

**ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL
DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN ÇEŞİTLİ
DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ
(AFYONKARAHİSAR İL ÖRNEKLEMİ)**

İrem PARK
Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Prof. Dr. Murat PEKER
Şubat, 2021
Afyonkarahisar

T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EĞİTİM BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
EĞİTİM PROGRAMLARI VE ÖĞRETİM BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME
DÜZEYLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN
İNCELENMESİ (AFYONKARAHİSAR İL ÖRNEKLEMİ)**

Hazırlayan
İrem PARK

Danışman
Prof. Dr. Murat PEKER

AFYONKARAHİSAR 2021

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “**Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeylerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi (Afyonkarahisar İl Örnekleme)**” isimli çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserin kaynakçada gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

25/02/2021

İmza

İrem PARK

T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ENSTİTÜ ONAYI

Öğrencinin	Adı- Soyadı	İrem PARK
	Numarası	170628121
	Anabilim Dalı	Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı
	Programı	Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalı
	Program Düzeyi	<input checked="" type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Sanatta Yeterlik
Tezin Başlığı	Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeylerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi (Afyonkarahisar İl Örnekleme)	
Tez Savunma Sınav Tarihi	25.02.2021	
Tez Savunma Sınav Saati	10:00	

Yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez, Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek oy birliği – oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Elbeyi PELİT
MÜDÜR

ÖZET

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ (AFYONKARAHİSAR İL ÖRNEKLEMİ)

İrem PARK

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EĞİTİM BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

Şubat, 2021

Danışman: Prof. Dr. Murat PEKER

Bu araştırmanın amacı ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerini ölçen bir ölçek geliştirmek ve öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerini cinsiyet, sınıf düzeyi, anne eğitim durumu, baba eğitim durumu, ailenin gelir düzeyi, bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığı gibi çeşitli değişkenler açısından incelemektir. Araştırmada genel tarama yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın ölçek geliştirme aşamasının örneklemini 2018-2019 eğitim-öğretim yılında, Afyonkarahisar il merkezinde öğrenim gören 290 ortaokul öğrencisi oluşturmuştur. Araştırmanın alan uygulaması ve DFA aşamasının örneklemini ise 2019-2020 eğitim-öğretim yılında, Afyonkarahisar il merkezinde öğrenim gören 472 ortaokul öğrencisi oluşturmuştur. Yapılan açımlayıcı faktör analizi sonucu 26 maddeden oluşan üç faktörlü (Cebirsel Modelleri Anlama, Matematiksel Yapıları Çözümleme ve Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu) nihai ölçek oluşturulmuştur. Geliştirilen ölçek Afyonkarahisar ilinde öğrenim görmekte olan 472 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır. Alan uygulaması verileri ile doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Elde edilen tüm değerler ile beklenen kritik değerler karşılaştırıldığında, mükemmel ve iyi uyum indekslerinin karşılandığı görülmüştür. Kurulan ölçüm modeli ile temel parametre tahminleri modeli verilerle uyum sağlamıştır ve üç faktörlü yapı doğrulanmıştır. Ölçeğin güvenirlik analizi sonucu Cronbach alfa katsayısı 0.934 olarak hesaplanmıştır. Geliştirilen ölçeğin alan uygulamasından elde edilen verilerin analizinde betimsel istatistiklerin yanında bağımsız örneklem için t-testi ve tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgulara göre ölçeğin geneli ve alt faktörlerinde cinsiyete göre ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Sınıf düzeyi, anne eğitim durumu, baba eğitim durumu, ailenin gelir durumu ve bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığı değişkenlerine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Bu farklılıkların sınıf düzeyine göre 6. sınıfta öğrenim görmekte olan öğrenciler lehine, anne ve baba eğitim durumuna göre anne ve babasının eğitim düzeyi üniversite olan öğrenciler lehine, ailenin gelir durumuna göre aylık gelir düzeyi 4000 TL ve üzerinde olan öğrenciler lehine, bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığına göre ise sık sık bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrenciler lehine olduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Ortaokul öğrencileri, cebirsel düşünme, cebir, matematik.

ABSTRACT

AN EXAMINATION OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS' ALGEBRAIC THINKING LEVELS IN TERMS OF DIFFERENT VARIABLES (AFYONKARAHISAR SAMPLE)

Irem PARK

**AFYON KOCATEPE UNIVERSITY
INSTITUTE OF SOCIAL SCIENCES
DEPARTMENT OF EDUCATIONAL SCIENCES**

February, 2021

Advisor: Prof. Dr. Murat PEKER

This study aims to develop a scale secondary school students' algebraic thinking levels and to examine the students' algebraic thinking levels in terms of gender, class level, parents' education levels, socioeconomic status, and the frequency of solving puzzles/playing mind games. The survey method was used in this research. The scale development study was carried out on 290 students studying at secondary schools in Afyonkarahisar in the 2018-2019 academic year. The study carried out 472 secondary schools students in Afyonkarahisar. After exploratory factor analysis, the results indicated that the scale had three factors and 26 items. When all the values and expected critical values were compared, it was found that the scale corresponded to perfect and best fit. The scale had a Cronbach's alpha coefficient of 0.934. Besides descriptive, t test and one-way ANOVA were used for data analyses. It was found out that there was no significant difference between gender and secondary school students' algebraic thinking levels. It was found out that there were significant differences between algebraic thinking levels of the secondary school students and grade levels, parents' education levels, socioeconomic status. These differences 6th grade students' whose parents graduated from university, students' whose family had a monthly income of at least 4000TL, and a monthly income of at least 4000TL.

Keywords: Secondary school students, algebraic thinking, algebra, mathematics.

ÖNSÖZ

Değişen ve gelişen dünyanın etkisiyle eğitim ve öğretimde alanı da kendini güncelleyip yenileme mecburiyetinde kalmıştır. 21. Yüzyıl becerileri göz önüne alındığında öğretim programlarıyla birlikte öğrencilerin kazanması planlanan kazanımlarda güncellemeler olmuş ve ezberci bir öğretim programından ziyade düşünen ve akıl yürüten bireyler yetiştirilmesi hedeflenmiştir. Eskiden öğrencilerin salt bilgiyi uygulaması yeterliyken artık öğrencilerin bilgiyi farklı durumlara entegre etmeleri ve uyarlamalarıyla birlikte düşünme becerilerinin gelişmesi hedeflenmektedir. Günümüz öğretim programları, PISA ve TIMSS gibi çeşitli uluslararası sınavlar bu durumu ölçmeyi ve geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda öğrencilerin akıl yürütme ve problem çözme statejileri önem kazanmaktadır.

En çok matematik alanında ön plana çıkan problem çözme ve akıl yürütme becerileri ise cebir alanıyla birlikte soyut bir kavrama dönüşmektedir. Öğrencilerin anlamakta zorlandığı cebir kavramının terimsel ifadelerden ziyade veriler arasında ilişki kurma anlaşılması beklenmektedir.

Bu tez çalışmasında ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin belirlenmesi ve çeşitli değişkenler açısından incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmanın planlama, uygulama ve değerlendirme aşamalarında daima destek olan, sabır ve hoşgörüsü ile destek olan danışmanım Prof. Dr. Murat PEKER' e teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve öngörüleleriyle derslerde desteğini gördüğüm Prof. Dr. Gürbüz OCAK'a, Dr. Öğr. Üyesi Eray EĞMİR'e ve Doç. Dr. Koray KASAPOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın yürütülmesi için gereken izinlerin verilmesini sağlayan Afyonkarahisar İl Milli Eğitim Müdürlüğü personellerine, ölçeklerin uygulanması için zaman ayıran okul idarecilerine, değerli ve samimi görüşlerini ölçekte ifade eden öğrencilerimize teşekkür ederim.

Tez yazma sürecinde yardım ve dualarıyla hep yanımda hissettiğim başta eşim Ferat PARK olmak üzere tüm arkadaşlarıma, aile bireylerime ve aile büyüklerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İrem PARK
2021, Afyonkarahisar

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
YEMİN METNİ.....	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLOLAR LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVE

1. CEBİRİN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	3
2. CEBİR ÖĞRENME ALANI.....	5
3. MATEMATİK VE CEBİR	8
3.1. MATEMATİK ÖĞRETİMİNİN İÇİNDE CEBİRİN ÖNEMİ	10
4. DÜŞÜNME BECERİLERİ	12
5. MATEMATİKSEL DÜŞÜNME.....	13
6. CEBİRSEL DÜŞÜNME	14
6.1. CEBİRSEL DÜŞÜNME BECERİSİNİN GELİŞİMİNDEKİ YAKLAŞIMLAR ..	16
6.1.1. Genelleştirilmiş Aritmetik	17
6.1.2. Fonksiyonel Düşünme	17
7. CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN ÖLÇÜLMESİ	18
8. CEBİRSEL DÜŞÜNMEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER	20
9. İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....	21
10. TANIMLAR.....	33

İKİNCİ BÖLÜM

YÖNTEM

1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ.....	34
2. ARAŞTIRMANIN PROBLEM DURUMU	35
3. ARAŞTIRMANIN SAYILTILARI.....	37
4. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI.....	37
5. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ.....	38
5.1. ARAŞTIRMA MODELİ	38
5.2. ARAŞTIRMA VERİLERİNİN TOPLANMASINDA EVREN VE ÖRNEKLEM	38
6. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI	40
6.1. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİ İÇİN CEBİRSEL DÜŞÜNME ÖLÇEĞİNİN GELİŞTİRİLME SÜRECİ	40
6.1.1. Madde Havuzunun Oluşturulması	41
6.1.2. Uzman Görüşünün Alınması	46
6.1.3. Uygulama Aşaması	46
6.1.4. Açıklayıcı Faktör Analizi	47
6.1.5. Ölçeğe Ait Güvenirliliğe İlişkin Bulgular	52

6.1.6. Doğrulayıcı Faktör Analizi	54
7. VERİ ANALİZİ	62

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE YORUMLAR

1. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ.....	65
1.1. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİ İÇİN CEBİRSEL DÜŞÜNME ÖLÇEĞİNİN MADDELERİNE İLİŞKİN BETİMSSEL ANALİZ SONUÇLARI	65
1.2. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN CİNSİYETE GÖRE FARKLILIĞI	67
1.3. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN SINIF DÜZEYİNE GÖRE FARKLILIĞI	67
1.4. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN ANNE EĞİTİM DURUMUNA GÖRE FARKLILIĞI	70
1.5. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN BABA EĞİTİM DURUMUNA GÖRE FARKLILIĞI	74
1.6. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN AİLENİN SOSYO EKONOMİK DURUMUNA GÖRE FARKLILIĞI	77
1.7. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN BULMACA ÇÖZME/AKIL OYUNLARI OYNAMAYA SIKLIĞINA GÖRE FARKLILIĞI.....	80
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	85
KAYNAKÇA.....	92
EKLER	101
ÖZGEÇMİŞ	105

TABLolar LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1. Modern Gösterimlerin Eski Yunan ve Diophantus Kısaltmaları.....	4
Tablo 2. Aritmetik ve Cebir Arasındaki Farklar.....	11
Tablo 3. 5-8. Sınıflar Cebir Öğrenme Alanının Sınıflara Göre Dağılımı.....	12
Tablo 4. Cebirsel Düşünmenin Bileşenleri.....	15
Tablo 5. Ölçek Geliştirme Aşamasında Örneklemeye Alınan Öğrencilerin Demografik Bilgilerinin Dağılımı.....	39
Tablo 6. Alan Uygulaması Aşamasında Örneklemeye Alınan Öğrencilerin Demografik Bilgilerinin Dağılımı.....	40
Tablo 7. Literatür Taraması Sonucu Belirlenen Anahtar Kavramlar Kapsamında Sorulan Açık Uçlu Sorular (Cebirsel Düşünme Görüş Formu).....	41
Tablo 8. Ortaokul Öğrencileri İçin Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Geliştirilmesinde Kullanılan Süreç ve Ürünler.....	42
Tablo 9. Cebirsel Düşünme İle İlgili Olarak Elde Edilen Kodlar ve Frekans Değerleri.....	42
Tablo 10. Cebirsel Düşünmenin Günlük Yaşamdaki Yeri İle İlgili Olarak Elde Edilen Kodlar ve Frekans Değerleri.....	43
Tablo 11. Cebirsel İfadelerin Kullanım Şekilleri İle İlgili Olarak Elde Edilen Kodlar ve Frekans Değerleri.....	44
Tablo 12. Cebirsel İfadelerin Kullanılmasına Yönelik Öğrenci Tutumları İle İlgili Olarak Elde Edilen Kodlar ve Frekans Değerleri.....	45
Tablo 13. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Geliştirilmesinde Kullanılan Nicel Süreç ve Ürünler.....	47
Tablo 14. İlk Analiz ve Son Analiz KMO ve Barlett Testi Sonuçları.....	48
Tablo 15. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Açıkladığı Toplam Varyans (Total Variance Explained) Tablosu.....	49
Tablo 16. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Döndürülmüş Bileşenler Matrisi (Rotated Component Matrix) Tablosu.....	50
Tablo 17. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Madde Sayıları ve Cronbach's Alpha Güvenirlik Katsayıları.....	52
Tablo 18. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin İç Tutarlılık Katsayıları (Split-half).....	52
Tablo 19. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Alt Faktörlerine İlişkin Korelasyon Matrisi, Ortalama ve Standart Sapma Değerleri.....	53
Tablo 20. Ölçek Maddelerinin Alt-Üst Grupların Madde Ortalamaları İçin t - Testi Sonuçları.....	53
Tablo 21. CDAÖ Ölçüm Modeline Ait Hesaplanan Uyum İndeksleri.....	57
Tablo 22. Modifikasyon Yapıldıktan Sonra Oluşan CDAÖ Ölçüm Modeline Ait Hesaplanan Uyum İndeksleri.....	60
Tablo 23. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Geneline ve Alt Faktörlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler.....	63
Tablo 24. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	64
Tablo 25. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeği Maddelerine Verilen Cevapların Betimsel Analizi.....	65
Tablo 26. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Cinsiyete Göre Farklılığına İlişkin t-Testi Sonuçları.....	67
Tablo 27. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Sınıf Seviyesine Göre Farklılığına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları.....	67

Tablo 28. Ortaokul Öğrencilerinin, Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Sınıf Seviyesine Göre Farklılığına İlişkin Betimsel Analiz ve Farkın Kaynağı Sonuçları	68
Tablo 29. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Anne Eğitim Durumuna Göre Farklılığına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları .	70
Tablo 30. Ortaokul Öğrencilerinin, Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Anne Eğitim Durumuna Göre Farklılığına İlişkin Betimsel Analiz ve Farkın Kaynağı Sonuçları	71
Tablo 31. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Baba Eğitim Durumuna Göre Farklılığına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları .	74
Tablo 32. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Baba Eğitim Durumuna Göre Farklılığına İlişkin Betimsel Analiz ve Farkın Kaynağı Sonuçları	75
Tablo 33. Ortaokul Öğrencilerinin, Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Ailenin Gelir Durumlarına Göre Farklılığına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları.....	77
Tablo 34. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Ailenin Gelir Durumlarına Göre Farklılığına İlişkin Betimsel Analiz ve Farkın Kaynağı Sonuçları	78
Tablo 35. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Bulmaca çözme/Akıl Oyunları Oynama Sıklığına Göre Farklılığına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	80
Tablo 36. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Bulmaca Çözme/Akıl Oyunları Oynama Sıklığına Göre Farklılığına İlişkin Betimsel Analiz ve Farkın Kaynağı Sonuçları.....	81

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Düşünme ve Düşünme Biçimleri İçin Bir Model	13
Şekil 2. İngiltere Yeni Öğretim Programındaki Anahtar Kavram ve Süreçler	28
Şekil 3. Ölçme Aracının Geliştirilme Aşamaları	41
Şekil 4. Ortaokul Öğrencileri İçin Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Çizgi Grafiği	48
Şekil 5. CDAÖ'nün Faktör Yapısının Anlamlılığı	55
Şekil 6. CDAÖ'nün Üç Faktörlü Yapısına İlişkin Faktör Yapısı ve Hata Varyansları .	56
Şekil 7. Modifikasyon Sonucunda Oluşan CDAÖ'nün Faktör Yapısının Anlamlılığı..	58
Şekil 8. Modifikasyon Yapılmasının Ardından Oluşan CDAÖ'nün Üç Faktörlü Yapısı İçin Örtük ve Gözlenen Değişkenler Arasındaki İlişkiler ve Hata Varyansları .	59

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%: Yüzde

&: ve

\bar{X} : Ortalama

AGFI: Adjusted Goodness of Fit (Düzeltilmiş İyiilik Uyum İndeksi)

ANOVA: Analysis of Variance (ANOVA)

CFI: Comparative Fit Index (Karşılaştırmalı Uyum İndeksi)

f: Frekans

F: Varyans analizine (ANOVA) ilişkin parametre

GFI: Goodness of Fit (Uyum İyiiliği İndeksi)

K.D.: Katılım Düzeyi

n: Örneklem büyüklüğü

NFI: Normed Fit Index (Normlaştırılmış Uyum İndeksi)

NNFI: Non-normed Fit Index (Normlaştırılmış Uyum İndeksi)

O.D.: Ortanca Değer

p: Anlamlılık (önemlilik) testine ilişkin olasılık değeri

PGFI: Parsimony Goodness of Fit Index (Basitlik Uyum İndeksi)

PNFI: Parsimony Normed of Fit Index (Normlaştırılmış Basitlik Uyum İndeksi)

RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation (Yaklaşık Hataların Karekökü)

S.D.: Serbestlik Derecesi

S.S.: Standart Sapma

SRMR: Standardized Root Mean Square Residuals (Standardize Edilmiş Artık Ortalamaların Karekökü)

t: t değeri

GİRİŞ

Matematik küçük yaşlardan itibaren hayatımıza giren ve uzun yıllar ders olarak bireylere sunulan bir daldır. Jacobs, Franke, Carpenter, Levi ve Battley (2007) matematik bilmeyen insanları endüstri çağında okuma yazma bilmeyen insanlar olarak betimlemişlerdir. Matematiğin ders olarak öğrencilere aktarılmasıyla öğrenciler teori ve pratik arasındaki bağı kurmakta sorunlar yaşamakta ve bu doğrultuda dersi soyut ve sıkıcı bulmaktadırlar (Aksu, 1985). Aydın Yenihayat (2007)'e göre matematik öğretiminin amacı bireye kullanabileceği pratik bilgiler kazandırmak, ona problem çözme atmosferinde düşünme biçimi kazandırmaktır. Bu bağlamda matematiksel düşünmenin sadece niceliksel kavramların bulunduğu soyut bir alan olarak değil, günlük yaşamda karşılaşılan problem durumlarının çözüm sürecini kapsayan düşünme biçimi olarak ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Yeşildere, 2006).

Cebirsel düşünme, matematik dersinde yer alan düşünme becerileri arasında yer almaktadır (Yenilmez ve Teke, 2008). Lacampagne (1995) matematiğin dilini cebir olarak tanımlamakta ve cebirin öğrenilmesinin ileri matematik öğrenimi için temel oluşturacağını belirtirken öğrenilmemesinin üniversite, teknoloji temelli bir kariyere yönelik yolları kapatacağını ifade etmektedir (Lacampagne, 1995'den akt. Dede ve Argün, 2003: 180). Bireylerin soyut düşünmeye başladığı 13-14 yaşlarında cebir öğretime başlanır (Altun, 2005). Cebirsel kavram ve düşünceler okuldan ziyade matematiksel okuryazarlığın ayrılmaz parçası haline almıştır (Erbaş ve Ersoy, 2002).

Cebirin günlük hayatta karşımıza çıkan kavramları ilişkilendirmede ve problem durumlarını belirleyip, ilgili kavramlar arasındaki bağlantıyı ortaya koymada önemli bir unsur olduğu düşünüldüğünde öğrencilerin kazanması gereken bir beceri olarak öğretim programlarında yer alması hedeflenen bir olgudur. Öğrencilerin cebiri kavrama ve anlamlı bir şema oluşturma aşamasında çoğunlukla başarısız olduğu ifade edilmektedir. Bunun sebebinin ise genellikle katı ve sert bir tutumla gerçekleştirilen öğretim yöntemi olduğu düşünülmektedir (Gülpek, 2006). Cebir öğretimi gerçekleştirilirken genellikle bazı kurallar ile başlayıp öğrencilerin verilen ilişkileri sembolik olarak tanımlamalarıyla devam etmektedir. Bu doğrultuda öğrencilerin sembolik işlem yeteneklerinin gelişmesi beklenmektedir fakat cebirin uygulaması (problem çözme yada ilişkileri genelleştirme) arka plana atılmaktadır (Kaput & Blanton, 2000; NCTM, 2000).

Yapılan bu araştırma, ortaokulda öğrenim görmekte olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen ölçeğin literatürdeki

boşluğu doldurması ve ortaokulda öğrenim görmekte olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin cinsiyet, sınıf düzeyi, anne eğitim durumu, baba eğitim durumu, ailenin gelir durumu ve bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığı değişkenleri açısından incelenmesi hakkında nicel bir araştırma yapılması yönünden önem arz etmektedir. Bu bağlamda ortaokul öğrencilerinin, cebirsel düşünme algı düzeylerinin belirlenip hangi değişkenler açısından anlamlı fark olup olmadığı yönünde rehber niteliği taşıması beklenmektedir.

Bu araştırmadan elde edilecek bulguların;

1. Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin belirlenmesi için uygun bir ölçme aracı geliştirilmesi ve bu alandaki ölçme sorununa katkı sağlaması,
2. Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeyleri ile ilgili yapılacak olan sonraki araştırmalara rehber niteliğinde olması beklenilmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

CEBİRSEL DÜŞÜNMENİN KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVESİ

1. CEBİRİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Özbayar (2017)'ye göre cebir, sayı, sembol, bilinmeyen, değişken ve parametreleri anlamlandıran; somuttan soyuta geçişte araç olarak görev yapan ve matematiksel dilin oluşmasını sağlayan önemli öğrenme alanlarından biridir. Dede ve Argün (2003), cebirin işlevlerinden bazılarını “cebir bir dildir; düşünme aracıdır, problem çözme aracıdır” şeklinde ifade etmişlerdir.

Harezmi, denklemleri tamamlama anlamında “al-jabr” ve dengeleme anlamında ise “al- muqabala” denilen iki yöntemle çözmüştür (Baki ve Bütüner, 2011). Harezmi'nin yazmış olduğu kitabında yer verdiği çözüm yöntemlerinin Arapçada isminin Al Khwarizm olması nedeniyle Avrupada bulunan matematikçiler bu yöntemler için algorithm deyimini kullanmışlardır (Arndt, 1983; Baki, 1992). Harezmi'nin en büyük başarılarından birisi ise cebir alanını geometriden ayırması ve matematik dalının bağımsız bir alanı olarak ortaya koymasıydı (Brezina, 2006).

Babilliler; Eski Mısırlılardan öğrendikleri cebir alanındaki gelişmeleri daha ileriye götürerek, ikinci dereceden ve doğrusal denklem sistemleriyle uğraşmışlardır. Eski Mısır'da olduğu gibi Babilliler de denklem sistemlerinin çözümünü düz yazı biçiminde ifade etmişlerdir. Hem oranlama hem de geometrik düşünmeden yararlanarak çözüm yapmışlardır. Özetle Babilliler geometrik düşünerek çözdükleri denklem sistemlerini yazı ile ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra Babillilerin en, boy, alan gibi kavramları içeren cebirsel problemlerle de uğraştıkları görülmektedir (Baki ve Bütüner, 2012).

Eski Yunanlılarda matematik alanının özellikle de cebir alanının gelişmesi incelendiğinde ilk olarak öne çıkan isim Euclid'dir. Babillilerin düşünce biçimi ile benzer bir düşünme biçimini Euclid de kullanmıştır. Bu ise Eski Yunan'daki matematikçilerin Babilli matematikçilerden esinlenmiş oldukları ihtimalini artırmaktadır (Katz, 2007; NCTM, 2006). Babilli matematikçilerin sahip oldukları geometrik düşünme yapısı ile Euclid'in Elementler isimli kitabındaki önermeler benzerlik göstermektedir. Babillilerde ve Euclid'in döneminde cebir kavramının henüz ortaya konulmadığı ve cebirin geometrik yönünün ön planda olduğu söylenebilir (Türkoğlu, 2017). Cebir alanına yapılan en önemli katkılardan birisi ise Diophantus

tarafından ortaya konulan cebirsel gösterimlerin kısaltmalarının kullanmasıdır. Diophantus tarafından kullanılan kısaltmalar ile bu kısaltmaların modern gösterim örnekleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Stalling, 2000; Oliver, 2007).

Tablo 1. Modern Gösterimlerin Eski Yunan ve Diophantus Kısaltmaları

Modern Gösterimi	Eski Yunan Kısaltmaları	Modern Gösterimi	Diophantus Kısaltmaları
Bilinmeyen (x)	Σ	-x	ζ^{\wedge}
Bilinmeyen karesi (x^2)	Δ^{\vee}	4x	$\Sigma\delta$
Bilinmeyen küpü (x^3)	K^{\vee}	$(3x^2)$	$\Delta^{\vee}\gamma$

Kaynak: Stalling, 2000; Oliver, 2007

Hint cebiri incelendiğinde ise negatif sayıların bugünkü anlamıyla ve doğru şekilde kullanılması dikkat çekerken, tek farkın negatif sayıyı gösterirken o sayının önüne eksi koymak yerine üstüne nokta konulması olmuştur (NCTM, 2006). İslam dünyasındaki cebir ile ilgili yapılan çalışmaların ışığında ve belirli bir süreç içerisinde Avrupa da cebirsel gösterimlerde sembolik döneme geçmiştir (Kvasz, 2006). Descartes'in kendi kitabında yer verdiği 3. ve 4. dereceden denklemleri çözme yöntemi ile Ömer Hayyam'ın yöntemleri arasında benzerlik görülmektedir. Tek farkın Descartes'in daha kapsamlı olacak şekilde negatif köklerinin de olabileceğini belirterek yapmış olmasıdır (Heffer, 2008). Böylece gelişmeye başlayan cebir alanı Gabriel Cramer (1704 – 1752) ile Langrange (1736 – 1813)' nin denklemler teorisi; Galois (1811 – 1832)'in cebirsel denklemler teorisi; Euler (1707-1783)'in ve Gauss (1777 – 1855)'un karmaşık sayıları düzlemde noktalar ile göstermesi ve analiz üzerine yaptıkları çalışmalar ile daha ileriye doğru gitmiştir (Baki ve Bütüner, 2012).

Her geçen gün daha da gelişmekte olan matematik dünyasında cebir konularının öğreniminde ve öğretiminde yaşanan çeşitli zorluklar olduğu bilinmektedir. Bireylerin cebirsel ifadeleri anlamlandırmakta ve kavramlar arasındaki ilişkileri görmekte yaşadıkların sorunlar günümüzde hâlâ devam etmektedir (Ersoy ve Erbaş, 1998; Dede, vd., 2002). Çağdaş eğitim programları ele alındığında amaç, içerik ve beklentiler kapsamında cebirle ilgili belirlenen hedefler artmakta ve bireylerin bu konuda daha kapsamlı yeterliliğe sahip olması gerekmektedir (Ersoy ve Erbaş, 2005). Bu bağlamda cebirin matematik öğretimi içerisinde en kapsamlı ve en önemli konular arasında olduğu söylenebilir.

2. CEBİR ÖĞRENME ALANI

Yenilmez ve Avcu (2009)'ya göre cebir; yapı, bağıntı ve nicelik kavramlarının bileşiminden meydana gelen bir matematik dalıdır. Cebir ifadesinin bazı özelliklerine aşağıda yer verilmiştir.

- Sayı, bilinmeyen, değişken ve sembol kavramlarına anlam yükler.
- Sonsuzluk kavramının içinde matematiksel ilişkileri düzenler.
- Aritmetikten soyut kavramlara geçişte düşünce aracı olarak görev yapar.
- Dil olarak kullanılabilen matematiğin denklemlere dönüşmesine altyapı oluşturur (Kaya, 2015).

Daha genel bir ifade ile cebir; sayı ve semboller kullanarak, incelenen ilişki veya ilişkileri, genelleştirilmiş denklemlere dönüştüren bir matematik dalıdır (Akkaya ve Durmuş, 2006). Cebirin işlevlerinden bazıları şu şekilde sıralanmıştır (Dede ve Argün, 2003).

- Matematiksel bir dildir.
- Bir problem çözme aracıdır.
- Düşünce aracıdır.
- Okulda yer alan bir derstir.

Literatüre bakıldığında cebire farklı yaklaşımların olduğu görülmektedir. Genel olarak incelendiğinde cebir ve cebir öğretimine yönelik genelleştirilmiş aritmetik, cebir ve somutlaştırma, problem çözme aracı olarak cebir, dil olarak cebir olmak üzere dört farklı yaklaşım olarak ele alınmıştır (Akkaya ve Durmuş, 2006). Aşağıda bu yaklaşımlar hakkında bilgiler verilmiştir:

1. Genelleştirilmiş Aritmetik Olarak Cebir: Cebirin ve gerçekte tüm matematiğin ilişkilerin genellenmesinden ibaret olduğunu savunmaktadır. Bu açıdan aritmetik, cebirin bir parçasıdır (Lee, 1996).
2. Cebir ve Somutlaştırma: Derslerde kullanılabilen ve duyu organlarına hitap edecek özellikte gerçek hayattan nesnelere barındıran somut materyaller konu alanını somutlaştırmak için kullanılır (Van de Walle, 2007). Ortaokul öğrencileri soyut işlemler (+11) döneminde oldukları için öncelikle soyut olan kavramların somutlaştırılması ön plana çıkmaktadır (Koparan ve Özbey,

2018). Driscoll (1999)'a göre öğrenci sembolleri öğrendiğinde cebirsel yapıları açığa çıkartma, cebirsel ilişkileri oluşturma, ifadeleri genelleme, matematiksel ifadeleri formüle etme açısından önemli bir adım atmış olacaktır.

3. Problem Çözme Aracı Olarak Cebir: Cebir problem çözme açısından ele alındığında genel sayı ilişkilerini temsil eden, denklemleri sembolize eden ve sistematik olarak harf ve sembollerle işlemler yapılarak problem çözmeyi amaçlayan bir araçtır (Kieran, 1992). Bell (1996)'e göre cebir, problemleri daha iyi anlama ve problemleri çözmek için farklı yollar bulma da bir araçtır. Bu yaklaşımda değişkenler bilinmeyen değerler olarak kullanılmaktadır (Bell, 1996'dan akt. Akkaya, 2006: 21).
4. Dil Olarak Cebir: Bu yaklaşıma göre cebir matematiksel düşünceleri sembollerle ifade eden bir dildir. Öğrencinin cebir alanında zorlanmasının nedeni, kullanılan sembollerin manâsını anlayamamak, yani anlamsal yönünün zayıflığı olabilir (Philipp, 1992).

Sayılar aracılığıyla aritmetiği, şekiller aracılığıyla geometriyi öğrenen öğrenciler; cebire, sembolleri ve harfleri kullanarak ilk adımı atarlar. Aritmetiktekinin aksine cebirde sadece sınırlı birkaç sayıyı değil bütün sayı kümelerini düşünmek gerektiği için cebir aritmetiğe göre daha soyut olarak algılanır (İspir ve Palabıyık, 2011). Bireylere soyut düşünce yapısı sağlayan cebir; birçok açıdan matematiğin alt alanları ve diğer bilim dallarının unsurları arasında kavramsal ve teorik açılardan bir köprü ve dil görevi üstlendiğinden, eğitim ve iş yaşamında fertlerin edinecekleri temel bilgi ve beceriler arasında önemli bir yapıtaş, bağlayıcı harç ve yapılandırıcı unsur olarak görülmelidir (Erbaş vd., 2009). İlköğretim matematik dersi öğretim programının öncelikli amacı da problem çözme becerisini kazanmış bireyler yetiştirmek ve problemi çözerken uygun stratejileri kullanmak sureti ile eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini bireylere kazandırmaktır (Özarslan, 2010). Cebirin öğrenciler tarafından anlaşılmasının nedenleri üç maddede toplanabilir (Reconceptualising School Algebra, 1997). Bunlar:

- Cebir alanının yapısı
- Öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri

- Cebir öğretimindeki eksiklikler (Reconceptualising School Algebra, 1997'den akt. Dede ve Argün, 2003: 182).

