyal ve Sosyodemografik Özellikleri İle İlişkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Beaton, A. E., Mullis, S. V. I., Martin, O. M., Gonzalez, J. E., Kelly, L. D. & Smith, A. T. (1996). **Mathematics Achievement in the Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study**. Chestnut Hill, MA, USA: Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College.
- Bednarz, N. (2001). A Problem-Solving Approach to Algebra: Accounting for the Reasonings and Notations Developed by Students. In H. Chick, K. Stacey, J. Vincent, & J. Vincent (Ed.), 12th International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) Study Conference: The Future of the Teaching and Learning of Algebra (pp. 69-78). Melbourne: University of Melbourne.
- Bingölbali, E. (2008). **Türev Kavramına İlişkin Öğrenme Zorlukları ve Kavramsal Anlama İçin Öneriler**. M. F. Özmentar, E. Bingölbali & H. Akkoç (Ed.), Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri (223-255). Ankara: PegemA.
- Birgin, O., Kutluca, T. ve Gürbüz, R. (2008). Yedinci Sınıf Matematik Dersinde Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrenci Başarısına Etkisi. Paper Presented at the Anadolu Üniversitesi International Education Technology Conference. (6-9 Mayıs 2008). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Birgin, O., Tutak, T. & Türkdoğan, A. (2009). Primary School Teachers' Views About The New Turkish Primary School Mathematics Curriculum. **E-Journal of New World Sciences Academy**, 4(2), 270-280.
- Blanton, M. & Kaput, J. J. (2003). Developing Elementary Teachers' Algebra Eyes and Ears. **Teaching Children Mathematics**, 10(2), 70-77.

- Blanton, L. M. & Kaput, J. J. (2005). Characterizing a Classroom Practice that Promotes Algebraic Reasoning. **Journal for Research in Mathematics Education**, 36(5), 412-446.
- Blume, G. W. & Heckman, D. S. (2000). Algebra and Functions. In E. Silver & P. Kenney (Ed.), Results from the Seventh Mathematics Assessment (pp. 269-306). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Bonwell, C. (1996). Building a Supportive Climate for Active Learning. **The National Teaching and Learning Forum**, 6(1), 4-7.
- Booth, L. R. (1986). Difficulties in Algebra. **Australian Mathematics Teacher**, 42(3), 2-4.
- Boshuizen, H. P. A. & Wopereis, I. G. J. H. (2003). Pedagogy of Training in Information and Communications Technology for Teachers and Beyond. **Technology, Pedagogy and Education**, 12(1), 149-159.
- Boyras, Ş. (2008). Bilgisayar Destekli Öğretimin Yedinci Sınıf Öğrencilerin Uzamsal Düşünebilme Becerilerine, Matematik, Teknoloji ve Geometriye Karşı Tutumlarına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü.
- Brenner, M. E., Brar, T., Durán, R., Mayer, R. E., Moseley, B., Smith, B. R. & Webb, D. (1997). Learning by Understanding: The Role of Multiple Representations in Learning Algebra. **American Educational Research Journal**, 34(4), 663-689.
- Brizuela, B., Carraher, D. & Schliemann, A. (2000). Mathematical Notation to Support and Further Reasoning ("to help me think of something"). Symposium Presentation NCTM Research Presession Meeting, Chicago, IL.
- Brizuela, B. & Schliemann, A. (2004). Ten-Year Old Students Solving Linear Equations. **For the Learning of Mathematics**, 24(2), 33-40.
- Buran, E. (2005). İkinci Dereceden Denklemler ve Fonksiyonların Gerçekçi Problem Durumları İle Öğretilmesinde Teknoloji Destekli ve Geleneksel Yöntemlerin Etkililiği. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Burton, M. B. (1988). A Linguistic Basis for Student Difficulties with Algebra. **For The Learning of Mathematics**, 8(1), 2-7.
- Büyüköztürk, Ş. (2001). **DeneySEL Desenler Ön Test-Son Test Kontrol Gruplu Desen ve Veri Analizi**. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş. (2003). **Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El kitabı**. Ankara: Pegem A Yayıncılık.

- Cai, J., Lew, H. C., Morris, A., Moyer, J. C., Ng, S. F. & Schmittau, J. (2005). The Development of Students' Algebraic Thinking in Earlier Grades: A Cross-Cultural Comparative Perspective. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, 37(1), 5-15.
- Cai, J. (2005). US and Chinese Teachers' Constructing, Knowing and Evaluating Representations to Teach Mathematics. **Mathematical Thinking and Learning**, 7(2), 135-169.
- Cantürk-Günhan, B. (2006). İlköğretim II. Kademe Matematik Dersinde Probleme Dayalı Öğrenmenin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Carpenter, T. P., Franke, M. L. & Levi, L. (2003). **Thinking Mathematically: Integrating Arithmetic and Algebra in Elementary School**. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Caruso, J. C. (2000). Reliability Generalization of the Neo Personality Scales. **Educational and Psychological Measurement**, 60(2), 236-254.
- Castro, E., Morcillo, N. & Castro, E. (1999). Representations Produced by Secondary Education Pupils in Mathematical Problem Solving. **Psychology of Mathematics Education**, 2, 547-558.
- Cihan, M. (2008). A. N. Whitehead, Süreç Felsefesi ve Eğitim. **Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi**, 18, 194-208.
- Chan, C. W. (1989). Computer use in the Elementary Classroom I: An Assessment of CAI Software. **Computers and Education**, 13(2), 109-115.
- Choike, J. R. (2000). Teaching Strategies for "Algebra For All". **The Mathematics Teacher**, 93(7), 556-560.
- Cobb, P., Yackel, E. & Wood, T. (1992). A Constructivist Alternative to the Representational View of Mind in Mathematics Education. **Journal for Research in Mathematics Education**, 23(1), 2-33.
- Cockcroft, W. H. (1982). **Mathematics Counts: Report of the Committee of Enquiry**. London: Her Majesty's Stationery Office.
- Confrey, J. & Smith, E. (1991). A Framework for Functions: Prototypes, Multiple Representations and Transformations. In R. G. Underhill (Ed.), Proceedings of the 13th Annual Meeting of the North American Chapter of The International Group for the Psychology of Mathematics Education (pp. 57-63). Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Cox, R. (1999). Representation Construction, Externalised Cognition and Individual Differences. **Learning and Instruction**, 9(1), 343-363.

- Çağdaşer, T. B. (2008). Cebir Öğrenme Alanının Yapılandırmacı Yaklaşımla Öğretiminin 6. Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeyleri Üzerindeki Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çakar-Savi, F. ve Karataş, Z. (2012). Ergenlerin Benlik Saygısı, Algıladıkları Sosyal Destek ve Umutsuzluk Düzeyleri: Bir Yapısal Eşitlik Modeli Çalışması. **Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri**, 12(4), 2397-2412.
- Çakıroğlu, Ü., Güven, B. ve Akkan, Y. (2008). Matematik Öğretmenlerinin Matematik Eğitiminde Bilgisayar Kullanımına Yönelik İnançlarının İncelenmesi. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 35, 38-52.
- Çelik, D. (2007). Öğretmen Adaylarının Cebirsel Düşünme Becerilerinin Analitik İncelenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çerezci, E. T. (2010). Yapısal Eşitlik Modelleri ve Kullanılan Uyum İyiliği İndekslerinin Karşılaştırılması. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çetin, Ş. (2003). Anadolu Öğretmen Lisesi ve Düz (Genel) Lise Çıkışlı Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Öğretmenlik Mesleğine Yönelik Tutumlarının Karşılaştırılması. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Çıkla-Akkuş, O. (2004). Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Cebir Performansına, Matematiğe Karşı Tutumuna ve Temsil Tercihlerine Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çiftçi, İ. (2006). Bir Öğretim Materyali Olarak Bilgisayar Destekli Matematik Yazılımlarının Değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Çilenti, K. (1988). **Eğitim Teknolojisi ve Öğretim**. Ankara: Kadioğlu Matbaası.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2010). **Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik: SPSS ve LISREL Uygulamaları**. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Dede, Y. (2005). I. Dereceden Denklemlerin Yorumlanması: Eğitim Fakültesi 1. Sınıf Öğrencileri Üzerine Bir Çalışma. **Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 29(2), 197-205.
- Dede, Y., Yalın, H. ve Argün, Z. (2002). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Değişken Kavramının Öğrenimindeki Hataları ve Kavram Yanılgıları. UFBMEK (16-18 Eylül 2002). Ankara: ODTÜ.

- Dede, Y. ve Argün, Z. (2003). Cebir, Öğrencilere Niçin Zor Gelmektedir?. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 24, 180-185.
- Dede, Y. ve Peker, M. (2007). Öğrencilerin Cebire Yönelik Hata ve Yanlış Anlamaları: Matematik Öğretmen Adayları'nın Bunları Tahmin Becerileri ve Çözüm Önerileri. **İlköğretim Online Dergisi**, 6(1), 35-49.
- Demirci, A. (2008). Bilgisayar Destekli Sabit ve Hareketli Görsel Materyallerin Kimya Öğretiminde Öğrenci Başarısına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Demirel, Ö., Seferoğlu, S. S. ve Yağcı, E. (2003). **Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme (4. Baskı)**. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Dindyal, J. (2003). Algebraic Thinking in Geometry at High School Level. Unpublished Doctoral Dissertations, Illinois State University.
- Doerr, H. M. (2004). Teachers' Knowledge and the Teaching of Algebra. In K. Stacey & H. Chick (Ed). The Future of the Teaching and Learning of Algebra (pp. 267-290). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Doktoroğlu, R. (2013). Dinamik Matematik Programı İle Doğru Denklemleri Konusunun Öğretiminin Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Başarılarına Etkileri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Doğdu, S. ve Arslan, Z. (1993). **Eğitim Teknolojisi Uygulamaları ve Eğitim Araç ve Gereçleri**. Ankara: Tekışık A. Ş. Veb Ofset Tesisleri.
- Drijvers, P. H. M. (2003). Learning Algebra in a Computer Algebra Environment. Design Research on the Understanding of the Concept of Parameter. Unpublished Dissertation, University of Utrecht, Center for Science and Mathematics Education, Freudenthal Institute, Netherlands.
- Driscoll, M. (1999). **Fostering Algebraic Thinking: A Guide for Teachers Grades 6-10**. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Duatepe, A. ve Çilesiz, Ş. (1999). Matematik Tutum Ölçeği Geliştirilmesi. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 16-17, 45-52.
- Durmuş, S. ve Yaman, H. (2002). **Mevcut Teknolojilerin Sunduğu Çoklu Temsil Olanaklarının Oluşturmacı Yaklaşımına Getireceği Yenilikler**. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi. (16-18 Eylül 2002). Ankara: ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi.
- Duru, A. (2002). Van İlindeki Lise Birinci Sınıflarda Cinsiyet Farklılığının Matematik Başarısı Üzerindeki Etkisinin Araştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Duru, A., Akgün, L. ve Özdemir, E. M. (2005). İlköğretim Öğretmen Adaylarının Matematiğe Yönelik Tutumlarının İncelenmesi. **Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi**, 11, 520-536.
- Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Daire Başkanlığı (EARGED) (2006). İlköğretim (5+3) Matematik Programı Değerlendirme Raporu: Ankara.
- Erbaş, A. K., Ledford, S., Polly, D. & Orrill, C. H. (2004). Engaging Students Through Technology. **Mathematics Teaching in the Middle School**, 9(6), 300-305.
- Erbaş, K. A. (2005). Çoklu Gösterimlerle Problem Çözme ve Teknolojinin Rolü. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, 4(4), 88-92.
- Erdem, E. (2011). İlköğretim Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel ve Olasılıksal Muhakeme Becerilerinin İncelenmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Erden, M. ve Akman, Y. (1998). **Eğitim Psikolojisi: Gelişim, Öğrenme ve Öğretme**. Ankara: Arkadaş Yayınevi.
- Erdoğan, U. F. ve Çağıltay, K. (2009). Türkiye’de Eğitim Teknolojileri Alanında Yapılan Master ve Doktora Tezlerinde Genel Eğilimler. Akademik Bilişim’09-XI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri. (11-13 Şubat 2009). Şanlıurfa: Harran Üniversitesi.
- Ergene, B. (2011). Matematik Öğretmen Adaylarının Türev Kavramına İlişkin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin Çoklu Temsiller Bileşeninde İncelenmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Erol, E. (1989). Prevalance and Correlates of Math Anxiety in Turkish High School Students. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ersoy, Y. (2003a). Teknoloji Destekli Matematik Eğitimi-1: Gelişmeler, Politikalar ve Stratejiler. **İlköğretim Online Dergisi**, 2(1), 18-27.
- Ersoy, Y. (2003b). Teknoloji Destekli Matematik Öğretimi II: Hesap Makinesinin Matematik Etkinliklerinde Kullanılması. **İlköğretim Online Dergisi**, 2(2), 35-60.
- Ersoy, Y. (2005). Matematik Eğitimi Yenileme Yönünde İleri Hareketler-I: Teknoloji Destekli Matematik Öğretimi. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, 4(2), 51-63.

- Ersoy, Y. ve Erbaş, K. (1998). İlköğretim Okullarında Cebir Öğretimi: Öğrenmede Güçlükler ve Öğrenci Başarıları. Cumhuriyetin 75. Yılında İlköğretim I. Ulusal Sempozyumu. (27-28 Kasım 1998). Ankara: Başkent Öğretmenevi.
- Ersoy, Y. ve Erbaş, K. (2005). Kassel Projesi Cebir Testinde Bir Grup Türk Öğrencinin Genel Başarısı ve Öğrenme Güçlükleri. **İlköğretim Online**, 4(1), 18-39.
- Erktin, E. (1993). The Relationship Between Math Anxiety Attitude toward Mathematics and Classroom Environment. 14. International Conference of Stress and Anxiety Research Society (STAR). (5-7 April 1993). Egypt: Cairo.
- Ertürk, S. (1979). **Eğitimde Program Geliştirme**. Akara: Yeditepe Yayınları.
- Even, R. (1998). Factors Involved in Linking Representations of Functions. **Journal of Mathematical Behavior**, 17(1), 105-121.
- Farooq, M. S. & Shah, S. Z. U. (2008). Students' Attitude towards Mathematics. **Pakistan Economic and Social Review**, 46(1), 75-83.
- Fırat, S. ve Gürbüz, R. (2012). Bilgisayar Destekli Eğitsel Oyunlarla Gerçekleştirilen Matematik Öğretiminin Kavramsal Öğrenmeye Etkisi. X. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi. (27-30 Haziran 2012). Niğde:Niğde Üniversitesi.
- Fidan, N. (2012). **Okulda Öğrenme ve Öğretme (3. Baskı)**. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Fluck, A. (2003). Integration or Transformation? A Crossnational Study of Information and Communication Technology in School Education. Unpublished PhD Dissertation, University of Tasmania. <http://www.educ.utas.edu.au/users/afluck/thesis/> (26.07.2013).
- Gable, R. K. & Wolf, M. B. (1993). **Instrument Development in the Affective Domain: Measuring Attitudes and Values in Corporate and School Settings (2nd ed.)**. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Genç, Z. S. ve Eryaman, Y. M. (2007). Değişen Değerler ve Yeni Eğitim Paradigması. **Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 9(1), 89-102.
- Gibson, T. L. (2005). Development of an Instrument to Assess Student Attitudes toward Educational Process in an Undergraduate Core Curriculum. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Arkansas.
- Goldin, G. A. (1998a). The PME Working Group on Representations. **The Journal of Mathematical Behavior**, 17(2), 283-301.

- Goldin, G. A. (1998b). Representational Systems, Learning, and Problem Solving in Mathematics. **The Journal of Mathematical Behavior**, 17(2), 137-165.
- Goldin, G. A. & Janvier, C. (1998). Representations and the Psychology of Mathematics Education. **The Journal of Mathematical Behavior**, 17(1), 1-4.
- Goldin, G. A. & Shteingold, N. (2001). Systems of Representations and the Development of Mathematical Concepts. In A. A. Cuoco & F. R. Curcio (Ed.), *The Roles of Representation in School Mathematics: 2001 Yearbook* (pp. 1-23). Reston, VA: NCTM.
- Goldin, G. A. (2004). Representations in School Mathematics: A Unifying Research Perspectives. In J. Kilpatrick, W. G. Martin ve D. Schifter (Ed.), *A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics* (pp. 275-285). Reston, VA: NCTM.
- Golezani, B. A. (2012). Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminin Lisans Öğrencilerinin Matematik Algısına Etkisi (K. K. Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Bölümü Örneği). Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimler Enstitüsü.
- Göker, L. (1984). **Fen Bilimleri Tarihi ve Türk-İslam Âlimlerinin Yeri**. Ankara: Elif Matbaası.
- Gözüm, S. ve Aksayan, S. (2003). Kültürlerarası Ölçek Uyarlaması İçin Rehber II: Psikometrik Özellikler ve Kültürlerarası Karşılaştırma. **Hemşirelikte Araştırma ve Geliştirme Dergisi**, 5(1), 3-14.
- Gülpek, P. (2006). İlköğretim 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeylerinin Gelişimi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Gür, H. ve Korkmaz, E. (2003). İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Problem Ortaya Atma Becerilerinin Belirlenmesi. **Matematikçiler Derneği Bilim Köşesi**. <http://www.matder.org.tr/> (15.07.2013).
- Güven, G. ve Sülün, Y. (2012). Bilgisayar Destekli Öğretimin 8. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersindeki Akademik Başarıya ve Öğrencilerin Derse Karşı Tutumlarına Etkisi. **Türk Fen Eğitim Dergisi**, 9(1), 68-79.
- Güzel, H. (2004). Genel Fizik ve Matematik Derslerindeki Başarı İle Matematiğe Karşı Olan Tutum Arasındaki İlişki. **Türk Fen Eğitim Dergisi**, 1(1), 49-58.
- Hannula, M. S. (2002). Attitude towards Mathematics: Emotions, Expectations and Values. **Educational Studies in Mathematics**, 49(1), 25-46.

- Hart, K. M., Brown, M. L., Kerslake, D. M., Küchemann, D. E. & Ruddock, G. (1985). *Chelsea Diagnostic Mathematics Tests: Teacher's Guide*. Berkshire: NFER-NELSON.
- Heddens, J. W. & Speer, R. W. (1997). **Today's Mathematics, (9. Edition)**. New Jersey: Merrill an Imprint of Prentice-Hall.
- Herbert, K. & Brown, R. (1997). Patterns as Tools for Algebraic Reasoning. **Teaching Children Mathematics**, 3(6), 340-344.
- Hernandez, I. (2010). Algebraic Reasoning in Elementary School Students. Harvey Mudd College, Department of Mathematics.
- Herzig, R. G. M. (2004). Technology and Its Impact in The Classroom. **Computers and Education**, 42(2), 111-131.
- Hewitt, D. (1998). Approaching Arithmetic Algebraically. **Mathematics Teaching**, 163(1), 19-29.
- Hilbert, J. & Carpenter, T. P. (1992). Learning and Teaching with Understanding. Publishing Book D. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan Publishing Company.
- House, P. (1999). Mathematical Reasoning: In the Eye of the Beholder. In L. V. Stiff & F. R. Curcio (Ed.), *Developing Mathematical Reasoning in Grade K-12: 1999 Yearbook*. National Council of Teachers of Mathematics, Reston, VA.
- Hwang, W.-Y., Chen, N.-S., Dung, J.-J. & Yang, Y.-L. (2007). Multiple Representation Skills and Creativity Effects on Mathematical Problem Solving Using a Multimedia Whiteboard System. **Educational Technology & Society**, 10(2), 191-212.
- International Society for Technology in Education (ISTE) (2000). *National Educational Technology Standards for Teachers*. Eugene: ISTE Publications. <https://www.iste.org/> (04.08.2013).
- Issakova, M. (2007). Solving of Linear Equations Linear Inequalities and Systems of Linear Equations in Interactive Learning Environments. Unpublished Dissertation, Universty of Tartu, Faculty of Mathematics and Computer Science, Estonia.
- Işık, E. ve Çağdaşer, B. T. (2009). Yapısalıcı Yaklaşımla Cebir Öğretiminin 6. Sınıf Öğrencilerinin Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisi. **Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi**, 17(3), 941-954.
- Işıksal, M. & Aşkar, P. (2005). The Effect of Spreadsheet and Dynamic Geometry Software on the Achievement and Self-Efficacy of 7th Grade Students, **Educational Research**, 47(3), 333-350.

- İçel, R. (2011). Bilgisayar Destekli Öğretimin Matematik Başarısına Etkisi: GeoGebra Örneği. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimler Enstitüsü.
- İnceoğlu, M. (2010). **Tutum Algı İletişim (5. Baskı)**. İstanbul: Beykent Üniversitesi Yayınları.
- İpek, S. (2010). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Dinamik Geometri Yazılımları Kullanarak Gerçekleştirdikleri Geometrik ve Cebirsel İspat Süreçlerinin İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- İpek, A. S. & Baran, D. (2011). Pre-Service Elementary Mathematics Teachers' Views About Technology-Generated Representations. 5th International Computer and Instructional Technologies Symposium. (22-24 September 2011). Elazığ: Fırat University.
- İpek, A. S. ve Okumuş, S. (2012). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Problem Çözmede Kullandıkları Temsiller. **Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 11(3), 681-700.
- İşman, A. (2003). Technology. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, 2(1), 28-33.
- İşman, A. (2005). **Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme**. Ankara: Sempati Pegem A Yayınları.
- İzgiol, D. (2014). Teknoloji Destekli Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Öğrencilerin Lineer Cebir Öğrenimine ve Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Jacobs, V. R., Franke, M. L., Carpenter, T. P., Levi, L., & Battey, D. (2007). Professional Development Focused on Children's Algebraic Reasoning in Elementary School. **Journal for Research in Mathematics Education**, 38(3), 258-288.
- Janvier, C., Girardon, C. & Morand, J. (1993). Mathematical Symbols and Representations. In P. S. Wilson (Ed.), *Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics* (pp.79-102). Reston, VA: NCTM.
- Janvier, B. D., Bednarz, N. & Belanger, M. (1987). Pedagogical Considerations Concerning the Problem of Representation. In C. Janvier (Ed.) *Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics* (pp.109-122). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Jiang, Z. & McClintock, E. (2000). Multiple Approaches to Problem Solving and the Use of Technology. **Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching**, 19(1), 7-20.
- Joffrion, H. K. (2005). Conceptual and Procedural Understanding of Algebra Concepts in the Middle Grades. Unpublished Master of Science Thesis, Texas A&M University.
- Kabael, U. T. ve Tanışlı, D. (2010). Cebirsel Düşünme Sürecinde Örüntüden Fonksiyona Öğretim. **İlköğretim Online Dergisi**, 9(1), 213-228.
- Kaf, Y. (2007). Matematikte Model Kullanımının 6. Sınıf Öğrencilerinin Cebir Erişilerine Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kağıtçıbaşı, Ç. (1999). **Yeni İnsan ve İnsanlar**. İstanbul: Evrim Yayınevi.
- Kahraman, S. (2011). The Use of Computer By Pre-Service Teacher and Their Opinions About Using Computer on the Education. 5th International Computer & Instructional Technologies Symposium. (22-24 September 2011). Elazığ: Fırat University.
- Kaput, J. J. (1987). Representation Systems and Mathematics. In C. Janvier (Ed.), Problems of Representation in Teaching and Learning Mathematics (pp. 19-26). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Kaput, J. J. (1989). Linking Representations in the Symbol Systems of Algebra. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kaput, J. J. (1991). Notations and Representations as Mediators of Constructive Processes. E. V. Glasersfeld (Ed.), Radical Constructivism in Mathematics Education (pp. 53-74). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Kaput, J. J. (1994). The Representational Roles of Technology in Connecting Mathematics with Authentic Experience. In R. Biehler, R. W. Scholz, R. Strasser, & B. Winkelmann (Ed.), Didactics in Mathematics as a Scientific Discipline (pp. 379-397). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Kaput, J. J. (1995). Long-Term Algebra Reform: Democratizing Access to Big Ideas. In C.B. Lacampagne, W. Blair, & J. Kaput (Ed.). The Algebra Initiative Colloquium (pp. 33-52). Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Kaput, J. J. (1998). Representations, Inscriptions, Descriptions and Learning: A Kaleidoscope of Windows. **Journal of Mathematical Behavior**, 17(2), 265-281.