Kitt ve Leitze (1992) cebirin, öğretmenler tarafından öğrencilerin anlama ve kalıcılık düzeylerini ulaşılabilecekleri en üst seviyeye çıkaracak şekilde öğretilmesi gerektiğini vurgulamışlardır (Kitt ve Leitze, 1992'den akt. Yenilmez ve Teke, 2008: 232). Değişkenin formüllerde, cebirsel ifadelerde, denklemlerde, özdeşliklerde ve benzeri durumlarda ifade ettiği anlamın, öğrenciler tarafından anlaşılması çok önemlidir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2009). Öğrencilerin cebirsel kavramları ve yapıları anlayabilmeleri için eşitlik ve değişken kavramını bilmeleri ve aritmetik işlem bilgisine sahip olmaları gerekmektedir (Dede ve Argün, 2003). Öğrencilerin eşitlik kavramını anlaması öğrencilerde cebirsel düşünmenin oluşmasında kritik bir öneme sahiptir (Asquith vd., 2007). Nicelik ve nicelikler arası ilişki bilgisinin öğretimi, erken öğrenme basamaklarında kelimeleri temsil ederek başlar, ilerleyen basamaklarda değişken kavramının kazanımının ardından cebirsel düşünme sürecinin her aşamasında yer alır (Kabael ve Tanışlı, 2010). Yenilmez ve Teke (2008)'ye göre de cebirsel düşünmenin gelişimi direk olarak bireylerin cebir alt öğrenme alanında aldıkları eğitimle ilişkilidir.

MEB (2018) matematik dersi öğretim programı incelendiğinde cebir öğrenme alanına dair kazanımların 6. Sınıftan itibaren öğrencilere kazandırılması hedeflenmektedir. 6. Sınıf düzeyinde öğrencilerin sayı örüntüleri üzerinde çalışarak istenen terimi bulmaları ve bu sayede cebirsel ifadeleri kavramaları beklenmektedir. Benzer şekilde MEB (2018) programında; daha öncesinde anlamlandırılan cebirsel ifadeler ile öğrencilerin 7. Sınıf düzeyinde toplama ve çıkarma işlemlerini yapmaları, eşitlik yapısını anlamaları ve birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemler ve ilgili problemleri çözmeleri beklenmektedir. MEB (2018) matematik dersi öğretim programında cebire en geniş yer verildiği düzey 8. Sınıf düzeyidir. 8. Sınıf seviyesinde cebirsel ifadeler ve özdeşlikler, doğrusal denklemler, eşitsizlikler konuları yer almaktadır. Öğrencilerin cebirsel ifadeleri ve özdeşlikleri anlamaları, cebirsel ifadeleri çarpanlara ayırmaları, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi incelemeleri ve denklem çözmeleri, bir bilinmeyenli eşitsizlikleri incelemeleri beklenmektedir.

3. MATEMATİK VE CEBİR

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterlilikleri raporunda öğretmen yeterliliklerine ait beceriler 3 ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar;

- Özel alan bilgi ve becerileri
- Eğitme ve öğretme yeterlilikleri
- Genel kültür bilgi ve becerileri

şeklinde sıralanmaktadır (MEB, 2017). Bu sınıflandırmaların hepsinde öğretmenin konu bilgisi, yani daha özel olarak matematik bilgisinin öncelikli olarak yer aldığı görülmektedir. Van Dooren, Verschaffel ve Onghena (2002) ortaöğretim matematik öğretmeni adayları üzerinde yaptıkları çalışmada, öğretmen adaylarının kendi matematiksel bilgi, anlama ve tercihleri doğrultusunda öğrencilerinin çalışmalarını değerlendirdiklerini ortaya koymuştur. Stein, Baxter ve Leinhardt (1990) öğretmenin sahip olduğu bilgi zenginliğinin, matematiksel anlamalar için alt yapı oluşturma yeteneğini oldukça etkilediğini ifade etmektedir. Lloyd ve Wilson (1998) öğretmenin sahip olduğu kavram ve oluşturduğu kavram ağlarının karmaşıklık seviyesinin çoklu temsillerden yararlanma, kavramsal ilişkilendirmeler ve anlamlı tartışmalar ile karakterize edilmiş öğretim etkinlikleri planlamasına yardım ettiğini ve öğretmenin sahip olduğu güçlü anlamalar oluşturulacak öğrenme ortamları için en önemli temel taşlarından birisi olduğunu ifade etmektedirler. Böylelikle öğretmenler için matematik alan bilgisinin önemi vurgulanmıştır.

Sembol olarak ifade edilen kavramlar matematikte hesaplama ve problem çözmeye niceliklerle ilgilenme açısından oldukça kolay bir yöntem sunmakla birlikte matematik problemleri üzerinde düşünme fırsatı vermektedir (Tall vd., 2001). Matematik disiplininin özel bir alanı olan cebir ise; sayı ve semboller kullanarak incelenen ilişki veya bu ilişkileri genelleştirilmiş denklemlere dönüştüren matematiğin bir dalıdır (Akkaya, 2006). Taylor Cox (2003) cebiri, problemi çözmek için değişken ve bilinmeyen barındıran, aritmetiğin daha genelleştirilmiş hali olarak tanımlamıştır. Bunun yanı sıra, bu sembolleri kullanarak hesaplama yapmayı sağladığını belirtmiştir. Dede ve Argün (2003) cebirin bir dil, bir problem çözmeye aracı, düşünce aracı, okul dersi gibi birçok farklı işlev üstlendiğini belirtmişlerdir. Bu yönüyle cebirin hayatın her alanında olduğunu ve insanlar tarafından öğrenilmesinin bir gereklilik olduğunu

belirtmişlerdir. Benzer şekilde National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), okul öncesi öğreniminden lise öğreniminin sonuna kadar olan süreçte her öğrencinin cebiri öğrenmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu süreçte öğrenciler tarafından ulaşılmaması beklenen standartları belirlemiştir (NCTM, 2000). Bu standartlar;

- Örüntü, bağıntı ve fonksiyonları anlama
- Matematiksel yapıları cebirsel simgeleri kullanarak çözümleyip analiz edebilme
- Matematiksel modeller kullanarak sayısal ilişkileri anlama
- Değişimleri çeşitli yönlerden analiz edebilme şeklindedir.

Aritmetiği sayılarla, geometriyi şekillerle öğrenen öğrenciler cebiri semboller ve harfler kullanarak öğrenirler. Aynı zamanda cebirde bütün sayı ve sayı kümelerini düşünmek gerektiğinden aritmetiğe göre cebir daha soyut düşünülür (İspir ve Palabıyık, 2011). Bu yüzden cebir öğrencilerin anlamakta zorlandıkları bir ders olarak görülmektedir (Dede ve Argün, 2003). Gürbüz ve Akkan (2010) ise öğrencilerin aritmetikten cebire geçişte zorlandıklarını belirtmişlerdir. Bu zorlanmanın sebebinin öğrencilerin aritmetik işlem bilgilerindeki yetersizlikler, problemlerin sembolleştirilmesi ve modellenmesindeki yetersizlik, değişken kavramını farklı durumlarda kullanamama gibi sebeplerden olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca öğrenme ortamında tek tip problem türü ve tek tip çözüm stratejilerinin kullanılmasının öğrencileri ezberle yönettini ve aritmetikten cebire geçiş süreçlerini zorlaştırdığını belirtmişlerdir. Akkaya (2006) ise çalışmasında öğrencilerin cebir konusunda sahip oldukları kavram yanılgılarını belirlemiştir. Bunlar:

- Matematikte harflerin bir anlamı yoktur. Öğrenciler için harfler bilinmeyenine yerine kullanılır ve bir işlevi yoktur.
- Harfler sayılar gibi değildir. Öğrenciler için her harf bir sayıyı gösterdiği için asla $b=d$ olamaz.
- Öğrenciler için harflerin basamak değeri vardır ve sadece rakam olarak görülmektedir.
- Harfler nesnelere kısaltması için kullanılmaktadır. Örneğin $2e$ ifadesinin 2 elmayı belirttiği düşünülmektedir.

- Harfler alfabedeki konumlarına göre değer alırlar. Örneğin, d harfi alfabede beşinci sırada olduğundan değerinin 5 olacağı düşünülmektedir.
- Harfler alfabedeki sıralamaya göre sıralanırlar. Örneğin, a=3, c=5 ise öğrenciler b'nin 4 olacağını düşünmektedirler.
- “=” işareti her daim bir sonuç verir.
- “+” ve “-” işareti her daim bir sonuç verir.

şeklindedir. Cebir alanındaki bilgi ve beceri düzeyinin artması cebirsel düşünme beceri düzeyinin de artmasını sağlamaktadır (Kaya ve Keşan, 2014). Bu bağlamda matematik öğretimi içinde matematik öğretimi, matematiksel düşünme bağlamında cebirsel düşünme önemli bir yer tutmaktadır.

3.1. MATEMATİK ÖĞRETİMİNİN İÇİNDE CEBİRİN ÖNEMİ

Her ne kadar cebir matematik öğretim programında ayrı bir öğrenme alanı ise de cebirsel düşünme matematiğin tüm alanları ile ilgilidir (Akkan, 2016). Matematik öğretim programı incelendiğinde cebir öğrenme alanı ilk kez 6. sınıf düzeyinde karşımıza çıkmaktadır. 6. Sınıf öğrencilerinden aritmetik dizilerde istenilen terimi bulabilmeleri, cebirsel ifadeleri anlamlandırabilmeleri ve cebirsel ifadeleri kullanarak toplama ve çıkarma işlemlerini yapabilme becerileri, 7. Sınıf düzeyinde eşitlik - denklem ve ikincisi doğrusal denklemler konu alanı altında eşitlik durumunu kavramaları ve birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri ve bunlarla alakalı problemleri çözebilmeleri ile birlikte koordinat düzlemi ve doğrusal ilişki bulunan değişkenleri inceleyebilmeleri hedeflenmektedir. Cebir öğrenme alanının en kapsamlı olduğu sınıf seviyesinin 8. sınıf programı olduğu görülürken, 8. sınıf düzeyinde cebirsel ifadeler ve özdeşlikler, doğrusal denklemler, denklem sistemleri ve eşitsizlikler konularına yer verilmektedir. Ortaokul cebir öğrenme alanı iki bilinmeyenli denklem sistemlerinin çözümü ve bir bilinmeyenli eşitsizliklerle ilgili kazanımlarla son bulmaktadır (MEB, 2018).

Matematik öğretimi içerisinde aritmetiğin kapsamlı bir yeri olduğu düşünüldüğünde cebir ile aritmetik arasındaki çizginin belirlenmesi önem arz etmektedir. Cebir ile aritmetik arasındaki farkları inceleyecek olursak en başta; problem durumunun cebirde sembollerle, aritmetikte ise sayılarla çözüldüğünü görürüz. Türk Dil Kurumu cebir kavramını “Artı ve eksi gerçek sayılarla, bunların yerini tutan harfler

yardımıyla nicelikler arasında genel bağlantılar kuran matematik kolu.” şeklinde ifade etmiştir (TDK, 2019). Aritmetik ve cebir arasındaki farklar aşağıdaki Tablo 2’deki gibi sıralanabilir (Gülpek 2006; Çakan Özbayar, 2017).

Tablo 2. Aritmetik ve Cebir Arasındaki Farklar

Aritmetik	Cebir
Sayısal bir çözüm bulmayı amaçlar.	Problem çözümü stratejilerini geliştirir ve sembolize eder.
Belirlenen sayı durumları geliştirilir.	Sayılar arasındaki mevcut ilişki geliştirilir.
Hesaplama aracı niteliğinde tablolar kullanılır.	Problem çözme aracı niteliğinde tablolar kullanılır.
Sabit sayılar aracılığıyla işlemlere yer verilir.	Değişkenler aracılığıyla işlemlere yer verilir.
Nesnelerin kısaltılması ya da ölçme aracı olarak harfler kullanılır.	Değişkenler veya bilinmeyenler olarak harflere yer verilir.
Süreci sembolik ifadeler belirtir.	Sonuçlar ve süreçler sembolik ifadeler biçiminde belirtilir.
Hareket etme biçimi işlemler olarak ifade edilir.	Bağımsız nesnel işlemler olarak ifade edilir.
Eşitlik işareti bir sonucu temsil eder.	Eşitlik işareti birbirine eşit olan nesnelere temsil eder.
Bilinmeyen miktarlar üzerinde düşünme kavramını kapsar.	Bilinmeyenlerle düşünme kavramını kapsar.
Bilinmeyenler ulaşılacak son hedef olarak temsil edilir.	Bilinmeyenler başlangıç noktası olarak temsil edilir.
Bir bilinmeyenli lineer denklemler içerir.	Çok bilinmeyenli denklem sistemleri içerir.

Kinzel (2001) öğrencilerin cebirsel ifade ve ilişkileri doğru bir şekilde kullanmaları ve yorumlamaları için sahip olması gereken temel becerileri aşağıdaki gibi özetlemiştir;

- Cebirsel sembol ve ifadeleri yerinde kullanabilme
- Çeşitli problem durumları için uygun cebirsel ifadeleri oluşturup, bunlar üzerinde işlem yapabilme
- Cebirsel ilişkileri analiz etmek için sembollerini okuyabilme
- Niceliksel ilişkileri temsil etmek için cebirsel ifadelerin kullanılabileceğinin farkında olma ve bu bağlamda cebirsel ifade ve temsil ettiği anlam arasında eşleme yapabilme.

İlköğretim matematik öğretim programı incelendiğinde cebir öğrenme alanı 5. Sınıf seviyesinde yer almamakta ve 6. Sınıf seviyesinden itibaren cebir öğrenme alanına ait kazanımların yer aldığı görülmektedir (MEB, 2018). 5-8. Sınıflar cebir öğrenme alanının sınıflara göre dağılımı aşağıda Tablo 3’te belirtilmektedir.

Tablo 3. 5-8. Sınıflar Cebir Öğrenme Alanının Sınıflara Göre Dağılımı

Öğrenme Alanı	Alt Öğrenme Alanı	Sınıflar			
		5	6	7	8
Cebir	Cebirsel İfadeler		X	X	
	Eşitlik ve Denklem			X	
	Doğrusal Denklemler				X
	Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler				X
	Eşitsizlikler				X

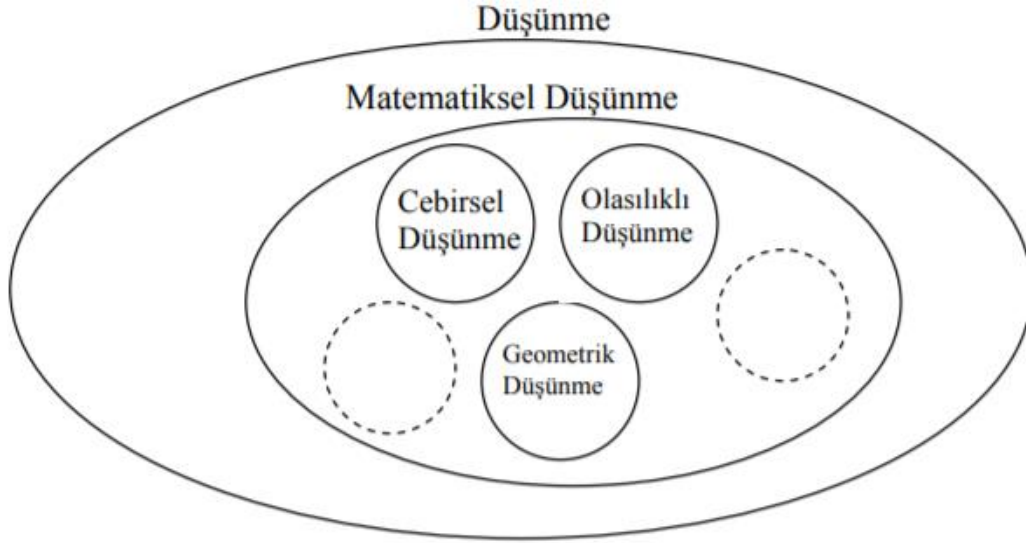
Matematiğin günlük hayat problemleriyle birlikte birçok alanı kapsadığı düşünüldüğünde bu alanlar arasında soyut kavramlar öğretisi olarak nitelendirilen (Kutluca ve Akın, 2013) cebir, öğrenciler tarafından genellikle öğrenilmesi zor konu alanları içerisinde yer almaktadır. Cebir konu alanı, aritmetikten farklarıyla ele alındığında öğrencilerin başta değişkenlere olan bakış açılarını değiştirmeleriyle daha anlaşılır bir hâl alacaktır. Bu sebeple öğrencilerin var olan bakış açılarını değiştirmek, farklı bakış açıları kazandırmak oldukça zorlu süreçlere neden olabilmektedir.

4. DÜŞÜNME BECERİLERİ

Türk Dil Kurumunun sözlüğünde kelime anlamı olarak Düşünmek: “(1) Bir sonuca varmak amacıyla bilgileri analiz edip karşılaştırmak ve aralarındaki ilişkilerden yararlanarak fikir üretmek, muhakeme etmek. (2) Aklından geçirmek. (3) Zihinsel olarak bir objeyi bulmak. (4) Bir duruma karşı ilgili ve titiz olmak. (5) Ne olabileceğini önceden tahmin etmek.” şeklinde verilmiştir.

Dindyal (2003)’in düşünme ve matematiksel düşünme arasındaki ilişkiyi ifade ettiği modelden yararlanarak düşünme, matematiksel düşünme ve matematiksel düşünmenin farklı biçimleri arasındaki ilişkiyi temsil etmek için aşağıdaki model geliştirilmiştir (Dindyal, 2003’den akt. Çelik, 2007: 7).

Şekil 1. Düşünme ve Düşünme Biçimleri İçin Bir Model



Bu modelde geçen kavramlar ayrı başlıklar halinde aşağıda açıklanmıştır.

5. MATEMATİKSEL DÜŞÜNME

Burton (1984) matematiksel düşünmeyi, bireyin çevresini anlamak ve kontrol altında tutmak için topladığı bilgileri düzenleyen ve işleyen bir araç olarak görmüştür. Öte yandan Schoenfeld (1992) bireyin matematiksel düşünebilmesi için, matematikselleştirme, soyutlama gibi matematiksel bir bakış açısı kazanması gerektiğini belirtmiştir.

Alkan ve Güzel (2005), matematiksel düşünmeyi diğer düşünelere ayıran en temel özelliğin, sahip olunan bilgi ve becerilerden yola çıkarak varsayımda bulunup test etme, tahmin etme, genelleme, muhakeme etme, soyutlama, ispatlama ile yeni bir kavrama ya da bilgiye ulaşma çabası olduğunu ifade etmişlerdir.

Hacısalıhoğlu vd. (2003) matematiksel düşünmeyi aşağıdaki 5 kabule dayandırmışlardır:

- Matematiksel olarak düşündürmektir.
- Derin düşünmeyi baz alan çeşitli pratiklerle geliştirilebilir.
- Çelişki ve yoğunlaşma ile başlar.
- Tartışma, derin düşünme ve soru sorma ile desteklenebilir.
- Bireyin kendisini ve dünyayı anlamasına yardımcı olur.

Yıldırım (2004) ise bu sürecin girdilerinin düşünen kişi, sorun, sorun ile ilgili

veriler ve verileri yorumlama yöntemi olduğunu belirtmiştir. Matematiksel düşünmenin niteliğinin ise bu girdilerin niteliksel olarak ne kadar yeterli olduğuna bağlı olduğunu vurgulamıştır. Matematiksel düşünme; cebirsel düşünme, geometrik düşünme ve aritmetiksel düşünme gibi düşünme becerilerini kapsamaktadır (Acar, 2019). Akademik ve günlük hayattaki problemlerin çözümünde aktif rol oynayan matematiğin, düşünme becerilerinin gelişiminde üstlendiği önemli bir görevi vardır (Tural, 2005). Ürüne ulaşmak için ise tahmin etme, örnekleme, genelleme, usa vurma, soyutlama, hipotez kurma, kurulan hipotezleri test etme ve ispatlama gibi süreçleri atlatmak gerekmektedir (Alkan ve Güzel, 2005).

6. CEBİRSEL DÜŞÜNME

Cebirsel düşünme adına yapılan birçok tanımı literatürde görmek mümkündür. Cebir, sembollerinin hesaplanması için bir dizi kuraldan çok daha fazlasıdır; düşünmenin bir yoludur (Vance, 1998). Cebirsel düşünme, nicel durumlara göre değişken kullanımı ve bu değişkenler arasında bulunan ilişkiyi açık hale getirebilme kapasitesidir (Driscoll, 1999). Cebirsel düşünme; öğrencilerin matematiksel ilişki ve işlemlerle genelleştirilen düzenli rollerle meşgul olması, bu genelleştirmeler aracılığıyla gitgide artan formal yollar içinde varsayım, tartışma ve ifadelerin kurulmasıdır (Kaput & Blanton, 2000). Herbert ve Brown'un (1997) tanımında cebirsel düşünme; matematiksel sembol ve araçların kullanılmasıyla farklı durumların analiz edilmesi, matematiksel bilgiyi şekil, grafik, tablo ve denklemlerle ifade etme ve yorumlama becerisidir. Lawrence ve Hennessy'e göre (2002) cebirsel düşünme; günlük hayatta olayların açıklanması ve tahmin edilmesi için durumların matematik diline çevrilerek dünyanın daha iyi yorumlanmasını sağlar. Ayrıca cebirsel düşünme soyut düşünme yeteneğini de geliştirir. Keller ve Hirsch (1998) çoklu gösterimlerin potansiyeli ile ilgili olarak, kavramların farklı şekillerde ifade edilerek somutlaştırılmasının mümkün olduğunu ve karmaşık yapıların farklı yönlerine vurgu yaptığını, bu doğrultuda öğrencilerin kavramlar arasında bilişsel ilişkilendirmeler yapmasını kolaylaştırdığını ifade etmektedir. Kaya ve Keşan'a göre (2014) cebirsel düşünme; zihinsel faaliyetlerin bir sonucu olarak sembollere çeşitli anlamlar yükleyerek cebirsel durumlar arasında ilişki kurmayı, çoklu temsiller ve farklı gösterimler aracılığıyla düşünceleri açığa çıkarmayı, cebirsel ilişkilerin içerisindeki somut, yarı somut ve soyut kavramları betimlemeyi ve akıl yürütme yoluyla sonuca ulaşabilmeyi ifade eder. McGowan ve Tall (2001) çoklu gösterimlerden faydalanan öğrencilerin, tek çeşit gösterimle çalışabilen

öğrencilere göre alternatif çözüm yöntemleri geliştirme ve uygulamada çok daha başarılı olduğunu ifade etmektedir. Cebirsel düşünme kapsamındaki bağıntıların ve düzenlerin, önceden düşünülmüş genelleştirmenin, aktif araştırma ve varsayımın gösterimini ve yapılandırmasını içerir (Gülpek, 2006). Ayrıca diğer disiplinler de birçok alanda -fizik kanunları, nüfus modelleri, istatistiksel sonuçlar- cebirin sembolik dilini kullanmakta ve cebirsel düşünmeden yararlanmaktadır (Akkan, 2016).

Bağdat (2013), cebirsel düşünmenin genellemeleri formüle etme, çoklu gösterimlerden yararlanma, cebirsel ilişkileri ve sembolleri kullanma olarak üç temel beceriden oluştuğunu belirtmiştir. Düşünme yetisini geliştirmeyen bir eğitim faaliyeti, temel gerekçesini yitirmiş olur ve bu nedenle ülkemiz matematik öğretim programlarında da öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin gelişimine önem verilmektedir (MEB, 2016). Bu bağlamda öğrencilerin cebirsel düşünme becerisinin geliştirilmesine yönelik yapılacak çalışmalar matematik dersi öğretim programlarının en önemli hedeflerinden birisi olmalıdır.

Özellikle matematik öğretmenlerinin cebir öğretimindeki bazı eksikliklerin giderilebilmesi için öncelikle öğrencilerin cebirsel işlem ve ifadeler üzerine yapabilecekleri hataları anlayıp tahmin etmeleri gerekmektedir (Dede ve Peker, 2004). Özellikle cebir gibi öğrencilerin anlamakta zorlandıkları konularda, öğretmenlerin farklı yaklaşımları, karşılaştıkları zorluklar, kavram yanılgıları gibi öğrencilerin düşünme yapıları hakkında bilgi sahibi olmaları ve kendi öğretim yaklaşımlarını bu bilgiler doğrultusunda şekillendirmeleri ayrı bir önem kazanmaktadır (Baş vd., 2011). Cebirsel düşünmenin içerdiği bileşenler Kriegler tarafından Tablo 4'te verildiği şekilde gösterilmiştir (Kriegler, 2004'ten akt. Bağdat, 2013: 2):

Tablo 4. Cebirsel Düşünmenin Bileşenleri

Matematiksel Düşünme Araçları	İnformal Cebirsel İlişkiler
Problem Çözme Becerileri; -Problem çözme stratejilerini kullanma. -Çoklu yaklaşımları ve çoklu çözümleri araştırma.	Soyut Aritmetik Olarak Cebir; -Kavramsal tabanlı işlemsel beceriler -Oran ve orantı
Gösterimsel Beceriler; -İlişkileri görsel, sembolik, sayısal, ve sözel olarak gösterme. -Farklı gösterimleri dönüştürme. -Gösterimsel bilgiyi yorumlama.	Matematiğin Dili Olarak Cebir; -Değişkenleri ve değişken ifadeleri anlama. -Çözümleri anlama. -Sayı sistemlerinin özelliklerini kullanma ve anlama. -Cebirsel kuralları kullanarak okuma ve yazma, sayıları ve sembolleri kullanma. -Denk Sembolik gösterimleri kullanarak formülleri, açıklamaları, eşitlikleri ve eşitsizlikleri kullanma.

Tablo 4. (Devam)Cebirsel Düşünmenin Bileşenleri

Matematiksel Düşünme Araçları	İnformal Cebirsel İlişkiler
Akıl Yürütme Becerileri -Tümevarımlı akıl yürütme. -Tümdengelimli akıl yürütme.	Fonksiyonlar ve Matematiksel Modelleme Çalışmak için Bir Araç Olarak Cebir -Gerçek hayat durumlarındaki kuralları ve örüntüleri araştırma, açıklama, genelleştirme. -Matematiksel fikirleri, eşitlikleri, tabloları, grafikleri veya kelimeleri kullanarak gösterme. -Girdi/çıkı örüntüleriyle çalışma. -Grafiksel becerileri düzenlemeyi geliştirme

6.1. CEBİRSEL DÜŞÜNME BECERİSİNİN GELİŞİMİNDEKİ YAKLAŞIMLAR

Birçok kişi tarafından günlük hayatta sınırlı kullanıma sahip olduğu düşünülen cebirsel düşünme, aslında matematiğin tamamı üzerinde etkili olan ve matematiği günlük hayatta faydalı kılan esas unsurlardan biridir (Akkan, 2016). Altun (2005)'un aktardığına göre, öğrencilerin cebirsel ifadeleri anlamalarının gelişimi, Concepts in Secondary Mathematics and Science (CSMS) tarafından İngiltere'de 13-15 yaş grubu öğrencilerin cebirsel ifadeleri anlama düzeylerini belirlemek amacıyla yürütülmüş olan çalışmanın bulgularına göre, sıralı dört temel safhada incelenebilir.

Düzyey 1: Birinci düzey; öğrencinin yaptığı aritmetik işlemlerin sonucu olarak bir değişkenin (harfin) değerini belirleyebildiği, değişkeni nesne şeklinde belirterek problem çözümü için araç olarak kullanabildiği düzeydir.

Düzyey 2: İkinci düzey, ilk düzeyden daha kapsamlıdır. Bu düzyeye çıkabilen öğrenciler daha kompleks yapıdaki problemleri cebirsel ifadeler yardımıyla çözebilirler.

Düzyey 3: Üçüncü düzey harflerin bilinmeyen ifade olarak algılandığı ve uygulama yapıldığı düzeydir.

Düzyey 4: Dördüncü düzeydeki öğrenciler, üçüncü düzeydeki öğrencilere göre daha karmaşık durumları anlayabilir ve işlemleri sonuca götürebilirler.

Bu araştırmaya göre öğretimde acele edilmemesi gerektiği önerilmekte, acele edilmesi halinde öğrencilerin ezberleme eğiliminde bulunacağı ve bu durumun onların cebirden yararlanma fırsatlarını kaybetmelerine yol açacağı belirtilmektedir (Altun, 2005). Cebirsel gelişimin evreleri ve evrelerin özelliklerine matematik öğretmenleri tarafından dikkat edilerek öğrencilere içinde buldukları düzyeylere uygun eğitim verilmesi önem arz etmektedir. Aksi takdirde öğrencilerin matematik öğrenim hayatları için önem arz eden cebir kavramı eksik kalmış olacaktır. Cebirsel düşünme becerisinin

gelişiminde; genelleştirilmiş aritmetik ve fonksiyonel yaklaşım olmak üzere iki yaklaşım üzerinde durulmaktadır. Bu yaklaşımlara aşağıda yer verilmiştir.

6.1.1. Genelleştirilmiş Aritmetik

Genel anlamda cebir, aritmetiğin semboller aracılığı ile ifade edilen kısmına, fonksiyonlara ve cebirsel denklemlerin çözümüne odaklanmaktadır (Tabach & Friedlander, 2003). Genelleştirilmiş aritmetik; aritmetiğin yapı taşlarını oluşturan matematiksel ifadeler üzerine düşünme, örüntüleri anlamlandırma, sayısal işlemler üzerine genelleme yapabilme ile ilgilidir. Genelleştirilmiş aritmetik ile ilgili farklı yollar ve açıklamaları aşağıda verilmiştir.

- İlişkileri ve Özellikleri Keşfetme: Matematiksel olarak ortaya atılmış olan ilişki ve genellemeleri meydana getirebilmek, açıklamak ve gerçeklemek cebirsel düşünmenin en önemli unsurudur (Kaput, 2008). Cebirsel düşünme aynı zamanda örüntüleri tanımlayıp hesaplama yapma ve ifadeleri sembolik olarak gösterebilme konusunda önemli rol oynar (Smith ve Thompson, 2007).
- Nicelikler Arasında Bir İlişki Olarak Eşitliği Keşfetme: Eşitlik kavramını gösteren “eşittir (=)” sembolü genellikle sonucu gösteren işlemsel bir sembol olarak algılanırken ilişkileri gösteren bir sembol olarak algılanmamaktadır (Carpenter vd., 2005). Stephens (2006) ise eşitlik sembolünün ve kavramının ilişkisel düşünme için önemli bir faktör olduğunu vurgulamaktadır.
- Değişkenler Olarak Sembolleri Kullanma: Van Amerom (2003)’a göre; harfli semboller aritmetikte bir objenin yerine kullanılırken cebirde herhangi bir sayıyı gösteren değişkenler olarak ifade edilmektedir.

6.1.2. Fonksiyonel Düşünme

Cebirsel düşünmeyi oluşturan özellikler arasında durumlar arasındaki ilişkileri arama ve fonksiyonel düşünme yer almaktadır (Kieran, 2004). Fonksiyonel düşünme cebirsel düşünmenin farklı bir şekli olarak ifade edilebilmektedir (Blanton ve Kaput, 2004). Genelleme durumunun bir şekli olarak ifade edilebilen fonksiyonel düşünme; nicelikler arasındaki ilişkileri inceleyip değişimi açıklayan örüntüleri bulmayı barındırmaktadır. Öğrencilerin fonksiyonel düşünme becerileri aşağıda belirtilen yaklaşımlarla geliştirilebilir.

- Örüntü genelleme,

- Ters işlemleri kullanma (OME, 2013).

Bu yaklaşımların aşağıdaki şekilde açıklanabilir:

- **Örüntüleri Genelleme:** Genelleme kavramı matematiksel bilginin en önemli yapı taşı olarak ifade edilmektedir (Amit ve Neria, 2008). Örüntüler ise fonksiyonel düşünmeyi destekleyen kavramlardır (Warren ve Cooper, 2008). Örüntüleri tanımlayabilme, bir örüntüyü devam ettirebilme, bir örüntünün kuralını sözel ve sayısal sembollerle ifade edebilmebecerileri fonksiyonel düşünmeyi destekleyen becerilerdir (Yakut Çayır, 2015).
- **Ters İşlemleri Kullanma:** French (2002) öğrencilerin bir problem durumunu çözerken kendilerine ait ögün bir strateji geliştirmeleri sembolik çözüm yöntemlerine geçişlerinde kilit rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra ters işlemleri anlayabilmenin; aritmetikten cebire geçişte yani denklemleri sembolik olarak ifade etme anlamında fonksiyonel düşünmeye önemli katkısının olduğunu vurgulamıştır. Sözel olarak ifade edilmiş bir problem durumunu çözerken öğrencilerin kullandıkları çözüm stratejileri olan tahmin, doğrulama, ters işlem algoritması sembolik çözüm stratejilerine göre daha etkilidir (Baroody, 1998).

7. CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

Daha soyut bir cebir öğretimine yer verilen ortaokul düzeyinde, öğrencilerin artık sembolleri kullanmaya başlaması, tablo, grafik ve simgeler arasındaki bağlantıları anlayabilmeleri beklenmektedir (Özbayar, 2017). Okul cebiri içerisindeki etkinliklerin çoğunda cebirsel düşünme (bilinmeyenler üzerine düşünme, büyüklükler arasındaki ilişkiyi formülleştirme genelleştirme ve “değişken” kavramının gelişimi gibi zihinsel gelişimler) ve cebirsel sembolleştirme gibi kavramlara yer verilirken öğrenciler cebirsel anlayışı tamamlayan bu iki yeteneği mutlaka kazanmalıdırlar (Gülpek, 2006).

NCTM (National Council of Teachers of Mathematics), her bir öğrencinin anaokulu seviyesinden lise seviyesine kadar cebirin gerekli düzeylerini öğrenmeleri gerektiğini savunmuştur. Bu süreç boyunca kazanılması gereken özellikler aşağıdaki gibidir (NCTM, 2000):

- Örüntüler ve bunların ilişkilerini, işlevlerini anlama,
- Matematiği cebirsel sembolleri kullanarak gösterme ve analiz edebilme,

- Sayılara bağılı ilişkileri gösterme ve anlamada cebiri kullanabilme.

Welder (2007), cebir kavramının anlaşılabilmesi amacıyla dokuz tane beceriyi ön koşul niteliğinde tanımlamıştır. Bunları ise;

- Sayısal işlemler
- Oran ve orantı
- İşlemlerde öncelik
- Eşitlik
- Örüntüler
- Cebirsel semboller
- Cebirsel denklemler
- Fonksiyonlar
- Grafikler olarak belirtmiştir.

Cebirsel düşünmenin problem durumları arasındaki ilişki ve bağıntıları analiz edebilme yönü dikkate alındığında öğrencilerin bu düşünme becerisine sahip olması oldukça önemlidir. Bu kapsamda kazanmaları gereken beceri ve önkoşullar ile birlikte öğrenciler için soyut nitelikteki cebirsel düşünme yöntemleri oldukça karmaşık ve zor bir hâl almaya başlamaktadır. Öğrencilerin cebiri ve cebirsel düşünme becerilerini kazanmalarındaki önemli unsurlardan birisinin de cebir kavramına yükledikleri anlam ve cebiri algılama biçimleridir. Bu sebeple öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin belirlenmesinin cebire yönelik kazanımları elde etmeleri açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Literatür incelendiğinde bireylerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin ölçülmesiyle ilgili genelde nitel araştırmalar (Bal ve Karacaoğlu, 2017; Yakar ve Yılmaz, 2017; Gürbüz ve Şahin, 2015) olduğu görülmektedir. Benzer şekilde literatür incelendiğinde cebirsel düşünmeye yönelik tutum ölçeklerinin de olduğu görülmektedir (Bal ve Karacaoğlu, 2015; Karaca ve Yalçınkaya, 2018; Oflaz, 2018). Fakat öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin belirlenmesine yönelik araştırmalara rastlanmamıştır. Bu araştırma ile öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin belirlenmesi amacıyla bir ölçek geliştirilmiş ve nicel araştırma yöntemlerine katkıda bulunması beklenmektedir.

8. CEBİRSEL DÜŞÜNMEYİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Düşünme becerilerinin kazanılması için gerekli ön koşullar bulunmaktadır. Bu sebeple konunun öğrenilmesinden ziyade üzerinde akıl yürütme, strateji belirleme ve çözüm yollarını deneyerek doğru sonuca ulaşma durumlarını içeren düşünme becerilerinin kazandırılması aşamalı ve zor bir süreç istemektedir. Tüm düşünme becerileri gibi soyut bir nitelik taşıyan cebirsel düşünme becerisini etkileyen olumlu ve olumsuz faktörler bulunmaktadır.

Rivera (2007)'ya göre genelleme yaparken görsel stratejilerden yararlanan öğrenciler, cebirsel örüntülerdeki fonksiyonel ilişkileri daha kolay görebilmekte ve daha iyi genelleme yaptıklarını gözlemlerken; görsel stratejileri kullanmanın, öğrencilerin cebirsel örüntüleri anlamada olumlu etkileri olduğunu savunmaktadır. Fakat cebirsel düşünmeye yönelik etkinliklerde öğrencilerin genellikle sayısal stratejilere başvurdukları görülmektedir (Amit & Neria, 2008; Rivera, 2007). Öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreçleri boyunca birçok farklı stratejinin kullanılması, aritmetik çözümden cebirsel çözümlere geçişi olumlu yönde etkilemektedir. (Akkan, Baki ve Çakıroğlu, 2012)

Bazı öğrenciler ise, biri diğerine bağlı olarak değişen iki nicelik arasında ilişki kurmak yerine, yalnızca örüntü içindeki sabit artıştan ya da azalıştan faydalanarak bir genellemeye varmaya çalışırlar (Warren, 2003). Bu düşünme stratejisini kullanan öğrenciler yakın pozisyondaki sonuca ulaşabilirler; ancak istenilen uzak pozisyondaki bir sonucu tahmin etmekte zorlanırlar. Bunun nedeni ise, sayısal veriler üzerinden aritmetik mantığıyla genel bir ifadeye ulaşmaya çalışan öğrencilerin, ilişkileri ve bağlantıları görmekte zorlanarak olumsuz yönde etkilenmesidir (Rivera, 2007). Öğrencilere yapılandırmacı yaklaşımla cebir öğretimi gerçekleştirildiğinde ise bu durumun olumlu yöne çevirilebileceği düşünülmektedir (Çağdaşer, 2008).

Cebirsel düşünme üzerinde etkisi olduğu belirtilen diğer bir faktör cinsiyettir. Kız öğrencilerin derslere daha aktif katılım göstermeleri ve yapılan etkinliklerde yönergelere daha dikkatli uymaları sebebiyle istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasa bile ortalama puanlarda kız öğrencilerin lehine sonuçlar görülmektedir (Yenilmez ve Teke, 2008). Bunun yanında cebirsel düşünme üzerinde etkisi olduğu belirtilen faktörlerden bir diğeri de sınıf düzeyidir. Sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinin arttığı görülmektedir (Gülpek, 2006). Bu kapsamda öğrencilerin, öğretim programlarında ve ders kitaplarında bu düzeyi gösteren sorularla ve ifadelerle

daha fazla karşılaşmaları gelişim düzeylerini olumlu yönde etkileyebileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan Atasoy (2020) yapmış olduğu araştırmada ebeveynlerin öğrenim düzeyinin yüksek olması ve sosyo-ekonomik durumunun iyi olması, akademik olarak öğrencinin başarısına katkı sağladığını belirtmektedir. Buradan yola çıkarak öğrencilerin anne ve baba eğitim durumları ile sosyo-ekonomik durumları göz önüne alınarak cebirsel düşünme algı düzeylerinin arasındaki ilişkilerin incelenmesinin literature katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Demirel ve Karakuş Yılmaz (2016) ise yapmış oldukları araştırmada akıl oyunları uygulamalarının, öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirmekte ve akademik başarılarına olumlu etkisi olduğunu belirtmektedir. Bu kapsamda öğrencilerin derse aktif katılımları sağlanırken akademik başarılarının ve düşünme becerilerinin desteklenmesinin önemi vurgulanmaktadır. Böylece akıl oyunları ve bulmaca çözme etkinliklerinin, öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerini de olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir.

9. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Literatür incelendiğinde cebirsel düşünmeyi çeşitli boyutlarıyla ele alan çok fazla olduğu görülmektedir. Bunlardan bazılarını bu bölümde yer verilmiştir.

Even (1988) son sınıftaki öğretmen adaylarının fonksiyon ve denklem arasındaki ilişkileri nasıl anlamlandırdıkları üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, öğretmen adaylarından fonksiyon tanımını yazmaları, fonksiyon ve denklem arasında nasıl bir ilişki olduğunu göstermeleri ve ikinci dereceden bir denklemin reel çözümlerinin sayısını belirlemelerini istemiştir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının fonksiyonları yalnızca denklemler olarak algılayan sınırlı bir fikre sahip oldukları, modern fonksiyon tanımını nasıl anlamlandıracaklarını bilmedikleri, denklemin çözümü ile grafiksel gösterimde karşılık gelen fonksiyonun değerlerini ilişkilendiremedikleri sonuçlarına ulaşılmıştır.

Charbonneau (1996); Euclid'den Descartes'e kadar cebiri ve cebirin geometri ile olan ilişkisini araştırmıştır. Yunan Geometrisinde yer alan cebirsel kuralların geometrik ispatlarını ve geometrik problemlerin cebirsel çözümlerini incelemiştir. Buna göre 16. yüz yıl sonundaki cebirsel devrime kadar, cebirin sadece geometrik teoremleri ispatlamak ve geometrik problemlerin çözümüne ulaşmakta bir araç niteliğinde olduğu, fakat cebirsel devrimle birlikte cebirin ayrı bir alan olduğunun kabul edildiği, aritmetik ile ilişkisi ve düşünme stratejisi bakış açılarıyla da ele alınmaya başlandığı, buradan yola çıkılarak cebirsel düşünme yolları üzerinde çalışmalar yapılmaya

başlandığı belirlenmiştir.

Herbert ve Brown (1997) tarafından Cebirsel Akıl Yürütme Araçları Olarak Modeller üzerine yapılan araştırmada; öğrencilere çeşitli cebirsel içerikli sorular yöneltilmiş ve çözüm metodları incelenmiştir. Araştırmacılar erken yaşlarda gerçekleştirilen örüntüleri genelleme etkinliklerinin öğrencilerde cebirin temelini oluşturma konusunda ve cebirsel düşünmenin gelişiminde önemli bir role sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Nathan ve Koedinger (2000), öğretmenlerin tahminleri ile öğrencilerin performansları ve cebirsel gelişimi arasındaki ilişki üzerine 100 katılımcıyla gerçekleştirilen bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada katılımcılara 12 tane soru verilerek bunları kolaydan zora doğru sıralamaları istenmiştir. Öğrenci performanslarına paralel olarak öğretmenlerin tahminlerinde de sonucu bilinmeyen (aritmetik) soruların başlangıç-bilinmeyen problemlere göre daha kolay olarak sıralandığı gözlemlenmiştir. İnfomal ve formal metotları bir arada kullanabilen öğrencilerin cebirin sonraki kavramlarıyla karşılaştıklarında zorluk çekmeyeceklerini gözlemlenmişlerdir. Öğrencilerin sözlü verilen ilişkileri cebirsel modellere dönüştürmeyi öğrenmelerine destek olduğu sonucuna varmışlardır.

Stacey ve MacGregor (2000), öğrencilerin cebirsel problemleri çözerken kullandıkları stratejileri belirlemeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen cebirsel problemlerle ilgili test 900 öğrenciye uygulanmış, ayrıca 30 öğrenci ile görüşme yapılmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin cebirsel problemleri çözerken farklı yöntemler kullandıkları belirlenmiştir. Ayrıca bazı öğrencilerin diğer yöntemlere göre daha zaman alıcı olmasına rağmen cebirsel yöntemleri kullandıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin denklemleri bir formül veya sonuca varmak için gerekli bir işlem olarak gördükleri araştırmanın bir diğer bulgusudur.

Swafford ve Langrall (2000), 6. sınıf öğrencilerinin cebir konusunun öğretiminden önce problemleri ifade ederken ve anlatırken denklemleri kullanma boyutlarını belirlemek amacıyla 10 orta ve üst başarı seviyesinde öğrencinin katılımıyla bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Araştırma kapsamında öğrencilerle yapılan bire bir görüşmeler aracılığıyla 6 farklı problem verilmiş ve özel durumları hesaplamaları, ilişkileri tanımlamaları, sembolik gösterimleri kullanmaları ve denklemleri çözümde kullanmaları istenmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin büyük bir kısmının denklemleri yazabiliyor olsa da çok azının oluşturulan denklemleri problemin

çözümünde kullandığı ve denklemleri işlemlerin bir listesi gibi kullananların başarılı olabildiği belirlenmiştir.

Zazkis ve Liljedahl (2002), örüntülerin geliştirilmesine ilişkin cebirsel düşünme ve cebirsel gösterim arasındaki ilişki konulu araştırmalarında 36 kişilik sınıf öğretmenliği lisans öğrencisinin görsel sayı örüntülerini genellemelerini izlemişleridir. Araştırmada cebirsel düşünme ve cebirsel dil arasındaki ilişkiyi belirlenmek istenmiştir. Sınıf öğretmenliği lisans öğrencilerine sayı dizisi verilmiş, bu dizideki örüntüleri keşfetmeleri istenmiştir. Örüntülerin sonuçlarını bulmaları değil örüntü karşısında adım adım neler düşündüklerini, neler hissettiklerini ve akıllarına gelen her şeyi belirtmeleri istenmiştir. Araştırma sonucunda araştırmacılar katılımcıların cebirsel dil kullandıkları zamanda cebirsel düşünme becerisi göstermediklerini, cebirsel dil kullanmadıklarında ise cebirsel düşünme becerisi gösterdiklerini gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, katılımcıların hem cebirsel düşünme hem de cebirsel dili kullanma becerisi gösterdikleri zamanlarda ikisi arasındaki bağlantıyı kurmakta zorlandıklarını belirtmişlerdir. Buradan yola çıkarak cebirsel dil kullanmanın cebirsel düşünmenin ön koşulu olamayacağını vurgulamışlardır.

Hofmann ve Hunter (2003) tarafından yapılan çalışmada, geleneksel yaklaşımla cebir öğretimi yerine, 'just-in-time' (tam vaktinde) olarak adlandırılmış bir yaklaşıma göre geliştirilen bir müfredat uygulamasına yer verilmiştir. Bu müfredat uygulamasında cebir öğretimi somutlaştırılarak gerçek hayat durumlarıyla karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin başarılarında ve tutumlarında önceki yıllara göre artış olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmacılara göre, gerçek yaşamla ilişkilendirilmiş cebir öğretimi, öğrencilerin cebiri daha anlamlı bulmalarını sağlamaktadır.

Warren (2003), aritmetikten cebire geçişte aritmetik yapının rolü konulu araştırmasında, öğrencilerin ilkokulu tamamladıktan sonra aritmetikten cebir konusuna başarılı şekilde geçişte yardımcı olduğuna inanılan aritmetiğin temellerinden birleşme ve değişme özelliği, toplama ve bölme işlemlerini anlama düzeyleri üzerinde çalışmıştır. Araştırmada 11-14 yaş grubundan toplam 672 öğrenciye yazılı test uygulayarak veri elde etmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin, matematiksel ilişkileri soyut kavramlara dönüştürme ve cebir için gerekli kuralları uygulamada başarısız oldukları sonucuna varılmıştır.

Baki ve Kartal (2004) kavramsal ve işlemsel bilgi bağlamında lise öğrencilerinin cebir bilgilerini değerlendirdikleri çalışmayı beş ayrı genel liseden 250 öğrenci üzerinde

yürütmüşlerdir. Çalışma kapsamında öğrencilere iki ayrı zamanda sınav yapılmıştır. 10 sorudan oluşan birinci sınav ağırlıklı olarak işlem bilgisini, 10 sorudan oluşan ikinci sınav ise ağırlıklı olarak kavram bilgisini kullanmayı gerektirmektedir. Yapılan araştırma sonucunda, lise öğrencilerinin cebir bilgilerinin işlem ve kavram bilgisi bağlamında denge içinde olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin %56 sınıfın işlem becerisinin yetersiz olduğu sonucuna ulaşılırken %75 inin ise kavramsal bilgi sorularını yanlış yanıtladığı gözlemlenmiştir. Araştırmacılar işlemsel bilgideki yetersizliğin kavramsal bilgi düzeyini de etkilediğini savunmuşlardır. Araştırmacılar her iki bilgi türünde de gelişimin paralel olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Nilklad (2004) tarafından yapılan çalışmada kolej öğrencilerinin fonksiyon kavramını anlamalarını, fonksiyonları kullanmayı gerektiren problemlerdeki çözüm stratejilerini, cebirsel düşünme ve akıl yürütme becerilerini tanımlamak ve araştırmak amaçlanmıştır. Bu çalışmanın örneğini “Kolej Cebiri” dersini alan öğrenciler oluşturmuştur. Öğrencilerin fonksiyonlarla ilgili anlamalarını ortaya koymak için gönüllü 24 öğrenciye “Fonksiyonları Anlama Testi” uygulanmış ve seçilen beş öğrenci mülakat yapılarak öğrencilerin bilgi ve anlamaları ayrıntılandırılmıştır. Çalışmanın çözüm stratejileri ve cebirsel düşünme ile alakalı ikinci amacına cevap verebilmek için bu 5 öğrenci ile dönem sonuna kadar iki haftada bir cebirsel düşünme ve akıl yürütmeyi gerektiren problem üzerinde mülakatlar yapılmıştır. Öğrencilerin problemlere verdikleri cevaplar, aldıkları eğitim boyunca cebirsel düşünme ve akıl yürütmedeki değişimleri hakkında fikir vermiştir. Yapılan sınıf içi gözlemler ise öğrencilerin çözüm yöntemleri, cebirsel düşünme ve akıl yürütmeleri açıklamak, desteklemek amacıyla kullanılmıştır.

Steele ve Johanning (2004), cebirsel düşünmenin oluşumunda ve gelişiminde etkili teorik alt yapıyı incelemişlerdir. Çalışmanın örneğini 7. sınıfta öğrenim gören 8 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmacılar öğrencilerin çeşitli problemleri çözerken kullandıkları şemaları incelemişlerdir. Araştırmadan elde edilen bulgular öğrencilerin kurdukları genelleme türleri ile oluşturdukları şemalar arasında bir bağlantı olduğu sonucunu meydana getirmiştir. Bu şemaları kullanarak öğrencilerin örüntüleri ve niceliksel ilişkileri hem sözlü hem de sembolik olarak tanıyabildiği, genişleterek genelleştirebildiği gözlemlenmiştir. Öğrencilerin problemlerde şema oluşturmalarının cebirsel düşüncelerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Borko ve diğerleri (2005), öğretmenlerin cebirsel düşünmeye hazırlanması ile ilgili yaptıkları çalışmada öğretmen yetiştirmeyle ilgili bir programın veri analizlerini

kullanmışlardır. Söz konusu program, ders öğretmenlerinin cebirsel düşünmeyi önce anlamalarının daha sonra öğrenmelerinin ve öğretmelerinin geliştirilmesi esas alınarak hazırlanmış bir öğretmen yetiştirme programıdır. Bu programın oluşturulması ve uygulanmasıyla birlikte öğretmenlerin değişime karşı tepki oluşturdukları fakat programa dahil oldukça cebirsel düşünme becerileri ve hayatla ilişki kurma becerilerinin arttığı gözlemlenmiştir. Bu araştırmada öğretmenlerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin artmasının öğrencilere cebir öğretimi açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır.

Ersoy ve Erbaş (2005) uluslar arası öğrenci başarısını belirlemeye yönelik Kassel Projesi Cebir Testi (KaPAT)'ni Ankara'da bir okulun sekizinci sınıflarındaki toplam 99 öğrenciye uygulamıştır. Bu öğrencilerin KaPAT'taki genel başarı ortalaması bazı Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında yüksek, ancak bazı doğu Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında ise daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte öğrenciler KaPAT'ta bilinen kural ve işlemler ile çözülebilecek sıradan soruların oluşturduğu Eşitlikler ve İşlemler soru kümesindeki başarılarının, Eşitlikler ve Problemler1 (bilgi dönüşümü gerektiren sorular-sözel problemler) ve Eşitlikler ve Problemler2 (bilgi dönüşümünü yeni durumlara uygulama gerektiren sorular) soru kümelerine kıyasla çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumun öğrencilerin cebir konularını öğrenmede bir takım öğrenme güçlüklerinin olduğunu, özellikle de eşitlik ve değişken kavramlarıyla ilgili bir takım kavram yanlışlarının olabileceğini gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada bu alanda daha derinlemesine araştırmalar yapılması gerektiği önerilmiştir.

Witzel (2005), matematik dersinde başarısız olan öğrencilerin düz anlatım yöntemiyle yapılan geleneksel öğretimden farklı bir yaklaşımla ilerleme gösterebilecekleri düşüncesiyle bir araştırma gerçekleştirmiştir. Araştırma kapsamında 358 öğrenciyle yapılan araştırma deneysel yöntem ile cebir alanı için somuttan soyuta bir öğretim gerçekleştirmiştir. Deney grubunda somuttan soyuta geçerek bir öğretim uygulanırken kontrol grubunda tamamen soyut olarak öğretim gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda ise her iki grupta da başarı düzeylerinde gelişme olduğu, ancak deney grubundaki başarı düzeyinin ortalamanın üzerine çıktığı sonucuna varmıştır.

Grandau ve Stephens (2006) araştırmalarında, ortaokul düzeyinde hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin cebirsel düşünme biçimlerini ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Araştırma kapsamında aynı sınıf düzeyinde eğitim veren iki öğretmen ve sınıfları ile çalışılmıştır. Öğretmenler öğretim programında yer alan bir geometri

dersine seçtikleri cebirsel kavramları eklemiş ve ders süresince öğrencilerini cebirsel düşünmeye teşvik etmişlerdir. Birinci öğretmen bir üçgen örüntüsünü ele almıştır. Öğrenciler üçgenlerin kenar uzunlukları ve alanlarını hesaplayıp bir tablo oluşturmuşlardır. Ders süresince bu tabloda yer alan ilişkiyi incelemiş ve bir genellemeye ulaşmaya çalışmışlardır. İkinci öğretmen ise, dikdörtgenler ve benzerlik konusunu ele almıştır. Derste benzerlik, benzerlik katsayısı ve alan ile benzerlik katsayısı arasındaki ilişkiye dikkat çekmiştir. Tablo temsili ve koordinat düzlemi ile çalışan öğrencilerin bir kısmı örüntüyü fark etmiş ancak çoğu bir eşitlik olarak ifade edememiştir. Her iki durumda da öğrenciler grafik kullanarak benzer şekilleri tahmin etme, bu grafiklerden yararlanarak lineer eşitlik yazma, geometrik şekillerin özelliklerini sözlü olarak genelleme ve bu genellemeleri sembollerle ifade etme gibi cebirsel düşünme bileşenlerini içeren etkinlikler yapmışlardır. Birinci öğretmen cebirsel düşünmeyi ders içinde bir süreç olarak ele alırken ikinci öğretmen dersin bir bölümü olarak ele almıştır. Ancak her iki durumda da öğrenciler geometrik durumlarda cebirsel düşünme bileşenlerini kullanmışlardır.

Lee ve Freiman (2006), örüntünün keşfi ile cebirsel düşünmenin gelişimi üzerinde bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada sadece örüntü konu alanının öğrencilere öğretilmesinin cebirsel düşünmeyi geliştirmeyeceği, öğrencilerin örüntü kavramını sadece öğrenmek yerine özümsemeleri gerektiği vurgulanmıştır. Öğrencileri cebirsel düşünmeyle ilgili durumlarla karşılaştırmadan önce örüntüler hakkında yeterli araştırmalara yer verilebilmesi gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada çocukların örüntüsel çalışmaları erken yaşlarda daha kolay keşfedebildiği görülmüştür. Ayrıca örüntülerin cebire girişte ön koşul olduğu ve bu konunun öğretiminin okul öncesinden başlaması gerektiği belirtilmiştir.

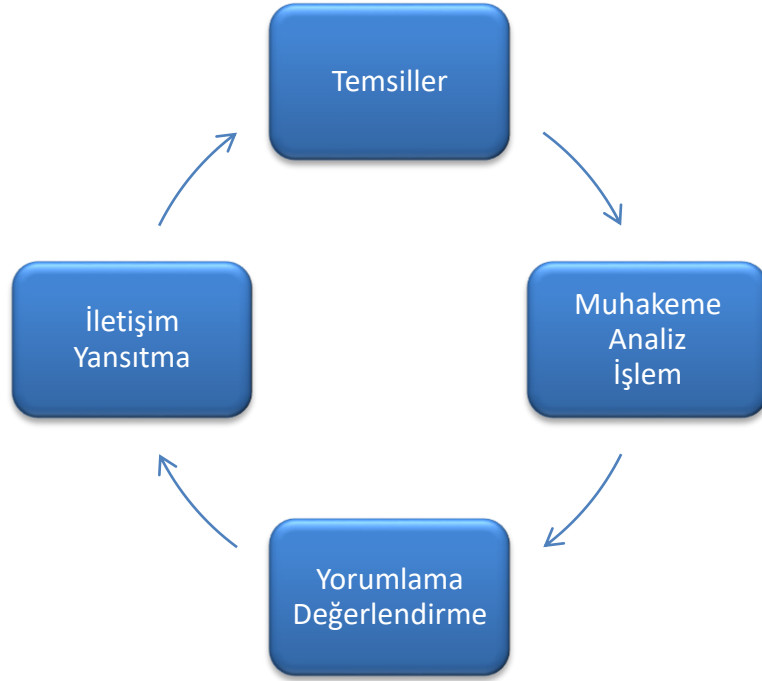
Cai ve Moyer (2008), erken yaşlarda cebirsel düşünmenin gelişimini, uluslararası alandaki çalışmalarda incelemişlerdir. İncelenen bu çalışmalarda iki büyük yaklaşım ele alınmıştır. Bunlardan birincisi aritmetik ile cebir arasındaki ilişki, ikincisi ise genellemelerdir. Araştırmacılar aritmetikten cebire geçişin önemini vurgularken öğrencilerin genelleme yapabilmeleri için aritmetik altyapılarının yeterli düzeyde olması gerektiğini savunmuşlardır. Cebir ile aritmetik arasındaki bağ küçük yaşlarda desteklendiğinde öğrencilerin cebirsel düşünme gelişimini de destekleyeceği belirtilmiştir.

Patsiomitou (2009) araştırmasında, geometri ve cebirin tarihsel gelişimi ve

ilişkinine vurgu yaparak geometri ve cebir arasındaki ilişkiyi geometrik yazılımlar yardımıyla ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırma kapsamında yaşları on beş ve on altı olan toplam 28 ortaokul öğrencisi ile çalışılmıştır. Deney ve kontrol gruplarına ayrılan öğrencilerden kontrol grubunda yer alanlar sınıfta geleneksel yöntemler ile deney grubunda yer alan öğrenciler ise dinamik geometri yazılımı ile ders işlemişlerdir. Her iki grupta da aynı sorular ile çalışılmıştır. Araştırma süresince deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin geometrik temsiller ve cebirsel ifadeler arasında kavramsal olarak geçişler yapıp yapamadığı ve ifade ve temsilleri genelleyip genelleyemedikleri incelenmiştir. Araştırmacı öğrenmenin en iyi yolunun görmek olduğu, görmenin en iyi yolunun ise yapmak olduğunu belirterek dinamik geometri yazılımlarının soyut cebirsel ifadeleri somutlaştırma ve anlamlandırmada bir araç olarak kullanmanın yararlı olacağı sonucuna ulaşmıştır.

Jones (2010) araştırmasında, İngiltere matematik öğretim programında cebir ve geometri ilişkisini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırma sonucunda cebirin öğretim programında geometriye göre baskın bir şekilde yer aldığını belirtmiştir. Yüksek geometri başarısı elde edebilmek için aritmetik ve lineer cebir etkinliklerine ayrılan zamanı daha ekonomik kullanmanın ve artan zamanı geometri etkinliklerinde kullanmanın gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca geometri ve cebir arasındaki ilişkinin fark ettirilmesi ve cebirsel düşünmenin gelişimi için dinamik geometri yazılımlarının faydalı olacağını belirtmiştir. Aşağıdaki Şekil 2’de İngiltere’nin yeni öğretim programında yer alan anahtar kavramlar ve süreçleri gösterilmiştir.

Şekil 2. İngiltere Yeni Öğretim Programındaki Anahtar Kavram ve Süreçler



Kaynak: Jones (2010)

İspir ve Palabıyık (2011) tarafından örüntü temelli olan ve örüntü temelli olmayan cebir öğretiminin 7. sınıf seviyesindeki öğrencilerin cebirsel düşünme becerileri ve matematiğe karşı olan tutumlarına etkisini incelemek amacıyla bir araştırma yapılmıştır. Araştırma ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel yöntem ile yapılan bir çalışmadır. 40 öğrenciyle yürütülen çalışma altı hafta sürmüştür. Bu süreçte deney grubuna örüntü temelli etkinliklerle cebir öğretimi yapılmış, kontrol grubuna ise İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programında yer alan etkinliklerle cebir öğretimi yapılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubunun örüntü temelli öğretim sonucunda kavramsal cebir başarıları kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Örüntü temelli cebir öğretiminde her kazanımla ilgili, örüntüleri genelleme ve örüntü kuralı bulma etkinliklerine yer verilmesi sebebiyle öğrencilerin değişken kavramını daha etkin öğrenmiş olabileceği belirtilmiştir.

Radford (2012) düzenleme, algı ve semboller ile erken cebirsel düşüncenin gelişimi üzerine bir araştırma gerçekleştirmiştir. Boylamsal sınıf tabanlı bir araştırmadan elde edilen verilerden faydalanarak 2. Sınıftan, 3. ve 4. Sınıfa geçen öğrenciler üzerinde çalışmıştır. Araştırma kapsamında öğrencilerin bilişsel ve dil gelişimleriyle birlikte düşünme becerilerinin de geliştiği gözlemlenmiştir. 2. Sınıfa giden öğrenciler örüntülerle çalışmalar yaparken, 3. Sınıfa geçtiğinde artık cebirsel düşüncenin bileşenleriyle karşılaşmaktadır. Öğrencilerin 3. Sınıfta cebirsel düşünmeyi

temel düzeyde gerçekleştirebildikleri gözlemlenmiştir. Ancak öğrenciler 4. Sınıfa geçtiğinde cebiri artık bilinmeyen terimler yerine kullanabilir ve daha soyut düşünebilir bir düzeye gelmişlerdir. Araştırmada öğrencilerde cebirsel düşünmenin erken yaşlarda geliştirilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur. Erken yaşta cebirsel düşünmenin gelişimi için problem çözme, eşitlik ve örüntüleri genelleme gibi önemli noktaların anlaşılmasının önemi vurgulanmıştır. Ayrıca cebirsel düşünmede örüntülerin önemi vurgulanmıştır.

Yaprak Ceyhan (2012) 6., 7. ve 8. sınıf öğrencileri için ilköğretim matematik dersi öğretim programı çerçevesindeki öğretimin öğrencilerin cebir başarısına etkisinin belirlenmesi amacıyla bir araştırma yapmıştır. Araştırmaya 1164 kişiden oluşan 6., 7. ve 8. Sınıf öğrenci grubu katılmıştır. Araştırma, ilköğretim matematik dersi öğretim programının öğrencilerin cebir başarılarına etkisini incelemek amacıyla yapılan deneysel bir araştırmadır. Araştırma, aynı öğrencilerin bahar döneminin başında ve sonunda incelenmesiyle; “Tek grup ön test-son test modeline” göre düzenlenmiştir. Araştırma, bağımsız değişkeni oluşturan farklı çevre şartları, bağımlı değişkenleri oluşturan “Cebir Başarı Testi Puanları”na etkililiğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Öğrencilerin ön test-son test sonuçları, “Cebir Başarı Testi” ortalamaları farkı ilköğretim matematik dersi öğretim programı çerçevesinde yapılan öğretimin 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin cebir başarılarını artırdığını göstermiştir. Ön test ve son test puanları arasında oluşan artış yönlü bu farkın istatistiksel açıdan da anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Verilere göre ilköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin eski programdaki cebir başarısı ile yeni programdaki cebir başarılarının paralel olduğunu göstermektedir. Ek olarak 7. sınıf test ortalamalarının aynı değerler olup anlamlı farklılaşmadığı görülmektedir. Tüm sınıf seviyeleri için test puanları arasındaki kolerasyon katsayısına bakıldığında eski programa ait sorulardan yüksek puan alan öğrencinin yeni programa göre hazırlanan testten yüksek puan aldığı gözlemlenmiştir. 6, 7 ve 8. sınıf öğrencileri daha çok ezbere dayanan klasik geleneksel cebir sorularını cevaplandırmada yenilenen matematik programı çerçevesinde olumlu yönde yol kat ettikleri sonucuna varılmıştır. Tüm sınıf seviyelerinde Cebir Başarı Son Testi ile Cebirsel Düşünme Düzeyi Testi arasında anlamlı, pozitif yönlü ve orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur.

Dane, Çetin, Özturan Sağır ve Baş (2015) yaptıkları çalışmada ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının doğru parçası-ışın kavramları verilen bir cebirsel ifadeye karşılık gelen geometrik şekil-yer ve verilen geometrik şekil-yere karşılık gelen

cebirsal ifadeyi bulma durumlarını incelemişlerdir. Toplam 130 matematik öğretmeni adayına sorulan açık uçlu beş soru “doğru”, “yanlış” ve “cevap verememe” kodlarına bağılı olarak betimsel analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar matematik öğretmeni adaylarının her iki durumda da bazı zorluklar yaşamalarına rağmen cebirsal ifadeye karşılık gelen geometrik şekil-yer bulmada geometrik şekil-yere karşılık gelen cebirsal ifadeyi bulmaya göre daha başarılı olduklarını göstermiştir.