- Kaput, J. J. (1999). Teaching and Learning a New Algebra with Understanding. In E. Fennema & T. Romberg (Ed.) Mathematics Classrooms that Promote Understanding (pp. 133-155). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Karahan, M. (2001). Eğitimde Bilgi Teknolojileri. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ders Notları. Malatya. http://mebk12.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/ (22.07.2013).
- Karasar, N. (2002). **Bilimsel Araştırma Yöntemi: Kavramlar, İlkeler ve Teknikler**. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kardeş, D. (2010). Matematik Öğretmen Adaylarının Lineer Denklem Sistemleri Çözüm Süreçlerinin Öz-Yeterlik Algısı ve Çoklu Temsil Bağlamında İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimler Enstitüsü.
- Katz, J. V. (1997). Algebra and Its Teaching: An Historical Survey. **Journal of Mathematical Behavior**, 16(1), 25-38.
- Katz, J. V. (2007). Stages in the History of Algebra with Implications for Teaching, **Educational Studies in Mathematics**, 66(1), 185-201.
- Kaya, Z. (2005). **Öğretim Teknikleri ve Materyal Geliştirme**. Ankara: Pegem A Yayınları.
- Kaynak-Nebile, Z. (2012). Yapısal Eşitlik Modelleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Keser, H. (1988). Bilgisayar Destekli Öğretim İçin Bir Model Önerisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Khine, M. S. (2001). Attitudes toward Computers Among Teacher Education Students in Brunei Darussalam. **International Journal of Instructional Media**, 28(2), 147-153.
- Kılıç, Ç. (2009). İlköğretim Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Problemlerin Çözümlerinde Kullandıkları Temsiller. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimler Enstitüsü.
- Kıyıcı, G. ve Yumuşak, A. (2005). Fen Bilgisi Laboratuvarı Dersinde Bilgisayar Destekli Etkinliklerin Öğrenci Kazanımları Üzerine Etkisi; Asit-Baz Kavramları ve Titrasyon Konusu Örneği, **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, 4(4), 130-134.
- Kieran, C. (1992). The Learning and Teaching of School Algebra. In: Grouws DA (ed.). Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. New York: Macmillan Publishing Company.

- Kieran, C. & Chalouh, L. (1993). Prealgebra: The Transition from Arithmetic to Algebra. In Douglas T. Owens (Ed.), *Research Ideas for the Classroom: Middle Grades Mathematics* (pp.178-192). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Kieran, C. (2004). Algebraic Thinking in the Early Grades: What is it?. **The Mathematics Educator**, 8(1), 139-151.
- Kieran, C. & Yerushalmy, M. (2004). Research on the Role of Technology Environments in Algebra Learning and Teaching. In K. Stacey, H. Chick, & M. Kendal (Ed.), *The Future of Teaching and Learning of Algebra* (pp. 99-152). Boston: Kluwer. The 12th ICMI Study.
- Kieran, C. (2007). Learning and Teaching Algebra at the Middle School Through College Levels. In F.K. Lester (Ed). *Second Handbook of Research o Mathematics Teaching and Learning*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Kirschner, P. & Selinger, M. (2003). The State of Affairs of Teacher Education with Respect to Information and Communications Technology. **Technology, Pedagogy and Education**, 12(1), 5-17.
- Kislenko, K., Grevholm, B. & Lepik, M. (2007). Mathematics is Important But Boring: Students' Beliefs and Attitudes towards Mathematics. In C. Bergsten, B. Grevholm, H. Måsøval and F. Rønning (Ed.), *Relating Practice and Research in Mathematics Education. Proceedings of Norma05, Fourth Nordic Conference on Mathematics Education*, Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- Knuth, E. & Ellis, A. (2009). Building a Foundation for Success in Secondary School Mathematics. **Principal's Research Review**, 4(2), 1-8.
- Koca, S. (2011). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Başarı, Tutum ve Kaygılarının Öğrenme Stillere Göre Farklılığının İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kol, S. (2012). Bilgisayar Destekli Öğretimin (BDÖ) Altı Yaş Çocuklarına Zaman ve Mekân Kavramlarını Kazandırmaya Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Koparan, T. (2012). Matematik ve Geometri Derslerinde Grafik Tablet Kullanımına Yönelik Tutum Ölçeği. **Turkish Journal of Computer and Mathematics Education**, 3(1), 66-79.
- Kozma, R., Chin, E., Russell, J. & Marx, N. (2000). The Roles of Representations and Tools in the Chemistry Laboratory and Their Implications for Chemistry Learning. **The Journal of the Learning Sciences**, 9(2), 105-143.

- Kriegler, S. (2004). Just What is Algebraic Thinking? <http://www.math.ucla.edu> (09.09.2013).
- Kuloğlu, S. ve Uzel, D. (2013). Üstün Yetenekli Öğrencilerin Matematiksel Tutumlarının Farklı Değişkenlere Göre İncelenmesi: Manisa Bilim ve Sanat Merkezi Örneği. **Üstün Yetenekli Eğitimi Araştırmaları Dergisi**, 1(2), 97-107.
- Kutzler, B. (2000). The Algebraic Calculator as a Pedagogical Tool for Teaching Mathematics. **The International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education**, 7(1), 5-24.
- Lane, G. G., White, A. E. & Henson, R. K. (2002). Expanding Reliability Generalization Methods with KR-21 Estimates an RG Study of the Coopersmith Self-Esteem Inventory. **Educational and Psychological Measurement**, 62(4), 685-711.
- Lapp, D. A. (1999). Multiple Representations for Pattern Exploration with the Graphing Calculator and Manipulatives, **Mathematics Teacher**, 92(2), 109-113.
- Lawrence, A. & Hennessy, C. (2002). **Lessons for Algebraic Thinking (Grades 6-8)**. Math Solutions Publications: Sausalito, CA.
- Lee, L. (1996). An Initiation into Algebraic Culture through Generalization Activities. In N. Bednarz, C. Kieran and L. Lee (Ed.), *Approaches to Algebra: Perspectives for Research and Teaching* (pp. 87-106). Dordrecht, Netherlands: Kluwer.
- Leitze, A. R. & Kitt, N. A. (2000). Using Homemade Algebra Tiles to Develop Algebra and Prealgebra Concepts. <http://mathforum.org/kb/servlet/JiveServlet/download/157-1629543-6202516-475281/algebra%20tiles.pdf> (9.12.2013)
- Lesh, R. & Doerr, H. (2003). Foundations of a Models and Modeling Perspective on Mathematics Teaching, Learning, and Problem Solving. In R. Lesh ve H. Doerr (Ed.) *Beyond Constructivism* (pp. 3-34). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Lin, C. Y. (2008). Preservice Teachers' Beliefs About Using Technology in the Mathematics Classroom. **The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching**, 27(3), 341-360.
- Linchevski, L. & Herscovics, N. (1996). Crossing the Cognitive Gap Between Arithmetic and Algebra: Operating on the Unknown in the Context of Equations. **Educational Studies in Mathematics**, 30, 39-65.
- Lithner, J. (2008). A Research Framework for Creative and Imitative Reasoning. **Educational Studies in Mathematics**, 67(3), 255-276.

- Ma, X. & Kishor, N. (1997). Assessing the Relationship Between Attitude toward Mathematics and Achievement in Mathematics: A Meta-Analysis. **Journal for Research in Mathematics Education**, 28(1), 26-47.
- Ma, X. (1999). A Meta-Analysis of the Relationship Between Anxiety toward Mathematics and Achievement in Mathematics. **Journal for Research in Mathematics Education**, 30(5), 520-540.
- Ma, X. & Xu, J. (2004). Determining the Causal Ordering between Attitude toward Mathematics and Achievement in Mathematics. **American Journal of Education**, 110(3), 256-280.
- MacGregor, M. & Stacey, K. (1993). Cognitive Models Underlying Students' Formulation of Simple Linear Equations. **Journal for Research in Mathematics Education**, 24(3), 217-232.
- MacGregor, M. & Stacey, K. (1999). A Flying Start To Algebra. **Teaching Children Mathematics**, 6(2), 78-85.
- Malara, N. & Navarra, G. (2003). ArAl Project: Arithmetic Pathways towards Favouing Prealgebraic Thinking. Bologna: Pitagora Editrice.
- Marzano, R. J. (2000). Transforming Classroom Grading. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- McGowan, M. & Tall, D. (2001). Flexible Thinking, Consistency and Stability of Responses: A Study of Divergence. <http://homepages.warwick.ac.uk/staff/-David.Tall/> (17.07.2013).
- Memmedova, A. (2001). Bilgisayar Destekli Eğitimde Rol Alan Formatör Öğretmenlerin Görevlerini Gerçekleştirme Düzeylerine ve BDE Uygulamalarına İlişkin Görüşleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2006). **İlköğretim Matematik Dersi 6. Sınıf Öğretim Programı**. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2009). **İlköğretim Matematik Dersi 6-8. Sınıflar Öğretim Programı ve Kılavuzu**. Ankara: MEB.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013). **Ortaokul Matematik Dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı**. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Mistretta, R. M. (2005). Integrating Technology into the Mathematics Classroom: The Role of Teacher Preparation Programs. **The Mathematics Educator**, 15(1), 18-24.

- Morteo, G. L. & Lopez, G. (2007). Computer Support for Learning Mathematics: A Learning Environment Based on Recreational Learning Objects. **Computers & Education**, 48, 618-641.
- Moseley, B. & Brenner, M. E. (1997). Using Multiple Representations for Conceptual Change in Pre-Algebra: A Comparison of Variable Usage with Graphic and Text Based Problems. Washington DC: Office of Educational Research and Improvement.
- Mubeen, S., Saeed, S. & Arif, M. H. (2013). Attitude towards Mathematics and Academic Achievement in Mathematics Among Secondary Level Boys and Girls. **Journal of Humanities and Social Science**, 6(4), 38-41.
- Musan, S. M. (2012). Dinamik Matematik Yazılımı Destekli Ortamda 8. Sınıf Öğrencilerinin Denklem ve Eşitsizlikleri Anlama Seviyelerinin Solo Taksonomisine Göre İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Namlu, G. A. (1999). Teknoloji Öğrenmede Ne Kadar Etkili?. **Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 9(1-2), 1-7.
- Nas, H. (2008). Eşitlik ve Denklem Konusunun Öğretiminde Aplusix Yazılımının Öğrenci Başarısına ve Kavram Yanılgılarına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Nathan, J. M. & Koellner, K. (2007). A Framework for Understanding and Cultivating the Transition from Arithmetic to Algebraic Reasoning, **Mathematical Thinking and Learning**, 9(3), 179-192.
- National Assessment of Educational Practices (NAEP) (2002). **Mathematics Framework for the 2003 National Assessment of Educational Progress**. Washington, DC: National Assessment Governing Board.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1989). **Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics**. Reston: Virginia.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). **Principles and Standards for School Mathematics**. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics. <http://www.nctm.org/> (06.08.2013).
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2008). **The Role of Technology in the Teaching and Learning of Mathematics**. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- Nazlıçıçek, N. ve Erktin, E. (2002). İlköğretim Matematik Öğretmenleri İçin Kısaltılmış Matematik Tutum Ölçeği. http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/PDF/Matematik/Poster/t194.pdf (04.11.2013).

- Nilklad, L. (2004). College Algebra Students' Understanding and Algebraic Thinking and Reasoning with Functions. Unpublished Doctoral Dissertation, Oregon State University.
- Numanoğlu, G. (1999). Bilgi Toplumu-Eğitim-Yeni Kimlikler-I: Bilgi Toplumu ve Eğitime Yansımalar. **Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi**, 32(1), 331-339.
- Nwabueze, K. K. (2006). Technology Class Format Versus Traditional Class Format in Undergraduate Algebra. **Technology, Pedagogy and Education**, 15(1), 79-93.
- Olkun, S., Altun, A. & Smith, G. (2005). Computers and 2D Geometric Learning of Turkish Fourth and Fifth Graders, **British Journal of Educational Technology**, 36(2), 317-326.
- Olkun, S. ve Toluk-Uçar, Z. (2006). **İlköğretimde Matematik Öğretimine Çağdaş Yaklaşımlar**. Ankara: Ekinoks Eğitim Danışmanlık Hiz. ve Bas. Yay. Dağ.
- Opolot-Okurot, C. (2005). Student Attitudes toward Mathematics in Uganda Secondary Schools. **African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education**, 9(2), 167-174.
- Otrar, M. ve Halaçoğlu, B. (2011). Akademisyenlerde Mesleğe Yabancılaşma Ölçeği (AYÖ) Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışması. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi Bildiri Özetleri. Bişkek: Türk-Kırgız Manas Üniversitesi.
- Öğüt, H., Altun, A. A., Sulak, A. S. ve Koçer, E. H. (2004). Bilgisayar Destekli, İnternet Erişimli İnteraktif Eğitim CD'si İle E-Eğitim. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, 3(1), 67-74.
- Öncü, H. (1999). **Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme**. Ankara: Yaysan A. Ş.
- Öner, A. T. (2009). İlköğretim 7. Sınıf Cebir Öğretiminde Teknoloji Destekli Öğretimin Öğrencilerin Erişi Düzeyine, Tutumlarına ve Kalıcılığına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Öner-Sünkür, M., İlhan, M. ve Kılıç, M. A. (2012). Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeyleri İle Zekâ Alanları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. **Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 14(2), 183-200.
- Özçelik, D. A. (1992). **Ölçme ve Değerlendirme**. Ankara: ÖSYM Yayınları.
- Özçelik, D. A. (2010). **Test Hazırlama Kılavuzu**. Ankara: PegemA Yayıncılık.

- Özdamar, K. (1999). **Paket Programları ile İstatistiksel Veri Analizi Cilt:1.** Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Özdemir, Ş. (2012). İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Çoklu Temsiller Kullanılarak Problem Çözme Algılarının Açınlanması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özgün-Koca, S. A. (1998). Student's Use of Representations in Mathematics Education. Paper Presented at the Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, NC: Raleigh.
- Özgün-Koca, S. A. (2004). Bilgisayar Ortamındaki Çoğul Bağlantılı Gösterimlerin Öğrencilerin Doğrusal İlişkileri Öğrenmeleri Üzerindeki Etkileri. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 26, 82-90.
- Özmantar, M. F., Akkoç, H., Bingölbali, E., Demir, S. & Ergene, B. (2010). Pre-Service Mathematics Teachers' Use of Multiple Representations in Technology-Rich Environments. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, 6(1), 19-36.
- Palabıyık, U. (2010). Örüntü Temelli Cebir Öğretiminin Öğrencilerin Cebirsel Düşünme Becerileri ve Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Palabıyık, U. ve İspir, O. A. (2011). Örüntü Temelli Cebir Öğretiminin Öğrencilerin Cebirsel Düşünme Becerileri ve Matematiğe Karşı Tutumlarına Etkisi. **Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 30(2), 111-123.
- Panusak, R. M. & Beyranevand, M. L. (2010). Algebra Students' Ability to Recognize Multiple Representations and Achievement. **International Journal for Mathematics Teaching and Learning**. <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/-journal/> (15.12.2013).
- Pape, S. J. & Tchoshanov, M. A. (2001). The Role of Representation(s) in Developing Mathematical Understanding. **Theory into Practice**, 40(2), 118-127.
- Peirce, A. G. (1995). **Measurement**. In: L. A. Talbot (Ed.). Principles and Practice of Nursing Research (pp. 265-291). St. Louis: Mosby-Year Book.
- Pekdağ, B. (2005). Fen Eğitiminde Bilgi ve İletişim Teknolojileri. **Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 7(2), 86-94.
- Peker, M. ve Mirasyedioğlu, S. (2003). Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Dersine Yönelik Tutumları ve Başarıları Arasındaki İlişki. **Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 14(2), 157-166.

- Peresini, D. & Webb, N. (1999). **Analyzing Mathematical Reasoning in Students' Responses Across Multiple Performance Assessment Tasks**. Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12/Lee V. Stiff, 1999 Yearbook Editör, National Council of Teachers of Mathematics, Reston, Virginia.
- Pesen, C. (2003). **Eğitim Fakülteleri ve Sınıf Öğretmenleri İçin Matematik Öğretimi**. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Pilten, P. (2008). Üstbiliş Stratejileri Öğretiminin İlköğretim Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Muhakeme Becerilerine Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimler Enstitüsü.
- Porzio, D. T. (1999). Effects of Differing Emphasis on the Use of Multiple Representations and Technology on Students' Understanding of Calculus Concepts. **Focus on Learning Problems in Mathematics**, 21(3), 1-29.
- Radford, L. (1999). Rethinking Representations, Proceedings of the 21st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, North American Chapter, Universidad Autónomadel Estado de Morelos, México.
- Raykov, T. & Marcoulides, G. A. (2006). **A First Course in Structural Equation Modeling**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Renshaw, C. E. & Taylor, H. A. (2000). The Educational Effectiveness of Computer Based Instruction. **Computers and Geosciences**, 26(6), 677-682.
- Rıza, E. T. (1997). **Eğitim Teknolojileri Uygulamaları I**. İzmir: Anadolu Matbaası.
- Richards, L. G. (1995). Promoting Active Learning with Cases and Instructional Modules. **Journal of Engineering Education**, 84(4), 375-381.
- Romberg, T. & Spence, M. (1995). Some Thoughts on Algebra for the Evolving Work Force. In C. Lacampagne, W. Blair, & J. Kaput (Ed.), *The Algebra Initiative Colloquium*. Washington, DC: US Department of Education.
- Ross, K. A. (1998). Doing and Proving: The Place of Algorithms and Proof in School Mathematics, **The American Mathematical Monthly**, 105(3), 252-255.
- Rubin, L. & Hebert, C. (1998). Model for Active Learning: Collaborative Peer Teaching. **College Teaching**, 46(1), 26-30.
- Russell, S. J. (1999). Mathematical Reasoning in the Elementary Grades. In L.V. Stiff & F. R. Curcio (Ed.), *Developing Mathematical Reasoning in Grade K-12: 1999 Yearbook*. Reston, VA: NCTM.

- Saban, A. (2007). Seçmeci Okul Teknoloji Planlama Modeli ve Özel Konya Esentepe İlköğretim Okulu Teknoloji Profili. **Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**, 22(1), 23-43.
- Sallabaş, E. M. (2008). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Okumaya Yönelik Tutumları ve Okuduğunu Anlama Becerileri Arasındaki İlişki. **İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 9(16), 141-155.
- Sadi, S., Şekerci, A. R., Kurban, B., Topu, B. F., Demirel, T., Tosun, C., Demirci, T., ve Göktaş, Y. (2008). Öğretmen Eğitiminde Teknolojinin Etkin Kullanımı: Öğretim Elemanları ve Öğretmen Adaylarının Görüşleri. **Bilişim Teknolojileri Dergisi**, 1(3), 43-49.
- Savaş, E., Taş, S. ve Duru, A. (2010). Matematikte Öğrenci Başarısını Etkileyen Faktörler. **İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 11(1), 113-132.
- Schneider, E. (1995). Testing the Rule of Three: A Formative Evaluation of the Harvard Based Calculus Consortium Curriculum. Dissertation Abstracts International, 56(06), 2158A.
- Schultz, J. E. & Waters, M. (2000). Why Representations?. **Mathematics Teachers**, 93(6), 448-453.
- Senemoğlu, N. (2005). **Gelişim, Öğrenme ve Öğretim: Kuramdan Uygulamaya**. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Sert, Ö. (2007). Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Cebir Kavramlarının Farklı Temsil Biçimleri Arasında Dönüşüm Yapma Becerileri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Sevimli, E. (2009). Matematik Öğretmen Adaylarının Belirli İntegral Konusundaki Temsil Tercihlerinin Uzamsal Yetenek ve Akademik Başarı Bağlamında İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Silver, E. A. (1997). "Algebra for All"-Increasing Student's Access to Algebraic Ideas, not Just Algebra Courses. **Mathematics Teaching in the Middle School**, 2(4), 204-207.
- Smith, E. (2003). Stasis and Change. Integrating Patterns, Functions, and Algebra Throughout the K-12 Curriculum. In A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics. J. Kilpatrick, W. G. Martin, D. Schifter (Ed.). Reston, VA: NCTM.
- Smith, J. & Thompson, P. W. (2007). Quantitative Reasoning and the Development of Algebraic Reasoning. In J. J. Kaput, D. W. Carraher & M. L. Blanton (Ed.), Algebra in the Early Grades (pp. 95-132). New York: Erlbaum.