Yakut Çayır ve Akyüz (2015) yaptıkları çalışmada 9. sınıf öğrencilerinin lineer şekil örüntüsü içeren problemleri çözerken kullandıkları genelleme stratejilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Balıkesir ilinde öğrenim gören toplam 425 9. sınıf öğrencisi ile çalışmışlardır. Araştırmada verilerin çözümlenmesi ve yorulanması için nitel araştırma yöntemlerinden içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada örüntünün uzak ve yakın adımları için öğrenci çözümleri incelenmiştir. Araştırmada yer alan katılımcıların yakın adımı bulmada uzak adımı bulmaya göre daha başarılı oldukları sonucu elde edilmiştir. Katılımcılar yakın adım için tek tek sayma ve terimler arasındaki farka odaklanma eğilimi gösterirken uzak adım için belirgin strateji, orantı stratejisi ve fonksiyonel ilişki arama stratejisini kullanmışlardır. Ayrıca araştırma sonunda öğrencilerin çoğunun örüntüleri tanımada başarılı oldukları, ancak yine çoğunun genellemeye ulaşmada ve cebirsal notasyonlarla örüntü kuralını ifade etmede başarısız oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Yıldız, Çiftçi, Şengil Akar ve Sezer (2015), öğrencilerin değişkenleri ve cebirsal ifadeleri yorumlama sürecinde yaptıkları hataları incelemişlerdir. Araştırmaya farklı başarı düzeylerine sahip dört 7. sınıf öğrencisi katılmıştır. Durum çalışması olarak desenlenen araştırmada öğrencilere cebir konu alanıyla ilgili problemlerin yer aldığı anket formu yöneltilmiştir. Verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda öğrencilerin yaptıkları beş tür hata belirlenmiştir: Bunlar; “cebirsal ifadeleri bilinmeyen nesnelere olarak düşünme”, “cebirsal ilişkileri hatalı yorumlama”, “cebirsal ifadeleri birleştirme ve sonlandırma”, “değişkenlerin birer sayı değil obje gösterdiklerini düşünme”, “karşılaştıkları değişkenleri sınırlayarak sadece bilinmeyen ifade olarak anlamlandırma” şeklindedir.

Kaya (2017), yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsal düşünme düzeylerini ve cebir öğrenme alanındaki beceri eksikliklerini incelemeyi amaçlamıştır. Tarama modeli ile yürütülen çalışmaya 185 öğrenci katılmıştır. Veri toplama aracı olarak 10 sorudan

oluşan “Cebirsel Düşünme Düzeyi Belirleme Aracı (CDDBA)” kullanılmıştır. Veriler analiz edildiğinde öğrencilerin doğru cevaplarının ilk aşamadan son aşamaya doğru azaldığı gözlemlenmiştir. Öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinin genel ortalaması 15.09 olarak elde edilirken, soru bazlı olarak erkek öğrencilerin ortalaması 1.32 ve kız öğrencilerin 1.70 olarak hesaplanmıştır. Öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinin düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç göz önüne alınarak öğrencilerin cebirde yaşadıkları güçlüklerin sebeplerinin belirlenmesine yönelik boylamsal çalışmalara ağırlık verilmesi öneri olarak sunulmuştur.

Türkoğlu ve Cihangir (2017), cebirsel düşünme becerisi ile ilgili yapılan çalışmaları incelemiştir. Bu bağlamda çalışmalarında cebirsel düşünme becerisinin ön koşul yeterliliklerini, cebirsel düşünme becerisinin kazanımının kritik sürecini ve cebirsel kavramların farklı ülke müfredatlarında hangi sınıf aralığında verildiğini değerlendirmiştir. Araştırma sonuçlarına göre cebirsel düşünmenin ön koşul becerilerinin örüntü genellemelerinin olduğu, kritik sürecin ise 4-12 yaş aralığı olduğu görülmüştür. Örüntü konu alanındaki eksikliklerin cebirsel düşünmeyi etkilediği sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda örüntü konu alanının daha küçük yaşlarda öğretilmesinin daha faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu görüşü destekleyecek nitelikte diğer ülke müfredatlarında cebirin çok erken sınıflarda verilmeye başlandığı görülmüştür. Çin, Singapur, Güney Kore, Rusya ve Türkiye'nin ilkökul matematik müfredatlarında cebirsel kavramların verilişinin 1., 2., 3., 4., 5. ve 6. Sınıf düzeyleri bazında karşılaştırılmasının yapıldığı araştırmada aritmetik ile cebirin ilişkisinde önemli olan aritmetiksel işlemlere, genelleme ve temsil stratejilerine odaklanılması yaklaşımlarının benimsendiği görülmüştür.

İlhan, Oral ve Kınay (2013), geometrik düşünme ve cebirsel düşünme düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmaya 8. sınıf düzeyinde 515 öğrenci katılmıştır. Veri toplama aracı olarak Geometrik Düşünme Testi ve Cebirsel Düşünme Testi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan cebirsel düşünme testi kapsamında öğrencilere cebirsel düşünme ile ilişkili çeşitli problemler çözdürülerek çözüm stratejileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin geometrik düşünmede düzey-1 seviyesinde, cebirsel düşünmede ise düzey-0 seviyesinde oldukları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin cebirsel ve geometrik düşünme düzeyleri arasında orta düzeyde pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Cebirsel düşünme açısından öğrencilerin %33.4'ünün düzey-0 seviyesinde yığıldığı, %45.1'inin düzey-1 veya düzey-2

seviyesinde bulunduğu, %21.55'inin ise düzey-3 veya düzey-4 seviyelerinde bulduklarını belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinin cinsiyetlerine göre farklılaşmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Kaya, Keşan, İzgiol ve Erkuş (2016), yaptıkları çalışmada 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel muhakeme becerilerine ilişkin başarı düzeylerini belirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmaya 7. sınıf düzeyinde 76 erkek, 70 kız öğrenci katılmıştır. Veri toplama aracı olarak Cebirsel Muhakeme Değerlendirme Aracı (CMDA) kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde öğrencilerin cebirsel düşünme ve cebirsel muhakeme yeteneklerinde sıkıntıları olduğu görülmüştür. Öğrencilerin uygun cebirsel muhakemeyi belirleme, cebirsel ifadelere yönelik çıkarımda bulunma, aynı verilerin farklı cebirsel ifadelerini kullanma, çözüm yoluna ve sonucun doğruluğuna karar verme ile rutin olmayan problemleri çözme becerilerine ait puanlarının orta veya düşük düzeyde olduğu görülmüştür.

Usta ve Özdemir (2018), ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerini incelemişlerdir. Çalışmada durum çalışması yöntemi kullanılmış, veri toplama tekniği olarak ise klinik görüşme kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini 6, 7 ve 8. sınıf düzeyinde 12 öğrenci oluşturmuştur. Veri toplama aracı olarak Cebirsel Düşünme Düzeyi Tespit Formu (CDDTF) kullanılmıştır. Verilerin analizi sonucunda öğrencilerin genellikle 1. ve 2. düzeyde sorulara doğru cevap verdikleri fakat 3 ve 4. düzeydeki soruları cevaplamakta zorlandıkları görülmüştür. Bulgulardan elde edilen sonuçlara göre, 12 öğrenciden beşinin düzey-4'e ulaşabildiği görülmüştür. Öğrencilerin çoğunluğunun cebir için en önemli kavramlardan birisi olan eşitlik kavramı ile ilgili soruları yanıtız bıraktığı için düzey atlayamadığı sonucuna varılmıştır. Öğrencilerin iki kenarının uzunluğu eşit olarak verilmiş şeklin çevre uzunluğunu ifade eden cebirsel ifadeyi yazmaları beklendiğinde ise 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin bu düzey soruda zorlandıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin harfleri bilinmeyen olarak algılaması beklenirken harflere sayısal değerler verdikleri de görülmüştür.

Literatürde yer alan cebirsel düşünme ile ilgili araştırmalar göz önüne alındığında araştırmaların genellikle nitel veya deneysel yöntemle (İspir ve Palabıyık, 2011; Dane vd., 2015; Yakut Çayır ve Akyüz, 2015) ya da anket formları veya açık uçlu sorular aracılığıyla gerçekleştirildiği görülmüştür (Yıldız vd., 2015; Kaya, 2017; Usta ve Özdemir, 2018). Bu doğrultuda öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin belirlenebilmesi amacıyla herhangi bir ölçek geliştirme çalışmasına rastlanmamıştır. Bu

sebeple yapılacak nicel araştırmaların desteklenmesi ve nicel veri toplanabilmesi amacıyla ölçek geliştirme çalışmalarına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Yapılan bu araştırmanın literatürdeki ölçek geliştirme alanındaki eksikliği gidermesi beklenmektedir.

10. TANIMLAR

Matematiksel Düşünme: Matematiksel düşünme; bir problemi zme aşamasında karmaşık ilişkileri görme becerileri ve doğruya ulaşma çabasını arttıran dinamik bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım, 2018).

Cebir: Artı ve eksi gerçek sayılarla, bunların yerini tutan harfler yardımıyla nicelikler arasında genel bağlantılar kuran matematiğin bir kolunu oluşturur (TDK, 2020).

Cebirsel Düşünme: Cebirsel düşünme; tablolar grafikler veya denklemlerle bilgiyi matematiksel olarak ifade etme; ulaşılan bulguları yorumlayıp test ederek farklı durumlara uyarlayabilmek amacıyla matematiksel sembol ve kavramların kullanılmasıdır (Herbert & Brown, 1997).

İKİNCİ BÖLÜM

YÖNTEM

1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

İnsanlar günlük hayatlarında farkında olmasalar bile cebir ve cebirsel düşünme basamaklarını kullanmaktadırlar (Davidenko, 1997). Ancak yapılan araştırmalar bu konu alanında bireylerin kavramlar ve ilişki kurma konusunda zorluklar yaşadıklarını göstermektedir (Mistretta, 2000; Fuys vd., 1998). Bunun en büyük sebebi ise kavramlar arasında ilişki kurmakta zorlanmalarıdır.

Cebirsel düşünme matematiksel düşünmenin özelliklerini içeren temel bileşenleriyle oluşan bir alt düşünme alanıdır. Bu düşünme şekli akıl yürütme, değişkenleri anlama, gösterimleri kullanma ve sembolik gösterimlerin anlamlarını açıklama, gösterimler arasında dönüşüm yapma, matematiksel fikirlerin gelişimi için modellerle çalışma gibi becerileri içerir (Kaf, 2007). Ülkemiz matematik öğretim programlarında da öğrencilerin akıl yürütme becerilerinin gelişimine önem verilmektedir (MEB, 2009). Öğrencilerde cebirsel düşünme becerisinin geliştirilmesi matematik programlarının önemli amaçlarından birisidir. Bu bağlamda bu araştırmada da öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeyleri belirlenerek, belirlenen değişkenler açısından incelenmesi önem arz etmektedir.

Bu araştırmanın amacı, ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin ölçülmesine yönelik bir ölçek geliştirmek ve ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerini çeşitli değişkenler açısından incelemektir. Bu amaçla aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Ortaokul öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı düzeyleri nasıldır?
2. Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinde cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinde sınıf seviyesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinde anne eğitim durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
5. Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinde baba eğitim durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?

6. Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinde ailenin gelir durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
7. Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinde bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?

2. ARAŞTIRMANIN PROBLEM DURUMU

Kişinin olayları anlayabilme ve kendine uygun şekilde olayları yorumlayabilme yeteneği, düşünme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Umay, 2003). Bir başka deyişle düşünme; ayırma, birleştirme, bağlantıları kavrama, karşılaştırmalar yapma yetisi olarak da tanımlanabilmektedir (TDK, 2019).

Matematiksel düşünme olarak adlandırılan düşünce biçimi; tahmin etme, genelleme, hipotez oluşturup bunu deneme, soyutlama, yargılama, kanıtlama ile yeni bir bilgi ya da kavrama ulaşma gibi yönleriyle diğer düşünme biçimlerinden ayrılır (Alkan ve Bukova Güzel, 2005). Öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini kazanmaları için matematiksel kavramları yorumlama şekillerine hâkim olmaları beklenir (Doğan ve Güner, 2012). Matematiksel düşünme, bireyin olgu ve kavramları yorumlama becerilerini geliştiren bir süreçtir (Keith, 2000). Matematiksel düşünce ve kavramların aktarılması amacıyla dil araç görevini üstlenmektedir (Vygotsky, 1986). Bu anlamda öğretim programında da öğrencilerin düşüncelerini doğru aktarabilmeleri için matematiksel dilin önemi vurgulanmaktadır. Güncel ortaokul matematik öğretim programı incelendiğinde; programda yer alan cebir öğrenme alanı, matematiksel düşüncenin önemli bir alt boyutu olarak ele alınmıştır (MEB, 2017). Bu programda bireyin günlük yaşamdaki durumları matematiksel olarak yorumlama yetisine sahip olması beklenmektedir. Sayı ve semboller, değişkenler matematiğin dili olup bahsedilen bu yetiye sahip olmak, öğrencilerin matematiksel dil beceri düzeyleri ile ilişkilidir. Bu bağlamda cebirsel düşünme de ayrı bir öneme sahiptir.

Cebirsel düşünme, nicel durumlar ile ilişkili olarak değişken kullanabilme ve bu değişkenler arasında bulunan ilişkiyi açık hale getirebilme becerisi olarak tanımlanabilir (Driscoll, 1999). Örüntüleri fark etme, örüntüleri kuralına göre devam ettirme, örüntünün ileri bir adımını bulma, örüntünün kuralını bulma ve bunu hem sözel hem de sembolik olarak ifade etme gibi becerilerin öğrencileri cebirsel düşünmeye sevk edeceği bilinmektedir (İspir ve Palabıyık, 2011). Cebirsel düşünme, öğrencilerin bazı özel durumlardan bir dizi matematiksel fikri genellediği bir süreçtir. Bu süreç akıl yürütme

yoluyla genellemeleri kurmayı, zamanla yaşa uygun ve formel şekilde genellemeleri ifade etmeyi içerir (Blanton ve Kaput, 2005). Matematikte cebirsel düşünme durumunun ön koşulu soyutlama yapabilme gücüdür. Bu doğrultuda, matematiğin bir soyutlama yapma bilimi oluşu cebirsel ifadelerle tam anlamını bulur (Altun, 2005).

Cebir kavramı bir öğrenme alanı olarak düşünüldüğünde; öğrencilerin sembol ve değişkenleri anlayabilmesi ya da derste denklemleri çözebilme becerisi olarak tanımlanabilir. Özetle cebir, günlük yaşamın içinde yer alır ve ileri matematiğin temel taşlarını oluşturmaktadır (Choike, 2000). Birçok eğitimci ve araştırmacı cebirde, bütün kavramların örüntülere bağlı ve örüntülerin genellenmesi ile ilgili olduğunu belirtirken örüntü ve örüntüleri genellenmenin matematiğin özü olduğunu vurgulamaktadırlar (Yaman ve Umay, 2013). Bu yüzden araştırmaların çoğunda sayılar ve nicelikler ile aritmetiğin geliştirilmesi üzerinde durulmuştur (Carraher vd., 2006). Özellikle ilkökul ve ortaokul öğrencileri üzerinde yapılan çalışmalarda (Blanton vd., 2015; Berg, 2012; Carraher vd., 2006; Carraher vd., 2008; Girit ve Akyüz, 2016) öğrencilerin örüntülerde yakın adımlara ulaşabildiklerini fakat değişken kavramı ve genellemede sorunlar yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Günümüz matematik öğretim programlarında cebir, öğrenciler tarafından ortaokuldan başlayarak üniversiteye kadar endişe ve korkuyla anılmakta ve öğrenciler için anlaşılmasında büyük zorlukların çekildiği bir ders haline gelmektedir (Dede ve Argün, 2003). Mosvold (2008), matematiğe ilişkin okul matematiği ve dış dünya arasındaki ilişkilendirmeyi günlük yaşamla ilişkilendirme olarak ifade etmekte, Linn, Pulos ve Gans (1981) ise günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünün sıklıkla cebirsel düşünme stratejilerini gerektirdiğini belirtmektedir.

Kieran (2004) cebirsel düşünmenin önemli hususlarından birisini nicelikler arasındaki ilişkiyi ortaya koyma süreci olarak tanımlamaktadır. Matematiğin konu alanları ile cebirsel düşünme basamakları arasındaki ilişkinin anlaşılması daha kaliteli matematik eğitimi açısından önemlidir. Driscoll (1999) de öğretmenlerin cebirsel olmayan ortamlarda cebirsel düşünmeyi ortaya çıkarmasını, özellikle geometride öğrencilerinin cebirsel düşünmeyi fark etmelerini sağlamaları ve öğrencilerini bu konuya yönlendirmeleri gerektiğini vurgular.

Kriegler (2004)'e göre cebirsel düşünme; fonksiyonların ve matematiksel modellemelerin ve geliştirilmiş aritmetiğin bir aracı olan cebirsel ve matematiksel düşünmeden oluşan bir yapıdır. Bu düşünme şekli cebir, geometri ve ölçme, sayılar ve

işlemler, olasılık ve veri işleme öğrenme alanlarından oluşan matematiğin (MEB, 2013) konu alanları içinde geniş ve önemli bir yere sahiptir.

Belirli bir şekil örüntüsünün görseli üzerinden farklı stratejilerle kurallar üreterek genellemelerini sembolik olarak ifade edebilen öğrencilerin güçlü bir cebirsel düşünmeye sahip oldukları söylenebilir (Radford, 2012).

Geçmişten günümüze kadar matematiksel düşünmenin önemini vurgulayan ve bu konu üzerinde çalışılan birçok araştırma yer almaktadır (Umay, 1993; Duatepe ve Çilesiz, 1999; Gürsoy, 2019). Matematiksel düşünme ile ilgili literatürde yer alan araştırmalar incelendiğinde öğrencilerin matematiksel düşünme düzeyleri üzerine çalışmalar yapılmış fakat bu çalışmalarda cebirsel düşünme alanı, matematiksel düşünme alanının alt alanı olarak ele alınmıştır (Kartal, 2019; Olgun 2016; Baş, 2013; Özdi1 2012; Başaran 2011). Cebirsel düşünme olgusunun son zamanlarda daha ön plana çıkarak cebirsel düşünme algı düzeylerinin geliştirilmesi amacıyla çeşitli nitel ve deneysel araştırmaların olduğu görülmektedir (Kaya ve Keşan, 2014; Çaylan, 2018; Arabacı, 2018; Aktaş, 2020; Güvendiren, 2020). Ancak cebirsel düşünme olgusunu ölçebilecek bir nicel veri toplama aracına ulaşamamakta, bu kapsamda genellenebilir sonuçların elde edilmesi, gruplar veya değişkenler açısından ilişkilerin incelenmesi amacıyla nicel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Günümüzde kullandığımız öğretim programlarında, cebirsel düşünmenin öğrenciye kazandırılması gereken hedefler arasında yer aldığı görülmektedir. Bu bağlamda yapılan bu araştırmada da ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin belirlenmesi için öncelikle bir ölçek geliştirme çalışması yapılmıştır. Daha sonra da ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeyleri cinsiyet, sınıf düzeyi, anne eğitim durumu, baba eğitim durumu, ailenin gelir düzeyi, bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığı gibi çeşitli değişkenlere göre incelenmiştir.

3. ARAŞTIRMANIN SAYILTILARI

Bu Araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin ölçme aracındaki maddelere verdikleri cevaplar samimi, özenli ve gerçektir.

4. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI

1. Araştırmanın ölçek geliştirme aşaması 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Afyonkarahisar merkezde basit seçkisiz örnekleme ile seçilmiş devlet ortaokullarında 6., 7. ve 8. sınıflarda öğrenim gören gönüllü 290 öğrenci,

alan uygulaması ise 2019-2020 eğitim-öğretim yılında Afyonkarahisar merkezde basit seçkisiz örnekleme ile seçilmiş devlet ortaokullarında 6., 7. ve 8. sınıflarda öğrenim gören gönüllü 472 ortaokul öğrencisi ile sınırlıdır. Matematik dersi öğretim programında cebir alanına dair kazanımlar 6. Sınıf itibarıyla yer aldığı için 5. Sınıf öğrencileri kapsama alınmamıştır.

2. Bu çalışmada ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin incelendiği çeşitli değişkenler cinsiyet, sınıf düzeyi, anne eğitim durumu, baba eğitim durumu, ailenin gelir durumu ve bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığı ile sınırlıdır.
3. Araştırma, katılımcıların Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeği maddelerine ve kişisel bilgi formuna verdikleri cevaplarla sınırlıdır.

5. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu bölümde, araştırma modeli, araştırma evreni, araştırma örnekleme, veri toplama aracı ve verilerin analizi ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

5.1. ARAŞTIRMA MODELİ

Bu araştırma kapsamında tarama modellerinden genel tarama modeli kullanılmıştır. Belirli bir grubun belirli özelliklerini saptamak için verilerin toplanmasını amaçlayan araştırma modelleri tarama modelleri kapsamında yer almaktadır (Büyüköztürk vd., 2012). Araştırmada ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algılarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi amaçlanmaktadır. Dolayısıyla evreni temsil eden çok sayıda elemandan elde edilen veriler aracılığıyla genel bir yargıya ulaşılması üzerine yapılan çalışmalar genel tarama modeli kapsamındadır (Karasar, 2009).

5.2. ARAŞTIRMA VERİLERİNİN TOPLANMASINDA EVREN VE ÖRNEKLEM

Örneklem sayısı için eğer örneklem sayısı 300'ün altındaysa, madde sayısının 5 ila 10 katı olması gerektiğini belirtmektedir (Kass ve Tinstley, 1979'dan akt. Can, 2017: 248). Bu bağlamda araştırmanın ilk bölümünü oluşturan ölçek geliştirme çalışması için örneklem belirlenmesinde buna dikkat edilmiştir. Ölçek geliştirme aşamasında araştırmanın evrenini 2018-2019 eğitim öğretim yılında Afyonkarahisar ilindeki 6., 7. ve 8. sınıf seviyesindeki tüm ortaokul öğrencileri, örneklemini ise merkeze bağlı ortaokullarda öğrenim görmekte olan 6., 7. ve 8. sınıf seviyesindeki 300 ortaokul

öğrencisi oluşturmuştur. Ancak taslak ölçeğin uygulanması sırasında yönergeye uygun ve samimi şekilde doldurulmadığı düşünülen 10 ortaokul öğrencisinin ölçeği değerlendirme dışında tutulmuştur. Araştırma kapsamından bu öğrencilerin doldurduğu ölçekler çıkarıldığında, 290 ortaokul öğrencisinden elde edilen veriler üzerinden ölçek geliştirme çalışması yürütülmüştür. Seçkisiz örnekleme yöntemlerinden, basit seçkisiz örnekleme yöntemi ile seçilen 6. Sınıftan 73 öğrenci, 7. Sınıftan 137 öğrenci ve 8. Sınıftan 80 öğrenci örnekleme alınmıştır. Örnekleme alınan öğrencilerin 148'i kız ve 142'si erkek öğrencidir. Ölçek geliştirme aşamasında örnekleme alınan öğrencilerin dağılımına ilişkin veriler Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Ölçek Geliştirme Aşamasında Örnekleme Alınan Öğrencilerin Demografik Bilgilerinin Dağılımı

Demografik Özellikler		N
Sınıf Düzeyi	6. Sınıf	73
	7. Sınıf	137
	8. Sınıf	80
Toplam		290
Cinsiyet	Kız	148
	Erkek	142
Toplam		290

Örnekleme alınan bu öğrencilerden 32 tanesi ölçek geliştirme aşamasında madde havuzu oluşturmadan önce öncelikle Cebirsel Düşünme Görüş Formunu doldurmuşlar, bunların verdikleri cevaplar kodlandıktan sonra ölçek geliştirme süreci tamamlanmıştır.

Araştırmanın ikinci bölümünü oluşturan ölçek geçerleme çalışması ayrı bir örneklem üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın alan uygulamasının evrenini 2019-2020 eğitim öğretim yılında Afyonkarahisar il sınırları içerisinde ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf seviyesinde öğrenim gören öğrenciler oluşturmuştur. Araştırmanın örneklemini ise evrenden seçkisiz örnekleme yöntemlerinden basit seçkisiz örnekleme yöntemi ile seçilen 6., 7. ve 8. sınıf seviyesinde öğrenim gören 472 öğrenci oluşturmuştur. 472 ortaokul öğrencisinden 152 (%32,2)'si 6. sınıf, 213 (%45,1)'ü 7. sınıf ve 107 (22,7)'si 8. sınıf öğrencisidir. Örnekleme alınan öğrencilerin 248 (%52,5)'i Kız, 224 (%47,5)'si erkek öğrenciden oluşmaktadır.

Daha az iş gücü, daha az masraf ve daha hızlı sonuçların alınabilmesi için örnekleme alınan öğrenciler üç farklı ortaokuldan seçilmiştir. A okulundan 283, B okulundan 75, C okulundan 114 öğrenci olmak üzere toplamda 472 öğrencinin dağılımı tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6. Alan Uygulaması Aşamasında Örneklemeye Alınan Öğrencilerin Demografik Bilgilerinin Dağılımı

Demografik Özellikler		N
Okullar	A Ortaokulu	283
	B Ortaokulu	75
	C Ortaokulu	114
Toplam		472
Sınıf Düzeyi	6. Sınıf	152
	7. Sınıf	213
	8. Sınıf	107
Toplam		472
Cinsiyet	Kız	248
	Erkek	224
Toplam		472

Tabloda gösterilen A Ortaokulu, ailelerin ekonomik durumlarının iyi olduğu ve aynı zamanda öğrenci başarı seviyelerinin yüksek olduğu bir okuldur. B Ortaokulu, ailelerin ekonomik durumlarının düşük olduğu ve aynı zamanda öğrenci başarı seviyelerinin de düşük bir okuldur. C Ortaokulu, ailelerin ekonomik durumlarının ve öğrenci başarı seviyelerinin ortalama olduğu bir okuldur.

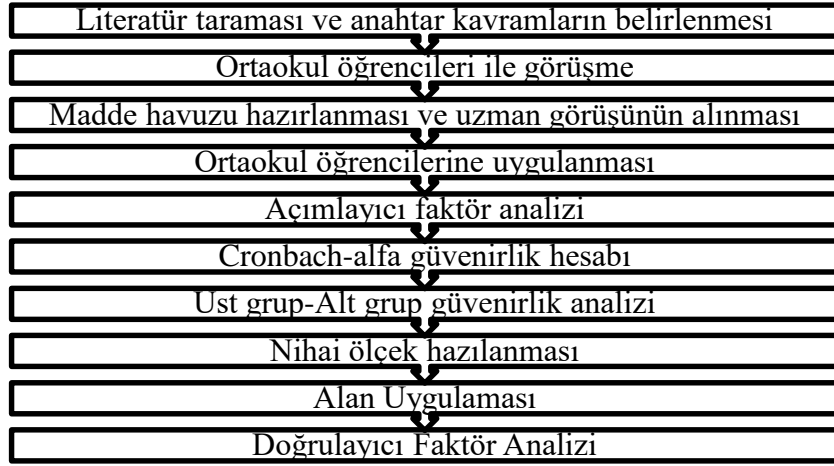
6. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Araştırmada veri toplama aracı olarak bu tez çalışması kapsamında Park ve Peker (2019) tarafından geliştirilen Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeği (CDAÖ) kullanılmıştır. Adı geçen CDAÖ bu tez çalışması için geliştirilmiş olup geliştirilen veri toplama aracı ile ilgili temel bilgiler bu bölümde yer almaktadır.

6.1. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİ İÇİN CEBİRSEL DÜŞÜNME ÖLÇEĞİNİN GELİŞTİRİLME SÜRECİ

Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerini ölçmek amacıyla geliştirilen Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeği 5'li Likert tipindedir. Ölçeğin maddelerine verilen tepkiler hiçbir zaman (1) seçeneğinden her zaman (5) seçeneğine doğru beş tepki kategorisinden oluşmaktadır. Ölçekten alınan toplam puan yükseldikçe cebirsel düşünme algı düzeyinde artış gözlemlenmektedir. Ölçeğin geliştirilmesi için yapılanlar aşamalı olarak aşağıda başlıklar halinde belirtilmiş ve aşamaları şekil 3'te gösterilmiştir.

Şekil 3. Ölçme Aracının Geliştirilme Aşamaları



6.1.1. Madde Havuzunun Oluşturulması

Ölçek geliştirme sürecinde öncelikle literatür taraması yapılmış, cebirsel düşünme ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Yapılmış olan literatür taraması sonucu cebirsel düşünmenin, bağıntı ve fonksiyonları anlamak, cebirsel ifadeler arasındaki ilişkiyi tespit etmek, matematiksel sembolleri kullanarak matematiksel durum ve yapıları çözümlmek ve farklı durumlarda değişimi yorumlayabilmek gibi anahtar kavramlar oluşturulmuştur. Daha sonra ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerini belirlemek için hazırlanacak ölçeğin madde havuzunun oluşturulması amacıyla Cebirsel Düşünme Görüş Formu hazırlanmıştır. Formun geliştirilmesinde, uzman görüşlerine de başvurulmuştur. Daha sonra da örnekleme alınması düşünülen ortaokul öğrencileri ile benzer özellik taşıyan 32 öğrenciye Tablo 7’de verilen 7 açık uçlu soru yüz yüze sorulmuştur. Elde edilen veriler anlamsal içerik analiziyle analiz edilmiştir. Bu içerik analizi türü, analiz edilen verinin içeriğindeki asıl konu alanlarını ve bu alanlara giren özel alt alanları ortaya çıkarmak için kullanılan bir kategori oluşturma işlemidir (Tavşancıl ve Aslan, 2001).

Tablo 7. Literatür Taraması Sonucu Belirlenen Anahtar Kavramlar Kapsamında Sorulan Açık Uçlu Sorular (Cebirsel Düşünme Görüş Formu)

SORULAR	
1	Sizce değişken kavramı neyi ifade eder?
2	Cebir ifadesini açıklar mısınız?
3	Sizce cebirsel ifadeler günlük hayatta nerelerde karşımıza çıkar?
4	Matematik dersinde ya da günlük hayatınızda, bilinmeyen ifadeleri hangi durumlarda kullanırsınız?
5	Problem çözerken sonuca ulaşabilmek için nasıl bir yol izlersiniz?
6	Bir problem durumunu hangi şekillerde ifade edebilirsiniz?
7	Örüntü kavramı size neyi ifade etmektedir?

Görüşme sorularından alınan cevaplar ve literatür taramasına göre cebirsel

ifadeleri anlama, çözümlleme, değişken, örüntü ve cebirin uygulanabilirliği şeklinde anahtar kavramlar oluşturulmuştur. Anahtar kavramlar ile madde yazılmasına başlanmış ve 53 maddelik madde havuzu oluşturulmuştur. Ortaokul Öğrencileri İçin Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Geliştirilmesinde kullanılan nitel süreç ve ürünler Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Ortaokul Öğrencileri İçin Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Geliştirilmesinde Kullanılan Süreç ve Ürünler

	Nitel Veri Toplama	Nitel Veri Analizi	Ölçme Aracını Geliştirme
Süreçler	Kolay ulaşılabilir örnekleme	Açık Kodlama	3 kategoriye ölçeğin alt faktörleri olarak ele alma
	Cebirsel Düşünme Görüşme Formu	Kategori Oluşturma	Madde havuzu oluşturulması
			Maddelerin anlaşılabilirlik kontrolü
Ürünler	Görüşme formu Dokümanları	Kodlanmış Doküman	53 maddelik pilot uygulama formu
		Cebirsel Düşünmeye İlişkin 3 Alt faktör	

Madde havuzunun oluşturulmasında kategorilerin belirlenmesi amacıyla 3 uzman, her katılımcının cevaplarını gözden geçirerek kodlar belirlemiş ve ayrı ayrı anlamsal içerik analizi yapmıştır. Belirlenen kodlar karşılaştırılarak uyum sağlamayan kodlar üzerinde anlaşmaya varılmıştır. Bu süreç sonunda, uzmanlar arası uyum katsayısı,

$$\text{Güvenirlilik Katsayısı} = \frac{\text{Görüş Birliği}}{\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı}} \times 100$$

formülüyle %85 olarak hesaplanmıştır. Güvenirlilik katsayısı %70’in üzerinde olduğu için ölçeğin kategorilerinin güvenilir şekilde oluşturulduğu söylenebilir (Miles ve Huberman, 1994’ten akt. Ocak vd., 2013: 171). Bu doğrultuda anahtar kavramlara göre belirlenen kodlar belirlenmiş, tablolar halinde sunulmuştur. Cebirsel düşünme kavramı ve bu kavramın zihinde oluşturduğu şemalar ile ilgili olarak elde edilen kodlar ve kodlara ait frekans değerleri Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9. Cebirsel Düşünme İle İlgili Olarak Elde Edilen Kodlar ve Frekans Değerleri

Temalar	Kodlar	Öğrenci	Frekans (f)
Cebirsel Düşünme Kavramı ile İlgili Kodlar	Problem çözerken kullandığımız düşünme biçimidir.	Ö _{2,5,6,7,8,11,13,14,15,16,19,20,22,23,25,27,29,30}	18
	Akıl yürütme gerektiren düşünme şeklidir.	Ö _{1,3,4,9,10,12,17,18,21,24,26,28,31,32}	14

Tablo 9. (Devam) Cebirsel Düşünme İle İlgili Olarak Elde Edilen Kodlar ve Frekans Değerleri

Temalar	Kodlar	Öğrenci	Frekans (f)
Cebir Kavramının Zihinde Oluşturduğu Şemalar ile İlgili Kodlar	Örüntülerdir.	Ö _{2,5,17,19,20,21,22}	7
	Bilinmeyen ifadelerdir.	Ö _{1,3,4,7,8,14,15,16,18,23,25,26,27,28,30,32}	16
	Değişkenlerdir.	Ö _{1,3,4,6,9,10,11,12,13,18,23,24,25,27,31,32}	16

Tablo 9'a göre Cebirsel Düşünme Görüş Formunu doldurmak için araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin büyük çoğunluğu (f=18) cebirsel düşünme kavramını problem çözerken kullandığımız düşünme biçimi şeklinde tanımlamaktadır. Bu doğrultuda Ö₇ kodlu öğrenci "Problem çözerken yapacağımız işlemler üzerinde düşünüyoruz. Cebirsel düşünmeyi de böyle ifade edebilirim." ifadesine yer vermiştir. Cebir Kavramının Zihinde Oluşturduğu Şemalar incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin büyük çoğunluğu (f=16) cebir kavramını değişken ve bilinmeyen ifadeler şeklinde ifade etmişlerdir. Ö₁₈ kodlu öğrenci "Bilmediğimiz ifadeleri göstermek için kullandığımız harfler, semboller aslında cebirdir." demiştir. Araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin bir kısmı (f=7) ise cebirsel ifadeleri örüntü kavramı ile ilişkilendirmiştir. Ö₂ kodlu öğrenci cebir kavramını "Örüntü kurarken ileri adımları tahmin etmektir" şeklinde ifade etmiştir.