- Sözbilir, M. (2010). Madde Analizi ve Test Geliştirme. <http://olcmevedegerlendirme.wordpress.com/about/> (29.01.2014).
- Stacey, K. & MacGregor, M. (1997). Building Foundations for Algebra. **Mathematics in the Middle School**, 2(4), 253-260.
- Stacey, K., Chick, H. & Kendal, M. (Ed.). (2004). **The Future of the Teaching and Learning of Algebra: The 12th ICMI Study**. Dordrecht: Kluwer.
- Steele, D. (2005). Using Writing to Access Students' Schemata Knowledge for Algebraic Thinking. **School Science and Mathematics**, 105(3), 142-154.
- Swafford, J. O. & Langrall, C. W. (2000). Grade 6 Students' Pre-Instructional Use of Equations to Describe and Represent Problem Situations. **Journal for Research in Mathematics Education**, 31(1), 89-112.
- Sulak, A. S. (2002). Matematik Dersinde Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrenci Başarı ve Tutumlarına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Suzuki, K. (1998). Measuring “To Think Mathematically”: Cognitive Characterization of Achievement Levels in Performance-Based Assessment. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Illinois, Urbana-Champaign.
- Sümer, N. (2000). Yapısal Eşitlik Modelleri: Temel Kavramlar ve Örnek Uygulamalar. **Türk Psikoloji Yazıları**, 3(6), 49-74.
- Şahin-Yanpar, T. ve Yıldırım, S. (1999). **Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme**. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Şahin-Yanpar, T. (2003). **Öğretmenlik Mesleğine Giriş**. Sönmez, V. (Ed.) Bölüm VI, Eğitimin Teknolojik Temelleri (3. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Şentürk, B. (2010). İlköğretim Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Genel Başarıları, Matematik Başarıları, Matematik Dersine Yönelik Tutumları ve Matematik Kaygıları Arasındaki İlişki. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü.
- Tabach, M. & Friedlander, A. (2003). The Role of Context in Learning Beginning Algebra. Proceedings of the Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education. (28 February-3 March). Bellaria, Italia.
- Tall, D. & Thomas, M. (1991). Encouraging Versatile Thinking in Algebra Using the Computer. **Educational Studies in Mathematics**, 22(2), 125-147.
- Tanilli, S. (2000). Eğitim, Toplum ve Gelecek. Felsefe Logos Dergisi, 10(2). <http://www.felsefelogos.com/index.php?issue=8> (20.07.2013).

- Tarman, B. (2011). **Sosyal Bilgiler Öğretiminde Yeni Yaklaşımlar II**. Turan, R., Sünbül, A. M. ve Akdağ, H. (Ed.) Sosyal Bilgiler Eğitiminde Sosyal Bilgiler Laboratuvarlarının Yeri ve Önemi. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Taşdemir, C. (2009). İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Matematik Dersine Karşı Tutumları: Bitlis İli Örneği. **Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi**, 12, 89-96.
- Taşlıbeyaz, E. (2010). Ortaöğretim Öğrencilerinin Bilgisayar Destekli Matematik Öğretiminde Matematik Algılarına Yönelik Durum Çalışması: Lise 3. Sınıf Uygulaması. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tavşancıl, E. (2002). **Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi**. Ankara: Nobel Yayınları.
- Tayan, E. (2011). Doğrusal Denklemler ve Grafikleri Konusunun Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretim Yönteminin Başarıya Etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Taylor-Cox, J. (2003). Algebra in the Early Years? Yes!. **Young Children**, 58(1), 14-21.
- Tezbaşaran, A. (1996). **Likert Tipi Ölçek Geliştirme Kılavuzu**. Ankara: Türk Psikologlar Derneği Yayınları.
- Thomas, M. & Tall, D. (2001). The Long-Term Cognitive Development of Symbolic Algebra. In H. Chick, K. Stacey, J. Vincent & J. Vincent (Ed.), 12th ICMI Study Conference: The Future of the Teaching and Learning of Algebra. Melbourne: University of Melbourne.
- TIMSS, (2003). IEA's TIMSS 2003 International Report on Achievement in the Mathematics Cognitive Domains: Findings from a Developmental Project International Association for the Evaluation of Educational Achievement. **TIMSS & PIRLS International Study Lynch School of Education**, Boston College.
- Titiz, M. T. (1998). **Ezbersiz Eğitim Yol Haritası**. İstanbul: Beyaz Yayınları.
- Toprak, Z. (2011). Aritmetikten Cebire Geçiş Sağlayacak Etkinliklerin Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Trybulski, D. J. (2007). Algebraic Reasoning in Middle School Classrooms: A Case Study of Standards-Based Reform and Teacher Inquiry in Mathematics. Unpublished PhD Dissertation, University of Pennsylvania.

- Tuluk, G. (2007). Fonksiyon Kavramının Öğretiminde Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Turğut, M. (2010). Teknoloji Destekli Lineer Cebir Öğretiminin İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Uzamsal Yeteneklerine Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Türk Dil Kurumu (TDK) (2013). Güncel Türkçe Sözlük. <http://www.tdk.gov.tr/> (20.09.2013).
- Türkdoğan, A. (2006). BDMÖ Yoluyla Sınıf Öğretmeni Adaylarının Denklemler ve Grafikleri Konusundaki Öğrenme Ürünlerinin İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tüy, M. A. (2003). Eğitim Teknolojisinin Eğitim Süreçlerindeki Yeri. **Çağdaş Eğitim**, 296, 41-46.
- Uluğ, F. (2000). İlköğretimde Teknoloji Eğitimi. **Milli Eğitim Dergisi**, 146, 3-8.
- Umay, A. (1996). Matematik Eğitimi ve Ölçülmesi. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 12, 145-149.
- Umay, A. (2003). Matematiksel Muhakeme Yeteneği. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 24, 234-243.
- Umay, A. (2004). Matematik Eğitiminde Değişim, Matematikçiler Derneği Matematik Köşesi Makaleleri. <http://www.matder.org.tr/> (12.07.2013).
- Ural, A. (2012). Fonksiyon Kavramı: Tanımsal Bilginin Kavramın Çoklu Temsillerine Transfer Edilebilmesi ve Bazı Kavram Yanılgıları. **Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 31(1), 93-105.
- Usiskin, Z. (1997). Doing Algebra in Grades K-4. In B. Moses (Ed.). **Algebraic Thinking, Grades K-12**. Reston, VA: NCTM.
- Usluel, K. Y. ve Demiraslan, Y. (2005). Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin Öğrenme-Öğretme Sürecine Entegrasyonunu İncelemede Bir Çerçeve: Etkinlik Kuramı. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 28, 134-142.
- Uşun, S. (2004). **Bilgisayar Destekli Öğretimin Temelleri**. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Uşun, S. (2006). **Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı**. Ankara: Nobel Yayıncılık.

- Uzunkoca, F. (2012). İlköğretim 7. Sınıflarda Ekosistem Konusunun Öğretiminde Geleneksel ve Bilgisayar Destekli Öğretim Yöntemlerinin Öğrenci Başarısına Etkisinin Karşılaştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ülgen, G. (1996). **Eğitim Psikolojisi**. Ankara: Lazer Ofset.
- Ünal, A. (2006). İlköğretim Öğrencilerinin Gelecek İle İlgili Umutlarının Yapısal Eşitlik Modelleriyle Belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ünlü, E. (2007). İlköğretim Okullarındaki Üçüncü, Dördüncü ve Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Matematik Dersine Yönelik Tutum ve İlgilerinin Belirlenmesi. **Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 19, 129-148.
- Vance, J. H. (1998). Number Operations from an Algebraic Perspective. **Teaching Children Mathematics**, 4, 282-285.
- Velichova, D. (2011). Dynamic Tools in Mathematical Education. Interactive Collaborative Learning, 14th International Conference. (21-23 September 2011). Piestany.
- Warren, E. (2003). The Role of Arithmetic Structure in the Transition from Arithmetic to Algebra. **Mathematics Education Research Journal**, 15(2), 122-137.
- Warren, E. & Cooper, T. J. (2009). Developing Mathematics Understanding and Abstraction: The Case of Equivalence in the Elementary Years. **Mathematics Education Research Journal**, 21(2), 76-95.
- Weinberg, A. D., Stephens, A. C., McNeil, N. M., Krill, D. E., Knuth, E. J. & Alibali, M. W. (2004). Students' Initial and Developing Conceptions of Variable. Paper Presented at the Annual Meeting of the American Education Research Conference, San Diego, CA.
- Williams, E. S. (1997). Algebra: What Students can Learn. The Nature and Algebra in the K-14 Curriculum. Proceedings of a National Symposium. (27-28 May 1997). Washington.
- Yackel, E. (1997). A Foundation for Algebraic Reasoning in the Early Grades. **Teaching Children Mathematics**, 3(1), 276-280.
- Yackel, E. & Hanna, G. (2003). Reasoning and Proof. In J. Kilpatrick, G. Martin and D. Schifter (Ed.), A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematics (pp. 227-236). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

- Yakar, H. (2005). Newton Hareket Kanunlarının Öğretilmesinde Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrenci Başarılarına Etkileri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yalın, H. İ. (2001). **Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme (Genişletilmiş 4.Baskı)**. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Yaprak-Ceyhan, E. (2012). İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programı Çerçevesindeki Öğretimin Öğrencilerin Cebir Başarısına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yenilmez, K. (2007). İlköğretim Öğrencilerinin Matematik Dersine Yönelik Tutumları. **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 23, 51-59.
- Yenilmez, K. ve Teke, M. (2008). Yenilenen Matematik Programının Öğrencilerin Cebirsel Düşünme Düzeylerine Etkisi. **İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 9(15), 229-246.
- Yerushalmy, M. & Schwartz, J. L. (1993). Seizing the Opportunity to Make Algebra Mathematically and Pedagogically Interesting. In Romberg, T. A., Fennema, E. & Carpenter, T. P. (Ed.), Integrating Research on the Graphical Representation of Functions. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Yıldırım, R. (2001). **Öğrenmeyi Öğrenmek**. İstanbul: Sistem Yayıncılık.
- Yıldız, Z. (2009). Geometrik Cisimlerin Yüzey Alanları ve Hacimleri Konularında Bilgisayar Destekli Öğretimin İlköğretim 8. Sınıf Öğrenci Tutumu ve Başarısına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, M. (2006). İlköğretim Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Matematik Dersine İlişkin Tutumlarının Bazı Değişkenlere Göre İncelenmesi. **Milli Eğitim Dergisi**, 172, 240-249.
- Yılmaz, E. (2011). İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Okuduğunu Anlama ve Yazılı Anlatım İle Cebirde Sembolik ve Sözel Gösterimleri Dönüştürme Becerileri Arasındaki İlişki. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Zengin, R. (2005). İstanbul İli Anadolu Liseleri Temelinde İngilizce Öğretmenlerinin Araç-Gereç ve Teknoloji Kullanım Olanakları/Yeterlilikleri. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

EKLER

EK-1: Yasal İzin

**T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü**

Sayı : 12018877/604.01.01/5151547

10/11/2014

Konu: Deniz KAYA
Araştırma İzni



VALİLİK MAKAMINA

- İlgi:a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 07/03/2012 tarihli ve B.08.0.YET.00.20.00.0/3616 sayılı yazısı (Genelge 2012/13)
b) Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nün 24/10/2014 tarih ve 2078 sayılı yazısı.

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Öğretmenliği Doktora Programı öğrencisi Deniz KAYA'nın "**Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Öğrencilerin Cebirsel Muhakeme Becerilerine, Cebirsel Düşünme Düzeylerine ve Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisi Üzerine Bir İnceleme**" konulu tez çalışması için kullanacağı ölçekleri, Müdürlüğümüz Buca ilçesinde bulunan Gazi Ortaokulu'nda öğrenim gören 7. Sınıf öğrencilerine uygulamak istediği ilgi (b) yazı ile belirtilmektedir.

Söz konusu ölçeklerin uygulanmasının, yukarıda adı geçen İlçenin okulunda, 2014-2015 öğretim yılında eğitim öğretimi aksatmayacak şekilde yapılmasına oybirliği ile karar verilmiştir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınızı arz ederim.

Vefa BARDAKCI
Müdür

OLUR
10/11/2014
Nihat KAYNAR
Vali a.
Vali Yardımcısı

Güvenli Elektronik İmza ile
Aşıl ile Aynıdır.

Hükümet Konağı C Blok Strateji Geliştirme Hizmetleri 1 Bölümü Konak/İZMİR
Elektronik Ağ: izmir.meb.gov.tr
e-posta: strateji35_1@meb.gov.tr

Tel: (0 232) 477 21 38
Faks: (0 312) 477 21 07

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <http://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 8ab4-04d1-3183-bc4b-df56 kodu ile teyit edilebilir.

EK-2.1: Matematik Tutum Ölçeği Kullanım İzni

YAHOO! Mail

Deniz Kaya <denizkaya50@yahoo.com>

Subject: Re: Tutum Ölçeği Kullanım İzni
From: erktin@boun.edu.tr (erktin@boun.edu.tr)
To: denizkaya50@yahoo.com
Date: Wednesday, February 13, 2013 6:57 PM

Merhaba,
 Ölçeği çalışmalarınızda kullanmanızdan memnuniyet duyarız.
 Kolaylıklar diliyorum.
 Emine Erktin

Alıntı deniz kaya <denizkaya50@yahoo.com>
 Değerli hocam öncelikle selamlarımı sunarım.
 Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimler Enstitüsü İlköğretim Matematik Eğitimi Doktora öğrencisiyim. “Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Öğrencilerin Cebirsel Muhakeme Becerilerine, Cebirsel Düşünme Düzeylerine ve Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisi Üzerine Bir İnceleme” isimli doktora projesi yürütmekteyim. Sizin 2002 yılında Nazlıçiçek N. ile geliştirmiş olduğunuz “İlköğretim Matematik Öğretmenleri İçin Kısaltılmış Matematik Tutum Ölçeğini” tez çalışmamda kullanmak istiyorum. Sizler gibi değerli bilim insanları olma yolundaki gayretime cevapsız kalmayacağınızı ümit ediyorum. Ölçeği tezimde kullanabileceğime dair bir mail veya yazı gönderirseniz çok sevinirim. İlginize sonsuz teşekkür eder, şükranlarımı sunarım.

Deniz Kaya
 Dokuz Eylül Üni.
 Eğitim Bilimler Enstitüsü
 İlköğretim Matematik Eğitimi Doktora Öğrencisi
 Tel: 0 507 946 5098

EK-2.2: Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi Kullanım İzni

YAHOO! Mail

Deniz Kaya <denizkaya50@yahoo.com>

Subject: Re: Test Kullanım İzni
From: oylum akkus (oylummakkus@gmail.com)
To: denizkaya50@yahoo.com
Date: Wednesday, September 25, 2013 10:43 PM

Sevgili Deniz Merhaba;
 Yukarıda adı geçen testi doktora tez uygulama sürecinde kullanabilirsin.
 Kolaylıklar dilerim.Oylum

2013/9/25 deniz kaya <denizkaya50@yahoo.com>
 Değerli hocam öncelikle selamlarımı sunarım.
 Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimler Enstitüsü İlköğretim Matematik Eğitimi Doktora öğrencisiyim. “Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Öğrencilerin Cebirsel Muhakeme Becerilerine, Cebirsel Düşünme Düzeylerine ve Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisi Üzerine Bir İnceleme” isimli doktora projesi yürütmekteyim. 2004 yılında gerekli çalışmaları yaparak Türkçeye uyarlamış olduğunuz “Chelsea Tanılayıcı Cebir Testini” tez çalışmamda kullanmak istiyorum. Testi tezimde kullanabileceğime dair bir mail veya yazı gönderirseniz sevinirim. İlginize sonsuz teşekkür eder, şükranlarımı sunarım.

Deniz Kaya
 Dokuz Eylül Üni.
 Eğitim Bilimler Enstitüsü
 İlköğretim Matematik Eğitimi Doktora Öğrencisi
 Tel: 0 507 946 5098

EK-3: Türk Dil Kurumunun “Reasoning” Terimi İle İlgili Yazısı

T.C.
ATATÜRK KÜLTÜR, DİL VE TARİH YÜKSEK KURUMU
Türk Dil Kurumu Başkanlığı

Sayı : 63434571-622.03-2844
Konu : "Reasoning" sözü.

24/06/2013

Sayın Deniz KAYA
denizkaya50@yahoo.com

İlgi : 10/06/2013 tarihli ve 2013-1054 sayılı yazınız.

Türk Dil Kurumu tarafından yayımlanan *İngilizce-Türkçe Sözlük*'te *reasoning* sözü için *uslamlama, usa vurma, muhakeme (etme), mantıklı düşünme* karşılıkları verilmektedir. Aynı karşılıklar *Bilim ve Sanat Terimleri Ana Sözlüğü*'nde sözün farklı dallardaki anlamları için de verilmektedir. Bu eserimize ağ sayfamızdan ulaşılabilir. Bilgilerinizi rica ederim.

E-imzalıdır

Prof. Dr. Mustafa S. KAÇALIN
Başkan

EK-4: Türk Dil Kurumunun “Algebraic Thinking” ve “Algebraic Reasoning” Terimleri İle İlgili Yazısı

T.C.
ATATÜRK KÜLTÜR, DİL VE TARİH YÜKSEK KURUMU
Türk Dil Kurumu Başkanlığı

Sayı : 63434571-730.10-3309
Konu : "Algebraic" sözü.

04/09/2013

Sayın Deniz KAYA
denizkaya50@yahoo.com

İlgi : 15/08/2013 tarihli ve 2013-3113 sayılı yazı.

Yazınızda geçen *algebraic* sözü için eserlerimizde *cebirsel* karşılığı verilmektedir. Bu sözle kurulan *algebraic thinking* için Kurum dışı kaynaklarda *cebirsel düşünme* ve *algebraic reasoning* için de *cebirsel muhakeme* karşılıklarının kullanıldığı görülmektedir. Bu karşılıkların eserlerimize eklenmesi konusu ilgili kurullarımızda değerlendirilecektir.

Bilgilerinizi rica ederim.

e-İmzalıdır

Prof. Dr. Mustafa S. KAÇALIN
Başkan

EK-5: Chelsea Tanılayıcı Cebir Testi

Sevgili öğrenci,
Bu test genel cebir konularını kapsayan 22 sorudan oluşmuştur. Bazı sorular bir ya da birkaç soru içermektedir. Lütfen tüm soruları cevaplamaya çalışınız.
Sınav süresi 60 dakikadır. Başarılar...

1) Belirtilenlere göre aşağıdaki boşlukları doldurunuz.

a) $x \longrightarrow (x+2)$

b) $x \longrightarrow (4x)$

$6 \longrightarrow \dots\dots\dots$

$3 \longrightarrow \dots\dots\dots$

$r \longrightarrow \dots\dots\dots$

2) Aşağıdakilerden en küçük ve en büyük olanı yazınız.

$n+1, \quad n+4, \quad n-3, \quad n, \quad n-7$

en küçük

en büyük

.....

.....

3) Hangisi daha büyüktür? $2n$ ya da $n+2$?

Yanıtınızı açıklayınız.....

4) a) n 'ye 4 eklendiğinde " **$n+4$** " olarak yazılır. Aşağıdaki ifadelerin her birine 4 ekleyiniz.

8

$n+5$

$3n$

.....

.....

.....

b) n 4 ile çarpıldığında " **$4n$** " olarak yazılır. Aşağıdaki ifadelerin her birini 4 ile çarpınız.

8

$n+5$

$3n$

.....

.....

.....

5) $a+b = 43$ ise $a+b+2 = \dots\dots\dots$

$n-246 = 762$ ise $n-247 = \dots\dots\dots$

$e+f = g$ ise $e+f+g = \dots\dots\dots$

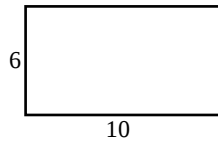
6) $a+5=8$ ise a nedir?

$b+2, 2b$ 'ye eşit ise b nedir?

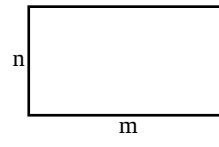
7) Aşağıdaki şekillerin alanı nedir?



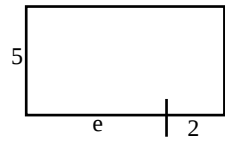
Alan=.....



Alan=.....

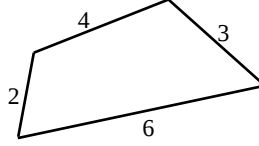


Alan=.....

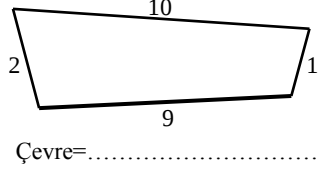


Alan=.....

8) Yandaki şeklin çevresi, $6+3+4+2=15$ 'tir.

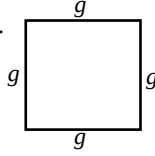


Buna göre, aşağıdaki şeklin çevresi nedir?

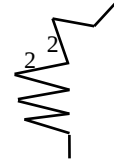
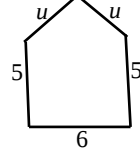
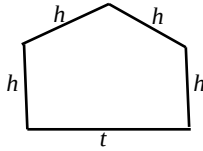
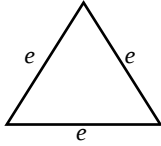


9) Yandaki karenin kenar uzunluğu g birimdir.

Bu karenin çevresi, $\text{Ç}=4g$



Buna göre aşağıdaki şekillerin çevrelerini nasıl yazarız?



Bir kısmı çizilmeyen yandaki şeklin toplam n kenarı vardır ve her bir kenar uzunluğu 2 cm dir

Çevre=.....

10) Kirtasiyede satılan bilgisayar dergilerinin tanesi 8, müzik dergilerinin tanesi 6 liradır.

b harfi satın alınan bilgisayar dergilerinin sayısını, m harfi de müzik dergilerinin sayısını gösteriyorsa ;

$8b+6m$ neyi gösterir?.....

Toplam kaç tane dergi alınmıştır?.....

11) Eğer, $u=v+3$ ve $v=1$ ise $u=?$

Eğer, $m=3n+1$ ve $n=4$ ise $m=?$

12) Eğer Özlem'in Ö, Atakan'ın da A kadar misketi varsa ikisinin sahip olduğu toplam misket miktarını nasıl yazarsınız?.....

13) $a+3a$ ifadesi sade haliyle $4a$ olarak yazılır.

Buna göre; aşağıdaki ifadeleri yazılabiliyorsa sade halleriyle yazınız.

$$2a+5a=.....$$

$$3a-(b+a)=.....$$

$$2a+5b=.....$$

$$a+4+a-4=.....$$

$$(a+b)+a=.....$$

$$3a-b+a=.....$$

$$2a+5b+a=.....$$

$$(a+b)+(a-b)=.....$$

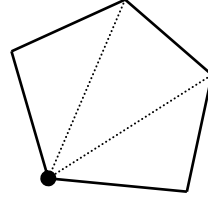
$$(a-b)+b=.....$$

14) Eğer, $r = s+t$ ve $r+s+t = 30$ ise $r = \dots\dots\dots$

15) Yandaki gibi bir şekilde köşegen sayısı kenar sayısından 3 çıkarılarak bulunabilir. Buna göre; 5 kenarlı bir şeklin 2 köşegeni vardır.

57 kenarlı bir şeklin.....köşegeni vardır.

k kenarlı bir şeklin.....köşegeni vardır.



16) Eğer, $c+d = 10$ ve c, d 'den küçük ise $c = \dots\dots\dots$

17) Ahmet'in haftalık kazancı 20 liradır ve fazla mesai yaptığı her saat başına 2 lira daha almaktadır.

Eğer s harfi yapılan fazla mesai saatini ve k harfi de Ahmet'in toplam kazancını gösteriyorsa; s ile k arasındaki ilişkiyi gösteren bir denklem yazınız:.....

Eğer Ahmet 4 saat fazla mesai yaparsa, toplam kazancı ne olur?.....

18) Aşağıdaki ifadeler ne zaman doğrudur? Her zaman, Asla, Bazen?

Doğru yanıtın altını çiziniz. Yanıtınız "Bazen" ise ne zaman olduğunu açıklayınız.

$A+B+C = C+A+B$ Her zaman Asla Bazen.....

$L+M+N = L+P+N$ Her zaman Asla Bazen.....

19) $a = b+3$ iken b 2 artırıldığında a ne olur?.....

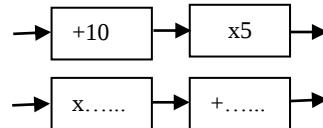
$f = 3g+1$ iken g 2 artırıldığında f ne olur?.....

20) İsrırgan büfede kekler k liraya, börekler b liraya satılmaktadır. Eğer 4 kek, 3 börek alırsam. $4k+3b$ ifadesi ne anlama gelir?.....

21) Kırtasiyede satılan mavi kalemlerin her biri 5, kırmızı kalemlerin her biri 6 liradır. Biraz mavi ve kırmızı kalem alırsam, toplam 90 lira ödüyorum. Eğer m alınan mavi kalem sayısını, k alınan kırmızı kalem sayısını gösteriyorsa, m ve k hakkında ne yazabilirsiniz?.....

22) Yandaki makineyi herhangi bir sayı ile besleyebilirsiniz.

Aynı etkiye sahip başka bir makine bulabilir misiniz?



EK-6: Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı

Yönerge: Bu araçta toplam 20 soru yer almaktadır. Değerlendirme doğru cevap sayınıza göre yapılacaktır. Cevaplamanız için verilen süre bir ders saatidir. Başarılar dilerim.

Adı-Soyadı:

Sınıfı:

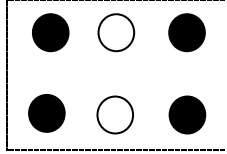
Numarası:

CEBİRSEL MUHAKEME DEĞERLENDİRME ARACI SORULARI- I. OTURUM

Soru 1: $4x$ cebirsel ifadesinde verilen bilgiler nasıl ifade edilir?

- A) 4 değişken, x katsayı B) 4 katsayı, x değişken C) 4 terim, x terim D) 4 terim, x katsayı

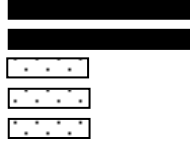
Soru 2:



Yandaki şekilde yer alan bilyelerin sayısını cebirsel olarak nasıl ifade edersiniz?

- A) $x+y$ B) $3x+3y$ C) $4x+2y$ D) $6x+6y$

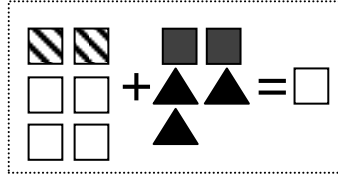
Soru 3:



Yanda yer alan temsil modeli hangi cebirsel ifadesinin karşılığı olabilir?

- A) $2m-3$ B) $2m+5$ C) $-3m-3$ D) $3m+3$

Soru 4:

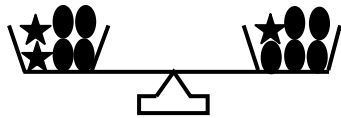


Şekillerin kabul edilen temsil değerleri			
x	$-x$	1	-1

Şekillerin temsil ettiği değerleri tabloda verilen temsil modelin cebirsel karşılığı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $(2x-3) + (x+4) = -1$ B) $(-2x+4) + (2x-3) = 1$ C) $(-3x-3) + (2x+3) = -1$ D) $(3x+3) + (3x+2) = 1$

Soru 5:



Yanda yer alan terazi ile modellenen eşitlik aşağıdakilerden hangisi olabilir?

● → 1 birim kütle ★ → bilinmeyen

- A) $2p+2=p-4$ B) $p+3=2p+5$ C) $2p+6=p-6$ D) $2p+4=p+5$

Soru 6: Bir otomobilin sabit hızla aldığı yol aşağıda yer alan tabloda verilmiştir.

Saat	1	2	3	4	5
Yol	60	120	180	240	300

Buna göre doğrusal ilişkinin denklemi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) $yol = 20.(saat)$ B) $yol = 40.(saat)$ C) $yol = 60.(saat)$ D) $yol = 80.(saat)$

Soru 7: Aşağıdaki tabloların hangisinde verilen değişkenler arasında doğrusal bir ilişki yoktur?

A)

Yıl	1	2	3
Boy (cm)	7	14	21

B)

Süre (dk)	1	2	3
Tutar (TL)	5	10	15

C)

Yol (km)	1	2	3
Yakıt (L)	0,1	0,2	0,4

D)

Gün	1	2	3
Masraf (TL)	30	60	90

Soru 8: Aşağıda oturma planı verilen sinemanın akşam sekiz seansına Ayşe ve Anıl bilet almıştır.

	1	2	3	4	5
A					
B					
C	Ayşe				Anıl
D					
E					

Sinema Salonu Oturma Planı

Mehmet ise Ayşe ve Anıl ile aynı doğru üzerinde ve ikisinin tam ortasındaki bir numaraya bilet aldığına göre, Mehmet'in bilet numarası aşağıdakilerden hangisidir?

A) (A,4) B) (B,2)

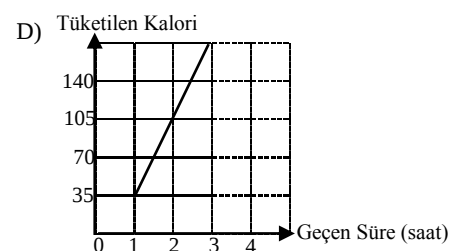
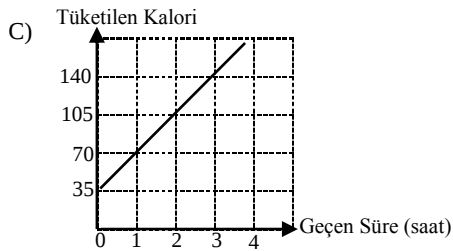
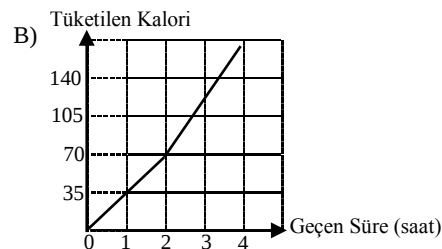
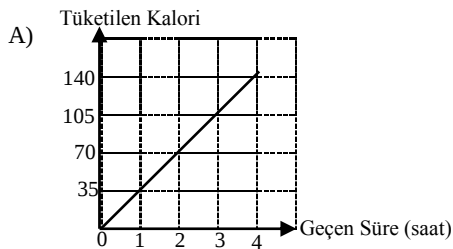
C) (C,3) D) (D,5)

Soru 9: Aşağıdaki problemlerden hangisinin çözümü için $3.(x+2) = 5.(x-2)$ cebirsel ifade denklemi kurulur?

- A) Bir öğrenci grubuna katılan 2 öğrencinin 3 katı, aynı gruptan ayrılan 2 öğrenci sayısının 5 katına eşitse bu grupta kaç öğrenci vardır?
- B) Ayşe'nin 2 yıl sonraki yaşının 3 katı, Selim'in 2 yıl sonraki yaşının 5 katına eşit ise Ayşe'nin yaşı kaçtır?
- C) 2 fazlasının 3 katı ile 5 eksiğinin 2 katı birbirine eşit olan sayı kaçtır?
- D) Deniz'in sahip olduğu defterlerin 2 fazlasının 3 katı, Kemal'in sahip olduğu kitapların 5 eksiğinin 2 katına eşitse Deniz'in kaç defteri vardır?

Soru 10: Aşağıdaki tabloda bir sporcunun tükettiği kalorisinin zamana göre değişimi verilmiştir. Seçeneklerden hangisi tabloya ait grafiği göstermektedir?

Geçen süre (saat)	1	2	3	4
Tüketilen kalori	35	70	105	140



Soru 11: Serkan, Canan ve Özkan 45 TL'yi aşağıdaki koşullara uygun olarak paylaşacaktır.

- Serkan, Canan'dan 20 TL fazla alacaktır.
- Canan, Özkan'ın 2 katı kadar para alacaktır.

Buna göre, bu paylaşımda Özkan kaç TL alır?

.....

.....

Soru 12: Bir ilköğretim okulunda 7 üyesi bulunan Çevre Koruma Kulübüne haftada 2 üye, 4 üyesi bulunan Çocuk Hakları Kulübüne ise haftada 3 üye kaydedilmektedir. Bu iki kulübün üye sayıları kaç hafta sonra esit olur?

.....

.....

Soru 13: Bir parfüm firmasında çalışan Özlem, yeni bir koku oluşturmak için kırmızı kokudan **(4x-4)** gram, beyaz kokudan **3.(y+2)** gram ve pembe kokudan **(x+y)** gram karıştırıyor. Özlem kırmızı kokudan 8 gram, beyaz kokudan 9 gram karıştırdığına göre, pembe kokudan kaç gram karıştırmıştır?

.....

.....

Soru 14: Aşağıdaki tabloda, bir galeride yer alan otomobillerin markasına göre sayıları cebirsel olarak verilmiştir.

Otomobil Markaları	Otomobil Sayısı
Renault	$3x-1$
Opel	$2x+2$
Toyota	$x+3$

Galeride toplam 22 otomobil olduğuna göre Toyota marka otomobilden kaç tane vardır?

.....

.....

Soru 15: Aşağıdaki tabloda, bir balıkçının soğuk hava deposunda bulunan üç çeşit balıktan kaçar kilogram olduğu ve bu balıkların günlük satış miktarları gösterilmiştir.

Balık Çeşitleri	Depoda bulunan	Günlük satılan
Hamsi	50 kg	6 kg
Sazan	60 kg	5 kg
Alabalık	80 kg	4 kg

2. günün sonunda bu üç çeşit balıktan toplam kaç kg kalır?

.....

.....

Soru 16: Aynur aşağıdaki tabloda yer alan tarife göre kurabiye hazırlayacaktır.

Malzeme	Ölçü
Un	4 bardak
Şeker	2 bardak
Nişasta	1 fincan
Yoğurt	3 fincan
Sıvı yağ	2 fincan

Tarifteki bir bardağın toplam hacmi 5 cm^3 , verilen ölçülerin tümünün toplam hacmi 60 cm^3 olduğuna göre bir fincanın hacmi kaç santimetre küp olabilir?

.....

.....

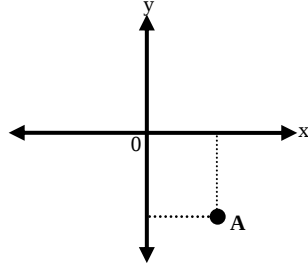
Soru 17: Üç vagonlu bir trende 45 yolcu vardır. Önce, birinci vagonun ikinci vagona 10 yolcu geçiyor. Daha sonra da ikinci vagonun üçüncüye 5 yolcu geçiyor. Son durumda vagonlardaki yolcu sayıları eşit olduğuna göre, başlangıçta ikinci vagona kaç yolcu vardır?

.....

.....

.....

Soru 18:



Yandaki şekilde görülen A noktasının koordinatları aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) (2, -2) B) (-3, -3)
- C) (4, 4) D) (0, 3)

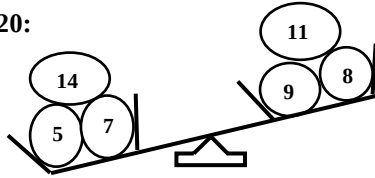
Soru 19: Aşağıda A, B ve C marketlerinde bulunan televizyon, bilgisayar ve yazıcı sayısı ile ilgili bir tablo ve bilgiler verilmektedir. Buna göre aşağıdaki şıklardan doğru olanı işaretleyiniz.

- B marketindeki TV sayısı A marketindeki TV sayısının yarısının 1 eksiği kadardır.
- Üç markette toplam 34 TV bulunmaktadır.
- B marketindeki PC sayısı C marketindeki TV sayısının 4'te 1'i kadardır.
- Toplam PC sayısı 30'dur.
- A marketindeki yazıcı sayısı ile C marketindeki yazıcı sayısının toplamı 20'dir.
- Toplam yazıcı sayısı 26'dır

Malzemeler	A	B	C
Televizyon (TV)	10		
Bilgisayar (PC)			20
Yazıcı			

- A) Eğer A marketinde 30 malzeme varsa C marketinde 8 yazıcı vardır.
- B) Eğer C marketinde 45 malzeme varsa A marketinde 15 yazıcı vardır.
- C) C marketindeki PC sayısı B marketindeki yazıcı sayısından azdır.
- D) B marketindeki yazıcılarla C marketindeki PC toplamı 28'dir.

Soru 20:



Bir öğrenci yanda şekli verilen eşit kollu teraziye dengeye getirmek istiyor. Buna göre kefelerdeki hangi kütlelerin yerlerini değiştirmelidir?

1. Kefedeki

2. Kefedeki

- A) 7 gram ile 8 gram
- B) 5 gram ile 8 gram
- C) 7 gram ile 9 gram
- D) 14 gram ile 11 gram

CEBİRSEL MUHAKEME DEĞERLENDİRME ARACI DEVAMI

Yönerge: Bu araçta toplam 18 soru yer almaktadır. Değerlendirme doğru cevap sayınıza göre yapılacaktır. Cevaplamanız için verilen süre bir ders saatidir. Başarılar dilerim.

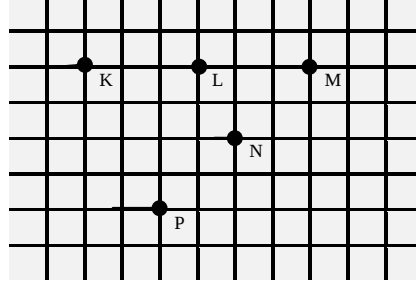
Adı-Soyadı:

Sınıfı:

Numarası:

CEBİRSEL MUHAKEME DEĞERLENDİRME ARACI SORULARI- II. OTURUM

Soru 21:



Şekilde, birim karelere bölünmüş zemin üzerine altın keseleri yerleştirilmiştir. Burada koordinat sisteminin **orjini** hangi nokta olursa, N noktasındaki altın kesesinin koordinatları **(4,-2)** olur?

- A) K B) L C) M D) P

Soru 22: Aşağıdaki tabloda bir sporcunun yapmış etkinlik ve etkinlik sonucu bir saatte tükettiği kalori miktarları gösterilmiştir.

Etkinlik	Bir Saatte Tüketilen Kalori
Yürüyüş	60
Koşma	110
Yüzme	140
Bisiklet	125

Bu sporcu 1 saat X, 2 saat Y etkinliği yaparsa **340 kalori** tükettiğine göre, X ve Y etkinlikleri nelerdir?

X

Y

- | | |
|------------|----------|
| A) Yürüyüş | Koşma |
| B) Koşma | Bisiklet |
| C) Yürüyüş | Yüzme |
| D) Yüzme | Bisiklet |

Soru 23: Aşağıdaki adımlar izlendiğinde koordinat düzleminde hangi harf oluşur?

- Adım: Uç noktaları A(2,2) ve B(2,-2) olan doğru parçasını çizin.
- Adım: C(1,2) noktasını A noktası ile birleştiriniz.
- Adım: D(3,2) noktasını A noktası ile birleştiriniz.



Soru 24: Aşağıdaki tabloda, internete erişmekte kullanılan bağlantı türleri ve tarifeleri verilmiştir.

Bağlantı Türü	Tarife
Çevirmeli ağ-1	İnternete bağlı kalınan her saat için 2 TL
Çevirmeli ağ-2	Aylık 12 TL sabit ücret ve internete bağlı kalınan her saat için 1 TL

Çevirmeli ağ-2 ile internete bağlanan ve 1 aylık fatura bedeli olarak 30 TL ödeyen kullanıcı, çevirmeli ağ-1 ile bağlansaydı kaç TL öderdi? (Çözümünüzü aşağıdaki boşluğu yazınız)

.....

.....

.....

Soru 25: Bir cep telefonu operatörünün iki farklı konuşma tarife ücreti aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tarife Çeşidi	Tarife Ücreti
A Tarifesi	İlk 30 dakikanın her dakikası için 1 TL, sonraki her bir dakika için 2 TL ücret
B Tarifesi	Ayda 20 TL sabit ücret konuştuğu her dakika için 1 TL ücret

Cep telefonuyla ayda 1 saat konuşan Cemil, A yerine B tarifesini seçerse kaç TL kar eder? **(Çözümünüzü aşağıdaki boşluğu yazınız)**

.....

.....

.....

Soru 26: Aşağıdaki tabloda Arda'yı transfer etmek isteyen kulüplerin teklif ücretleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Kulüpler	Transfer Ücreti	Maç Başı Ücreti	Galibiyet Ücreti
Beşiktaş	500 TL	3 TL	2 TL
Fenerbahçe	490 TL	4 TL	3 TL
Galatasaray	480 TL	5 TL	4 TL
Trabzonspor	470 TL	4 TL	4 TL

Arda transfer olacağı takımda 10 maça çıkacağına göre hangi takımı seçerse daha çok para kazanmış olur? **(Çözümünüzü aşağıdaki boşluğu yazınız)**

.....

.....

.....

Soru 27: Bir restoranda satılan bazı menülerde promosyon yapılmıştır. Bu menülerin TL türünden normal fiyatları ve 2 menü alanlara uygulanan promosyonlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Menüler	Normal Fiyat (TL)	Promosyon
Döner - Ayrar	5 TL	2 menü 9 TL
Hamburger - Kola	6 TL	2 menü 11 TL
Pizza - Limonata	7 TL	2 menü 12 TL

Promosyonlu fiyat üzerinden tüm menülerden **2'ser menü** alan Esra'nın normal fiyata göre karı kaç TL dir? **(Çözümünüzü aşağıdaki boşluğu yazınız)**

.....

.....

.....

Soru 28: Problem Durumu: İrem, Gül ve Hakan'ın saatlerinin doğru zamana göre durumu şöyledir:

- İrem : 2 dakika geri
- Gül : 6 dakika ileri
- Hakan : 4 dakika geri

Belirli bir zamanda buluşmak için sözleşen bu kişilerin her biri, buluşma yerine kendi saatine göre tam zamanında gelmiştir. Buluşma yerine ilk gelen kişiyle en son gelen kişi arasında kaç dakikalık süre vardır?

Çözüm Yolu: Doğru zamana x dersek İrem'in saati $x-2$, Gül'ün saati $x+6$ ve Hakan'ın saati $x-4$ 'i gösterir. Bu durumda ilk gelen Gül son gelende Hakan olur. İki kişi arasındaki dakika farkını veren cebirsel işlem ise şu şekildedir.

$$\text{Dakika farkı} = (x+6) - (x-4)$$

$$\text{Dakika farkı} = x+6-x-4$$

$$\text{Dakika farkı} = 2$$

- a) Doğru
b) Yanlış (Çünkü)

.....

.....

.....

Soru 29: Problem Durumu: Aşağıdaki tabloda, bir stadyumda maç izlemek için belirlenen yerlerin giriş ücretleri verilmiştir.

Açık Tribün		Kapalı Tribün	
Tam	Öğrenci	Tam	Öğrenci
6 TL	4 TL	8 TL	6 TL

Maç izlemek için bilet alan iki grup seyirci ile ilgili aşağıdakiler bilinmektedir:

- Birinci grup seyirci açık tribünden 12 tam 12 öğrenci bileti almıştır.
- İkinci grup seyirci kapalı tribünden 10 tam 5 öğrenci bileti almıştır.

Buna göre, iki grubun ödeyeceği toplam para miktarını veren cebirsel işlem nasıldır?

Çözüm Yolu:

Birinci grup seyirci için ödenen ücret= $(12 \times 6) + (12 \times 4)$ denklemi ile bulunur.

İkinci grup seyirci için ödenen ücret= $(10 \times 8) + (5 \times 6)$ denklemi ile bulunur.

Ödenen toplam para= $[(12 \times 6) + (12 \times 4)] + [(10 \times 8) + (5 \times 6)]$ cebirsel işlem ile bulunur.

a) Doğru

b) Yanlış (Çünkü)

Soru 30: Problem Durumu: $7x - 8x^2 + 3(x^2 + 2x)$ cebirsel ifadesinin en sade eş değeri nedir?

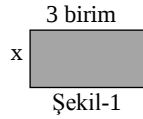
Çözüm Yolu:

$$\begin{aligned}
 7x - 8x^2 + 3(x^2 + 2x) &= 7x - 8x^2 + 3x^2 + 6x \\
 &= 7x - 8x^2 + 3x^2 + 6x \\
 &= (7+6)x + (8-3)x^2 \\
 &= 13x + 5x^2
 \end{aligned}$$

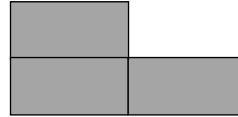
a) Doğru

b) Yanlış (Çünkü)

Soru 31:



Şekil-1



Şekil-2

Şener öğretmen sınıfta 1. şekilde gösterdiği dikdörtgenlerden üç tanesini kullanarak 2. şekli elde etmiştir. 2. şeklin çevresi 20 birim olduğuna göre x değeri kaçtır? (**Çözümünüzü aşağıdaki boşluğu yazınız**)

Soru 32: Cenk, öğretmenin sorduğu $\frac{x}{2} - \frac{x-1}{4} = 3$ denklemini çözmek için aşağıdaki adımları izlemiş ve

denklemini çözerken izlediği adımın bir tanesinde hata yapmaya başlamıştır. Cenk'in hata yaptığı adımı belirleyiniz.