Cebirsel ifadelerin ve düşünmenin günlük yaşamdaki yeri ile ilgili olarak elde edilen kodlar ve kodlara ait frekans değerleri Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. Cebirsel Düşünmenin Günlük Yaşamdaki Yeri İle İlgili Olarak Elde Edilen Kodlar ve Frekans Değerleri

Temalar	Kodlar	Öğrenci	Frekans (f)
Günlük Yaşamda Cebirsel Düşünme	Günlük hayatta cebirsel ifadelerle karşılaşmaktayım.	Ö _{Tamamı}	32
	Alışveriş yaparken cebirsel ifadelerden yararlanılır.	Ö _{2,3,4,7,9,12,15,18,19,20,24,25,27,28,30,31}	16
	Problem çözerken cebirsel ifadelerden yararlanılır.	Ö _{1,19,20,24,31}	5
	Yaş hesabı yaparken kullanılır.	Ö _{2,15,18}	3

Tablo 10'a göre Cebirsel Düşünme Görüş Formunu doldurmak için araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin tamamı (f=32) cebirsel ifadeler ile günlük hayatta karşılaştıklarını vurgulamaktadır. Bu kapsamda Ö₃₀ kodlu öğrenci "Günlük hayatta her yerde matematik ve cebirle karşılaşıyoruz. Bunlar olmadan hiçbir şey yapamayız." ifadesine yer vermiştir. Benzer şekilde araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin yarısı

(f=16) alışveriş yaparken cebirden yararlandıklarını dile getirmişlerdir. Bu kapsamda Ö₁₈ kodlu öğrenci “Harçlığımızla neler alabileceğimizi hesaplarken ya da farklı hangi ürünler ile kaçar tane alacağımızı hesaplarken hep cebir kullanıyoruz.” demiştir. Araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin bir kısmı (f=5) problem çözerken cebirsel ifadelerden yararlandıklarını söylemektedir. Bu kapsamda Ö₁ kodlu öğrenci “Öğretmenimiz derste problem verdiğinde çözebilmek için üzerinde düşünüyoruz ve bilmediğimiz ifadelerle cebirsel ifade veriyoruz.” demiştir. Araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin az kısmı (f=3) cebirsel ifadeleri yaş hesabı yaparken kullandıklarını belirtmiştir. Bu kapsamda Ö₂ kodlu öğrenci “Derste öğretmenimiz yaş problemleri sorduğunda cebirsel ifadeler ile çözüyoruz. Aynı şekilde günlük hayatta yaş hesaplarırken kullanıyoruz.” şeklinde ifadelerde bulunmuştur.

Ortaokul öğrencilerinin cebirsel ifadeleri kullanım şekilleri ve çoklu temsil becerileri ile ilgili olarak elde edilen kodlar ve kodlara ait frekans değerleri Tablo 11’de sunulmuştur.

Tablo 11. Cebirsel İfadelerin Kullanım Şekilleri İle İlgili Olarak Elde Edilen Kodlar ve Frekans Değerleri

Temalar	Kodlar	Öğrenci	Frekans (f)
Çoklu Temsil Kullanımı İle İlgili Kodlar	Sözel ifadeleri cebirsel yazabilirim.	Ö _{1,3,7,10,11,12,13,19}	7
	Cebirsel ifadeyi sözel olarak açıklayabilirim.	Ö _{1,3,6,7,10,11,14,16,17,19,23,24,27,30}	14
	Cebirsel ifadeyi örüntü haline getirebilirim.	Ö _{3,21}	2
	Cebirsel ifadeler ile değerler tablosu oluşturabilirim.	Ö _{1,2,3,4,5,7,9,10,11,12,15,17, 19,23, 24,26, 30,31}	18
Cebirsel İfadelerin Kullanımı İle İlgili Kodlar	Farklı alanlarda kullanabilirim.	Ö _{1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,13,15,17,18,19,20, 25,26,27,30,31,32}	22
	Cebirsel ifadeler ile işlem yapabiliyim.	Ö _{4,5,10,15,17,20,25,26,27,28,30,32}	12
	Değişkenlerin gerekli olduğu yerleri bilirim.	Ö _{2,3,5,8,10,15, 19,20, 29}	9

Tablo 11’e göre Cebirsel Düşünme Görüş Formunu doldurmak için araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin bir kısmı (f=7) sözel ifadeleri cebirsel olarak yazabildiklerini belirtmektedir. Ö₁₁ kodlu öğrenci “Derste sözel ifadeleri cebirsel yazma ile ilgili sorular çözüyoruz. Bu sayede karşılaştığım durumları da cebirsel olarak yazabiliyorum artık.” şeklinde ifade etmiştir. Benzer şekilde öğrencilerin yarısına yakını (f=14) verilen cebirsel ifadeleri sözel olarak aktarabileceklerini söylemişlerdir. Bu doğrultuda Ö₂₇ kodlu öğrenci “Cebir konusunu zihnimde canlandırmak zor olduğu için

sözel ifadeyi cebirsel olarak yazmakta zorlanıyorsunuz. Ama tam tersini yapabiliyorum.” ifadesine yer vermiştir. Ortaokul öğrencilerinin çok az bir kısmı (f=2) cebirsel ifadeleri örüntü olarak ifade edebileceklerini belirtmiştir. Bu doğrultuda Ö₂₁ kodlu öğrenci “Cebirsel ifadelere farklı değerler vererek belirli bir düzende ilerlemesini sağlayabiliriz.” ifadesine yer vermiştir. Ortaokul öğrencilerinin yarısı (f=18) cebirsel ifadelerle cebirsel ifadelerle değerler tablosu oluşturabileceğini ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda Ö₃₁ kodlu öğrenci “Cebirsel ifadelere değer vererek alacağı değeri de hesaplayabilirim. Bu sayede tahminlerde bulunabiliriz.” ifadesine yer vermiştir. Araştırmaya katılan öğrencilerin büyük bir çoğunluğu (f=22) cebirsel ifadeleri farklı alanlarda kullanabileceğini ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda Ö₆ kodlu öğrenci “Cebirsel ifadeleri yaş hesaplarken, alışveriş yaparken ya da farklı birçok problemi çözerken kullanırım.” ifadesine yer vermiştir. Benzer şekilde katılımcıların bir kısmı (f=12) cebirsel ifadelerle işlemler yapabileceğini belirtirken bir kısmı da (f=9) değişkenleri kullanacakları yerleri ve şekilleri analiz edebildiklerine değinmişlerdir.

Ortaokul öğrencilerinin cebirsel ifadelerin kullanılmasına yönelik tutumları ile ilgili olarak elde edilen kodlar ve kodlara ait frekans değerleri Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 12. Cebirsel İfadelerin Kullanılmasına Yönelik Öğrenci Tutumları İle İlgili Olarak Elde Edilen Kodlar ve Frekans Değerleri

Temalar	Kodlar	Öğrenci	Frekans (f)
Öğrenci Tutumları İle İlgili Kodlar	Cebirsel ifade kullanmaktan korkarım.	Ö _{1,2,3,7,9,10,11,12,13,19,22,23,25,26,27,29,30,31,32}	19
	Cebirsel ifadeleri anlayamam.	Ö _{1,2,5,7,11,17,19,22,27,30,31}	11
	Cebirsel ifadeleri kullanmak zevklidir.	Ö _{8,14,15,16,17,20,21,24}	8
	Cebirsel ifadeleri kullanmak benim için zordur.	Ö _{1,2,3,5,7,9,10,11,12,13,15,18,19,22,23,25,26,27,29,30,31,32}	21

Tablo 12’ye göre Cebirsel Düşünme Görüş Formunu doldurmak için araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin büyük bir kısmı (f=21) cebirsel ifadeleri kullanmanın kendileri için zor olduğunu ifade ederken önyargılarından bahsetmektedirler. Bu kapsamda Ö₂₂ kodlu öğrenci “Cebirsel ifadeleri anlayamıyorum, yapamıyorum ve yapacağımı düşünmüyorum.” şeklinde ifade etmiştir. Benzer şekilde öğrencilerin büyük çoğunluğu (f=19) cebirsel ifadeleri kullanmaktan korktuğuna değinmişlerdir. Ortaokul öğrencilerinin bir kısmı (f=11) cebirsel ifadeleri anlayamamış ya da anlayamayacağını düşünmektedir. Bu doğrultuda Ö₁₇ kodlu öğrenci “Cebirsel ifadeleri anlayamıyorum. Hem çok karışık hem de bilinmeyen birşeyi yazıp işlem yapma kısmını anlayamadım.” şeklinde ifadeye yer vermiştir. Ortaokul öğrencilerinin

az bir kısmı ($f=8$) cebirsel ifade kullanmaktan zevk almaktadır. Bu doğrultuda Ö₂₄ kodlu öğrenci “Cebirsel ifadelerle işlem yapmak bulmaca çözmek gibi geliyor. Bilinmeyeni bulmaya çalışmak ve üzerinde düşünmek benim çok hoşuma gidiyor.” şeklinde ifadeye yer vermiştir.

6.1.2. Uzman Görüşünün Alınması

Yukarıdaki işlemlerden sonra taslak ölçek maddeleri oluşturulurken kapsam geçerliğini artırmak için uzman görüşleri alınmıştır. Madde havuzunda yer alan 53 madde, üç öğretim üyesine ve mesleğinde tecrübeli dört ilköğretim matematik öğretmenine inceletirilmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda soruların bazılarında iyileştirmeye gidilmiştir. Örneğin; “Problemleri cebirsel olarak ifade edebilirim.” maddesi uzman görüşüyle birlikte “Sözel olarak verilen bir problemi cebirsel olarak ifade edebilirim.”; “ Cebirsel ifadeye farklı değerler verebilirim.” maddesi uzman görüşüyle birlikte “ Bir cebirsel ifadenin değerini farklı doğal sayılar için hesaplayabilirim.”; “Birbirine eşit cebirsel ifadeleri ayırt edebilirim.” maddesi uzman görüşüyle birlikte “Toplamları aynı sayıya eşit olan cebirsel ifadelerin de birbirine eşit olabileceğini bilirim ($3m+n=22$ ve $5m+n=22$ ise $3m+n=5m+n$ 'dir).” şeklinde değiştirilmiştir. Ölçeğin taslağının son hali yine 53 madde olacak şekilde düzenlenmiştir.

6.1.3. Uygulama Aşaması

Örnekleme alınması düşünülen ortaokul öğrencileri ile benzer özellik taşıyan 32 öğrencinin Cebirsel Düşünme Görüş Formuna verdikleri cevaplardan elde edilen ve üç alt kategoriye (Cebirsel Modelleri Anlama, Matematiksel Yapıları Çözümleme ve Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu) uyumlu olacak şekilde uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulan madde havuzu sonrasında taslak ölçekte yer alan ifadelerin değerlendirilmesi için 5'li Likert tipinde derecelendirme kullanılmıştır. Ölçek maddeleri (1) hiçbir zaman (2) nadiren (3) bazen (4) sık sık ve (5) her zaman şeklinde puanlanmış, olumsuz ifadelerde (Madde 24,25,26) ters puanlama yapılmıştır. Buradaki yüksek puanlar cebirsel düşünme algı düzeyinin yüksek olduğunu temsil etmektedir.

Ölçek maddelerinin anlaşılabilirliğini test etmek için örnekleme alınması düşünülen ortaokul öğrencileri ile benzer özellik taşıyan 25 ortaokul öğrencisi ile görüşülmüş, maddeler öğrencilere okutulmuş ve öğrencilerin maddeleri anlama durumları göz önüne alınmıştır. Öğrencilerden gelen dönütler sonucunda öğrencilerin tüm maddeleri anladıkları görülmüştür.

Tüm hazırlık süreçleri tamamlanan 53 maddelik taslak ölçek son olarak 6., 7. ve 8. sınıflarda öğrenim gören ve örnekleme alınan 300 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır. Yönergeye uygun olarak doldurulmadığı düşünülen ölçekler çıkarıldıktan sonra kalan 290 öğrenciden elde edilen verilerin istatistiksel analizleri bilgisayar ortamında yapılmıştır.

Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin geliştirilmesinde kullanılan nicel süreç ve ürünler Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Geliştirilmesinde Kullanılan Nicel Süreç ve Ürünler

	Nicel Veri Toplama	Nicel Veri Analizi	Yorumlama
Süreçler	Ölçeğin pilot uygulaması	Açımlayıcı faktör analizi	Faktörler altına düşen maddelerin yorumlanması
		Madde analizleri	Nitel verilerin doğrulanma seviyelerinin belirlenmesi
		Ölçeğin güvenilirliği	
		Doğrulayıcı faktör analizi	
Ürünler	Sayısal puanlar	Faktör yükleri	Faktörlerin tanımı
		Oransal etken varyansı	Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerini belirlemek için geçerlik ve güvenilirlik kanıtları elde edilmiş bir ölçme aracı
		Madde- toplam korelasyonu	
		Ortalama	
		Standart sapma	
		Skewness- Kurtosis	
		Cronbach's alfa	

Ölçek geliştirme aşamasındaki nicel süreçte 290 öğrenciden elde edilen veriler için açımlayıcı faktör analizi (AFA) ve güvenilirlik analizleri yapılmıştır.

6.1.4. Açımlayıcı Faktör Analizi

Faktör analizi; aynı yapıyı ölçen parametreleri bir araya getirerek ölçmeyi az sayıda faktör ile açıklamayı amaçlayan istatistiksel bir tekniktir (Büyüköztürk vd., 2012). Hazırlanan ölçeğin yapı geçerliğinin belirlenebilmesi için faktör analizi yapılmıştır.

Yapılan ön analizler sonucunda; örneklem oluşturma uygunluğu için, KMO (Kaiser – Meyer – Olkin) değerine bakılmış ve 0.948 hesaplanmıştır. Örneklem oluşturma uygunluğu için bu değer 0,7'den büyük olması istenir. Ölçeğin bütünlüğü

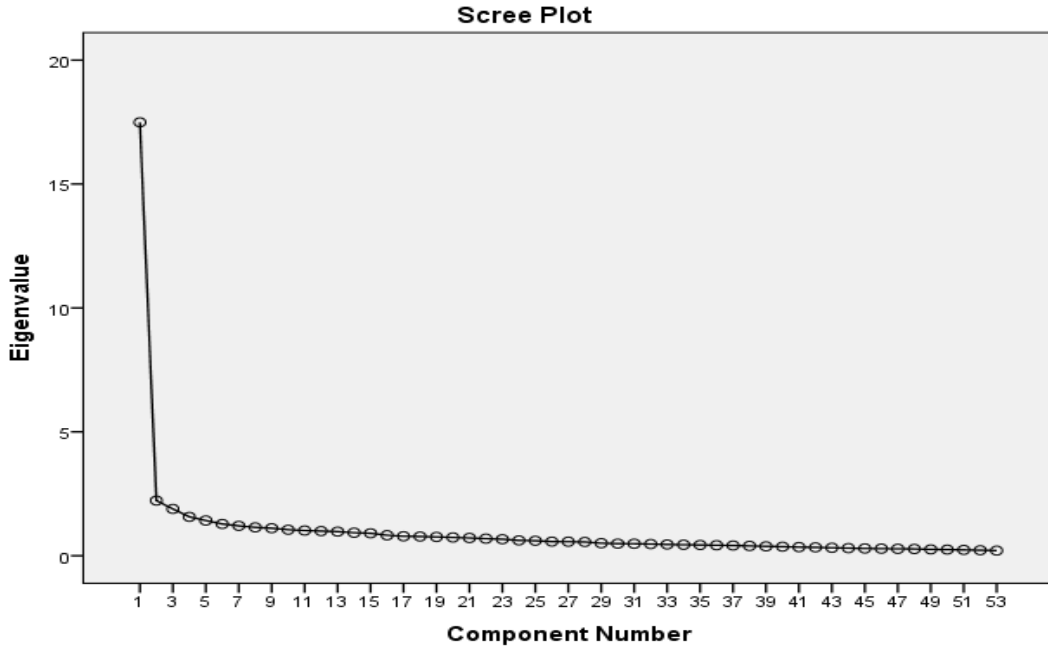
için bakılan Barlett testi sonucu ise anlamlı çıkmıştır [$p=0.000$, $p<0.050$]. Ölçeğin bütünlüğü için bu değer anlamlı çıkması istenir. Faktör analizi sırasında, çıkarılan maddelerden sonra KMO (Kaiser – Meyer – Olkin) değeri 0.947'e düşmüştür. Açımlayıcı faktör analizi için ilk analiz ve daha sonra kalan maddelerle yapılan açımlayıcı faktör analizi sonucunda son analizlerdeki KMO ve Barlett testi sonuçları tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. İlk Analiz ve Son Analiz KMO ve Barlett Testi Sonuçları

İlk Analiz Sonuçları			Son Analiz Sonuçları		
Kaiser–Meyer–Olkin değeri		0,948	Kaiser–Meyer–Olkin değeri		0,947
Barlett Testi	Approx. Chi-Square	7058,973	Barlett Testi	Approx. Chi-Square	3206,815
	df	1378		df	325
	Sig.	0,000		Sig.	0,000

Kaiser yönteminde bir faktörle ilişkili maddelerin faktör yüklerinin karelerinin toplamı o faktöre ilişkin özdeğer olarak adlandırılır ve özdeğeri 1'den büyük olan faktörler anlamlı olarak kabul edilirler (Dunteman, 1989'dan akt. Eroğlu, 2009: 325). İlk analizler sonucunda 11 adet faktör bulunmuştur. Bulunan 11 faktör toplam varyansın %59.261'ini açıklamaktadır. Maddelerin faktör sayısına ilişkin çizgi grafiği aşağıda Şekil 4'te verilmiştir.

Şekil 4. Ortaokul Öğrencileri İçin Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Çizgi Grafiği



Yapılan analiz verilerine göre, ölçekteki bazı maddelerin faktör yüklerinin düşük olduğu ve bazı maddelerin de birden fazla faktöre yüklendiği görülmüştür. Faktör yükleri, en büyük iki değeri arasındaki fark 0.10'dan az ve faktör yükleri 0.40'dan (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2018) küçük olan 27 madde adım adım faktör

analizi yenilenecek ölçekten çıkarılmıştır. Kalan maddeler ile faktör analizi sonucunda 3 faktör elde edilmiştir. Ölçeğin birbirinden olabildiğince ilişkisiz faktörlere ayrışması beklentisi, varimax dik döndürme tekniği kullanılarak (Tatlıdil, 1992) belirlenmeye çalışılmıştır. Madde çıkarılma işlemleri sonucunda, üç alt faktörden oluşan Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin, döndürme sonrası birinci alt faktörün toplam varyansa katkısı %26.262, ikinci alt faktörün katkısı %14.553, üçüncü alt faktörün toplam varyansa katkısı %9.345 olarak bulunmuştur. Ölçekte yer alan maddelerin faktör yüklerinin 0,30'dan yüksek olması, genel varyansın ise en az %40'ının açıklanması, davranış bilimleri açısından yeterli görülmektedir (Büyüköztürk, 2007; Kline, 1994; Scherer vd., 1988). Faktör analizi sonucunda, elde edilen 3 faktörün toplam varyansın %50.171'ini açıkladığı görülmüştür. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin açıkladığı toplam varyans Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Açıkladığı Toplam Varyans (Total Variance Explained) Tablosu

Component (Maddeler)	Initial Eigenvalues (Öz Değerler)			Extraction Sums of Squared Load- ings (Karesi Alınan Yüklerin Toplam Çıkarımı)			Rotation Sums of Squared Loadings (Karesi Alınan Yüklerin Döndürme Toplamı)		
	Total (Toplam)	% of Variance (Varyans)	Cumulative % (Birikimli)	Total (Toplam)	% of Variance (Varyans)	Cumulative % (Birikimli)	Total (Toplam)	% of Variance (Varyans)	Cumulative % (Birikimli)
1	10,038	38,609	38,609	10,038	38,609	38,609	6,831	26,272	26,272
2	1,680	6,463	45,072	1,680	6,463	45,072	3,784	14,553	40,826
3	1,326	5,099	50,171	1,326	5,099	50,171	2,430	9,345	50,171
4	,944	3,630	53,801						
5	,901	3,463	57,265						
6	,834	3,208	60,472						
7	,821	3,158	63,631						
8	,776	2,985	66,615						
9	,715	2,749	69,364						
10	,683	2,628	71,991						
11	,661	2,542	74,534						
12	,640	2,460	76,993						
13	,586	2,252	79,246						
14	,541	2,080	81,326						
15	,526	2,022	83,348						
16	,494	1,901	85,249						
17	,461	1,773	87,023						
18	,450	1,730	88,753						
19	,443	1,704	90,456						
20	,419	1,611	92,067						
21	,410	1,577	93,644						
22	,370	1,421	95,065						
23	,362	1,393	96,458						
24	,327	1,257	97,715						
25	,316	1,215	98,930						
26	,278	1,070	100,000						

Verileri daha kolay kontrol edilebilir birimlere ayırarak bazı faktörlerin birbirleri ile ilişkili olmaları gerektiren kuramsal bir yapı söz konusu değilse dik döndürme yöntemleri kullanılmalıdır (Ho, 2006'dan akt. Can, 2017: 242). Ölçekte faktörlerin, aralarında ilişkisiz, bağımsız olduğu kabul edilerek varimax dik döndürme tekniği kullanılmıştır (Saraçlı, 2011). Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin döndürülmüş bileşenler matrisi Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Döndürülmüş Bileşenler Matrisi (Rotated Component Matrix) Tablosu

Madde Havuz No	Yeni Madde No	F1	F2	F3	Madde Toplam Korelasyon Katsayısı	Ortak Faktör Varyansı
M21	1	,719			,633	,547
M15	2	,660			,699	,599
M26	3	,660			,584	,465
M42	4	,657			,685	,548
M23	5	,643			,707	,567
M16	6	,627			,639	,488
M19	7	,625			,456	,391
M49	8	,620			,677	,525
M17	9	,619			,553	,437
M27	10	,610			,627	,467
M14	11	,594			,610	,449
M50	12	,569			,618	,466
M24	13	,563			,626	,449
M33	14	,561			,627	,451
M51	15	,560			,617	,442
M48	16	,531			,595	,410
M41	17	,530			,607	,424
M35	18		,703		,542	,556
M30	19		,676		,435	,475
M45	20		,645		,523	,484
M39	21		,607		,572	,487
M34	22		,592		,538	,455
M40	23		,577		,572	,470
M1	24			,819	,404	,707
M2	25			,781	,430	,650
M3	26			,768	,360	,634
Özdeğeri		10,038	1,680	1,326	Toplam Varyans	50,171
Açıklanan Varyans		26,272	14,553	9,345		

Tablo 16 incelendiğinde, döndürme sonrası 1. faktörde 17 maddenin, 2. faktörde 6 maddenin ve 3. faktörde 3 maddenin bulunduğu görülmektedir. Faktör yükleri için, 0.30-0.60 arası yük değerleri orta düzeyde büyüklükler olarak tanımlanırken, 0.60 ve üstü yük değerleri yüksek olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, 2002). Ölçekte yer alan 26 maddeye ilişkin faktör yük değerleri 0.530 – 0.819 arasında değişmektedir. Birden fazla faktöre yüklenen maddelere bakıldığında, maddelerin belirgin farklarla

ilgili faktöre yüklendiği görülmektedir. Büyüköztürk (2007)'e göre maddelerin faktör yükleri değerleri arasındaki farkın en az 0.10 olması önerilmektedir. 0.10 farka dikkat edilerek ölçekte yer alan maddelerin faktörlere uygun bir şekilde dağıldığı söylenebilir. Ölçekteki yük değerleri incelendiğinde tüm maddelerin faktör yük değerlerinin yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca ölçeğin üç faktörlü olduğu ve bu durumun ölçeğin hazırlanması aşamalarında literatür taraması sonucu oluşturulan başlıkları yansıttığı görülmektedir.

Yapılan analizlere göre birinci faktör, öğrencilerin cebirsel ifade ve modelleri anlaması ve günlük hayatında kullanması ile ilgili ifadeler olan 21., 15., 26., 42., 23., 16., 19., 49., 17., 27., 14., 50., 24., 33., 51., 48. ve 41. maddelerden (yeni madde no: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 ve 17) oluşan “Cebirsel Modelleri Anlama (CMA)” şeklinde belirlenmiştir. Bu faktörde bulunan maddeler “Cebirsel ifadeleri günlük hayatta somut bir şekilde ifade edebilirim.”, “Sözel olarak verilen bir problemi cebirsel olarak ifade edebilirim.” vd. şeklindedir. Bu alt faktörde yer alan 17 maddenin faktör yükleri, .0.530-0.719; madde toplam korelasyon katsayıları ise 0.456-0.707 arasındadır.

Yapılan analizlere göre ikinci faktör, öğrencilerin matematiksel durum ve yapıları çözümlenme ve analiz etmeleri ile ilgili ifadeler olan 35., 30., 45., 39., 34. ve 40. maddelerden (yeni madde no: 18, 19, 20, 21, 22 ve 23) oluşan “Matematiksel Yapıları Çözümlenme (MYÇ)” şeklinde belirlenmiştir. Bu faktörde bulunan maddeler “Problem durumlarını akıl yürüterek çözebilirim.”, “Problem çözümünde bulduğum sonucun mantıklı olup olamayacağını analizini yaparım.” vd. şeklindedir. Bu alt faktörde yer alan 6 maddenin faktör yükleri, 0.577-0.703; madde toplam korelasyon katsayıları ise 0.435-0.572 arasındadır.

Yapılan analizlere göre üçüncü faktör, öğrencilerin cebirsel ifadeleri kullanmayı tercih etmemeleri ile ilgili ifadeler olan 1., 2. ve 3. maddelerden (yeni madde no: 24, 25 ve 26) oluşan “Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu (CİKD)” şeklinde belirlenmiştir. Bu faktörde bulunan maddeler tersten puanlanmaktadır ve “Bir problem durumunun cebirsel ifadeler ile verilmesi kafamı karıştırır.”, “Bilinmeyen ifade içeren problemleri anlamakta zorlanırım.”, “Problem çözerken cebirsel ifadeler ile temsil etmekten kaçınırım.” şeklindedir. Bu alt faktörde yer alan 3 maddenin faktör yükleri, 0.768-0.819; madde toplam korelasyon katsayıları ise 0.634-0.707 arasındadır.

6.1.5. Ölçeğe Ait Güvenirlığe İlişkin Bulgular

Faktör analizi sonucunda elde edilen verilerin her bir faktörüne ait madde sayıları ve ölçeğin geneli ve alt faktörleri için bulunan Cronbach's Alpha değerleri Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Madde Sayıları ve Cronbach's Alpha Güvenirlik Katsayıları

Faktörler	Madde Sayısı	Alfa
Cebirsel Modelleri Anlama	17	0,927
Matematiksel Yapıları Çözümleme	6	0,793
Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu	3	0,762
Toplam	26	0,934

Tablo 17 incelendiğinde, 1. faktörün (Cebirsel Modelleri Anlama) güvenilirlik katsayısı 0.927 olarak, 2. faktörün (Matematiksel Yapıları Çözümleme) güvenilirlik katsayısı 0.793 olarak ve 3. faktörün (Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu) güvenilirlik katsayısı ise 0.762 olarak bulunmuştur. Ölçeğin genelinin güvenilirlik katsayısı değeri ise 0.934 olarak bulunmuştur. Bu durumda Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin oldukça yüksek güvenirlığe sahip olduğu söylenebilir. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin iç tutarlılık katsayıları Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin İç Tutarlılık Katsayıları (Split-half)

Cronbach' Alpha		N	Correlation Between Forms	Spearman-Brown Coefficient		Guttman Split-Half Coefficient
Part1	Part2			Equal Length	Unequal Length	
,878	,890	26	,812	,896	,896	,896

Cronbach's Alpha değerine ek olarak Split-half yöntemi ile de ölçeğin güvenirligi incelenmiştir. Ölçek iki gruba ayrılmıştır. Güvenirlik kat sayıları gruplar için sırasıyla .878 ve .890 olarak bulunmuştur. Her iki grubun güvenilirlik katsayılarının birbirine yakın olduğu ve iyi düzeyde olduğu söylenebilir. Bu değerler maddelerin birbirini izleyen nitelikte düzenlendiğini ifade etmektedir. İki grup arasında pozitif yönde ve yüksek düzeyde doğrusal bir ilişki bulunmuştur ($r = .812$). Sonuç olarak elde edilen veriler değerlendirildiğinde, ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerini belirlemek için geliştirilen ölçeğin güvenirlığının yüksek olduğu söylenebilir.

Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin faktörlere ait korelasyon matrisi, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Alt Faktörlerine İlişkin Korelasyon Matrisi, Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Faktörler	N	1.Faktör	2.Faktör	3.Faktör	X	S.D.
Cebirsel Modelleri Anlama	290	-	-	-	57,63	14,50
Matematiksel Yapıları Çözümleme	290	,698	-	-	21,29	4,88
Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu	290	,416	,356	-	10,88	3,91
Toplam	290	0,972	0,816	0,543	89,82	19,67

p<,01

Tablo 19 incelendiğinde, Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğiyle ilgili korelasyon katsayısı, faktörlerin kendi arasında ve toplam puanla arasında anlamlı ilişkinin olduğunu görülmektedir (p<.01). Cebirsel Modelleri Anlama faktörü, Matematiksel Yapıları Çözümleme faktörü ve Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu faktörü ile sırayla 0.698 ve 0.416 değerinde pozitif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişki gösterirken toplam puanla da .972 değerinde pozitif yönde yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki göstermiştir. Matematiksel Yapıları Çözümleme faktörü Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu faktörü ile arasında 0.356 değerinde pozitif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişki gösterirken toplam puanla da 0.816 pozitif yönde yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki göstermiştir. Son olarak Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu faktörü toplam puanlarla .543 değerinde pozitif yönde orta düzeyde anlamlı ilişki göstermiştir. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinde faktörlere ve toplam puana ilişkin aritmetik ortalama değerleri sırasıyla 57.63, 21.29, 10.88 ve 89,82; standart sapma değerleri ise 14.50, 4.88, 3.91 ve 19.67 olarak bulunmuştur.

Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinden elde edilen toplam puanlar en yüksekte en düşüğe doğru sıralanmış ve %27'lik alt ve üst grup ortalamaları belirlenmiş, üst %27'lik (n = 78) ve alt % 27'lik (n = 78) iki grup oluşturulmuştur. Belirlenen gruplar arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını belirlemek için t-testi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20. Ölçek Maddelerinin Alt-Üst Grupların Madde Ortalamaları İçin t - Testi Sonuçları

Madde Havuz No	Gruplar	N	X	S.D.	t	p
M1	Alt Grup	78	2,92	1,15	-8,09	,00
	Üst Grup	78	4,28	,92		
M2	Alt Grup	78	2,82	1,12	-8,43	,00
	Üst Grup	78	4,21	,93		
M3	Alt Grup	78	3,08	1,27	-7,13	,00
	Üst Grup	78	4,43	1,07		

Tablo 20. (Devam) Ölçek Maddelerinin Alt-Üst Grupların Madde Ortalamaları İçin t - Testi Sonuçları

Madde Havuz No	Gruplar	N	X	S.D.	t	p
M14	Alt Grup	78	2,33	1,15	-13,32	,00
	Üst Grup	78	4,50	,84		
M15	Alt Grup	78	2,30	1,02	-15,78	,00
	Üst Grup	78	4,53	,71		
M16	Alt Grup	78	2,47	1,12	-13,13	,00
	Üst Grup	78	4,50	,76		
M17	Alt Grup	78	2,24	1,07	-11,45	,00
	Üst Grup	78	4,11	,96		
M19	Alt Grup	78	2,07	1,14	-8,14	,00
	Üst Grup	78	3,55	1,11		
M21	Alt Grup	78	2,12	1,06	-13,36	,00
	Üst Grup	78	4,26	,93		
M23	Alt Grup	78	2,16	1,02	-15,07	,00
	Üst Grup	78	4,43	,84		
M24	Alt Grup	78	2,08	1,00	-14,14	,00
	Üst Grup	78	4,42	1,05		
M26	Alt Grup	78	2,37	1,15	-12,21	,00
	Üst Grup	78	4,30	,79		
M27	Alt Grup	78	2,28	1,12	-14,03	,00
	Üst Grup	78	4,44	,76		
M30	Alt Grup	78	2,98	1,22	-9,01	,00
	Üst Grup	78	4,48	,81		
M33	Alt Grup	78	2,16	1,09	-15,46	,00
	Üst Grup	78	4,57	,82		
M34	Alt Grup	78	2,52	1,19	-11,48	,00
	Üst Grup	78	4,33	,71		
M35	Alt Grup	78	2,84	1,06	-11,53	,00
	Üst Grup	78	4,48	,65		
M39	Alt Grup	78	2,73	1,08	-11,98	,00
	Üst Grup	78	4,50	,71		
M40	Alt Grup	78	2,64	,95	-13,52	,00
	Üst Grup	78	4,44	,69		
M41	Alt Grup	78	2,65	,99	-12,48	,00
	Üst Grup	78	4,42	,76		
M42	Alt Grup	78	2,55	1,06	-14,63	,00
	Üst Grup	78	4,60	,63		
M45	Alt Grup	78	2,74	1,14	-10,86	,00
	Üst Grup	78	4,46	,80		
M48	Alt Grup	78	2,50	1,15	-12,70	,00
	Üst Grup	78	4,48	,75		
M49	Alt Grup	78	2,57	1,07	-14,12	,00
	Üst Grup	78	4,58	,65		
M50	Alt Grup	78	2,73	1,21	-12,44	,00
	Üst Grup	78	4,62	,58		
M51	Alt Grup	78	2,66	1,06	-11,56	,00
	Üst Grup	78	4,50	,90		

Tablo 20 incelendiğinde bütün maddelerde %27'lik alt ve üst grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak manidar bir farklılık olduğu görülmektedir ($p < .05$).

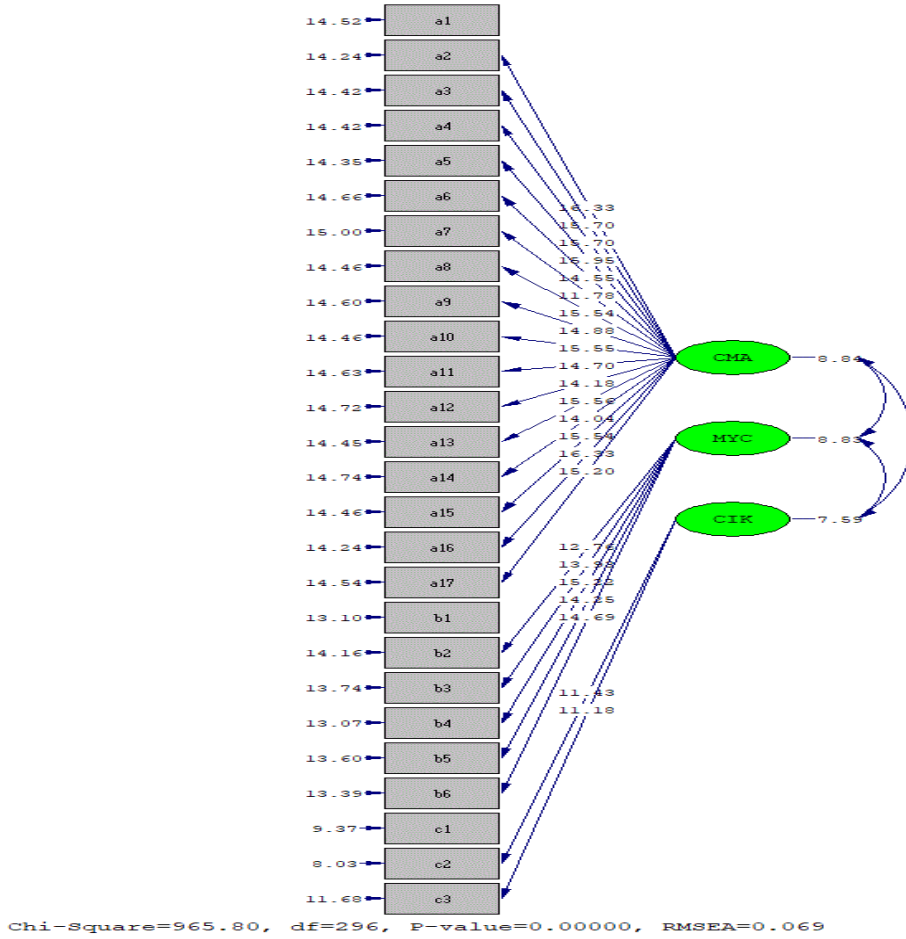
6.1.6. Doğrulayıcı Faktör Analizi

Açımlayıcı faktör analizi ile Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı

Ölçeğine ilişkin temel faktörler belirlenmiş olmakla birlikte, belirlenen faktörlerin hedef kültürde doğrulanıp doğrulanmadığını ortaya koymak, ölçeğin genel yapısına ait model ve ilgili ölçeğin cebirsel düşünme algı düzeyini ne derece açıkladığına ilişkin bilgiler doğrulayıcı faktör analizi yapılarak tespit edilmiştir. Doğrulayıcı faktör analizi kuramsal bir temelden destek alarak pek çok değişkenden (göstergelerden) oluşturulan faktörlerin (gizil değişkenlerin) gerçek verilerle ne derece uyum gösterdiğini değerlendirmeye yönelik bir analizdir. Bu analiz ve gizil değişkenler arasındaki ilişkilere dayalı önerilen modelle, gözlenen verinin ne oranda uyduğuna dair istatistikler elde edilebilir. Sümer (2009)'a göre doğrulayıcı faktör analizi ile ortaya konan ölçüm modelinin amacı, gözlenen ya da ölçülen değişikliklerin, göstergelerin altta yatan gizil değişkenleri ne oranda iyi temsil ettiklerini saptamaktır.

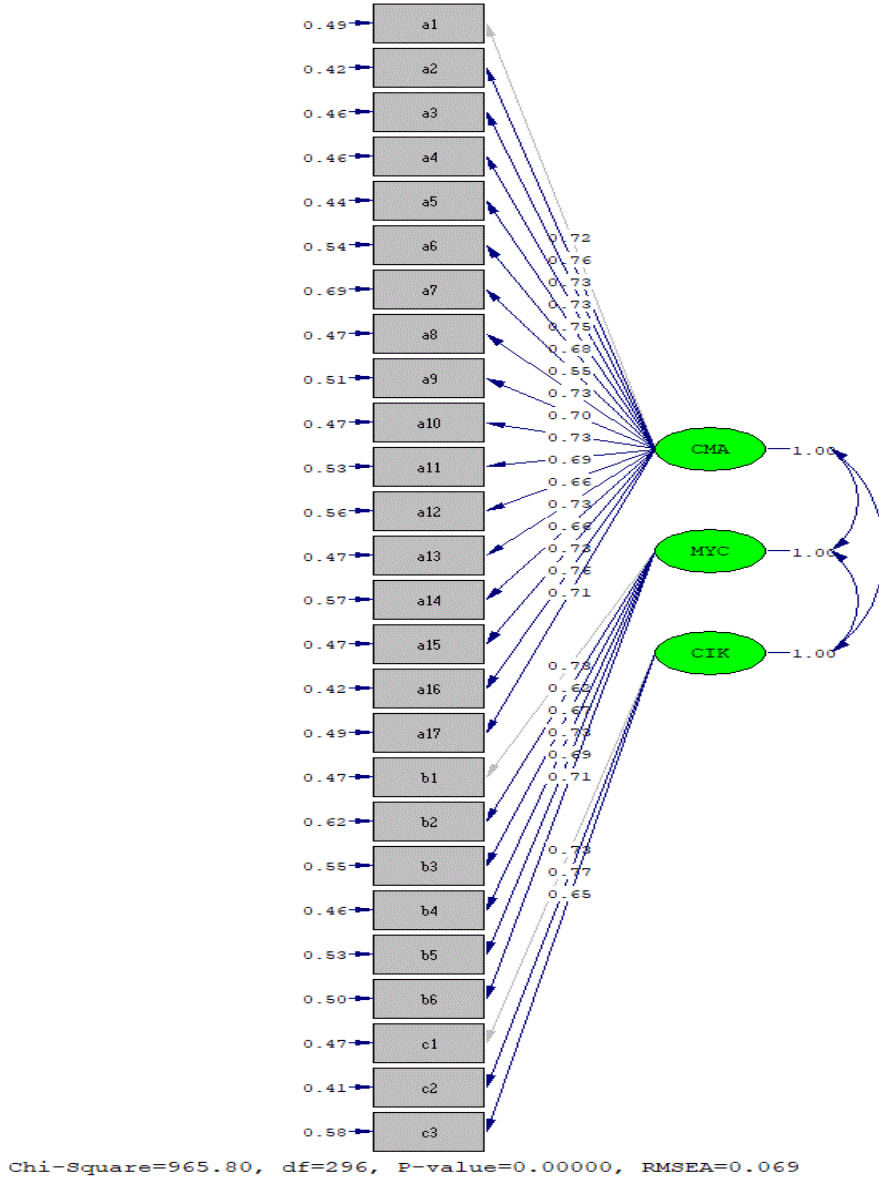
CDAÖ'nün üç faktörlü yapısı için birinci düzey (first/lower order) doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonucunda, faktör yapısının .05 düzeyinde anlamlılığı araştırılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 5'te verilmiştir.

Şekil 5. CDAÖ'nün Faktör Yapısının Anlamlılığı ($t > 1.96$, $p < .05$)



Şekil 5 incelendiğinde ölçme modelindeki yolların ve faktör yapısının .05 düzeyinde anlamlı olduğu görülür. Faktör yük ve hata varyansları da anlamlı şekilde sıfırdan farklı bulunmuştur. Faktör yapısına ve hata varyanslarına ait yapı Şekil 6’da verilmiştir.

Şekil 6. CDAÖ’nün Üç Faktörlü Yapısına İlişkin Faktör Yapısı ve Hata Varyansları



Şekil 6’da görüldüğü gibi ölçek cebirsel modelleri anlama, matematiksel yapıları çözümlenme ve cebirsel ifadeleri kullanma durumu alt faktörlerinden oluşmaktadır. Ölçeğin standardize edilmiş faktör yükleri .55 ile .77 arasında değişmektedir. Ölçeğin hata varyansları ise .41 ile .69 arasında değişmektedir. Kuramsal model ile veri arasındaki uyumu değerlendirmek için hesaplanan modele ait uyum indeksleri Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. CDAÖ Ölçüm Modeline Ait Hesaplanan Uyum İndeksleri

	Uyum İndeksleri	Mükemmel Uyum Ölçütleri	Kabul Edilebilir Uyum Ölçütleri	Hesaplanan Modele Ait Uyum İndeksleri
1	x^2/sd	$0 \leq x^2/sd \leq 2$	$2 \leq x^2/sd \leq 3$	3,26
2	AGFI	$,90 \leq AGFI \leq 1,00$	$,85 \leq AGFI \leq ,90$,84
3	GFI	$,95 \leq GFI \leq 1,00$	$,90 \leq GFI \leq ,95$,86
4	CFI	$,95 \leq CFI \leq 1,00$	$,90 \leq CFI \leq ,95$,98
5	NFI	$,95 \leq NFI \leq 1,00$	$,90 \leq NFI \leq ,95$,97
6	NNFI (TLI)	$,95 \leq NNFI (TLI) \leq 1,00$	$,90 \leq NNFI (TLI) \leq ,95$,98
7	RFI	$,95 \leq RFI \leq 1,00$	$,90 \leq RFI \leq ,95$,97
8	IFI	$,95 \leq IFI \leq 1,00$	$,90 \leq IFI \leq ,95$,98
9	RMSEA	$,00 \leq RMSEA \leq ,05$	$,05 \leq RMSEA \leq ,08$,06
10	SRMR	$,00 \leq SRMR \leq ,05$	$,05 \leq SRMR \leq ,10$,04
11	PNFI	$,95 \leq PNFI \leq 1,00$	$,50 \leq PNFI \leq ,95$,88
12	PGFI	$,95 \leq PGFI \leq 1,00$	$,50 \leq PGFI \leq ,95$,73

(Kline, 2011), (Schermelel Engel & Moosbrugger, 2003), (Baumgartner & Homburg, 1996; Bentler, 1980; Bentler & Bonnet, 1980; Mars vd., 2006), (Browne & Cudeck, 1993), (Hu & Bentler, 1999), (Meyers vd., 2006)

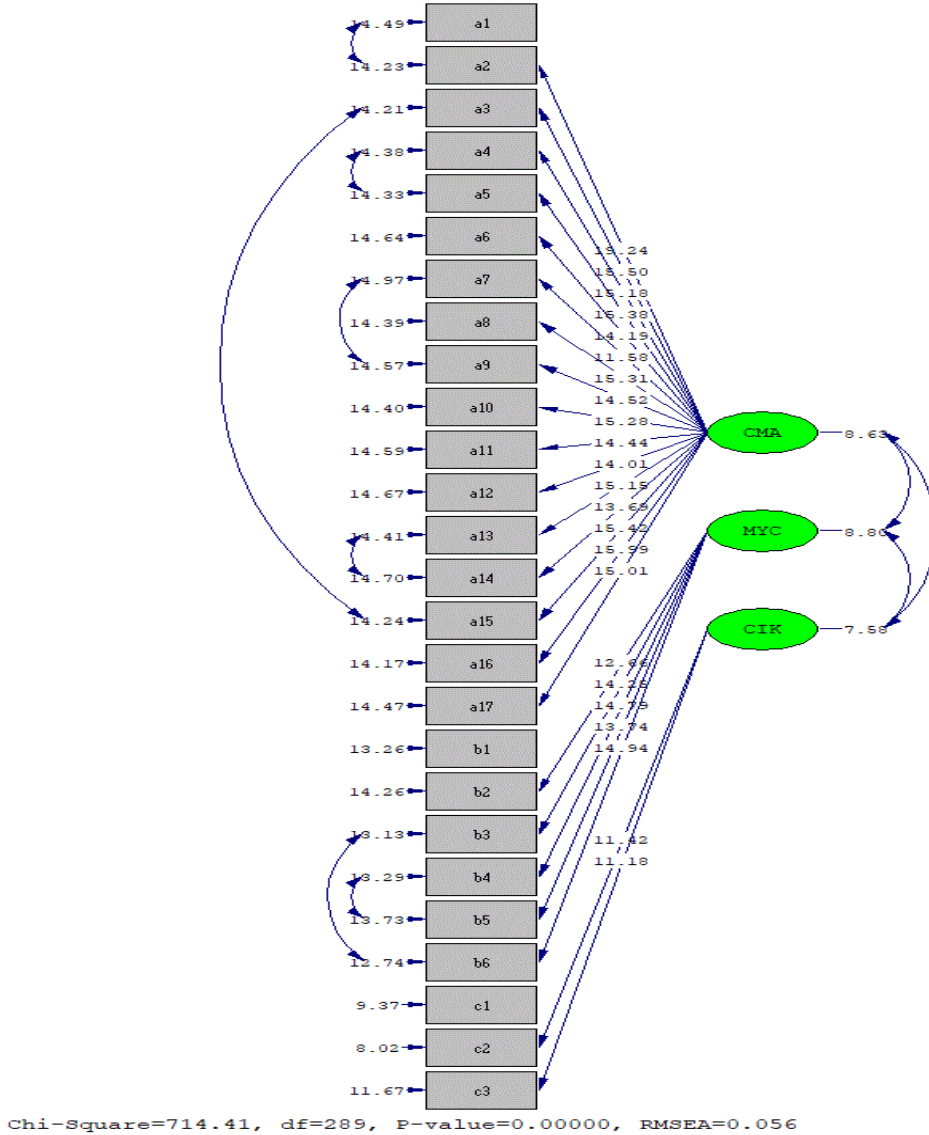
Tablo 21’de yer alan uyum indeksleri incelendiğinde Ki-karenin serbestlik derecesine oranının 3.26 olduğu görülmektedir. Bu değer üçten büyük olması nedeniyle doğrulayıcı faktör analizi sonucunda yer alan modifikasyon önerileri doğrultusunda, toplam yedi modifikasyonun yapılmasına karar verilmiştir. Modifikasyon yapılan maddeler aşağıda yer almaktadır.

- 1. madde (Cebirsel ifadeleri günlük hayatta somut bir şekilde ifade edebilirim.) ile 2. madde (Sözel olarak verilen bir problemi cebirsel olarak ifade edebilirim.)
- 4. madde (Cebirsel ifadenin değerinin, değişkenin alacağı değere göre farklılaşacağını bilirim.) ile 5. madde (Bir cebirsel ifadenin değerini farklı doğal sayılar için hesaplayabilirim.)
- 7. madde (Sayılar yerine cebirsel ifadeler ile işlem yapmayı tercih ederim.) ile 9. madde (Günlük hayatta karşılaştığım durumları cebirsel olarak ifade edebilirim.)
- 13. madde (Cebirsel ifadeler ile dört işlem yapabiliyorum.) ile 14. madde (Toplamları aynı sayıya eşit olan cebirsel ifadelerin de birbirine eşit olabileceğini bilirim ($3m+n=22$ ve $5m+n=22$ ise $3m+n=5m+n$ dir).)
- 3. madde (Cebir alanında öğrendiklerimi diğer alanlarda da kullanabilirim.) ile 15. madde (Değişkenlerin hangi durumlarda kullanılması gerektiğini ayırt edebilirim.)

- 21. madde (Bir problem durumuna kendi problem çözme stratejilerim aracılığı ile çözüm üretebilirim.) ile 22. madde (Bir problem durumunun çözümü için işlem yapmadan tahmin yürütebilirim.)
- 20. madde (Problem durumunda verilen bilgileri ve istenenleri belirlemede zorlanmam.) ile 23. madde (Bir problem durumunun olası çözümleri üzerinde düşünürüm.)

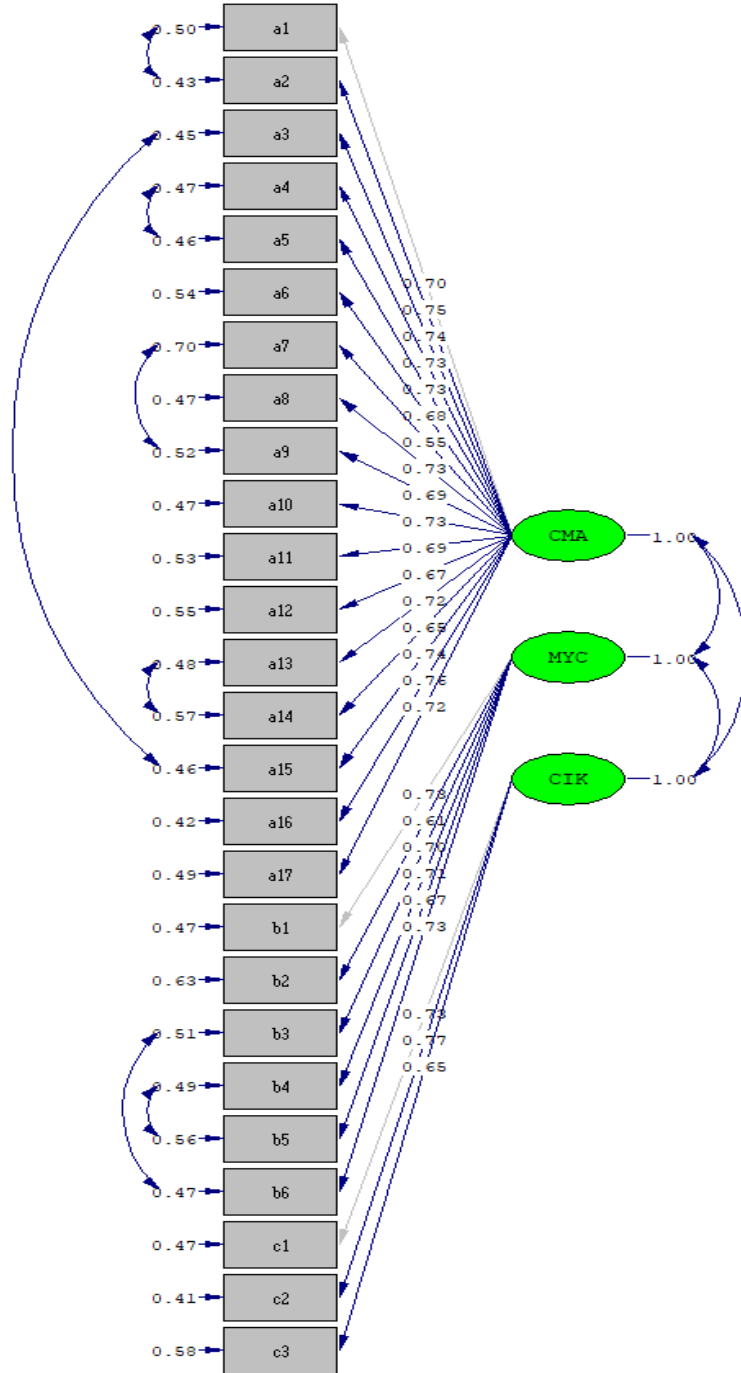
Yapılan modifikasyonların sonucunda, örtük değişkenler (faktör) ile gözlenen değişkenler arasındaki ilişkileri ve gözlenen değişkenlerin hata varyanslarına ait t değerleri Şekil 7’de sunulmuştur.

Şekil 7. Modifikasyon Sonucunda Oluşan CDAÖ’nün Faktör Yapısının Anlamlılığı



Şekil 7 incelendiğinde ölçeğin faktör yapısının .05 düzeyinde anlamlı çıktığı ve hata varyanslarının sıfırdan farklı olduğu bulunmuştur. Modifikasyon sonucunda oluşan ölçeğin faktör yapısı ise şekil 8’de verilmiştir.

Şekil 8. Modifikasyon Yapılmasının Ardından Oluşan CDAÖ'nün Üç Faktörlü Yapısı İçin Örtük ve Gözlenen Değişkenler Arasındaki İlişkiler ve Hata Varyansları



Chi-Square=714.41, df=289, P-value=0.00000, RMSEA=0.056

Şekil 8 incelendiğinde; örtük değişkenler ile gözlenen değişkenler arasındaki ilişkilerin Cebirsel Modelleri Anlama alt faktörü için .55 ile .76 arasında, Matematiksel Yapıları Çözümleme alt faktörü için .61 ile .73 arasında, Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu alt faktörü için ise .65 ile .77 arasında değiştiği görülmektedir.

Doğrulayıcı faktör analizi sürecinde geçerliğe ilişkin çeşitli model uyum indeksleri elde edilir. Uyum indekslerinin kuramsal model ile gerçek veriler arasındaki uyumu değerlendirmelerinde birbirlerine göre güçlü ve zayıf yönlerinin olması nedeniyle modelin uyumunun ortaya konulması için birden fazla uyum indeksine yer verilmesi önerilir. Bunlardan en sık kullanılanları: Ki-kare Uyum Testi (Chi-Square Goodness, χ^2), İyilik Uyum İndeksi (Goodness of Fit Index, GFI), Düzeltilmiş İyilik Uyum İndeksi (Adjusted Goodness of Fit Index, AGFI), Karşılaştırmalı Uyum İndeksi (Comparative Fit Index, CFI), Normlaştırılmış Uyum İndeksi (Normed Fit Index, NFI), Ortalama Hataların Karekökü (Root Mean Square Residuals, RMR veya RMS), Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü (Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA) ve Standardize Edilmiş Hataların Ortalama Karelerinin Karekökü (SRMR) (Cole, 1987'den akt. Sümer, 2000: 50)'dür.

CDAÖ'nün örneklem grubundan elde edilen uyum indeksleri ile bunlara ait hesaplanan değerler Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22. Modifikasyon Yapıldıktan Sonra Oluşan CDAÖ Ölçüm Modeline Ait Hesaplanan Uyum İndeksleri

	Uyum İndeksleri	Mükemmel Uyum Ölçütleri	Kabul Edilebilir Uyum Ölçütleri	Hesaplanan Modele Ait Uyum İndeksleri
1	χ^2/sd	$0 \leq \chi^2/sd \leq 2$	$2 \leq \chi^2/sd \leq 3$	2,47
2	AGFI	$,90 \leq AGFI \leq 1,00$	$,85 \leq AGFI \leq ,90$,87
3	GFI	$,95 \leq GFI \leq 1,00$	$,90 \leq GFI \leq ,95$,90
4	CFI	$,95 \leq CFI \leq 1,00$	$,90 \leq CFI \leq ,95$,99
5	NFI	$,95 \leq NFI \leq 1,00$	$,90 \leq NFI \leq ,95$,98
6	NNFI (TLI)	$,95 \leq NNFI (TLI) \leq 1,00$	$,90 \leq NNFI (TLI) \leq ,95$,98
7	RFI	$,95 \leq RFI \leq 1,00$	$,90 \leq RFI \leq ,95$,97
8	IFI	$,95 \leq IFI \leq 1,00$	$,90 \leq IFI \leq ,95$,99
9	RMSEA	$,00 \leq RMSEA \leq ,05$	$,05 \leq RMSEA \leq ,08$,05
10	SRMR	$,00 \leq SRMR \leq ,05$	$,05 \leq SRMR \leq ,10$,03
11	PNFI	$,95 \leq PNFI \leq 1,00$	$,50 \leq PNFI \leq ,95$,87
12	PGFI	$,95 \leq PGFI \leq 1,00$	$,50 \leq PGFI \leq ,95$,74

(Kline, 2011), (Schermelele-Engel & Moosbrugger, 2003), (Baumgartner & Homburg, 1996; Bentler, 1980; Bentler & Bonnet, 1980; Mars vd., 2006), (Browne & Cudeck, 1993), (Hu & Bentler, 1999), (Meyers vd., 2006)

Tablo 22'deki CDAÖ uyum indeksleri sonuçlarına bakıldığında, hesaplanan Ki-kare değerinin serbestlik derecesine oranı $714.41/289=2.47$ 'dir. Ki-kare, orijinal

değişkene ait matrisin önerilen matristen farklı olup olmadığını test etmede kullanılan bir uyum iyiliği indeksidir. Hesaplanan ki-kare değerinin serbestlik dercesine oranı oldukça önemlidir. χ^2/sd oranının iki ile üç arasında olmasının uyumun bir göstergesi sayıldığı (Kline, 2011) dikkate alındığında 2.47'nin kabul edilebilir bir oran olduğu anlaşılmaktadır.

Ortalama hata karekök değeri (RMSEA) önerilen modelin parametreleri arasındaki kovaryans matrisiyle örneklemde gözlenen değişkenler arasındaki kovaryans matrisi arasındaki farka (hata) dayanan bir uyum ölçüsüdür. RMSEA değerinin .00 ile .05 arasında olması mükemmel bir uyumun varlığını, .05 ile .08 aralığında olması ise kabul edilebilir bir uyumun varlığını göstermektedir (Browne & Cudeck, 1993). Bu çalışmada elde edilen RMSEA değeri .05 olup, bu mükemmel bir uyumun varlığına işaret etmektedir.

Karşılaştırmalı uyum indeksi (CFI), modelin uyumunu ya da yeterliliğini genellikle bağımsızlık modeli ya da yokluk modeli (null) olarak adlandırılan ve değişkenler arasında hiçbir ilişkinin olmadığını varsayan temel bir modelle karşılaştırarak verir. Bu indeks için belirlenen .95 - 1.00 aralığı mükemmel bir uyumun varlığını, .90 - .95 aralığı ise kabul edilebilir uyumun varlığını göstermektedir (Baumgartner & Homburg, 1996; Bentler, 1980; Bentler & Bonnet, 1980; Mars vd., 2006). Bu çalışmada hesaplanan karşılaştırmalı uyum indeksi değeri .99'dur. Elde edilen bu değer mükemmel bir uyumun var olduğunu göstergesidir.

Uyum iyiliği indeksinin (GFI), .95 - 1.00 aralığı mükemmel bir uyumun varlığını, .90 - .95 aralığı ise kabul edilebilir uyumun varlığını göstermektedir (Baumgartner & Homburg, 1996; Bentler, 1980; Bentler & Bonnet, 1980; Mars, Hau, Artelt, Baumert & Peschar, 2006). Bu çalışmada elde edilen GFI değeri .90 olup bu değer mükemmel uyumun var olduğunu göstermektedir.

Düzenlenmiş uyum iyiliği indeksi (AGFI) için belirlenen değerlerden .90 - 1.00 aralığı mükemmel bir uyumun varlığını, .85 - .90 aralığı ise kabul edilebilir uyumun varlığını göstermektedir (Schermelleh-Engel & Moosbrugger, 2003). Çalışmada hesaplanan AGFI değeri .87 olup elde edilen bu değer iyi bir uyum gösterdiği söylenebilir.

Artık ortalamaların karekökü (RMR) ve standardize edilmiş artık ortalamaların karekökü (SRMR), evrene ait kovaryans matrisleri ile evrene ait kovaryans matrisleri

arasındaki artık kovaryans ortalamalarını gösterir. SRMR .00 - .05 aralığı mükemmel bir uyumun varlığını, .05 - 1.00 aralığı ise kabul edilebilir uyumun varlığını göstermektedir (Browne & Cudeck, 1993). Bu doğrultuda çalışmadan elde edilen .03 SRMR değeri ise mükemmel uyuma sahiptir.

Normlaştırılmış uyum indeksi (NFI), bağımsızlık modelinin χ^2 değeri ile modelin χ^2 değerinin karşılaştırılması yoluyla model tahminlemesinin değerlendirilmesidir. Bu değer .95 - 1.00 aralığı mükemmel bir uyumun varlığını, .90 - .95 aralığı ise kabul edilebilir uyumun varlığını göstermektedir (Baumgartner & Homburg, 1996; Bentler, 1980; Bentler & Bonnet, 1980; Mars vd., 2006). Bu çalışmada ise .98 çıkan NFI değeri mükemmel uyum değeri sergilemektedir.

Tutarlı normlaştırılmış uyum indeksi (PNFI), normlaştırılmış uyum indeksi (NFI)'nin değiştirilmiş bir halidir:

$$PNFI = \frac{sd_t}{sd_i} NFI$$

PNFI .00 ile 1.00 aralığında değer almakla birlikte, yüksek değerler daha iyi bir uyumun varlığını gösterir (Hu & Bentler, 1999). Alternatif modeller arasında seçim yapabilmek için kullanılan bu indeks çalışmada .87 olarak hesaplanmıştır.

Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin üç alt faktörlü (Cebirsel Modelleri Anlama, Matematiksel Yapıları Çözümleme ve Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu) ile birlikte tek bir cebirsel düşünme temel yapısını oluşturduğunu sınamak için kurulan model DFA ile test edilmiştir. Elde edilen tüm değerler ile beklenen kritik değerler karşılaştırıldığında, çalışmada elde edilen değerlerin mükemmel uyum indeksleri ve iyi uyum indeksleri gösterdikleri görülmektedir. Kurulan ölçüm modeli ile temel parametre tahminleri modeli verilerle uyum sağlamıştır. Yukarıda verilen ölçütler ve elde edilen uyum katsayıları karşılaştırıldığında, ölçek maddelerinin ilgili alt faktörlerin yanı sıra temel cebirsel düşünme yapısıyla olan modelinin doğrulandığı yargısına ulaşılmıştır.

7. VERİ ANALİZİ

Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi aşamasında farklı istatistiksel teknikler kullanılmıştır. Bulgular kısmında doğrulayıcı faktör analizinden sonra öncelikle verilerin normal dağılım

gösterip göstermediğine ilişkin normallik varsayımı incelenmiş, daha sonra da aşağıdaki işlemler gerçekleştirilmiştir. Verilerin analizi sırasında öncelikle her bir madde için frekans, yüzde ve aritmetik ortalama puanları hesaplanmıştır.

Veriler beşli Likert tipi ölçek ile elde edildiğinden maddelere verilen cevaplara ilişkin puan aralıkları $5-1=4/5=0,80$ şeklinde hesaplanmıştır. Buna göre ölçeğin her bir maddesinde öğrencilerin katılım düzeyi aralığı 0.8 ve 1-1.79 aralığı hiçbir zaman, 1.80-2.59 aralığı nadiren, 2.60-3.39 aralığı bazen, 3.40-4.19 sık sık ve 4.20-5.00 aralığı her zaman olarak belirlenmiştir. Verilerin normallik analizlerine ilişkin istatistik sonuçları tablo 23 ve 24'te yer verilmiştir.