1. Adım: $\frac{x}{2} - \frac{x-1}{4} = \frac{3}{1}$

(2) (1) (4)

2. Adım: $\frac{2x - x + 1}{4} = \frac{12}{4}$

3. Adım: $4 \cdot \frac{2x - x + 1}{4} = \frac{12}{4} \cdot 4$

4. Adım: $2x - x - 1 = 12$

5. Adım: $x - 1 = 12$

6. Adım: $x - 1 + 1 = 12 + 1$

7. Adım: $x = 13$

Soru 33:

x	a	b	c
1	4		n
2		8	
3	m		12

Yandaki çarpma işlemi tablosuna göre, $m+n$ toplamı kaçtır?

.....

.....

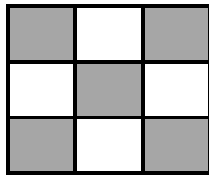
Soru 34: Selim bir ipe sırasıyla 2 sarı, 3 yeşil, 4 kırmızı boncuk asıyor. Buna göre 22. boncuk hangi renktir? (Çözümünüzü aşağıdaki boşluğu yazınız)

.....

.....

.....

Soru 35:



Yandaki şekil 9 eş kareden oluşmuş bir karedir. Şekilde toplam kaç tane kare vardır?

.....

.....

.....

Soru 36:

- 5 tavuk fiyatına 4 ördek,
 - 12 ördek fiyatına 3 hindi,
- alabiliyorsak, 1 hindi fiyatına kaç tavuk alabiliriz?

.....

.....

.....

Soru 37:

A	B	C	D	E	F
1		2		3	
	4		5		6
7		8		9	
	10		11		12
13		...		...	

Yanda verilen tabloda sayma sayıları belli bir düzene göre sıralanmıştır. Buna göre, 20 sayısı hangi harfin altına gelir?

.....

.....

.....

Soru 38: Bilgisayarda geliştirilen yeni bir hesaplama sistemine göre; “@” basıldığında 2 sayının toplamı ile farkının çarpımını veriyor. Buna göre; (20@15) işlemi ile elde edilen sonuç kaçtır?

.....

.....

.....

EK-7: Matematik Tutum Ölçeği

Değerli öğrenciler,

Bu ölçek sizin matematik derslerine yönelik tutumunuzu belirlemek için hazırlanmıştır. Bu sorulara vereceğiniz yanıtlar, araştırma amacıyla kullanılacak ve gizli tutulacaktır. Sizlerin görüşleri bizim için çok önemlidir. Katılımınız için teşekkür ederim.

Deniz Kaya
Dokuz Eylül Üniversitesi
İlköğretim Matematik Eğitimi

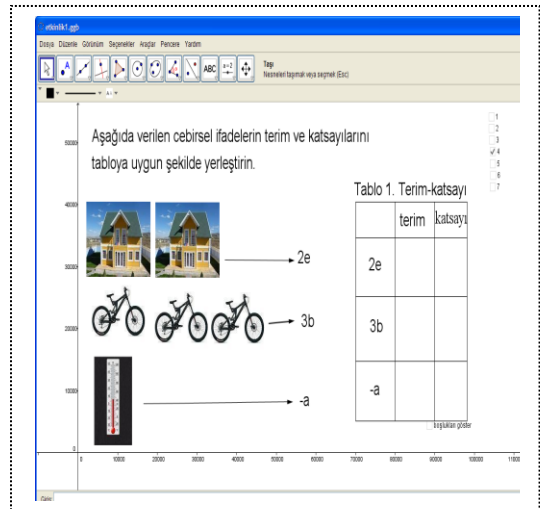
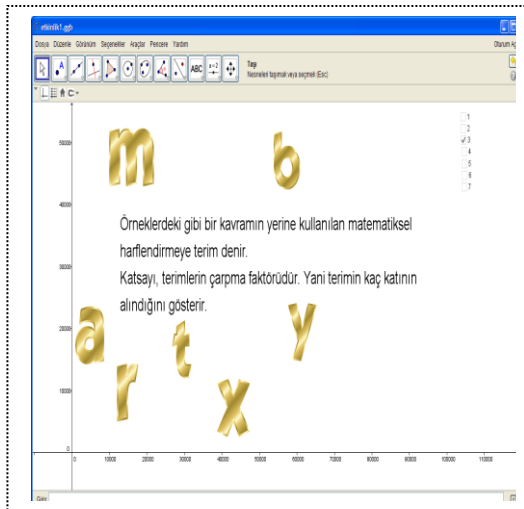
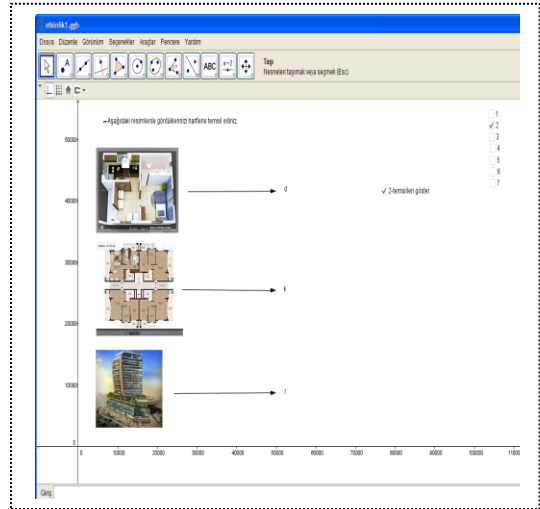
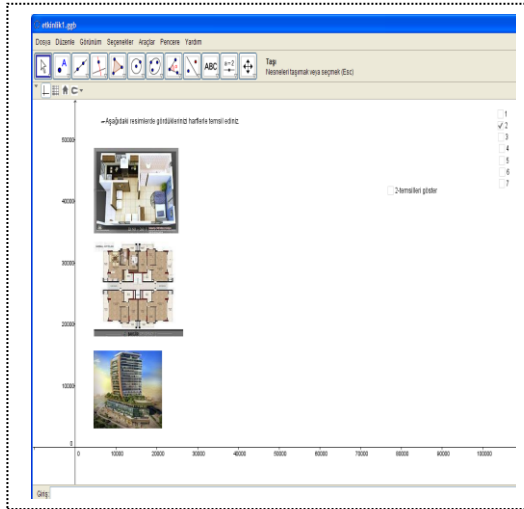
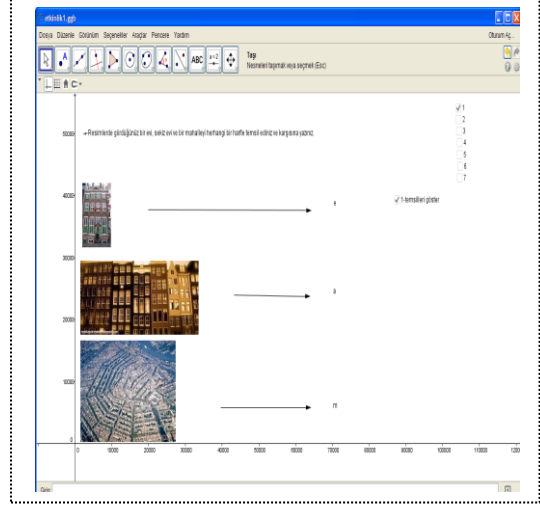
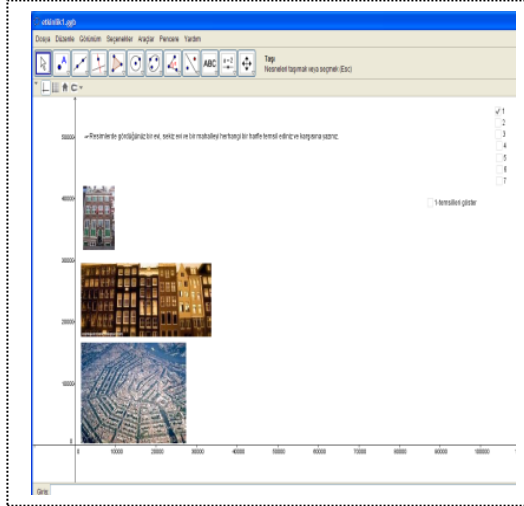
		Asla	Nadiren	Bazen	Sık Sık	Her Zaman
1	Matematik dersleri zevkli geçer.	1	2	3	4	5
2	Matematik dersinde canım sıkılıyor.	1	2	3	4	5
3	Matematiğim kuvvetlidir.	1	2	3	4	5
4	İleride matematik öğretmeni olmak istiyorum.	1	2	3	4	5
5	Matematik dersinde başka şeylerle ilgilenirim.	1	2	3	4	5
6	Matematik dersinde konuları anlayamıyorum.	1	2	3	4	5
7	Matematik bilgisi gerektiren konularda başarılıyım.	1	2	3	4	5
8	Matematik dersi benim için keyifli bir oyun saati gibidir.	1	2	3	4	5
9	Matematik dersi yerine ilgilendiğim başka bir derse girmeyi tercih ederim.	1	2	3	4	5
10	Matematik bilmek ileride işime yarayacak.	1	2	3	4	5
11	Belli temel bilgilerin dışında matematik bilmek gereksizdir.	1	2	3	4	5
12	Matematik ödevlerinden nefret ederim.	1	2	3	4	5
13	Matematik başarılı olduğum bir derstir.	1	2	3	4	5
14	İleride matematikle ilgili bir alanda çalışırsam başarılı olabilirim.	1	2	3	4	5
15	Matematiği neden okumak zorunda olduğumuzu anlayamıyorum.	1	2	3	4	5
16	Matematik insanı daha iyi düşünmeye zorlar.	1	2	3	4	5
17	Matematik dersi beni bunaltıyor.	1	2	3	4	5
18	Matematik bilgisi iyi olan bir kişi diğer bilimleri rahatça anlar.	1	2	3	4	5
19	Çalışırsam matematikten iyi notlar alabilirim.	1	2	3	4	5
20	Matematik öğretmenleri çalışkandır.	1	2	3	4	5

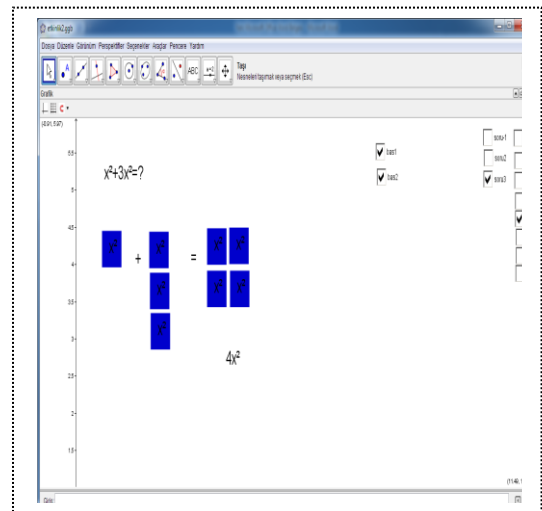
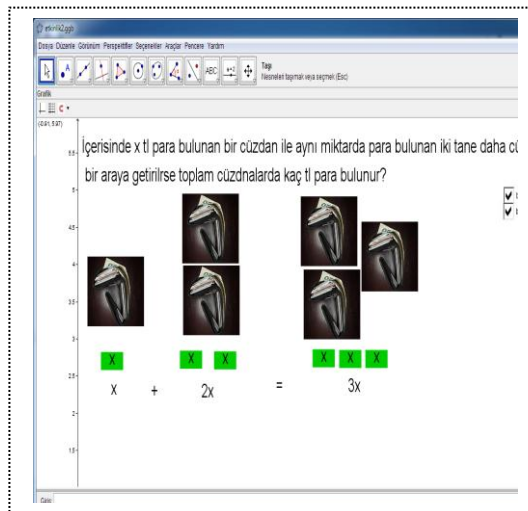
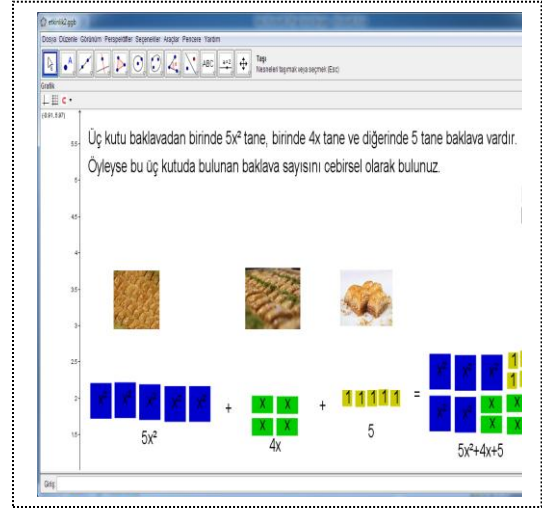
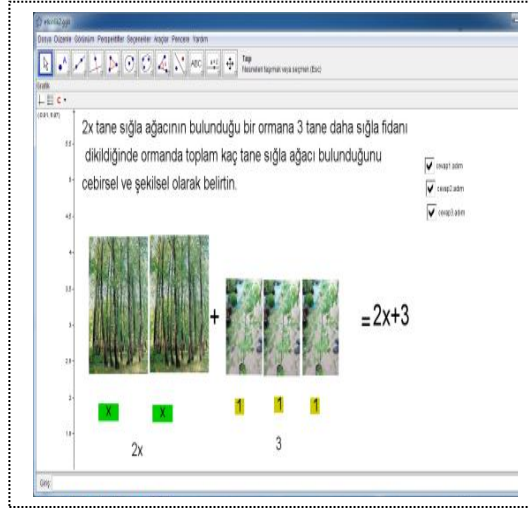
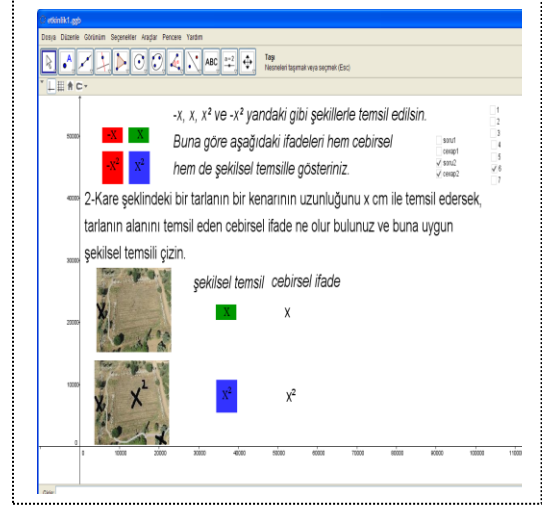
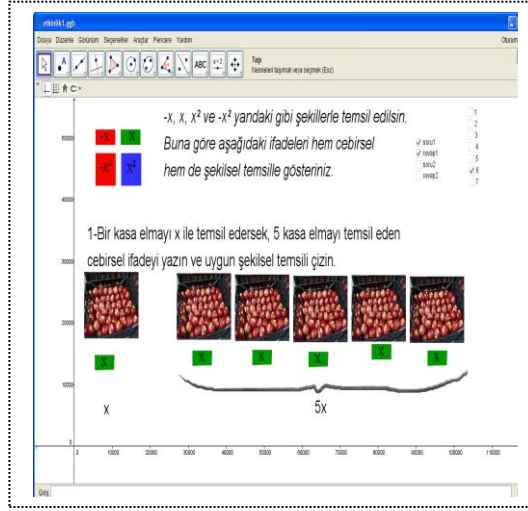
EK-8: Deney Grubu Örnek Ders Planı

Bölüm 1																										
Dersin Adı	Matematik																									
Sınıf	7. Sınıf																									
Öğrenme Alanı	Cebir																									
Alt Öğrenme Alanı	Cebirsel İfadeler																									
Beceriler	Akıl yürütme, ilişkilendirme, karar verme, iletişim																									
Süre	4 ders saati																									
Bölüm 2																										
Öğrenci Kazanımları	- Cebirsel ifadelerde toplama ve çıkarma işlemleri yapar - İki cebirsel ifadeyi çarpır																									
Ünite Kavramları/Sembolleri	Terim, kat sayı, benzer terim, tek terimli, çok terimli, cebirsel gösterimler																									
Güvenlik Önlemleri	Öğrencilerin projeksiyon ve bilgisayar ünitesinin giriş ve çıkışlarından uzak durmasını sağlamak.																									
Öğretme-Öğrenme Yöntemleri ve Teknikleri	Bilgisayar yazılımı destekli çoklu temsil temelli öğretim yöntemi																									
Kullanılan Eğitim Teknolojileri- Araç, Gereçler ve Kaynakça	<u>Kullanılan Eğitim Teknolojileri:</u> Bilgisayar, projeksiyon, beyaz tahta, perde, GeoGebra yazılımı <u>Araç-gereçler:</u> Bilgisayar yazılımı, çalışma yaprakları <u>Kaynakça:</u> Ders kitabı, kaynak kitaplar																									
Öğrenme-Öğretme Etkinlikleri																										
Dikkati Çekme	Neden sonuç hep aynı çıkıyor? Açıklayabilir misiniz? - Aklınızdan bir sayı tutun. - Tuttuğunuz sayıya 3 ekleyip 2 ile çarpın. - Daha sonra 4 ekleyip 2'ye bölün. - Bulduğunuz sonucu tuttuğunuz sayıdan çıkarın. - Kaç buldunuz?																									
Güdüleme	Önceki sınıflarda öğrendiğiniz cebirsel ifade kavramının ne anlama geldiğini örnekler vererek açıklayabilir misiniz? Peki, sayılarla yaptığımız işlemleri cebirsel ifadeleri kullanarak yapabilir miyiz? Bugün dersimizde, verilen bir cebirsel ifadeyle toplama ve çıkarma işlemi yaptıktan sonra iki cebirsel ifadeyi nasıl çarpacağımızı öğreneceğiz.																									
Kullanılan Gösterim Biçimleri	<table><tr><th></th><th>Sözel</th><th>Şekilsel</th><th>Yaşam</th><th>Cebirsel</th></tr><tr><td>Sözel</td><td></td><td></td><td>☀</td><td>☀</td></tr><tr><td>Şekilsel</td><td></td><td></td><td>☀</td><td></td></tr><tr><td>Yaşam</td><td>☀</td><td>☀</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Cebirsel</td><td>☀</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		Sözel	Şekilsel	Yaşam	Cebirsel	Sözel			☀	☀	Şekilsel			☀		Yaşam	☀	☀			Cebirsel	☀			
	Sözel	Şekilsel	Yaşam	Cebirsel																						
Sözel			☀	☀																						
Şekilsel			☀																							
Yaşam	☀	☀																								
Cebirsel	☀																									

Özet

Geogebra yazılımı ile hazırlanan etkinlikler sırasıyla uygulanır. İlk olarak aşağıdaki şekiller sırasıyla beyaz perdeye yansıtılır. Öğrencilere şekillere dikkatle bakmaları ve butonlara sırasıyla basıldığında istenilenleri yapmaları sağlanır. Her bir butona basıldığında ekranda istenilenler gözükmemektedir.





5x tane siğla ağacının ağacının bulunduğu bir orman ile $3x+2$ tane siğla ağacının bulunduğu bir orman birleştirilirse yeni oluşan ormanda kaç siğla ağacı bulunur?

5x 3x+2

8x+2

3.2=?