Tablo 23. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Geneline ve Alt Faktörlerine İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

	n	Mean	Median	Mode	S.D.	Skewness	Skewness E.	Kurtosis	Kurtosis E.
Cebirsel Modelleri Anlama	472	56,58	56,00	55,00	16,62	-0,26	0,11	-0,40	0,22
Matematiksel Yapıları Çözümleme	472	20,97	21,00	21,00	5,71	-0,51	0,11	0,03	0,22
Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu	472	10,31	11,00	15,00	3,30	-0,37	0,11	-0,59	0,22
Genel	472	87,88	87,00	90,00	22,00	-0,10	0,11	-0,39	0,22

Tablo 23 ve 24 incelendiğinde ölçeğe ilişkin ortalama, mod, medyan birbirine yakın değerler olduğu görülmektedir. Can (2017)'a göre ideal normal dağılım eğrisinin, ortalaması, ortancası ve tepe değeri aynıdır. Değerlere bakıldığında normale yakın bir dağılım gibi görünse de çarpıklık ve basıklık kat sayıları daha detaylı bilgi sunmaktadır. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin geneli için çarpıklık ve basıklık katsayıları incelendiğinde normal dağılım sergilediği görülmektedir (skewness:-.10, kurtosis: -.39). Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin alt faktörlerinin ve değişkenlerin çarpıklık ve basıklık katsayıları da incelendiğinde değerlerin büyük çoğunluğunun ± 1.96 aralığında olduğu görülmektedir. Araştırma grubunda katılımcı sayısının yüksek olduğu durumlarda çarpıklık ve basıklık değerinin ± 1.96 arasında olması, normallik varsayımını sağlamaktadır (Tabachnick & Fidell, 2007). Bulunan verilerin normallik varsayımını sağladığı, aşırı çarpıklık ve basıklık durumlarının olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 24. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikleri

DEĞİŞKENLER	ALT DEĞİŞKENLER	n	Mean	Median	Mode	S.D.	Skewness	Skewness E.	Kurtosis	Kurtosis E.
CİNSİYET	Kadın	248	89,05	89,00	73	22,21	-0,13	0,15	-0,43	0,30
	Erkek	224	86,58	86,00	85	21,75	-0,07	0,16	-0,31	0,32
AİLE GELİR DÜZEYİ	0-1999	64	79,95	83,00	83	18,28	0,05	0,29	-0,37	0,59
	2000-3999	247	86,03	85,00	90	20,59	-0,11	0,15	0,00	0,30
	4000+	161	93,86	97,00	130	23,99	-0,39	0,19	-0,56	0,38
BULMACA ÇÖZME/AKIL OYUNLARI OYNAMA SIKLIĞI	HİÇBİR ZAMAN	61	73,90	74,00	86	23,05	0,40	0,30	-0,16	0,60
	BAZEN	275	88,03	87,00	73	20,87	0,03	0,14	-0,31	0,29
	SIK SIK	136	93,83	94,00	90	21,09	-0,44	0,20	0,01	0,41
ANNE EĞİTİM DURUMU	İLKOKUL	130	79,58	80,50	71	18,40	0,30	0,21	0,28	0,42
	ORTAOKUL	118	86,97	85,50	130	22,21	0,04	0,22	-0,38	0,44
	LİSE	134	91,58	90,00	90	20,90	-0,41	0,20	0,01	0,41
	ÜNİVERSİTE	90	95,53	98,00	82	24,26	-0,72	0,25	0,08	0,50
BABA EĞİTİM DURUMU	İLKOKUL	54	75,92	74,00	52	19,61	0,32	0,32	0,29	0,63
	ORTAOKUL	72	77,18	77,00	77	19,21	0,12	0,28	0,06	0,55
	LİSE	183	90,05	87,00	85	19,71	-0,11	0,18	0,08	0,35
	ÜNİVERSİTE	163	94,12	97,00	90	23,24	-0,47	0,19	-0,34	0,37

Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin genelinden ve alt faktörlerinden elde edilen puanlara göre öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin cinsiyete göre farklılığını incelemek için bağımsız örneklem için t-testi kullanılmıştır. Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin sınıf düzeyi, anne eğitim durumu, baba eğitim durumu, ailenin gelir düzeyi, bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığı değişkenlerine göre farklılığını incelemek için tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde yukarıda geliştirme süreci detaylı bir şekilde açıklanan ölçeğin nihai versiyonunun uygulanmış olması nedeniyle öncelikle bu ölçeğin geçerliğine ilişkin yapılan doğrulayıcı faktör analizine, sonra ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin cinsiyet, sınıf düzeyi, anne eğitim durumu, baba eğitim durumu, ailenin gelir düzeyi, bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığı değişkenlerine göre farklılığın incelenmesine ilişkin elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

1. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ

Bu bölümde alan uygulamasına ilişkin örnekleme alınan ortaokul öğrencilerinden elde edilen verilerin betimsel analizi, tanımlayıcı istatistikler ve analizlerin yorumlanması yapılmıştır.

1.1. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİ İÇİN CEBİRSEL DÜŞÜNME ÖLÇEĞİNİN MADDELERİNE İLİŞKİN BETİMSSEL ANALİZ SONUÇLARI

Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin her bir maddesine ilişkin betimsel analiz sonuçları Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25. Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeği Maddelerine Verilen Cevapların Betimsel Analizi

Maddeler		1	2	3	4	5	\bar{x}	K.D.
M1. Cebirsel ifadeleri günlük hayatta somut bir şekilde ifade edebilirim.	f	73	100	112	86	101	3,08	B.
	%	15,5	21,2	23,7	18,2	21,4		
M2. Sözel olarak verilen bir problemi cebirsel olarak ifade edebilirim.	f	51	84	135	94	108	3,26	B.
	%	10,8	17,8	28,6	19,9	22,9		
M3. Cebir alanında öğrendiklerimi diğer alanlarda da kullanabilirim.	f	56	77	123	115	101	3,27	B.
	%	11,9	16,3	26,1	24,4	21,4		
M4. Cebirsel ifadenin değerinin, değişkenin alacağı değere göre farklılaşacağını bilirim.	f	59	78	85	102	148	3,42	S.S.
	%	12,5	16,5	18,0	21,6	31,4		
M5. Bir cebirsel ifadenin değerini farklı doğal sayılar için hesaplayabilirim.	f	52	67	104	112	137	3,45	S.S.
	%	11,0	14,2	22,0	23,7	29,0		
M6. Cebirsel olarak ifade edilen bir problemi sözel olarak ifade edebilirim.	f	55	78	108	97	134	3,37	B.
	%	11,7	16,5	22,9	2,6	28,4		
M7. Sayılar yerine cebirsel ifadeler ile işlem yapmayı tercih ederim.	f	97	87	120	78	90	2,95	B.
	%	20,6	18,4	25,4	16,5	19,1		
M8. Cebirsel ifadelerin temsil ettikleri anlamları açıklayabilirim.	f	52	78	112	99	131	3,37	B.
	%	11,0	16,5	23,7	21,0	27,8		

K.D.: Katılma Düzeyi, S.S.: Sık Sık, B.: Bazen

Tablo 25. (Devam) Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeği Maddelerine Verilen Cevapların Betimsel Analizi

Maddeler		1	2	3	4	5	\bar{x}	K.D.
M9. Günlük hayatta karşılaştığım durumları cebirsel olarak ifade edebilirim.	f	82	98	111	82	99	3,03	B.
	%	17,4	20,8	23,5	17,4	21,0		
M10. Bir cebirsel ifadeye farklı doğal sayılar vererek değerler tablosu oluşturabilirim.	f	69	94	113	87	109	3,15	B.
	%	14,6	19,9	23,9	18,4	23,1		
M11. Bir cebirsel ifadeye farklı değerler vererek örüntü halinde modelleyebilirim.	f	60	75	114	105	118	3,30	B.
	%	12,7	15,9	24,2	22,2	25,0		
M12. Değişken kavramının sayıları temsil ettiğinin farkındayım.	f	44	53	84	105	186	3,71	S.S.
	%	9,3	11,2	17,8	22,2	39,4		
M13. Cebirsel ifadeler ile dört işlem yapabilirim.	f	42	71	104	93	162	3,55	S.S.
	%	8,9	15,0	22,0	19,7	34,3		
M14. Toplamları aynı sayıya eşit olan cebirsel ifadelerin de birbirine eşit olabileceğini bilirim ($3m+n=22$ ve $5m+n=22$ ise $3m+n=5m+n$ dir).	f	61	64	87	92	168	3,51	S.S.
	%	12,9	13,6	18,4	19,5	35,6		
M15. Değişkenlerin hangi durumlarda kullanılması gerektiğini ayırt edebilirim.	f	44	86	114	107	121	3,37	B.
	%	9,3	18,2	24,2	22,7	25,6		
M16. Cebir bilgisini günlük hayatta nasıl kullanabileceğimi bilirim.	f	50	79	105	107	131	3,40	S.S.
	%	10,6	16,7	22,2	22,7	27,8		
M17. Cebirsel ifadeler ile işlem yaparken eşitliğin korunumu ilkesini gözetebilirim.	f	60	70	115	115	112	3,31	B.
	%	12,7	14,8	24,4	24,4	23,7		
M18. Problem durumlarını akıl yürüterek çözebilirim.	f	39	52	105	113	163	3,65	S.S.
	%	8,3	11,0	22,2	23,9	34,5		
M19. Problem çözümünde bulduğum sonucun mantıklı olup olamayacağının analizini yaparım.	f	42	45	102	117	166	3,67	S.S.
	%	8,9	9,5	21,6	24,8	35,2		
M20. Problem durumunda verilen bilgileri ve istenenleri belirlemede zorlanmam.	f	54	72	113	120	113	3,35	B.
	%	11,4	15,3	23,9	25,4	23,9		
M21. Bir problem durumuna kendi problem çözme stratejilerim aracılığı ile çözüm üretebilirim.	f	44	49	137	122	120	3,47	S.S.
	%	9,3	10,4	29,0	25,8	25,4		
M22. Bir problem durumunun çözümü için işlem yapmadan tahmin yürütebilirim.	f	50	70	115	133	104	3,36	B.
	%	10,6	14,8	24,4	28,2	22,0		
M23. Bir problem durumunun olası çözümleri üzerinde düşünürüm.	f	43	58	128	127	116	3,45	S.S.
	%	9,1	12,3	27,1	26,9	24,6		
M24. Bir problem durumunun cebirsel ifadeler ile verilmesi kafamı karıştırır.	f	54	78	113	101	126	3,35	B.
	%	11,4	16,5	23,9	21,4	26,7		
M25. Bilinmeyen ifade içeren problemleri anlamakta zorlanırım.	f	56	60	106	112	138	3,45	S.S.
	%	11,9	12,7	22,5	23,7	29,2		
M26. Problem çözerken cebirsel ifadeler ile temsil etmekten kaçınırım.	f	59	43	123	93	154	3,50	S.S.
	%	12,5	9,1	29,1	19,7	32,6		

K.D.: Katılma Düzeyi, S.S.: Sık Sık, B.: Bazen

Tablo 25 incelendiğinde, her maddenin cevapları ayrı ayrı dikkate alındığı zaman, “hiçbir zaman” %11.80, “nadiren” %15.20, “bazen” %23.53, “sık sık” %22.12 ve “her zaman” %27.35 şeklinde ortalama yüzde olduğu hesaplanmıştır. Tabloda verilen tüm maddelere ait cevapların ortalaması ise 3,37 hesaplanmıştır. Sonuçlara bakıldığında 7. madde dışında diğer tüm maddelerde ortalamalar 3.00’ten yüksek, 4’ten

de düşüktür. 7. Maddede ise 2,95 olup 3,00'e yakındır. Buna göre 7. madde dışındaki diğer maddelerde katılım düzeyinin ortalamasının üzerinde olduğu söylenebilir.

1.2. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN CİNSİYETE GÖRE FARKLILIĞI

Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin cinsiyete göre farklılığına ilişkin yapılan Bağımsız Örneklem için t testi sonuçları Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Cinsiyete Göre Farklılığına İlişkin t-Testi Sonuçları

Faktörler	Cinsiyet	N	\bar{x}	S.D.	df	t	p
Cebirsel Modelleri Anlama	Kız	248	57,48	16,41	470	1,24	,21
	Erkek	224	55,58	16,84			
Matematiksel Yapıları Çözümleme	Kız	248	21,22	5,54	470	,98	,32
	Erkek	224	20,70	5,89			
Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu	Kız	248	10,34	3,38	470	,15	,87
	Erkek	224	10,29	3,23			
Genel	Kız	248	89,05	22,21	470	1,22	,22
	Erkek	224	86,58	21,75			

Tablo 26 incelendiğinde; Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin genelinde [$t_{(470)} = 1,22$; $p > .05$], Cebirsel Modelleri Anlama alt faktöründe [$t_{(470)} = 1,24$; $p > .05$], Matematiksel Yapıları Çözümleme alt faktöründe [$t_{(470)} = 0,98$; $p > .05$] ve Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu alt faktöründe [$t_{(470)} = 0,15$; $p > .05$] ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği görülmektedir. Ancak ölçeğin genelinde ve alt faktörlerde az da olsa kızların ortalama puanlarının erkeklerin ortalama puanlarından daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

1.3. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN SINIF DÜZEYİNE GÖRE FARKLILIĞI

Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin sınıf düzeyine göre farklılığına ilişkin yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi sonuçları Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Sınıf Seviyesine Göre Farklılığına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Alt Faktörler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbeslik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Cebirsel Modelleri Anlama	Gruplar Arası	6884,571	2	3442,286	13,089	,000
	Gruplar İçi	123340,206	469	262,986		
	Toplam	130224,778	471			

Tablo 27. (Devam) Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Sınıf Seviyesine Göre Farklılığına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Alt Faktörler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbeslik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Matematiksel Yapıları Çözümleme	Gruplar Arası	567,402	2	283,701	8,978	,000
	Gruplar İçi	14820,386	469	31,600		
	Toplam	15387,788	471			
Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu	Gruplar Arası	126,188	2	63,094	5,880	,003
	Gruplar İçi	5032,505	469	10,730		
	Toplam	5158,693	471			
Genel	Gruplar Arası	11290,552	2	5645,276	12,210	,000
	Gruplar İçi	216840,804	469	462,347		
	Toplam	228131,356	471			

Tablo 27 incelendiğinde; Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin genelinde [$F_{(2,469)} = 12,210$; $p < .05$], Cebirsel Modelleri Anlama alt faktöründe [$F_{(2,469)} = 13,089$; $p < .05$], Matematiksel Yapıları Çözümleme alt faktöründe [$F_{(2,469)} = 8,978$; $p < .05$] ve Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu alt faktöründe [$F_{(2,469)} = 5,880$; $p < .05$] ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin sınıf düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu farklılığın hangi sınıf düzeyleri arasında olduğunu belirlemek için öncelikle gruplar arası varyansın eşit olup olmadığını bakılmıştır. Varyansların homojenliği testinde alt faktörler de dahil gruplar arası varyansın eşit, yani homojen olduğu görülmüştür ($p > .05$). Farkın kaynağına ulaşmak için scheffe metodu seçilmiş olup; bu metod genel itibariyle, en esnek ve karşılaştırılacak grup sayılarının çok olması durumunda α hata payını kontrol altında tutabilen ve gruplardaki gözlem sayılarının eşit olması varsayımını dikkate almayan bir Post Hoc türü olarak ele alınmaktadır (Scheffe, 1953; Scheffe, 1959'dan akt. Kayri, 2009: 54).

Araştırmada ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin betimsel analizi ve farkın kaynağına ilişkin bulgular Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 28. Ortaokul Öğrencilerinin, Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Sınıf Seviyesine Göre Farklılığına İlişkin Betimsel Analiz ve Farkın Kaynağı Sonuçları

Faktörler	Sınıf Seviyesi	N	\bar{x}	s	Farkın Kaynağı
Cebirsel Modelleri Anlama	6. Sınıf	152	60,25	16,26	6-8 7-8
	7. Sınıf	213	57,30	15,42	
	8. Sınıf	107	49,93	17,62	
	Toplam	472	56,58	16,62	
Matematiksel Yapıları Çözümleme	6. Sınıf	152	22,03	5,45	6-8 7-8
	7. Sınıf	213	21,17	5,39	
	8. Sınıf	107	19,07	6,26	
	Toplam	472	20,97	5,71	

Tablo 28. (Devam) Ortaokul Öğrencilerinin, Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Sınıf Seviyesine Göre Farklılığına İlişkin Betimsel Analiz ve Farkın Kaynağı Sonuçları

Faktörler	Sınıf Seviyesi	N	\bar{x}	s	Farkın Kaynağı
Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu	6. Sınıf	152	10,82	3,20	6-7
	7. Sınıf	213	9,75	3,43	
	8. Sınıf	107	10,72	3,02	7-8
	Toplam	472	10,31	3,30	
Genel	6. Sınıf	152	93,11	21,43	6-8
	7. Sınıf	213	88,23	20,66	
	8. Sınıf	107	79,73	23,17	7-8
	Toplam	472	87,88	22,00	

Scheffe testi sonuçlarına göre ölçeğin genelinden elde edilen puanlara göre hem 6.-8. sınıf öğrencilerinin hem de 7.-8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeyleri arasında 8. sınıf öğrencileri aleyhinde istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. 6. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=93,11$), 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=79,73$) olduğu, 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ($\bar{x}=88,23$) ise 6. ve 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının arasında olduğu görülmüştür.

Cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin puan ortalamaları incelendiğinde scheffe testi sonuçlarına göre ölçeğin genelinde olduğu gibi hem 6.-8. sınıf öğrencilerinin hem de 7.-8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeyleri arasında 8. sınıf öğrencileri aleyhinde istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Ölçeğin genelinden elde edilen ortalama puanlara benzer şekilde bu alt faktörde de 6. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=60,25$), 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=49,93$) olduğu, 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ($\bar{x}=57,30$) ise 6. ve 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının arasında olduğu görülmüştür.

Matematiksel yapıları çözümlene alt faktörüne ilişkin puan ortalamaları incelendiğinde scheffe testi sonuçlarına göre hem ölçeğin genelinde hem de cebirsel modelleri anlama alt faktöründe olduğu gibi hem 6.-8. sınıf öğrencilerinin hem de 7.-8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeyleri arasında 8. sınıf öğrencileri aleyhinde istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Ölçeğin genelinden ve

cebirsal modelleri anlama alt faktöründen elde edilen ortalama puanlara benzer şekilde bu alt faktörde de 6. sınıf öğrencilerinin cebirsal düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=22,03$), 8. sınıf öğrencilerinin cebirsal düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=19,07$) olduğu, 7. sınıf öğrencilerinin cebirsal düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ($\bar{x}=21,17$) ise 6. ve 8. sınıf öğrencilerinin cebirsal düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının arasında olduğu görülmüştür.

Cebirsal ifadeleri kullanma durumu alt faktörüne ilişkin puan ortalamaları incelendiğinde ise scheffe testi sonuçlarına göre hem ölçeğin genelinde hem de cebirsal modelleri anlama alt faktöründe olduğu gibi hem 6.-7. sınıf öğrencilerinin hem de 7.-8. sınıf öğrencilerinin cebirsal düşünme algı düzeyleri arasında 7. sınıf öğrencileri aleyhinde istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Bu alt faktörde de 6. sınıf öğrencilerinin cebirsal düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=10,82$), 7. sınıf öğrencilerinin cebirsal düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=9,75$) olduğu, 8. sınıf öğrencilerinin cebirsal düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ($\bar{x}=10,72$) ise 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin cebirsal düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının arasında olduğu görülmüştür.

1.4. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN ANNE EĞİTİM DURUMUNA GÖRE FARKLILIĞI

Ortaokul öğrencilerinin cebirsal düşünme algı düzeylerinin anne eğitim durumuna göre farklılığına ilişkin yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi sonuçları Tablo 29'da verilmiştir.

Tablo 29. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsal Düşünme Algı Düzeylerinin Anne Eğitim Durumuna Göre Farklılığına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Alt Faktörler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbeslik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Cebirsal Modelleri Anlama	Gruplar Arası	9689,746	3	3229,915	12,541	,000
	Gruplar İçi	120535,031	468	257,553		
	Toplam	130224,778	471			
Matematiksel Yapıları Çözümleme	Gruplar Arası	458,966	3	152,989	4,796	,003
	Gruplar İçi	14928,822	468	31,899		
	Toplam	15387,788	471			
Cebirsal İfadeleri Kullanma Durumu	Gruplar Arası	72,987	3	24,329	2,239	,083
	Gruplar İçi	5085,706	468	10,867		
	Toplam	5158,693	471			

Tablo 29. (Devam) Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Anne Eğitim Durumuna Göre Farklılığına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Alt Faktörler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbeslik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Genel	Gruplar Arası	16158,038	3	5386,013	11,891	,000
	Gruplar İçi	211973,318	468	452,934		
	Toplam	228131,356	471			

Tablo 29 incelendiğinde; Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin genelinde [$F_{(3,468)} = 11,891$; $p < .05$], Cebirsel Modelleri Anlama alt faktöründe [$F_{(3,468)} = 12,541$; $p < .05$], Matematiksel Yapıları Çözümleme alt faktöründe [$F_{(3,468)} = 4,796$; $p < .05$] ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin anne eğitim durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu farklılığın hangi sınıf düzeyleri arasında olduğunu belirlemek için öncelikle gruplar arası varyansın eşit olup olmadığını bakılmıştır. Varyansların homojenliği testinde alt faktörler de dahil gruplar arası varyansın eşit, yani homojen olduğu görülmüştür ($p > .05$). Ölçeğin genelinden ve yukarıda bahsedilen iki alt faktörden elde edilen puanlardaki anne eğitim durumuna göre farkın kaynağına ulaşmak için yine scheffe metodu seçilmiştir. Ölçeğin Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu alt faktöründe [$F_{(3,468)} = 2,239$, $p > .05$] ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin anne eğitim durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği ortaya çıkmıştır.

Araştırmada ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin betimsel analizi ve farkın kaynağına ilişkin bulgular Tablo 30’da verilmiştir.

Tablo 30. Ortaokul Öğrencilerinin, Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Anne Eğitim Durumuna Göre Farklılığına İlişkin Betimsel Analiz ve Farkın Kaynağı Sonuçları

Faktörler	Anne Eğitim Durumu	N	\bar{x}	s	Farkın Kaynağı
Cebirsel Modelleri Anlama	İlkokul	130	50,10	14,35	1-2 1-3 1-4 2-4
	Ortaokul	118	56,00	16,57	
	Lise	134	59,45	15,67	
	Üniversite	90	62,43	18,09	
	Toplam	472	56,58	16,62	
Matematiksel Yapıları Çözümleme	İlkokul	130	19,60	5,00	1-3 1-4
	Ortaokul	118	20,68	5,60	
	Lise	134	21,84	5,70	
	Üniversite	90	22,05	6,45	
	Toplam	472	20,97	5,71	

Tablo 30. (Devam) Ortaokul Öğrencilerinin, Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Anne eğitim Durumuna Göre Farklılığına İlişkin Betimsel Analiz ve Farkın Kaynağı Sonuçları

Faktörler	Anne Eğitim Durumu	N	\bar{x}	s	Farkın Kaynağı
Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu	İlkokul	130	9,87	3,23	
	Ortaokul	118	10,28	3,31	
	Lise	134	10,29	3,27	
	Üniversite	90	11,04	3,38	
	Toplam	472	10,31	3,30	
Genel	İlkokul	130	79,58	18,40	
	Ortaokul	118	86,97	22,21	1-3
	Lise	134	91,58	20,90	1-4
	Üniversite	90	95,53	24,26	2-4
	Toplam	472	87,88	22,00	

Scheffe testi sonuçlarına göre ölçeğin genelinden elde edilen puanlara göre anne eğitim durumu ilkokul ve lise olan öğrencilerden anne eğitim durumu ilkokul olan öğrenciler aleyhine, anne eğitim durumu ilkokul ve üniversite olan öğrencilerden anne eğitim durumu ilkokul olan öğrenciler aleyhine, anne eğitim durumu ortaokul ve üniversite olan öğrencilerden anne eğitim durumu ortaokul olan öğrenciler aleyhine istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Anne eğitim durumu üniversite olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=95,53$), anne eğitim durumu ilkokul olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=79,58$) olduğu görülmüştür. Diğer taraftan anne eğitim durumu ortaokul olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının 86,97 olduğu, anne eğitim durumu lise olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük 91,58 olduğu belirlenmiştir. Buna göre ölçeğin geneline ilişkin elde edilen ortalama puanlardan anne eğitim durumuna ilişkin seviye arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı söylenebilir.

Cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin puan ortalamaları incelendiğinde scheffe testi sonuçlarına göre anne eğitim durumu ilkokul ve ortaokul olan öğrencilerden anne eğitim durumu ilkokul olan öğrenciler aleyhine, anne eğitim durumu ilkokul ve lise olan öğrencilerden anne eğitim durumu ilkokul olan öğrenciler aleyhine, anne eğitim durumu ilkokul ve üniversite olan öğrencilerden anne eğitim durumu ilkokul olan öğrenciler aleyhine, anne eğitim durumu ortaokul ve üniversite olan öğrencilerden anne eğitim durumu ortaokul olan öğrenciler aleyhine istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Ölçeğin genelinde olduğu gibi bu alt faktörde de

anne eğitim durumu üniversite olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=62,43$), anne eğitim durumu ilkokul olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=50,10$) olduğu görülmüştür. Diğer taraftan anne eğitim durumu ortaokul olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının 56,00 olduğu, anne eğitim durumu lise olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük 59,45 olduğu belirlenmiştir. Buna göre ölçeğin genelinde olduğu gibi cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin elde edilen ortalama puanlardan anne eğitim durumuna ilişkin seviye arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı söylenebilir.

Matematiksel yapıları çözümlene alt faktörüne ilişkin puan ortalamaları incelendiğinde scheffe testi sonuçlarına göre anne eğitim durumu ilkokul ve lise olan öğrencilerden anne eğitim durumu ilkokul olan öğrenciler aleyhine, anne eğitim durumu ilkokul ve üniversite olan öğrencilerden anne eğitim durumu ilkokul olan öğrenciler aleyhine istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Ölçeğin genelinde ve cebirsel modelleri anlama alt faktöründe olduğu gibi bu alt faktörde de anne eğitim durumu üniversite olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=22,05$), anne eğitim durumu ilkokul olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=19,60$) olduğu görülmüştür. Diğer taraftan anne eğitim durumu ortaokul olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının 20,68 olduğu, anne eğitim durumu lise olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük 21,84 olduğu belirlenmiştir. Buna göre ölçeğin genelinde ve cebirsel modelleri anlama alt faktöründe olduğu gibi matematiksel yapıları çözümlene alt faktörüne ilişkin elde edilen ortalama puanlardan da anne eğitim durumuna ilişkin seviye arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı söylenebilir.

Cebirsel ifadeleri kullanma durumu alt faktörüne ilişkin elde edilen ortalama puanlardan her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmesi de anne eğitim durumuna ilişkin seviye arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı görülmektedir.

1.5. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN BABA EĞİTİM DURUMUNA GÖRE FARKLILIĞI

Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin baba eğitim durumuna göre farklılığına ilişkin yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi sonuçları tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Baba Eğitim Durumuna Göre Farklılığına İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Alt Faktörler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbeslik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Cebirsel Modelleri Anlama	Gruplar Arası	13378,678	3	4459,559	17,862	,000
	Gruplar İçi	116846,100	468	249,671		
	Toplam	130224,778	471			
Matematiksel Yapıları Çözümleme	Gruplar Arası	818,749	3	272,916	8,767	,000
	Gruplar İçi	14569,039	468	32,130		
	Toplam	15387,788	471			
Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu	Gruplar Arası	71,585	3	23,862	2,195	,088
	Gruplar İçi	5087,108	468	10,870		
	Toplam	5158,693	471			
Genel	Gruplar Arası	23189,251	3	7729,750	17,651	,000
	Gruplar İçi	204942,105	468	437,910		
	Toplam	228131,356	471			

Tablo 31 incelendiğinde; Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin genelinde [$F_{(3,468)} = 17,651$; $p < .05$], Cebirsel Modelleri Anlama alt faktöründe [$F_{(3,468)} = 17,862$; $p < .05$], Matematiksel Yapıları Çözümleme alt faktöründe [$F_{(3,468)} = 8,767$; $p < .05$] ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin baba eğitim durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu farklılığın hangi sınıf düzeyleri arasında olduğunu belirlemek için öncelikle gruplar arası varyansın eşit olup olmadığını bakılmıştır. Varyansların homojenliği testinde ölçeğin genelinde gruplar arası varyansın eşit olmadığı ($p < .05$) görülürken, alt faktörlerin her birinde ise gruplar arası varyansın eşit, yani homojen olduğu görülmüştür ($p > .05$). Ölçeğin genelinden elde edilen puanlardaki baba eğitim durumuna göre farkın kaynağına ulaşmak için gruplararası varyansın eşit olmaması durumunda sıklıkla kullanılan post-hoc testlerinden Dunnett’s T3 metodu seçilmiştir. Cebirsel modelleri anlama ve matematiksel yapıları çözümleme alt faktörlerinden elde edilen puanlardaki baba eğitim durumuna göre farkın kaynağına ulaşmak için ise anne eğitim durumundaki gibi yine scheffe metodu seçilmiştir. Ölçeğin Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu alt faktöründe [$F_{(3,468)} = 2,195$, $p > .05$] ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin baba eğitim durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği ortaya çıkmıştır.

Araştırmada ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin betimsel analizi ve farkın kaynağına ilişkin bulgular Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Baba Eğitim Durumuna Göre Farklılığına İlişkin Betimsel Analiz ve Farkın Kaynağı Sonuçları

Faktörler	Baba Eğitim Durumu	N	\bar{x}	s	Farkın Kaynağı
Cebirsel Modelleri Anlama	İlkokul	54	47,22	15,16	1-3 1-4 2-3 2-4
	Ortaokul	72	48,58	15,45	
	Lise	183	58,40	14,89	
	Üniversite	163	61,17	17,09	
	Toplam	472	56,58	16,62	
Matematiksel Yapıları Çözümleme	İlkokul	54	18,83	5,94	1-3 1-4 2-3 2-4
	Ortaokul	72	18,93	5,19	
	Lise	183	21,32	5,19	
	Üniversite	163	22,20	6,01	
	Toplam	472	20,97	5,71	
Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu	İlkokul	54	9,87	3,29	
	Ortaokul	72	9,66	3,38	
	Lise	183	10,32	3,03	
	Üniversite	163	10,74	3,53	
	Toplam	472	10,31	3,30	
Genel Toplam	İlkokul	54	75,92	19,61	1-3 1-4 2-3 2-4
	Ortaokul	72	77,18	19,21	
	Lise	183	90,05	19,71	
	Üniversite	163	94,12	23,24	
	Toplam	472	87,88	22,00	

Dunnet’s T3 testi sonuçlarına göre ölçeğin genelinden elde edilen puanlara göre baba eğitim durumu ilkökul ve lise olan öğrencilerden baba eğitim durumu ilkökul olan öğrenciler aleyhine, baba eğitim durumu ilkökul ve üniversite olan öğrencilerden baba eğitim durumu ilkökul olan öğrenciler aleyhine, baba eğitim durumu ortaokul ve lise olan öğrencilerden baba eğitim durumu ortaokul olan öğrenciler aleyhine, baba eğitim durumu ortaokul ve üniversite olan öğrencilerden baba eğitim durumu ortaokul olan öğrenciler aleyhine istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Baba eğitim durumu üniversite olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=94,12$), baba eğitim durumu ilkökul olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=75,92$) olduğu görülmüştür. Diğer taraftan baba eğitim durumu ortaokul olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının 77,18 olduğu, baba eğitim durumu lise olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan

ortalamlarının ise en düşük 90,05 olduğu belirlenmiştir. Buna göre ölçeğin geneline ilişkin elde edilen ortalama puanlardan baba eğitim durumuna ilişkin seviye arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı söylenebilir.

Cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin puan ortalamaları incelendiğinde scheffe testi sonuçlarına göre ölçeğin genelinde olduğu gibi baba eğitim durumu ilkökul ve lise olan öğrencilerden baba eğitim durumu ilkökul olan öğrenciler aleyhine, baba eğitim durumu ilkökul ve üniversite olan öğrencilerden baba eğitim durumu ilkökul olan öğrenciler aleyhine, baba eğitim durumu ortaokul ve lise olan öğrencilerden baba eğitim durumu ortaokul olan öğrenciler aleyhine, baba eğitim durumu ortaokul ve üniversite olan öğrencilerden baba eğitim durumu ortaokul olan öğrenciler aleyhine istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Ölçeğin genelinde olduğu gibi bu alt faktörde de baba eğitim durumu üniversite olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=61,17$), baba eğitim durumu ilkökul olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=47,22$) olduğu görülmüştür. Diğer taraftan baba eğitim durumu ortaokul olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının 48,58 olduğu, baba eğitim durumu lise olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük 58,40 olduğu belirlenmiştir. Buna göre ölçeğin genelinde olduğu gibi cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin elde edilen ortalama puanlardan da baba eğitim durumuna ilişkin seviye arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı söylenebilir.