3.2=6

$(-1) \cdot 4 = ?$

$(-1) \cdot 4 = -4$

$(2x) \cdot (-3x) = ?$

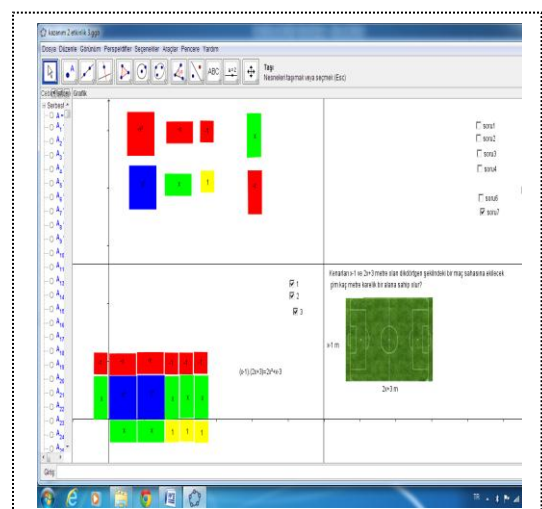
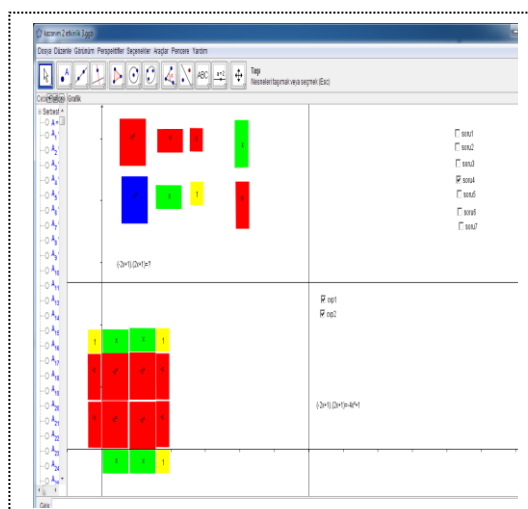
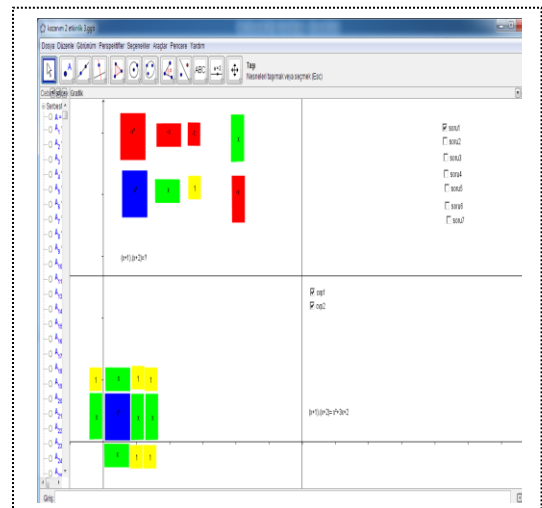
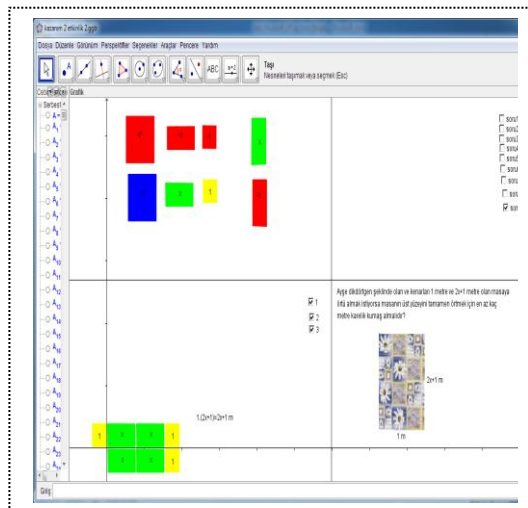
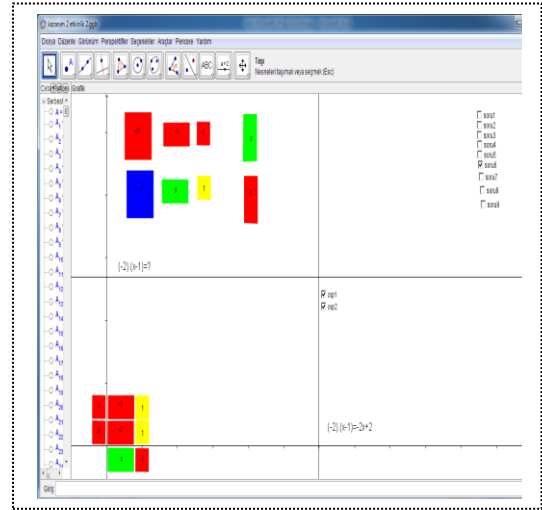
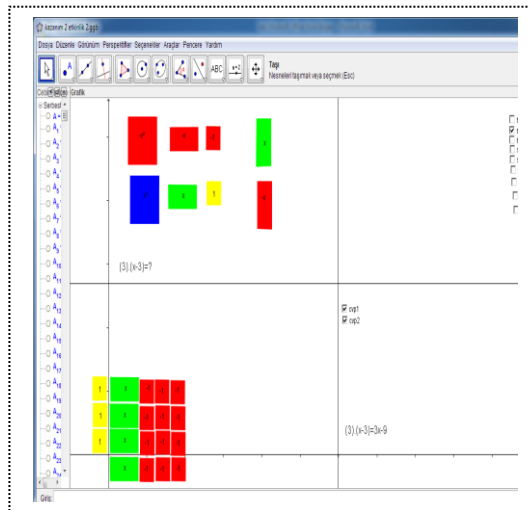
$(2x) \cdot (-3x) = -6x^2$

$2x \cdot 3x^2 = ?$

$2x \cdot 3x^2 = 6x^3$

$(2)(x+1) = ?$

$(2)(x+1) = 2x+2$



EK-9: Örnek Etkinlik Çalışmaları

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Cebirsel ifadelerde toplama ve çıkarma işlemi yapar

1. Aşağıdaki trenin vagonlarında yazılı olan cebirsel ifadelerin toplamını bulunuz.



.....

.....

.....

2. Halime, Emre, Hazal ve Ender'in kartlarında yazan cebirsel ifadelerin toplamının $2m+2$ olabilmesi için Hazal'ın kartındaki cebirsel ifadenin değeri ne olmalıdır?

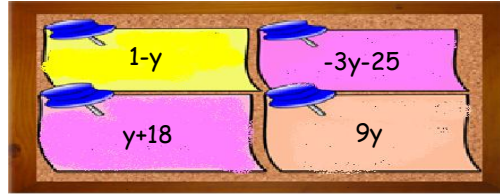


.....

.....

.....

3. Panoda yer alan tüm cebirsel ifadeler tek bir panoda birleştirilirse en sade şekli nasıl olur?

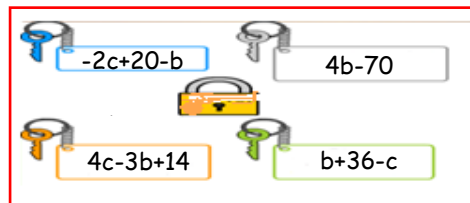


.....

.....

.....

4. Aşağıda yer alan kilidin açılabilmesi için anahtarlar üzerinde yer alan cebirsel ifadelerin toplam değeri gereklidir. Buna göre kiliti açabilecek cebirsel değer ne olabilir?



.....

.....

.....

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Cebirsel ifadelerde toplama, çıkarma ve çarpma işlemi yapar.

1. Aşağıdaki kartlarda yazılı cebirsel ifadelerin en sade şekillerini altlarına yazınız.

$$2x^2 + 5xy - x^2 + 10xy$$

$$2a^2 + 6ab - 3a^2 + 10 + ab$$

$$(c^2 + 2mc - 3) + (3c^2 + 10mc + 6)$$

2. Aşağıda yer alan toplama işlemine ait tabloda boş bırakılan yerleri tamamlayınız.

+	$2x+3$	7	$x-2$
$x+2$		$x+9$	
$2x-5$	$4x-2$		$3x-7$
$x+3$		$x+10$	

.....

.....

.....

3. Aşağıda yer alan tablonun her satırında bir cebirsel ifade ve bu ifadenin terim sayısı ile katsayılar toplamı verilmiştir. Buna göre A, L ve İ sembolleri yerine gelebilecek sayıların toplamını bulunuz.

Cebirsel İfade	Terim Sayısı	Katsayılar Toplamı
$4x^2 - 4x - 4$	3	A
$6c-7$	L	-1
$8d$	1	İ

.....

.....

.....

4. $C = -7x^2 - 25x - 40$ $A = (-x^2 - 4x + 14) - 5x - 1$ $N = 3 - 10x - 5x^2$

Yukarıda verilen bilgilere göre $C+A+N$ değerini bulunuz.

.....

.....

.....

5. Aşağıdaki tabloda cebirsel ifadesi verilen örüntüye göre, m'yi bulalım.

n	3	6	9	12
$12n-5$	31	67	103	m

.....

.....

.....

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Cebirsel ifadelerde toplama, çıkarma ve çarpma işlemi yapar.

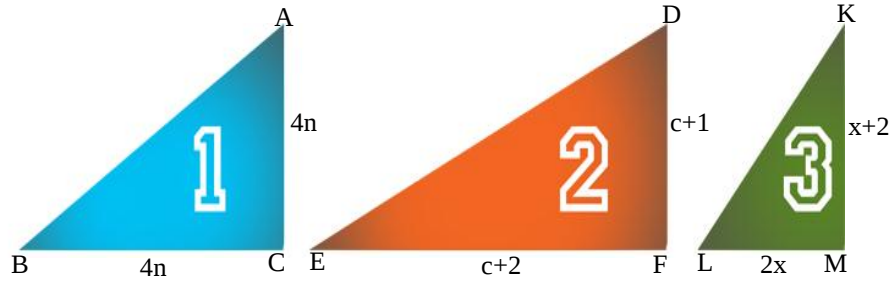
1. Öğretmenin verdiği cevaplara örnek olabilecek cebirsel ifadeler yazınız.



2. Aşağıda verilen cebirsel ifadeleri uygun olanları ile eşleştiriniz.

1	$3t-9t$	a	$y.(x-1)$
2	$-6p.(-p)$	b	$-100a^2$
3	$xy-y$	c	$-9z+5v^2$
4	$e.(me-2n)$	d	$6p^2$
5	$a.10a.(-10)$	e	me^2-2ne
6	$-3.3z + v.5v$	f	$-6t$

3. Aşağıda verilen dik üçgensel bölgelerin alanlarını cebirsel olarak ifade ediniz.



1. Üçgen:.....
2. Üçgen:.....
3. Üçgen:.....

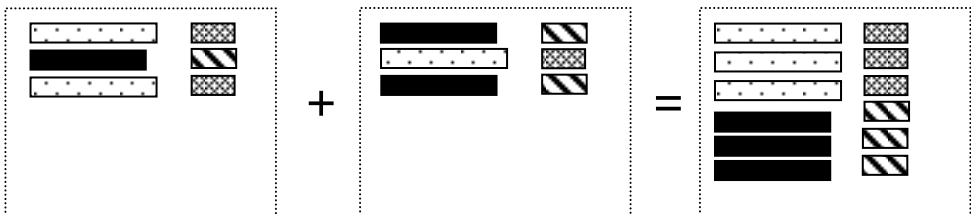
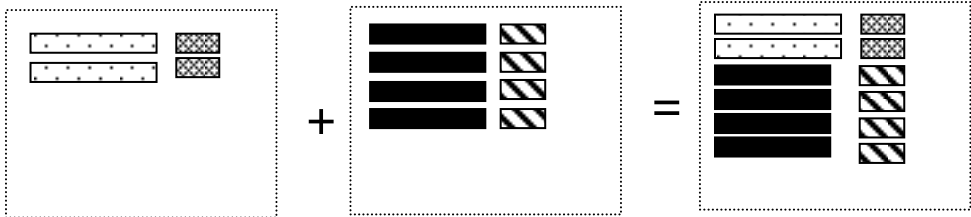
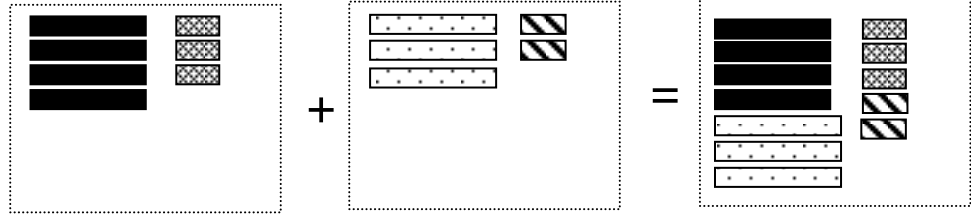
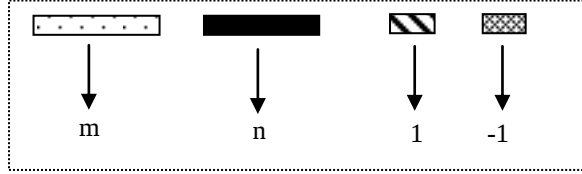
ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Cebirsel ifadelerde toplama ve çıkarma işlemi yapar

Aşağıda temsil edilen toplamlara ait cebirsel ifadeleri yazınız.



ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Cebirsel ifadelerde toplama, çıkarma ve çarpma işlemi yapar.

1. Aşağıdaki cebirsel ifadelerin terim sayılarını ve katsayılar toplamını bulunuz.

Cebirsel ifade	Terim sayısı	Kat sayılar toplamı
$2x^2 - 6x + 9$	3	$2 + (-6) + 9 = 5$
$5a^2 - 15a$		
$- 8y$		
100		
$50k^2 + 50k - 50$		
$c^2 - 4c + 4$		

2. $e=5$ için aşağıdaki cebirsel ifadelerin değerini bulunuz.

❖ $25 - 25e$

❖ $8e - 25 - 13e + 1$

❖ $- 3e + 3e^2$

❖ $9 - 3e + 4e^2$

❖ $2.(99 - 4e^2) + 6e$

❖ $7e.(6 - e) - e^2$

❖ $11e - 2e^2 + 5 + 7e^2$

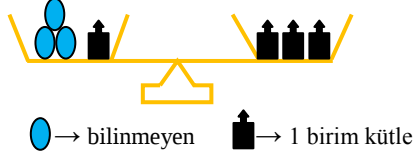
ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözer.

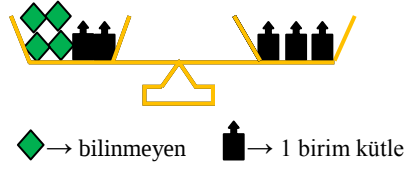
Aşağıda terazi ile temsil edilen eşitlikleri, modelin yanındaki boşluklara yazarak bilinmeyeni bulunuz.



.....

.....

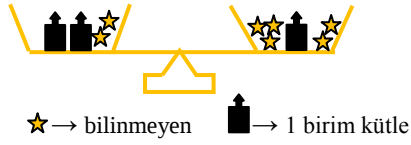
.....



.....

.....

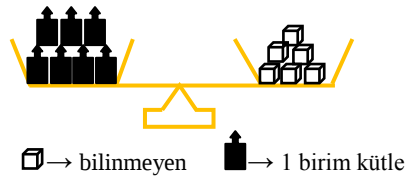
.....



.....

.....

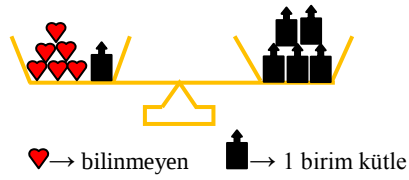
.....



.....

.....

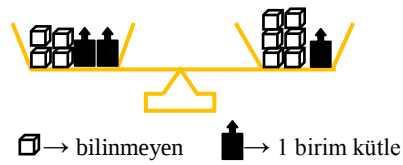
.....



.....

.....

.....



.....

.....

.....

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözer.

Aşağıda verilen denklemlere uygun matematiksel cümleler yazınız.

❖ $2x+1$

.....

.....

❖ $2n-5=31$

.....

.....

❖ $(k-10)=(80-k)+10$

.....

.....

❖ $\frac{x-3}{3} + \frac{x-4}{2} = 15$

.....

.....

❖ $\frac{3t-5}{8} = 8$

.....

.....

❖ $\frac{y-6}{9} = \frac{y+10}{27}$

.....

.....

❖ $\frac{2c}{5} + 2 = \frac{c}{2} + 0,8$

.....

.....

❖ $\frac{m+2}{3} = 1 - \frac{m}{5}$

.....

.....

❖ $\frac{4d}{3} - 5 = d - \frac{17}{3}$

.....

.....

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözer.

Aşağıda yer alan soruların çözümü için verilen adımları tamamlayınız.

1. Soru	2. Soru
1. Adım: $3x+5=29$ 2. Adım: $3x+5-()=15-()$ 3. Adım: $3x=()$ 4. Adım: $()=()$	1. Adım: $4m+6=m-15$ 2. Adım: $4m+()-()=m-()-()$ 3. Adım: $4m-()=m-()+()$ 4. Adım: $()=()$ 5. Adım: $m=()$
3. Soru	4. Soru
1. Adım: $\frac{3x}{4}-\frac{x-1}{2}=10$ 2. Adım: $\frac{3x}{4}-\frac{x-1}{2}=10$ $() ()$ 3. Adım: $() \cdot \frac{3x-()}{()} = 10 \cdot ()$ 4. Adım: $3x-()=()$ 5. Adım: $x=()$	1. Adım: $\frac{2c-3}{4} = \frac{c-5}{3}$ 2. Adım: $() \cdot (2c-3)=() \cdot (c-5)$ 3. Adım: $()-()=()-()$ 4. Adım: $()-()-()=()-()-()$ 5. Adım: $c=()$
5. Soru	6. Soru
1. Adım: $\frac{1}{9} \cdot y = \frac{1}{4}$ 2. Adım: $() \cdot \frac{1}{9} \cdot y = \frac{1}{4} \cdot ()$ 3. Adım: $() \cdot y=()$ 4. Adım: $() \cdot y=()$ 5. Adım: $y=()$	1. Adım: $\frac{n}{4} - \frac{3}{5} = \frac{4}{10}$ 2. Adım: $\frac{n}{4} - \frac{3}{5} + () = \frac{4}{10} + ()$ 3. Adım: $\frac{n}{4} = ()$ 4. Adım: $n \cdot ()=() \cdot ()$ 5. Adım: $n=()$

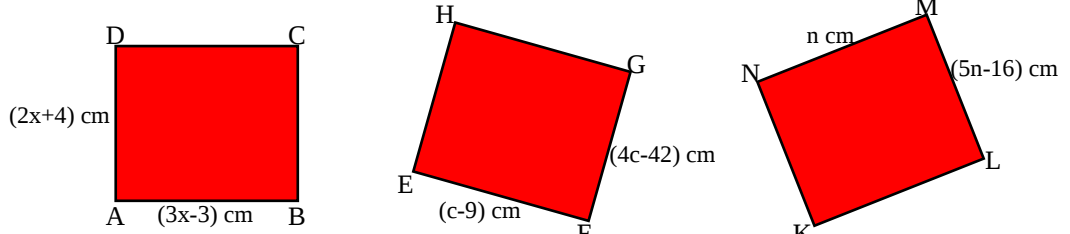
ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

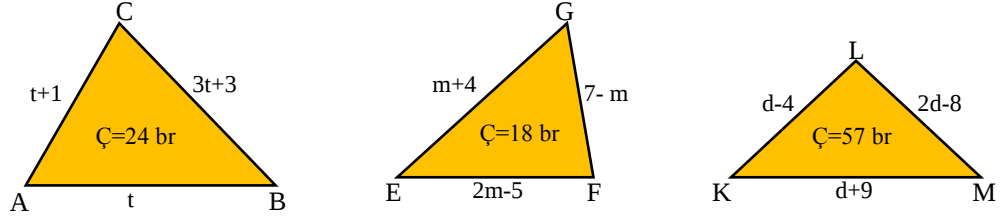
Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözer.

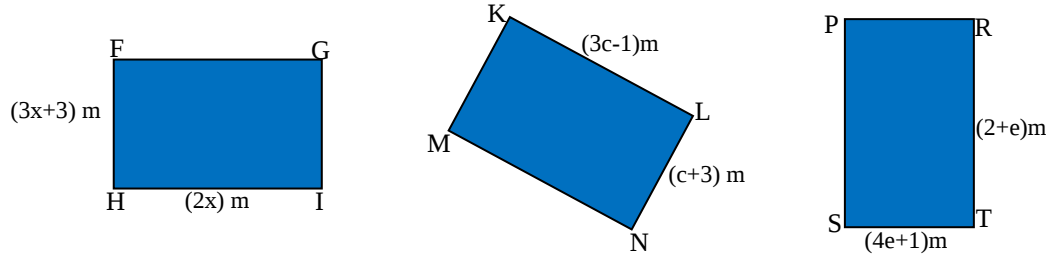
1. Aşağıda verilen karesel bölgeleri alanlarını ve çevre uzunluklarını hesaplayınız.



2. Aşağıda çevre uzunlukları içlerinde yazılı olan üçgenel bölgelerin en uzun ve kısa kenar uzunluklarını bulunuz.



3. Aşağıda yer alan dikdörtgensel bölgelerin alanlarını cebirsel olarak ifade ediniz.



ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

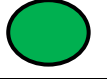
Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözer.

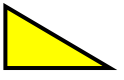
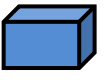
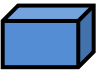
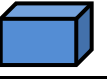
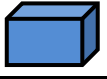
1. Aşağıda yer alan cebir bulmacalarında yukarıdan aşağıya ile soldan sağa doğru şekillerden oluşan bilinmeyenlerin toplamı verilmiştir. Buna göre, bilinmeyenleri bulunuz.

			18
			7
			36
25	22	14	

2.

			30
			45
			25
35	25	40	

3.

			570
			510
			810
390	990	510	

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Denklemleri problem çözmede kullanır.

1. Bir bulaşık deterjan firmasının 2013 ve 2014 yılında aynı isimle çıkardığı deterjanların etiketleri şekildeki gibidir. 4500g deterjan ihtiyacı olan Esra hangi ürünü tercih ederse daha az ücret öder?



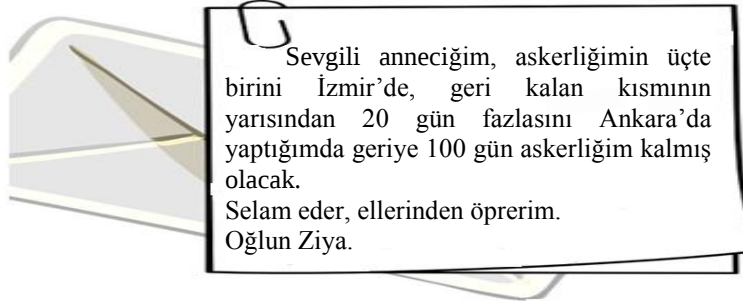
.....

.....

.....

.....

2. Ziya'nın annesine göndermiş olduğu mektuba göre toplam askerlik süresi kaç gündür?



.....

.....

.....

.....

3. Bir yemek şirketinde bir günde toplam 100 paket tavuk ve patates kızartması satılmakta, 680 TL gelir elde edilmektedir. Tavuğun paketi 10 TL ve patates kızartmasının paketi ise 2 TL olduğuna göre yemek şirketi kaç paket tavuk satmıştır?

.....

.....

.....

.....

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Denklemleri problem çözmede kullanır.

1. Ali babanın çiftliğinde bulunan 150 ördeğin sayısı her ay 10 artarken, 370 tavuğun sayısı 12, 330 kazın sayısı ise 8 azalmaktadır. Buna göre, kaç ay sonra bu çiftlikteki ördeklerin, tavukların ve kazların sayılarının birbirine eşit olacağını bulunuz.



2. Aşağıda facebooktan paylaşılan problemin çözümünü bulabilir misiniz?



3. Aşağıda âşık bir ozanın probleme yönelik dizeleri yer almaktadır. Buna göre, âşık ozanın dizlerinde yer verdiği problemin çözümünü bulunuz.

Merdivenleri ikişer ikişer çıkarım.
İnerken de üçer üçer inerim.
Toplamda 25 adım atarım.
Merdiven kaç basamaklıdır, bilin bakalım.



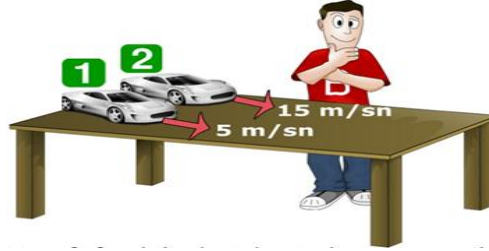
ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Denklemleri problem çözmede kullanır.

1. Aşağıda Ali'nin özdeş iki arabasının süratleri verilmiştir. Buna göre, sürati 15 m/s olan araba 25, sürati 5 m/s olan araba ise 45 saniye süre ile yol alıyor. Buna göre bu iki arabanın aldığı toplam yolun kaç metre olduğunu bulunuz.



2. 25 Kr ve 10 Kr'luk toplam 35 madeni paranın tutarı 725 Kr'dur. Bu paraların kaçının 10 Kr olduğunu bulunuz.



3. 2013-2014 sezonunda Galatasaray ile Fenerbahçe arasında oynanan derbi maçının bilet fiyatları stadyum yönetimi tarafından aşağıdaki gibi belirlenmiş, maçın oynacağı saate kadar kapalı tribünden 8000 tam ve 1500 öğrenci, açık tribünden 7500 tam ve 4000 öğrenci, kale arkası tribününden ise 9000 tam ve 3000 öğrenci bileti satılmıştır. Bu satışlardan kaç liralık gelir elde edildiğini bulunuz.

	Tam	Öğrenci
Kapalı Tribün	30 TL	20 TL
Açık Tribün	20 TL	15 TL
Kale Arkası	10 TL	8 TL

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Denklemleri problem çözmede kullanır.

1. Aşağıda X, Y ve Z üflemeli müzik aletlerinden elde edilen seslerin frekansları verilmiştir. Buna göre, X ile Y, Y ile Z ve X ile Z müzik aletleri arasındaki ilişkiyi gösteren denklemler kurunuz.



.....

.....

.....

2. Aşağıda verilen farklı boyutlardaki şişelerin en büyüğünün beşte üçü, ortancanın dörtte biri ve en küçüğünün yarısı su ile doldurulduğunda toplam su miktarı kaç litre olur?



.....

.....

.....

3. Aşağıda Türkiye'ye ait bir harita üzerinde numaralı bölgeler ve toprak özellikleri görülmektedir. Numaralı bölgelerin yüzölçümü toplamı 526.000 km^2 dir. Kumlu toprakların yüzölçümü toplamı humuslu toprağın yüzölçümünden 100.000 km^2 , humuslu toprağın yüzölçümü de kireçli toprağın yüzölçümünden 24.000 km^2 fazla olduğuna göre, kumlu toprağın yüzölçümünün kaç km^2 olduğunu bulunuz.



.....

.....

.....

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Denklemleri problem çözmede kullanır.

1. 152 ton inşaat kumunun tümü, taşıma kapasitesi aşağıda verilen üç kamyonla taşınmıştır. Kamyonlar eşit sayıda sefer yaptığına göre, her kamyon en az kaç sefer yapar?



5 Ton



6 Ton



8 Ton

.....

.....

.....

2. Bir bisikletli ve arabanın 5 saatte aldıkları yolların toplamı 650 km dir. Bisikletlinin sürati aşağıda verildiğine göre, arabanın süratini bulunuz.



Arabanın Sürati=?



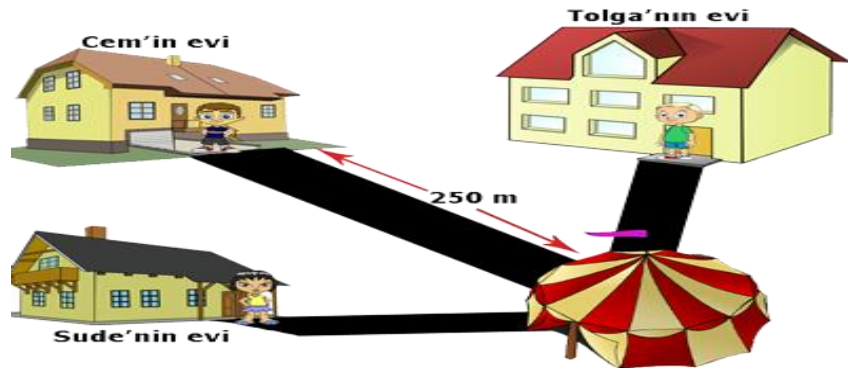
Bisikletlinin Sürati=35 km/h

.....

.....

.....

3. Cem, Tolga ve Sude eşit büyüklükte sabit süratlerle evlerinden mahallelerine gelen sirke gitmek için yola çıkıyorlar. Cem evlerinden 250 metre uzaklıktaki sirke 50 saniyede gidiyor. Tolga Cem'den 12 saniye önce, Sude'de Tolga'dan 18 saniye önce sirke ulaştıklarına göre Sude ve Tolga'nın evlerinin sirke uzaklıkları kaç metredir?



.....

.....

.....

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Denklemleri problem çözmede kullanır.

1. Aşağıda Tom ile Jerry arasındaki mesafe 32 metredir. Tom ve Jerry'in süratleri şekilde gösterildiği gibi ise Tom, Jerry'i kaç saniye sonra yakalar?



.....

.....

.....

2. Bir sınıfta 8 kız, 14 erkek öğrenci vardır. Bu sınıfa x tane kız, $(x+3)$ erkek öğrenci gelirse sınıftaki öğrencilerin sayısı 39 olacağına göre, x kaçtır?

.....

.....

.....

3. 4 öğretmen, 20 yetişkin ve 26 öğrenciden oluşan bir grup Ayasofya Müzesi'ni gezmeye gidiyor. Müze ziyareti için toplam 193 TL ödendiğine göre öğrenci giriş ücreti kaç liradır?



Kişi Başı Ücret Tarifesi

Yetişkin : 5,5 TL

Öğretmen : 4,5 TL

Öğrenci : ?

.....

.....

.....

4. Bir lokanta 3 tane kızarmış tavuk alana 1 tane kızarmış tavuk hediye ediyor. Bu lokantadan hediye edilmiş kızarmış tavuklarla ile birlikte 44 adet kızarmış tavuk alan bir kişi ne kadar ücret öder?



.....

.....

.....

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Denklemleri problem çözmede kullanır.

1. Beş kardeşin yaşları, birbirinden farklı birer tamsayıdır. En büyük ikisinin yaşları toplamı 25 ve en küçük ikisinin yaşları toplamı ise 17'dir. Buna göre, beş kardeşin yaşları toplamı kaçtır?

.....

.....

.....

2. Bir tiyatrunun ilk sırasında n tane kişi oturmaktadır. Bir sonra sıradaki kişi sayısı ise bir önceki sıradan 2 kişi daha fazladır. Tiyatronun 9. sırasında toplam 168 kişi oturduğuna göre, ilk sırada kaç kişi vardır?

.....

.....

.....

3. Simit ile ayranın toplam fiyatı 1,5 TL ve simit ayrandan 1TL fazla olduğuna göre ayran kaç TL'dir?

.....

.....

.....

4. Bir kanguru attığı her 4 adımdan 1 adımını geri, diğer 3 adımını ileri atarak yürüyor. Adım uzunluklarının her biri 15 cm olan bu kanguru 100 adım attığında ilk harekete başladığı noktadan kaç metre ileri gitmiş olur?

.....

.....

.....

5. Bir babanın bugünkü yaşı iki çocuğunun yaşları farkının 5 katına eşittir. İki yıl sonra babanın yaşı 37 olacağına göre, çocuklarının yaşları farkı kaçtır?

.....

.....

.....

6. Bir metroda toplam 58 yolcu vardır. Metrodan 5 evli çift indiğinde, erkek yolcu sayısı bayan yolcu sayısının 3 katına eşit oluyor. Buna göre, 5 evli çift inmeden önce otobüste kaç erkek yolcu vardır?

.....

.....

.....

7. Bir sayısının 3 katı, aynı sayının 10 fazlasına eşittir. Bu sayının 5 katı kendisinden kaç fazladır?

.....

.....

.....

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Doğrusal denklemleri açıklar.

1. Aşağıdaki tabloda bir bisikletlinin saatlere göre aldığı yol arasındaki ilişki gösterilmiştir. Buna göre, ilgili boşlukları doldurunuz.

Zaman (saat)	Aldığı Yol (kilometre)
1	7
	14
3	
4	
	35
6	
	49

2. Aşağıdaki tabloda bir öğrencinin bilgisayar başında geçirdiği gün ile internete bağlandığı süre arasındaki ilişki verilmiştir. Buna göre, ilgili boşlukları doldurunuz.

Gün	Süre (dakika)
1	33
	66
3	
4	
	165
6	
7	

3. Aşağıdaki tabloda Mehmet'in yıllara göre kilo artışı arasındaki ilişki verilmiştir. Buna göre, ilgili boşlukları doldurunuz.

Yıl	Kilo Artışı (gram)
1	825
	1650
3	
4	
6	
7	5775

ÇALIŞMA KÂĞIDI

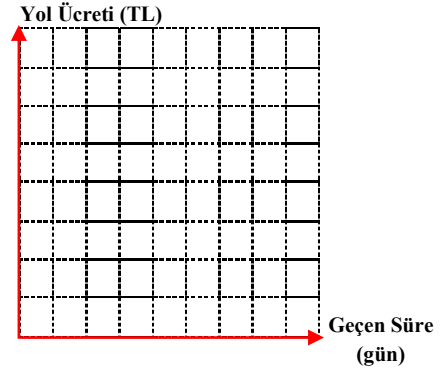
Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Doğrusal denklemleri açıklar.

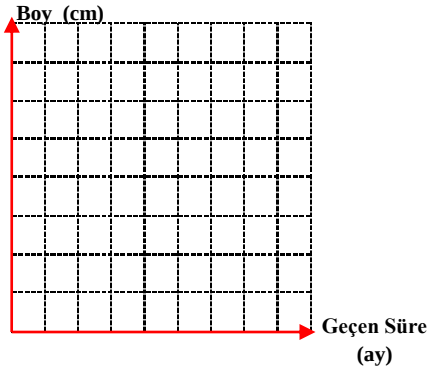
1. Esra okula gitmek için günde 4 TL yol ücreti ödemektedir. Yol ücreti ile gün arasında nasıl bir ilişki vardır? Esra'nın 7 günlük yol ücreti-gün tablosunu yapınız. Grafiğini çiziniz.

Geçen süre (gün)	Yol Ücreti (TL)



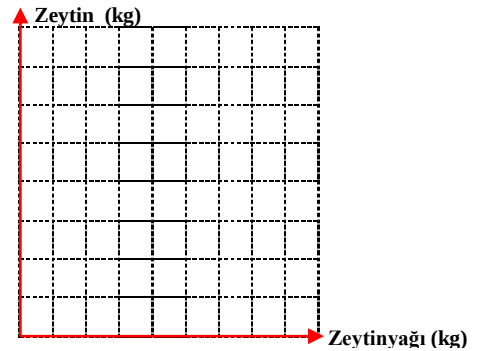
2. Boyu 45 cm olan bir çam ağacı ayda 7 cm uzadığına göre, bu çam ağacına ait 7 aylık boy-zaman tablosunu yapınız ve grafiğini çiziniz.

Geçen süre (ay)	Boy (cm)



3. 1 kg zeytinyağı elde etmek için ortalama 6 kg zeytine ihtiyaç vardır. Buna göre, zeytin ile elde edilen zeytinyağı arasındaki ilişkiyi gösteren bir tablo yapınız ve grafiğini çiziniz. (Tablo ve grafiği 8kg zeytinyağı elde edinceye kadar yapınız)

Zeytinyağı (kg)	Zeytin (kg)



ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Doğrusal denklemleri açıklar.

1. Bir pazarda satılan domatesin kilogramı 2,5 TL dir. Aşağıdaki tabloyu inceleyiniz. Domatesin ağırlığı (a) ile fiyatı (f) arasındaki ilişkinin denklemini yazınız.

Domatesin ağırlığı (a)	Domatesin fiyatı (f)
1	2,5
2	5
3	7,5
4	10
5	12,5
6	15

2. Bir yüksek hızlı trenin aldığı yol (x) ile geçen süre (t) ile ilgili aşağıdaki tabloyu inceleyiniz. Yüksek hızlı trenin aldığı yol ile geçen süre arasındaki ilişkinin denklemini yazınız.

Alınan yol (km)	Geçen süre (saat)
155	1
310	2
465	3
620	4
775	5
930	6
1085	7

3. Bir fırında satılan ekmek (e) sayısı ile geçen süre (t) arasındaki ilişkinin verildiği aşağıdaki tabloyu inceleyiniz. Satılan ekmek ile geçen süre arasındaki ilişkinin denklemini yazınız.

Satılan ekmek (adet)	Geçen süre (saat)
45	1
90	2
135	3
180	4
225	5
270	6
315	7
360	8

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Doğrusal denklemleri açıklar.

1. Bir fabrikanın deposundaki pantolon sayısı (p) saatte (t) 20 adet artmaktadır. Bu ilişki $p=300+20t$ denklemi ile ifade edilirse bu denklemi açıklayınız ve 5 saat sonra depodaki pantolon miktarını bulunuz.

.....

.....

.....

2. Bir fırındaki simit sayısı (s) saatte (t) 30 azalmaktadır. Bu ilişki $s=500-30t$ denklemi ile ifade edilirse bu denklemi açıklayınız ve 7 saatte sonra fırındaki simit sayısını bulunuz.

.....

.....

.....

3. 10 cm uzunluğundaki (n) bir yay ucuna asılan her 5 kg lık ağırlıkta (g) 3 cm uzamaktadır. Bu ilişki $n= 10+ 3g$ denklemi ile ifade edilirse bu denklemi açıklayınız ve yay uzunluğunun 28 cm olması için kaç kg ağırlığa ihtiyaç olduğunu bulunuz.

.....

.....

.....

4. Bir aracın deposundaki (d) benzin araç sabit süratle gittiğinde saatte (t) 4,5 litre azalmaktadır. Bu ilişki $d= 45-4,5t$ denklemi ile ifade edilirse bu denklemi açıklayınız ve 4 saatte sonra aracın deposunda kalan benzin miktarını bulunuz.

.....

.....

.....

5. Bir taksideki taksimetre her 1 km de 1,5 TL yazmaktadır. Buna göre taksiciye ödenecek tutar x, alınan yol mesafesi y olmak üzere; $x=1,5y+5$ denklemi ile ifade edilirse bu denklemi açıklayınız ve 20 km seyahat eden birinin ödeyeceği ücreti bulunuz.

.....

.....

.....

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Doğrusal denklemleri açıklar.

1. Aşağıdaki tablolarda iki farklı değişken ve bu değişkenler arasındaki ilişki verilmiştir. Her birinde doğrusal bir ilişki olup olmadığını belirleyiniz varsa denklemlerini yazınız.

x	y
6	18
10	30
15	45
20	60
25	75
30	90

m	n
2	4
4	9
6	12
7	14
8	18
12	28

.....

.....

.....

2. Aşağıdaki tablolarda iki farklı değişken ve bu değişkenler arasındaki ilişki verilmiştir. Her birinde doğrusal bir ilişki olup olmadığını belirleyiniz varsa denklemlerini yazınız.

p	5	7	9	10	12	15
r	11	15	19	21	25	31

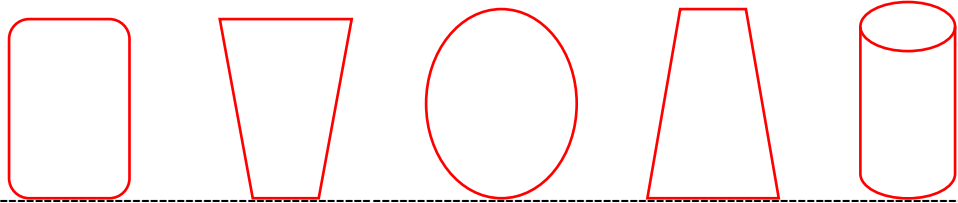
e	2	3	5	7	8	10
f	3	4	8	10	14	26

.....

.....

.....

3. Aşağıda şekilleri verilen su depoları aynı hızla su akıtan musluklarla doldurulmaktadır. Hangi depo ya da depolarda suyun yüksekliği ile geçen zaman arasında doğrusal bir ilişki vardır? Nedeni ile birlikte açıklayınız.



.....

.....

.....

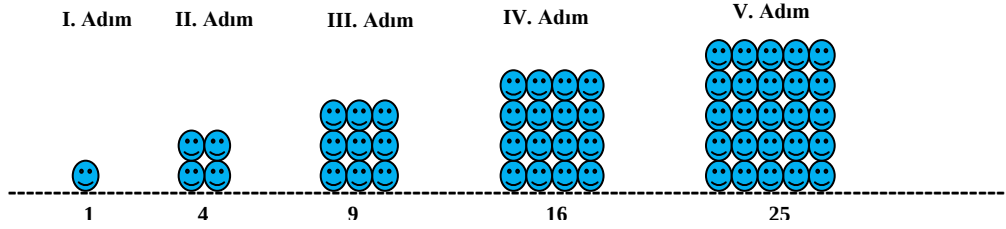
ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

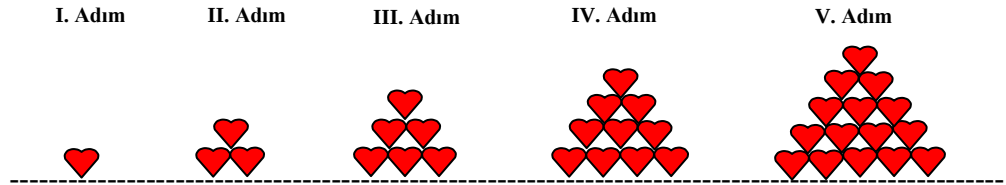
Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Doğrusal denklemleri açıklar.

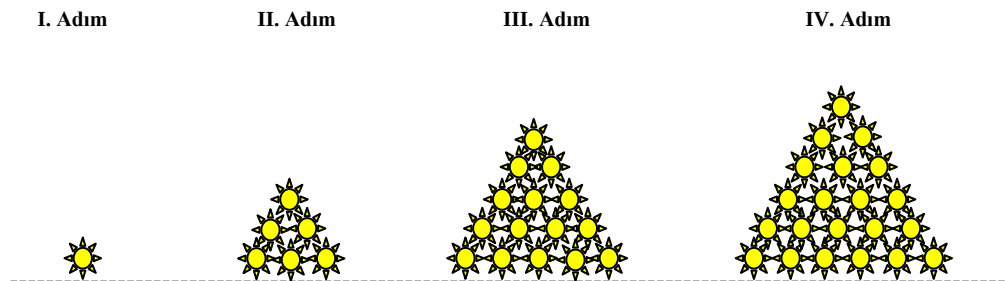
1. Aşağıdaki örüntüyü inceleyiniz. Her bir adımda kullanılan gülen yüz sayıları arasındaki ilişkiyi bir tabloda gösteriniz. Bu ilişkinin doğrusal olup olmadığını belirtiniz.



2. Aşağıdaki örüntüyü inceleyiniz. Her bir adımda kullanılan kalp sayıları arasındaki ilişkiyi bir tabloda gösteriniz. Bu ilişkinin doğrusal olup olmadığını belirtiniz.



3. Aşağıdaki örüntüyü inceleyiniz. Her bir adımda kullanılan güneş sayıları arasındaki ilişkiyi bir tabloda gösteriniz. Bu ilişkinin doğrusal olup olmadığını belirtiniz.



ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Doğrusal denklemleri açıklar.

1. Yakıt deposunda 750 litre benzin bulunan bir helikopter saatte 25 litre benzin tüketmektedir. Buna göre;

- a) Helikopterin deposundaki benzin miktarı ile çalışma süresi arasındaki ilişkinin denklemini yazınız.

.....
.....

- b) Dört saatlik uçuş sonunda bu helikopterin deposunda kaç litre benzin kalmıştır?

.....
.....

- c) Bu helikopterin deposunda 425 litre benzin kaldığı an helikopter kaç saat uçuş yapmıştır?

.....
.....

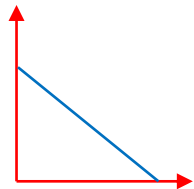
- d) Bu helikopter kaç saat uçuş yaparsa deposundaki benzinin tamamı tükenir?

.....
.....

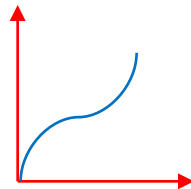
- e) Bu helikopter günde en fazla 6 saat uçuş yapabildiğine göre, deposundaki benzinini bitirmesi için en az kaç gün gereklidir?

.....
.....

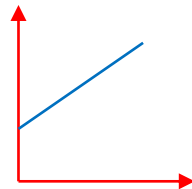
2. Aşağıda verilen grafiklerden hangisi ya da hangilerinin doğrusal bir ilişki grafiği olduğunu nedeni birlikte belirtiniz.



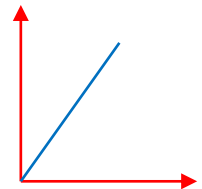
I. Grafik



II. Grafik



III. Grafik



IV. Grafik

.....
.....
.....

ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

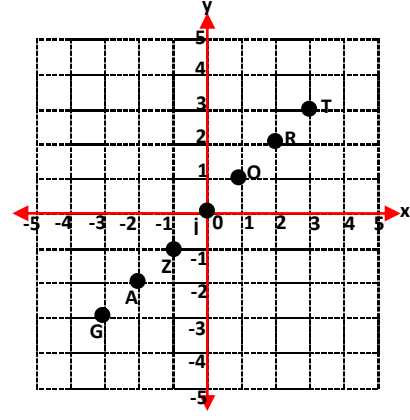
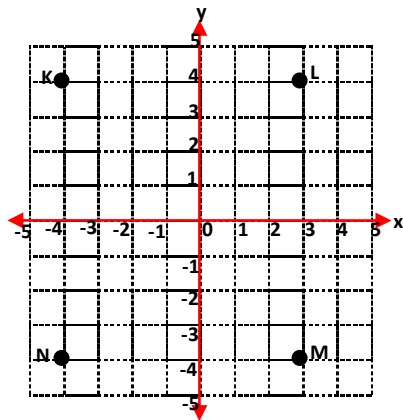
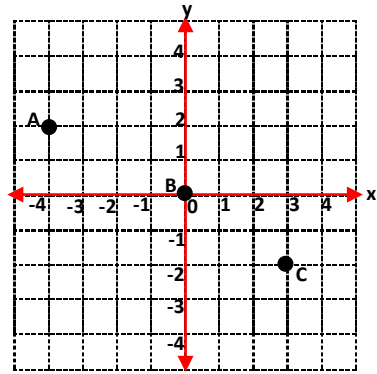
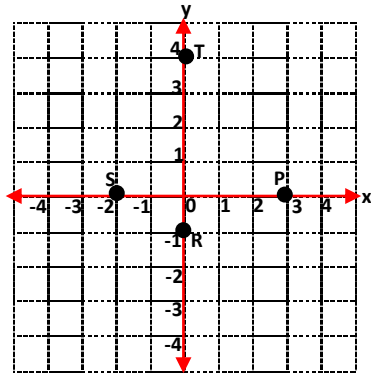
Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: İki boyutlu kartezyen koordinat sistemini açıklar ve kullanır.

1. Aşağıda yer alan şekiller bir sinema salonunda bulunan koltukları göstermektedir. Bu koltukların yerlerini harfleri ve rakamları kullanarak yazınız.

	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					
E					

2. Aşağıda verilen birim karelere ayrılmış zemin üzerindeki noktaların koordinatlarını yazınız.



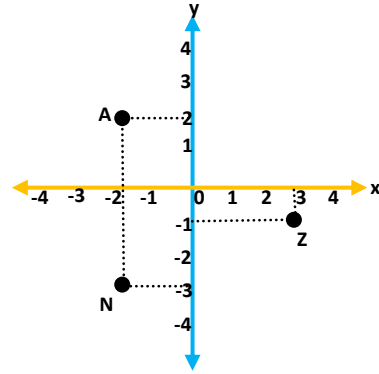
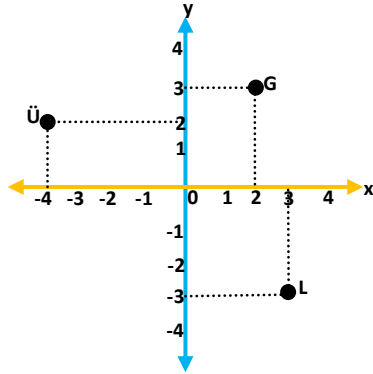
ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: İki boyutlu kartezyen koordinat sistemini açıklar ve kullanır.

1. Aşağıda koordinat düzlemlerinde verilen G, Ü, L ile N, A, Z noktalarının apsisleri ve ordinatları toplamalarını bulunuz.

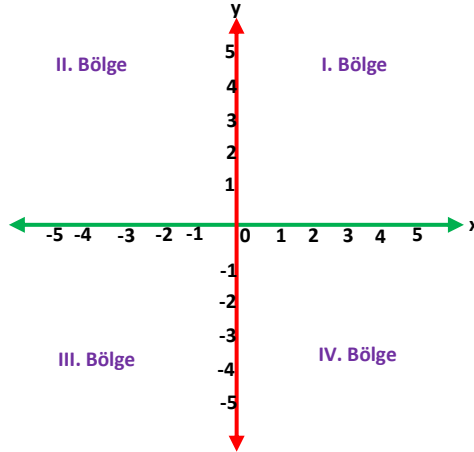


.....

.....

.....

2. Koordinat düzlemindeki bölgeleri aşağıdaki gibi numaralandırırsak G(1,5), A (-2,2), Z(3,-4) ve İ(-1,-1) noktalarının hangi bölgelerde olduklarını bulunuz.



3. E(a,b) noktası koordinat düzleminin I. bölgesinde ise S(-a, b), R(a, -b) ve A(-a, -b) noktaları kaçınıcı bölgedir?

.....

.....

.....

.....

.....

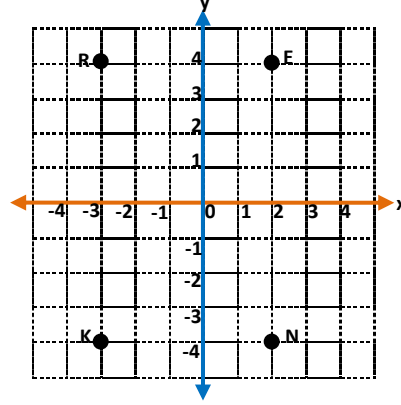
ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

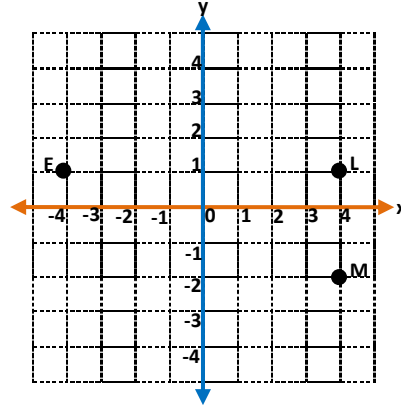
Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: İki boyutlu kartezyen koordinat sistemini açıklar ve kullanır.

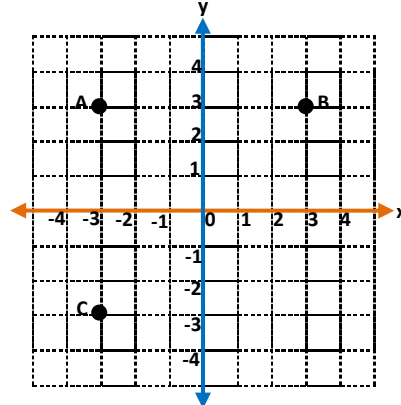
1. Aşağıdaki koordinat düzleminde verilen R, E, N ve K noktalarının birleştirilmesi ile oluşacak dikdörtgensel bölgenin çevre uzunluğu ile alanını bulunuz.



2. Aşağıdaki koordinat düzleminde verilen E, L, M ve A noktalarının birleştirilmesi ile bir dikdörtgensel bölge oluşturulabildiğine göre, A noktasının koordinatlarını bulunuz.



3. Aşağıdaki koordinat düzleminde verilen A, B ve C noktalarının birleştirilmesi ile oluşacak üçgensel bölgenin alanını bulunuz.



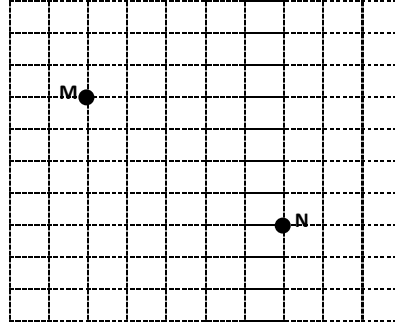
ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

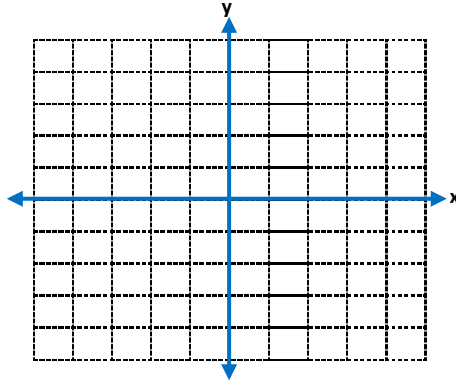
Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: İki boyutlu kartezyen koordinat sistemini açıklar ve kullanır.

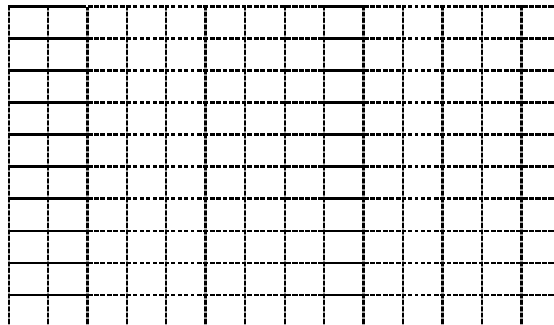
1. Aşağıda verilen birim karelere ayrılmış zemin üzerindeki M noktasının koordinatları $(-2,3)$ olduğuna göre, x ve y eksenlerini çizerek N noktasının koordinatlarını bulunuz.



2. $F(-3,-2)$ ve $G(5,-2)$ olduğuna göre, $[FG]$ 'nin orta noktasının koordinatlarını bulunuz.



3. Koordinat düzleminde $A(-6,6)$, $B(-2,6)$, $C(-2,2)$ ve D noktasının birleştirilmesi ile meydana gelen ABCD karesel bölgenin alanı kaç birimkaredir? Çözümünüzü aşağıda birim karelere ayrılmış zemin üzerine yapınız.



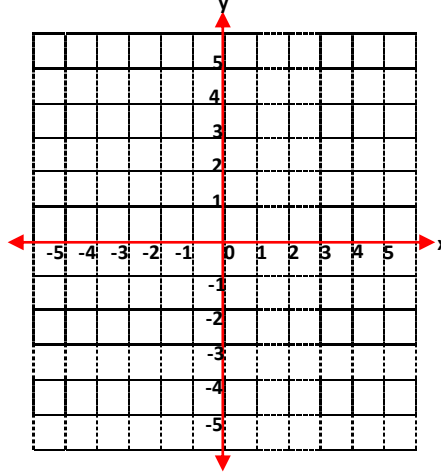
ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

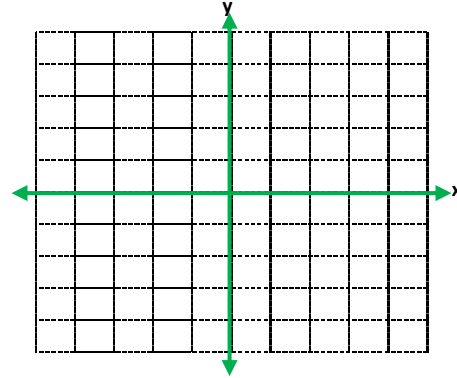
Kazanım: Doğrusal denklemlerin grafiğini çizer.

1. Koordinat düzleminde C(3,-3), E(0,0) ve M(-5,5) noktalarından geçen doğruyu çiziniz.



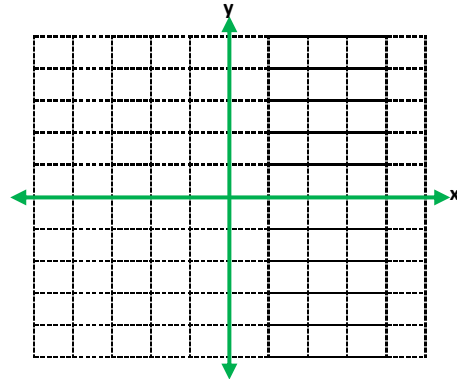
2. $y=2x+2$ denklemindeki x değişkenine farklı tamsayılar vererek y değişkeninin aldığı değerleri bulunuz. Bu değerleri sıralı ikililer halinde yazarak aşağıdaki tabloya kaydediniz. Bulduğunuz sıralı ikililere karşılık gelen noktaları kartezyen koordinat sisteminde işaretleyiniz.

x	$2x+2$	y	(x,y)



3. $y=3x$ denklemindeki x değişkenine farklı tamsayılar vererek y değişkeninin aldığı değerleri bulunuz. Bu değerleri sıralı ikililer halinde yazarak aşağıdaki tabloya kaydediniz. Bulduğunuz sıralı ikililere karşılık gelen noktaları kartezyen koordinat sisteminde işaretleyiniz.

x	$3x$	y	(x,y)



ÇALIŞMA KÂĞIDI

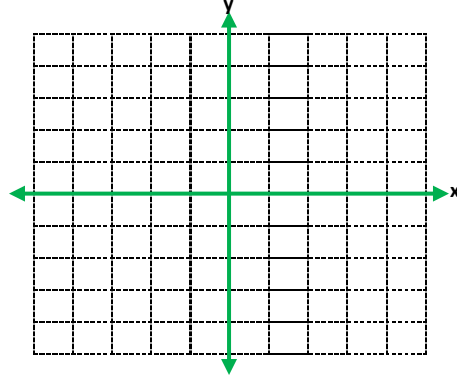
Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Doğrusal denklemlerin grafiğini çizer.

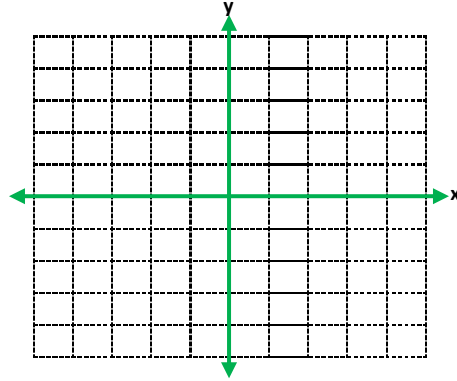
1. $y=x-3$ denklemindeki x değişkenine farklı tamsayılar vererek y değişkeninin aldığı değerleri bulunuz. Bu değerleri sıralı ikililer halinde yazarak aşağıdaki tabloya kaydediniz. Bulduğunuz sıralı ikililere karşılık gelen noktaları kartezyen koordinat sisteminde işaretleyiniz.

x	$x-3$	y	(x,y)

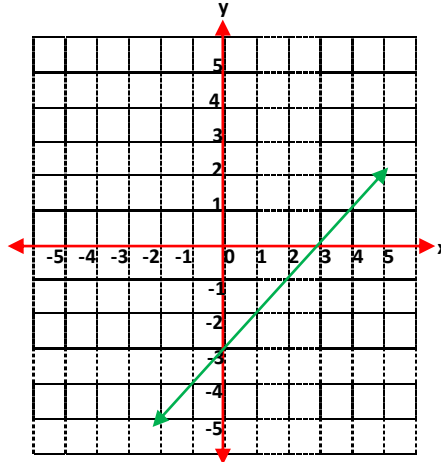


2. $2y=3x+3$ denklemindeki x değişkenine farklı tamsayılar vererek y değişkeninin aldığı değerleri bulunuz. Bu değerleri sıralı ikililer halinde yazarak aşağıdaki tabloya kaydediniz. Bulduğunuz sıralı ikililere karşılık gelen noktaları kartezyen koordinat sisteminde işaretleyiniz.

x	$2y=3x+3$	y	(x,y)



3. Aşağıda koordinat düzleminde verilen doğrunun denklemini yazınız.



.....

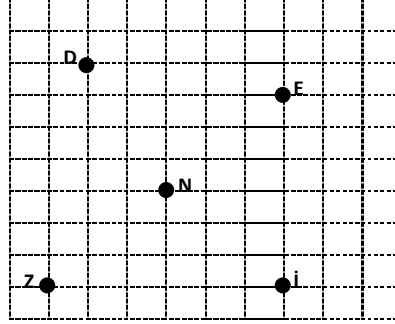
ÇALIŞMA KÂĞIDI

Öğrenme Alanı: Cebir

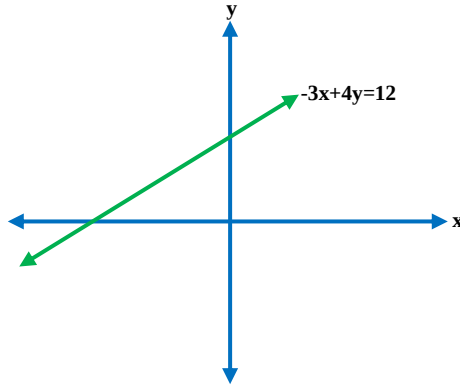
Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Doğrusal denklemlerin grafiğini çizer.

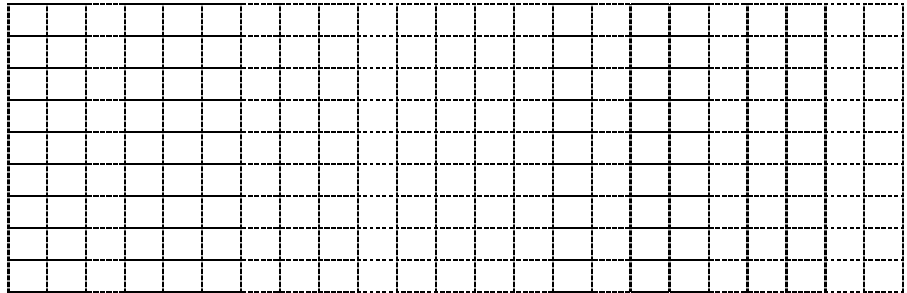
1. Aşağıda şekilde birim karelere ayrılmış zemin üzerine noktalar yerleştirilmiştir. Hakan D noktasının koordinatlarının $(-6,7)$ olduğunu söylemiştir. Burada koordinat sisteminin orijini hangi nokta olursa, Hakan'ın söylediği ifade doğru olur?



2. Aşağıdaki koordinat düzleminde verilen $-3x+4y=12$ doğrusu ile eksenler arasında kalan bölgenin alanı kaç birimkaredir?



3. Denklemi $-3x-4y=24$ olan doğru ile $x=-3$ doğrusunun kesiştikleri noktanın koordinatlarını bulunuz.



ÇALIŞMA KÂĞIDI

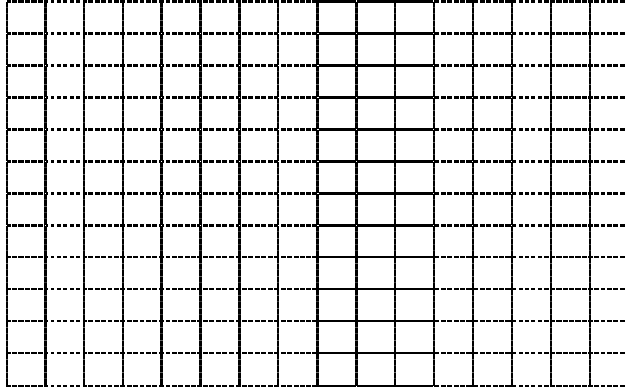
Öğrenme Alanı: Cebir

Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel İfadeler

Kazanım: Doğrusal denklemlerin grafiğini çizer.

1. Aşağıda yer alan adımlar izlendiğinde koordinat düzleminde hangi harf oluşur?

1. **Adım:** Uç noktaları A(1,1) ve B(1,0) olan bir doğru parçası çiziniz.
2. **Adım:** C(4,0) noktasını A noktası ile birleştiriniz.
3. **Adım:** D(4,4) noktasını C noktası ile birleştiriniz.



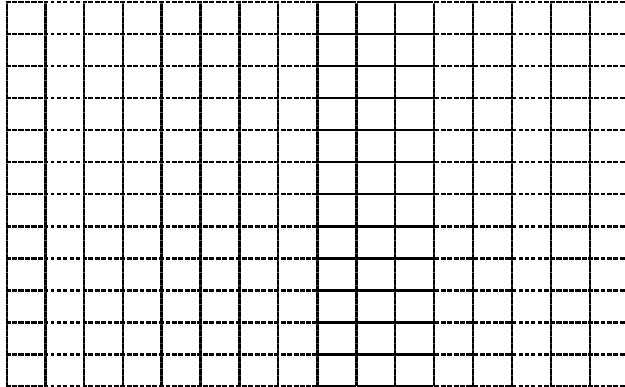
2. $3x-5y+6=0$ denklemine ait doğru A(t-3,3) noktasından geçtiğine göre t kaçtır?

.....

.....

.....

3. Köşelerinin koordinatları A(-7,0), B(0,0) ve C(0,-6) olan üçgensel bölgenin alanı kaç birim karedir?



.....

.....

.....

EK-10: Öğrenme Alanları ve Kazanımlara Ait Tablo

MEB İlköğretim 7. Sınıf Matematik Dersi Cebir Öğrenme Alanına Göre Yıllık Planı				
Öğrenme Alanı: Cebir				
Haftalar	Alt Öğrenme Alanı	Kazanımlar	Saat	Açıklamalar
1. HAFTA	Cebirsel İfadeler	Cebirsel ifadelerde toplama ve çıkarma işlemleri yapar İki cebirsel ifadeyi çarpır	4 saat	[!]Terim ve kat sayı kavramları vurgulanır. [!]Bir cebirsel ifadede bir değişkenin aynı veya farklı kat sayılara sahip olan terimlerine “benzer terim” denildiği belirtilerek cebirsel ifadelerdeki benzer terimler örneklerle açıklanır. [!]Toplama işleminin özellikleri hatırlatılır. [!]Kavram yanlışlarına yol açmayacak modellemeler kullanılır. [!]Cebirsel ifadelerle yapılan işlemlerin sonunda değişkenlerin üssü en fazla iki olmalıdır. [!]Cebirsel ifadelerde benzer olan veya olmayan terimlerin çarpımında; önce tek terimli ile tek terimli, tek terimli ile çok terimli, sonra iki terimli iki ifadenin çarpma işlemi yapılır. [!]Cebirsel ifadeler, sayısal ifadelerin başka bir gösterimi olduğundan çarpma işleminin bütün özellikleri hatırlatılarak cebirsel gösterimleri yazdırılır.
2. ve 3. HAFTA	Denklemler	Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözer	4 saat	[!] Denklem çözümlerinde eşitliğin korunumuna dikkat çekilir. Eşitliğin bozulmaması için her iki tarafa da aynı işlemin yapılması gerektiği vurgulanır. [!] Eşitliğin her iki tarafında bilinmeyen bulunan denklemler de çözülür. [!]Rasyonel kat sayılı denklemler de çözülür. [!]Bilinmeyen ve değişken arasındaki ilişki hatırlatılır.
		Denklemleri problem çözmede kullanır	4 saat	[!]Denklemler 7. sınıfa uygun seçilir. [!]Program kitabının giriş bölümünde yer alan problem çözme ile ilgili açıklamalar dikkate alınır.
		Doğrusal denklemleri açıklar	4 saat	[!] Doğrusal denklemlerin bir sabit sayı ile katsayılı iki değişkenden oluşan terimler içerdiği ve $ax+by+c=0$ biçiminde olduğu, a ile b katsayılarının aynı anda sıfır olamayacağı vurgulanır. [!]İki değişken arasındaki doğrusal ilişki tablo ve grafik kullanılarak incelenir. Bir değişkenin diğerine bağlı olarak nasıl değiştiği açıklanır.
4. ve 5. HAFTA	Koordinat Sistemi	İki boyutlu kartezyen koordinat sistemini açıklar ve kullanır	4 saat	[!]Sıralı ikililer açıklanarak kartezyen koordinat sisteminde her noktaya karşılık gelen bir sıralı ikili olduğu vurgulanır. [!]Yatay eksen “x eksen (apsisler eksen)”, dikey eksen “y eksen (ordinatlar eksen)” olarak isimlendirilir. Koordinat eksenlerinin kesim noktasının “orijin (başlangıç noktası)” olduğu belirtilir. Koordinat düzleminde oluşan bölgeler tanıtılır.
		Doğrusal denklemlerin grafiğini çizer	4 saat	[!]Çizilen grafiklerde sıralı ikililer işaretletilerek bu sıralı ikililerin birer nokta belirttiği ve bu noktaların aynı doğru üzerinde (doğrudaş) oldukları vurgulanır. [!]Doğrusal denklemlerde; • $ax+by+c=0$ • $ax+by=0$ • $ax+c=0$ • $by+c=0$ durumları incelenilerek grafikleri çizdirilir. [!]Grafik veya ikililer verilerek doğrusal denklemler yazdırılmaz.