Matematiksel yapıları çözümleme alt faktörüne ilişkin puan ortalamaları incelendiğinde scheffe testi sonuçlarına göre ölçeğin genelinde ve cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin puan ortalamalarında olduğu gibi baba eğitim durumu ilkökul ve lise olan öğrencilerden baba eğitim durumu ilkökul olan öğrenciler aleyhine, baba eğitim durumu ilkökul ve üniversite olan öğrencilerden baba eğitim durumu ilkökul olan öğrenciler aleyhine, baba eğitim durumu ortaokul ve lise olan öğrencilerden baba eğitim durumu ortaokul olan öğrenciler aleyhine, baba eğitim durumu ortaokul ve üniversite olan öğrencilerden baba eğitim durumu ortaokul olan öğrenciler aleyhine istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Ölçeğin genelinde ve cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin puan ortalamalarında olduğu gibi bu alt faktörde de baba eğitim durumu üniversite olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=22,20$), baba eğitim

durumu ilkokul olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=18,83$) olduğu görülmüştür. Diğer taraftan baba eğitim durumu ortaokul olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının 18,93 olduğu, baba eğitim durumu lise olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük 21,32 olduğu belirlenmiştir. Buna göre ölçeğin genelinde ve cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin puan ortalamalarında olduğu gibi cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin elde edilen ortalama puanlardan da baba eğitim durumuna ilişkin seviye arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı söylenebilir.

1.6. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN AİLENİN SOSYO EKONOMİK DURUMUNA GÖRE FARKLILIĞI

Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin ailenin ailenin gelir düzeyine göre farklılığına ilişkin yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi sonuçları Tablo 33'te verilmiştir.

Tablo 33. Ortaokul Öğrencilerinin, Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Ailenin Gelir Durumlarına Göre Farklılığına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Alt Faktörler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbeslik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Cebirsel Modelleri Anlama	Gruplar Arası	5349,452	2	22674,726	10,046	,000
	Gruplar İçi	124875,325	469	266,259		
	Toplam	130224,778	471			
Matematiksel Yapıları Çözümleme	Gruplar Arası	277,990	2	138,995	4,314	,014
	Gruplar İçi	15109,798	469	32,217		
	Toplam	15387,788	471			
Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu	Gruplar Arası	246,500	2	123,250	11,768	,000
	Gruplar İçi	4912,192	469	10,474		
	Toplam	5158,693	471			
Genel	Gruplar Arası	10640,495	2	5320,247	11,473	,000
	Gruplar İçi	217490,861	469	463,733		
	Toplam	228131,356	471			

Tablo 33 incelendiğinde; Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin genelinde [$F_{(2,469)} = 11,473$; $p < .05$], Cebirsel Modelleri Anlama alt faktöründe [$F_{(2,469)} = 10,046$; $p < .05$], Matematiksel Yapıları Çözümleme alt faktöründe [$F_{(2,469)} = 4,314$; $p < .05$] ve Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu alt faktöründe [$F_{(2,469)} = 11,768$; $p < .05$] ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin ailenin gelir durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu farklılığın hangi gelir düzeyleri arasında olduğunu belirlemek için öncelikle gruplar arası varyansın eşit olup olmadığını bakılmıştır. Varyansların homojenliği testinde

ölçeğin genelinde gruplar arası varyansın eşit olmadığı ($p<.05$) görülürken, alt faktörlerin her birinde ise gruplar arası varyansın eşit, yani homojen olduğu görülmüştür ($p>.05$). Ölçeğin genelinden elde edilen puanlardaki ailenin gelir durumuna göre farkın kaynağına ulaşmak için gruplararası varyansın eşit olmaması durumunda sıklıkla kullanılan Post-Hoc testlerinden Dunnet's T3 metodu seçilmiştir. Alt faktörlerden elde edilen puanlardaki ailenin gelir durumuna göre farkın kaynağına ulaşmak için ise yine scheffe metodu seçilmiştir.

Araştırmada ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin betimsel analizi ve farkın kaynağına ilişkin bulgular Tablo 34'te verilmiştir.

Tablo 34. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Ailenin Gelir Durumlarına Göre Farklılığına İlişkin Betimsel Analiz ve Farkın Kaynağı Sonuçları

Faktörler	Aile Gelir Durumu	N	\bar{x}	s	Farkın Kaynağı
Cebirsel Modelleri Anlama	0-1999 TL	64	50,67	14,07	1-3 2-3
	2000-3999 TL	247	55,40	15,91	
	4000+ TL	161	60,73	17,69	
	Toplam	472	56,58	16,62	
Matematiksel Yapıları Çözümleme	0-1999 TL	64	19,39	4,72	1-3
	2000-3999 TL	247	20,84	5,37	
	4000+ TL	161	21,81	6,42	
	Toplam	472	20,97	5,71	
Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu	0-1999 TL	64	9,89	3,22	1-3 2-3
	2000-3999 TL	247	9,77	3,32	
	4000+ TL	161	11,32	3,10	
	Toplam	472	10,31	3,30	
Genel Toplam	0-1999 TL	64	79,95	18,28	1-3 2-3
	2000-3999 TL	247	86,03	20,59	
	4000+ TL	161	93,86	23,99	
	Toplam	472	97,88	22,00	

Dunnet's T3 testi sonuçlarına göre ölçeğin genelinden elde edilen puanlara göre ailesinin gelir düzeyi 0-1999 TL ile 4000+ TL olan öğrencilerden ailesinin gelir düzeyi 0-1999 TL olan öğrenciler aleyhine, ailesinin gelir düzeyi 2000-3999 TL ile 4000+ TL olan öğrencilerden ailesinin gelir düzeyi 2000-3999 TL olan öğrenciler aleyhine istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Ailesinin gelir düzeyi 4000+ TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=93,86$), ailesinin gelir düzeyi 0-1999 TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=79,95$) olduğu görülmüştür. Ailesinin gelir düzeyi 2000-3999 TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ($\bar{x}=86,03$) ise ailesinin gelir düzeyi 0-1999

TL olan öğrencilerle ailesinin gelir düzeyi 4000+ TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının arasında olduğu görülmüştür. Buna göre ölçeğin geneline ilişkin elde edilen ortalama puanlardan ailenin gelir düzeyi arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı söylenebilir.

Cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin puan ortalamaları incelendiğinde scheffe testi sonuçlarına göre ölçeğin genelinde olduğu gibi ailesinin gelir düzeyi 0-1999 TL ile 4000+ TL olan öğrencilerden ailesinin gelir düzeyi 0-1999 TL olan öğrenciler aleyhine, ailesinin gelir düzeyi 2000-3999 TL ile 4000+ TL olan öğrencilerden ailesinin gelir düzeyi 2000-3999 TL olan öğrenciler aleyhine istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Ölçeğin genelinde olduğu gibi ailesinin gelir düzeyi 4000+ TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=60,73$), ailesinin gelir düzeyi 0-1999 TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=50,67$) olduğu görülmüştür. Ailesinin gelir düzeyi 2000-3999 TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ($\bar{x}=55,40$) ise ailesinin gelir düzeyi 0-1999 TL olan öğrencilerle ailesinin gelir düzeyi 4000+ TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının arasında olduğu görülmüştür. Buna göre ölçeğin geneline ilişkin elde edilen ortalama puanlarda olduğu gibi Cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin puan ortalamalarında da ailenin gelir düzeyi arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin arttığı söylenebilir.

Matematiksel yapıları çözümlenme alt faktörüne ilişkin puan ortalamaları incelendiğinde scheffe testi sonuçlarına göre ölçeğin genelinde ve cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin puan ortalamalarında olduğu gibi ailesinin gelir düzeyi 0-1999 TL ile 4000+ TL olan öğrencilerden ailesinin gelir düzeyi 0-1999 TL olan öğrenciler aleyhine istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Ölçeğin genelinde ve cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin puan ortalamalarında olduğu gibi ailesinin gelir düzeyi 4000+ TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=21,81$), ailesinin gelir düzeyi 0-1999 TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=19,39$) olduğu görülmüştür. Ailesinin gelir düzeyi 2000-3999 TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ($\bar{x}=20,84$) ise ailesinin gelir düzeyi 0-1999 TL olan öğrencilerle ailesinin gelir düzeyi 4000+ TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine

ilişkin puan ortalamalarının arasında olduğu görülmüştür. Buna göre ölçeğin geneline ve cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin elde edilen ortalama puanlarda olduğu gibi matematiksel yapıları çözümlenme alt faktörüne ilişkin puan ortalamalarında da ailenin gelir düzeyi arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin arttığı söylenebilir.

Cebirsel ifadeleri kullanma durumu alt faktörüne ilişkin puan ortalamaları incelendiğinde scheffe testi sonuçlarına göre ölçeğin genelinde ve cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin puan ortalamalarında olduğu gibi ailesinin gelir düzeyi 0-1999 TL ile 4000+ TL olan öğrencilerden ailesinin gelir düzeyi 0-1999 TL olan öğrenciler aleyhine, ailesinin gelir düzeyi 2000-3999 TL ile 4000+ TL olan öğrencilerden ailesinin gelir düzeyi 2000-3999 TL olan öğrenciler aleyhine istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Cebirsel ifadeleri kullanma durumu alt faktöründe ailesinin gelir düzeyi 4000+ TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=11,32$), ailesinin gelir düzeyi 2000-3999 TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=9,77$) olduğu görülmüştür. Ailesinin gelir düzeyi 0-1999 TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ($\bar{x}=9,89$) ise ailesinin gelir düzeyi 2000-3999 TL olan öğrencilerle ailesinin gelir düzeyi 4000+ TL olan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının arasında olduğu görülmüştür.

1.7. ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN CEBİRSEL DÜŞÜNME DÜZEYLERİNİN BULMACA ÇÖZME/AKIL OYUNLARI OYNAMA SIKLIĞINA GÖRE FARKLILIĞI

Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığına göre farklılığına ilişkin yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi sonuçları tablo 35'te verilmiştir.

Tablo 35. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Bulmaca çözme/Akıl Oyunları Oynama Sıklığına Göre Farklılığına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Alt Faktörler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbeslik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Cebirsel Modelleri Anlama	Gruplar Arası	8774,356	2	4387,178	16,942	,000
	Gruplar İçi	121450,421	469	258,956		
	Toplam	130224,778	471			

Tablo 35. (Devam) Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Bulmaca Çözme/Akıl Oyunları Oynama Sıklığına Göre Farklılığına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Alt Faktörler	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbeslik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Matematiksel Yapıları Çözümleme	Gruplar Arası	1100,819	2	550,409	18,068	,000
	Gruplar İçi	14286,969	469	30,463		
	Toplam	15387,788	471			
Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu	Gruplar Arası	10,442	2	5,221	,476	,622
	Gruplar İçi	518,251	469	10,977		
	Toplam	518,693	471			
Genel	Gruplar Arası	16753,869	2	8376,934	18,587	,000
	Gruplar İçi	211377,487	469	450,698		
	Toplam	228131,356	471			

Tablo 35 incelendiğinde; Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin genelinde [$F_{(2,469)} = 18,587$; $p < .05$], Cebirsel Modelleri Anlama alt faktöründe [$F_{(2,469)} = 16,942$; $p < .05$], Matematiksel Yapıları Çözümleme alt faktöründe [$F_{(2,469)} = 18,068$; $p < .05$] ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu farklılığın hangi sıklıklar arasında olduğunu belirlemek için öncelikle gruplar arası varyansın eşit olup olmadığını bakılmıştır. Varyansların homojenliği testinde alt faktörler de dahil gruplar arası varyansın eşit, yani homojen olduğu görülmüştür ($p > .05$). Ölçeğin genelinden ve yukarıda bahsedilen iki alt faktörden elde edilen puanlardaki bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığına göre farkın kaynağına ulaşmak için yine scheffe metodu seçilmiştir. Ölçeğin Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu alt faktöründe [$F_{(2,469)} = ,476$, $p > .05$] ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği ortaya çıkmıştır.

Araştırmada ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin betimsel analizi ve farkın kaynağına ilişkin bulgular tablo 36’da verilmiştir.

Tablo 36. Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Bulmaca Çözme/Akıl Oyunları Oynama Sıklığına Göre Farklılığına İlişkin Betimsel Analiz ve Farkın Kaynağı Sonuçları

Faktörler	Bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığı	N	\bar{X}	S.D.	Farkın Kaynağı
Cebirsel Modelleri Anlama	Hiçbir zaman	61	46,75	17,71596	1-2
	Bazen	275	56,48	15,72815	1-3
	Sık sık	136	61,18	16,06432	2-3
	Toplam	472	56,58	16,62786	

Tablo 36. (Devam) Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Algı Düzeylerinin Bulmaca Çözme/Akıl Oyunları Oynama Sıklığına Göre Farklılığına İlişkin Betimsel Analiz ve Farkın Kaynağı Sonuçları

Faktörler	Bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığı	N	\bar{X}	S.D.	Farkın Kaynağı
Matematiksel Yapıları Çözümleme	Hiçbir zaman	61	17,21	6,27459	1-2
	Bazen	275	21,17	5,27778	
	Sık sık	136	22,26	5,63880	1-3
	Toplam	472	20,97	5,71581	
Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu	Hiçbir zaman	61	9,93	3,13512	
	Bazen	275	10,37	3,11353	
	Sık sık	136	10,38	3,75386	
	Toplam	472	10,31	3,30948	
Genel Toplam	Hiçbir zaman	61	73,90	23,05046	1-2
	Bazen	275	88,03	20,87656	
	Sık sık	136	93,83	21,09598	1-3
	Toplam	472	87,88	22,00807	2-3

Scheffe testi sonuçlarına göre ölçeğin genelinden elde edilen puanlara göre hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan ve bazen bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerden hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan öğrenciler aleyhine, hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan ve sık sık bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerden hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan öğrenciler aleyhine, bazen bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan ve sık sık bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerden bazen bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrenciler aleyhine istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Sık sık bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=93,83$), hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=73,90$) olduğu görülmüştür. Bazen bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ($\bar{x}=88,03$) ise hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan öğrencilerle sık sık bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının arasında olduğu görülmüştür. Buna göre ölçeğin geneline ilişkin elde edilen ortalama puanlardan bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığı arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı söylenebilir.

Cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin puan ortalamaları incelendiğinde scheffe testi sonuçlarına göre ölçeğin genelinde olduğu gibi hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan ve bazen bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan

öğrencilerden hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan öğrenciler aleyhine, hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan ve sık sık bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerden hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan öğrenciler aleyhine, bazen bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan ve sık sık bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerden bazen bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrenciler aleyhine istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Ölçeğin genelinde olduğu gibi bu alt faktörde de sık sık bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=61,18$), hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=46,75$) olduğu görülmüştür. Bazan bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ($\bar{x}=56,48$) ise hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan öğrencilerle sık sık bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının arasında olduğu görülmüştür. Buna göre ölçeğin geneline ilişkin elde edilen ortalama puanlarda olduğu gibi cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin puan ortalamalarında da bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynama sıklığı arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı söylenebilir.

Matematiksel yapıları çözümlene alt faktörüne ilişkin puan ortalamaları incelendiğinde scheffe testi sonuçlarına göre ölçeğin genelinde ve cebirsel modelleri anlama alt faktöründe olduğu gibi hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan ve bazen bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerden hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan öğrenciler aleyhine, hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan ve sık sık bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerden hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan öğrenciler aleyhine istatistiksel olarak manidar bir farklılık bulunmuştur. Ölçeğin genelinde ve cebirsel modelleri anlama alt faktöründe olduğu gibi bu alt faktörde de sık sık bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının en yüksek ($\bar{x}=22,26$), hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ise en düşük ($\bar{x}=17,21$) olduğu görülmüştür. Bazan bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının ($\bar{x}=21,17$) ise hiçbir zaman bulmaca çözmeyen/akıl oyunları oynamayan öğrencilerle sık

sık bulmaca çözen/akıl oyunları oynayan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerine ilişkin puan ortalamalarının arasında olduğu görülmüştür. Buna göre ölçeğin geneline ve cebirsel modelleri anlama alt faktörüne ilişkin elde edilen ortalama puanlarda olduğu gibi matematiksel yapıları çözümlene alt faktörüne ilişkin puan ortalamalarında da bulmaca çözmeye/akıl oyunları oynama sıklığı arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı söylenebilir.

Cebirsel ifadeleri kullanma durumu alt faktörüne ilişkin elde edilen ortalama puanlardan her ne kadar istatistiksel olarak manidar bir farklılık görülme de bulmaca çözmeye/akıl oyunları oynama sıklığı arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı görülmektedir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

1. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu bölümde elde edilen bulgulardan çıkan sonuçlar özetlenmiş, elde edilen bulgular literatür ile tartışılmış ve bulgulara bağlı olarak geliştirilen öneriler sunulmuştur.

Araştırma sonucunda öncelikle 3 faktörlü (Cebirsel Modelleri Anlama, Matematiksel Yapıları Çözümleme, Cebirsel İfadeleri Kullanma Durumu) 5’li Likert tipi 26 maddeden oluşan Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeği geliştirilmiştir. Ölçeğin geliştirilme aşamasında uygulanan açımlayıcı faktör analizinden ve daha sonra alan uygulaması için örnekleme alınan 472 ortaokul öğrencisinden elde edilen verilere ilişkin uygulanan doğrulayıcı faktör analizinden ölçeğin geçerliği yüksek bir ölçek olduğu görülmüştür. Açımlayıcı faktör analizi sürecinde ölçeğin Cronbach’s Alpha güvenirlik katsayısı .93 elde edilirken alan uygulaması sürecinde ölçeğin Cronbach’s Alpha güvenirlik katsayısı .94 elde edilmiştir. Dolayısıyla geliştirilen ölçeğin güvenirliği de yüksek bir ölçek olduğu görülmüştür. Bal ve Karacaoğlu (2015) yapmış olduğu araştırmada 2 altboyutlu, 25 maddelik cebir konusuna yönelik bir tutum ölçeği geliştirmişlerdir. Karaca ve Yalçınkaya (2018) yapmış olduğu araştırma kapsamında öğrencilerin cebir öğrenme alanına yönelik ilgi, davranış, duygu ve kaygılarını ele alarak öğrencilerin bu alana karşı tutumlarını belirlemek amaçlamacıyla 4 altboyutlu ve 28 maddeden oluşan bir ölçek geliştirmişlerdir. Benzer şekilde Oflaz (2018) cebire yönelik geliştirilen tutum ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılmış ve 20 maddelik, 2 altboyutlu olacak şekilde bir ölçek üzerinde çalışılmıştır. Bu araştırmayı Bal ve Karacaoğlu (2015), Karaca ve Yalçınkaya (2018) ve Oflaz (2018)’in yapmış oldukları çalışmalarından ayıran en belirgin özellik; geliştirilen ortaokul cebir öğrenme alanı tutum ölçeğinin sadece cebir öğrenme alanına ilişkin tutumları ele alması sebebiyle yapılan bu araştırmaya katkı sağlamış fakat cebirsel düşünme algı düzeylerinin belirlenmesi hususundaki boşluğu dolduramadığı düşünülmektedir. Kaya ve Keşan (2014) tarafından cebirsel muhakeme değerlendirme aracı: araç geliştirme, güvenirlik ve geçerlik çalışması yapılmış ve 42 maddelik 7 altboyutlu ölçek üzerinde çalışılmıştır. Üzerinde çalışılan cebirsel muhakeme değerlendirme aracı cebir konu alanı üzerinde öğrencilerin düşünme stratejileri açısından ele alınmıştır. Altun (2005) tarafından Türkçe’ye uyarlanan “Cebirsel Düşünme Testi” 4 altboyutlu ve 20 maddeden oluşan, öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerinin açık uçlu sorular aracılığıyla

toplanmasını sağlayan bir testtir.

Araştırmada elde edilen ikinci sonuç; Ortaokul ğrencileri için Cebirsel Düşünme Algı Ölçeğinin tüm maddelerine ilişkin verilen cevaplardan öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeyinin ortalamasının üzerinde olduğu şeklindedir. İlköğretim Matematik Programı'nda cebir öğretimine giriş için cebir öğrenimini destekleyen örüntülerden faydalanıldığı (MEB, 2017) elde edilen bu bulgu beklenen bir sonuçtur. Çünkü matematik dersi ğretim programında yer alan örüntüleri tanıma, örüntüleri devam ettirme, örüntünün ileri bir adımını bulmak için bir kural geliştirme ve bunu hem sözel hem de sembolik olarak ifade etme gibi beceriler öğrencileri cebirsel düşünmeye sevk etmektedir (Palabıyık ve Akkuş İspir, 2011). Ayrıca ölçek maddelerini puanlayan öğrencilerin sosyal kabul edilebilirlik tehdidi sebebiyle yüksek puanlama yapmış olabileceği düşünölmektedir. Sünkür, İlhan ve Kılıç (2012) yapmış oldukları araştırma sonucunda katılımcıların %11.8 inin düzey-0, %45.1 inin ise düzey-1 seviyesinde olduğu sonucuna ulaşarak katılımcıların cebirsel düşünme düzeylerinin düşük olduğu değerlendirmesinde bulunmuştur. Çağdaşer (2008) Cebir ğrenme alanının yapılandırımcı yaklaşımla öğretiminin 6. sınıf ğrencilerinin cebirsel düşünme düzeyleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapmış olduğu araştırmada, uygulama öncesinde öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleri diğer düzeylere göre daha aritmetiksel olan 1. düzeye yakınken ve hatta en alt düzeyin de altındayken, uygulama sonrasında grubun cebirsel düşünme düzeylerinin ortalaması 2. düzeyin de üstüne çıktığı sonucuna varmıştır. Böylece cebir öğrenme alanının yapılandırımcı yaklaşımla öğretiminin olumlu etkileri olduğunu vurgulamaktadır. Kaya ve Keşan (2014) ise yapmış oldukları araştırma kapsamında; öğrencilerin cebir öğrenmeleri ile ilgili yapılan araştırmaların büyük bir çoğunluğunda; öğrencilerin cebirsel düşünme ve muhakeme etme becerisi ile cebirsel işlem yürütme becerilerinin yetersiz olduğunu gözlemlemişlerdir. Kaya ve Keşan (2014) bu durumun sebebi olarak ise öğrencilerin matematiksel bilgileri ilişkilendirmede zorlandıkları ve günlük yaşam durumları arasında bağlantı kurmakta sorun yaşamalarından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Yapılan bu araştırma sonucunda öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin ortalamasının üzerinde çıkmasının (MEB, 2017) müfredat ve kazanımları göz önüne alındığında yeterli düzeyde olduğu düşünölmektedir. Benzer şekilde Sayı (2018) yapmış olduğu araştırmada 7. Sınıf ğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin düşük olduğu sonucuna varmıştır.

Araştırmada elde edilen üçüncü sonuç; ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin cinsiyete göre istatistiksel olarak manidar bir farklılık göstermediği şeklindedir. Yenilmez ve Teke (2008) yapmış oldukları araştırma sonucunda yenilenen matematik programının öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerine etkisinde cinsiyet açısından anlamlı farklılık bulamamıştır. Akkaş (2009) araştırmasında öğrencilerin istatistiksel düşünce seviyeleri cinsiyetlerine göre incelendiğinde erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre daha üst seviyelerde istatistiksel düşünceye sahip olduklarını belirlemiştir. Yaprak Ceyhan (2012) yapmış olduğu araştırmada ilköğretim matematik dersi öğretim programı çerçevesindeki öğretimin öğrencilerin cebir başarısına etkisini cinsiyet açısından ele aldığıda kız ve erkek öğrenciler açısından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye ulaşamamıştır. Fakat kız öğrencilerin ortalamalarının erkek öğrencilerden daha yüksek olduğunu vurgulamıştır. Sayı (2018) yapmış olduğu araştırmada 7. Sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin cinsiyet açısından anlamlı farklılık olmadığı sonucuna varmıştır. Yapılan bu araştırmayla benzer sonuçlar tespit edilmiştir. Cinsiyet değişkenine ilişkin araştırma bulgusunun, bazı araştırmaların sonuçlarıyla tutarlılık gösterdiği söylenebilir. Dolayısıyla, cinsiyet değişkeninin cebirsel düşünme üzerindeki etkisine ilişkin daha genel bir değerlendirme yapabilmek için cebirsel düşünme algı düzeylerinin cinsiyet değişkenine göre incelendiği araştırmaların bir araya getirileceği meta analiz çalışmalarının yapılması önerilebilir

Araştırmada elde edilen dördüncü sonuç; ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin sınıf düzeyine göre istatistiksel olarak manidar farklılık gösterdiği, cebirsel ifadeleri kullanma durumu alt faktörü dışında kullanılan ölçeğin genelinde ve diğer alt faktörlerinde sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinde azalma olduğu şeklindedir. Yapılan bu araştırma sonucunda ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeyleri sınıf seviyesi açısından incelendiğinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Araştırma bulgularına göre ortaokul öğrencilerinin sınıf seviyesi arttıkça cebirsel düşünme algı düzeyleri azalmaktadır. Cebirsel düşünmenin gelişiminin soyut işlemler döneminde hızlandığı (Altun, 2005) dikkate alınır; bilişsel gelişimin farklı basamaklarında bulunan öğrencilerin cebirsel düşünme açısından da farklı düzeylerde bulunmaları beklenir. Bu durum ortaokul öğrencilerinin soyut döneme geçişte sorun yaşamalarından kaynaklanabilir ve daha farklı örneklem gruplarıyla tekrar üzerinde çalışılabilir. Dede ve Argün (2003) çalışmalarında cebirin öğrenciler tarafından anlaşılmasını zorlaştıran sebeplerini inceledikleri araştırma sonucunda cebirin

anlaşılmasını öğrencilerin zihinsel gelişim ve hazırbulunuşlukları ile ilişkilendirerek bu bağlamda yapılan bu araştırmanın sınıf seviyesi değişkeni açısından incelenmesiyle benzerlik göstermektedir. Gülpek (2006), ilköğretim 7 ve 8. sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinde sınıf seviyeleri arasında az miktarda bir artış olduğunu gözlemlemiştir. Akkaş (2009) araştırmasında sınıf seviyesi yükseldikçe, öğrencilerin istatistiksel düşünce seviyelerinin yükselmediği ortaya çıkmıştır. Girit ve Akyüz (2016), cebirsel düşünmenin geliştiği ortaokul seviyesinde öğrencilerin akıl yürütme ve çözüm stratejileri üzerine yapmış oldukları çalışmada sınıf seviyesi arttıkça öğrencilerin cebirsel sembolleri kullanmaya daha meyilli olduklarını görmüşlerdir. Lian ve Yew (2011) gibi bir çok araştırmacı cebirsel düşünmeye girişin ilkököl ve okul öncesi gibi daha erken yaşlarda başlaması gerektiği görüşünü savunmaktadır. Bunun sebebinin ise, cebirsel düşünmede somuttan soyuta geçiş evresi için ortaokul döneminin geç olacağı görüşünü savunmuşlardır. Bu görüşü destekleyecek nitelikte Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi NCTM (2000), ortaokul müfredatlarında cebirin resmi olarak daha fazla yer almasının sonraki yıllarda cebirsel düşünme için daha önemli olduğunu düşünse de müfredat geliştiriciler ve eğitim araştırmacıları cebirsel düşünmenin okul öncesi dönem ve ilkökulda başlaması gerektiği görüşünü desteklemektedirler.

Araştırmada elde edilen beşinci sonuç; ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin anne eğitim durumuna göre istatistiksel olarak manidar farklılık gösterdiği, kullanılan ölçeğin genelinde ve tüm alt faktörlerinde anne eğitim durumu arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı şeklindedir. Alanyazında, öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin anne eğitim durumu değişkeni açısından incelendiği bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin anne eğitim durumu değişkenine göre farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin daha genel bir değerlendirmenin yapılabilmesi için bu konuda yeni araştırmaların yapılması önem arz etmektedir.

Araştırmada elde edilen altıncı sonuç; ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin baba eğitim durumuna göre istatistiksel olarak manidar farklılık gösterdiği, cebirsel ifadeleri kullanma durumu alt faktörü dışında kullanılan ölçeğin genelinde ve diğer alt faktörlerinde baba eğitim durumu arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı şeklindedir. Literatürde öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin baba eğitim durumu değişkeni açısından incelendiği bir

araştırmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, 6., 7. Ve 8. Sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin baba eğitim durumu açısından incelendiği bu araştırmanın önemli olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, araştırmanın sınırlılıklarının öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerini incelemeye yönelik yeni araştırmalarla aşılabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada elde edilen yedinci sonuç; ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin ailenin gelir durumuna göre istatistiksel olarak manidar farklılık gösterdiği, cebirsel ifadeleri kullanma durumu alt faktörü dışında kullanılan ölçeğin genelinde ve diğer alt faktörlerinde ailenin gelir düzeyi arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı şeklindedir. Öğrencilerin cebirsel düşünme seviyelerinde görülen bu farklılığın olası nedeni, öğrencilerin maddi imkanları doğrultusunda erişebildikleri bilgi ve çalışmaların çeşitliliğinin, öğrencinin cebirsel düşünme becerilerini etkilediği ve bu durumun öğrencilerin bilişsel gelişimindeki bireysel farklılıklar oluşturabileceği düşünülmektedir (Senemoğlu, 2005). Literatürde aile sosyoekonomik durum açısından yapılan bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu kapsamda yapılacak araştırmalar için önem arz etmektedir.

Araştırmada elde edilen sekizinci sonuç; ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığına göre istatistiksel olarak manidar farklılık gösterdiği, kullanılan ölçeğin genelinde ve tüm alt faktörlerinde bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığı arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı şeklindedir. Literatür incelendiğinde bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığı değişkeninin cebirsel düşünme üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmekteyken cebirsel düşünme algı düzeyleri açısından nasıl bir dağılım gösterdiklerine ilişkin daha genel bir değerlendirme yapılabilmesi için yeni araştırmaların yapılması önerilebilir. Kaya ve Keşan (2014), yapmış oldukları araştırma sonucunda cebirsel düşünme ve muhakeme becerisinin sadece matematik derslerinde değil günlük hayatta karşılaşılan sorunların çözümünde kullanılacak zihinsel etkinlikleri içerdiğini belirterek cebirsel düşünme ve muhakeme becerisinin ilköğretim seviyesinde başlayıp cebir öğretimiyle devam ettiğini konusunu vurgulamışlardır. Sünkür, İlhan ve Kılıç (2012) yapmış oldukları araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin cebirsel düşünme düzeyleri ile mantıksal, sözel ve müziksel zekâları arasında anlamlı bir ilişki bulunurken, bedensel, görsel, sosyal, içsel ve doğacı zekâları arasındaki ilişki ise anlamlı bulunmamıştır. Bu bağlamda mantıksal zekâlarını geliştirici akıl

oyunları/bulmaca çözüme gibi etkinliklerin öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeyleri üzerinde olumlu etkisi olduğu vurgulanabilir.

2. ÖNERİLER

Çalışmaya ilişkin öneriler bu bölümde yer alan başlıklar altında verilmiştir.

2.1. UYGULAMAYA DAİR ÖNERİLER

1. Bu araştırma sonucunda öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin ortalamasının üzerinde olduğu görülmüştür. Öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin yükseltilebilmesi için geleneksel öğretimden çok yenilikçi öğretim modellerinden yararlanılabilir. Öğretmenler tarafından derslerde somut materyallerle yapılacak etkinliklere daha fazla yer verilebilir.
2. Bu araştırma sonucunda ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin sınıf düzeyine göre istatistiksel olarak manidar farklılık gösterdiği, cebirsel ifadeleri kullanma durumu alt faktörü dışında kullanılan ölçeğin genelinde ve diğer alt faktörlerinde sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinde azalma olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda öğretim programlarında yer alan kazanımların yoğunluğu ve seviyesi göz önüne alınarak öğrenciler için farklı stratejiler, çözüm yolları sunulurken ek olarak derslerde teknolojik materyallerden yararlanılabilir.
3. Bu araştırma sonucunda ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin bulmaca çözüme/akıl oyunları oynama sıklığına göre istatistiksel olarak manidar farklılık gösterdiği, kullanılan ölçeğin genelinde ve tüm alt faktörlerinde bulmaca çözüme/akıl oyunları oynama sıklığı arttıkça öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin de arttığı görülmüştür. Bu kapsamda öğrencilere bulmaca çözüme/akıl oyunları içeren çalışmalar verilebilir hatta okullarda bununla ilgili kulüpler kurularak etkinlikler düzenlenip öğrencilerin teşvik edilmesi sağlanabilir.

2.2. İLERİKİ ARAŞTIRMALARA DAİR ÖNERİLER

1. İleriki araştırmalarda öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerini arttırmaya yönelik deneysel veya yarı deneysel çalışmalar yapılabilir.
2. İleriki araştırmalarda daha büyük örneklem gruplarında da aynı sonuca ulaşıp ulaşılamayacağı incelenebilir. Ayrıca öğrencilerin cebirsel düşünme

algı düzeylerinin cinsiyet, sınıf düzeyi, anne eğitim durumu, baba eğitim durumu, ailenin gelir düzeyi, bulmaca çözme/akıl oyunları oynama sıklığı gibi çeşitli değişkenlere göre farklılık gösterip göstermemesinin nedenlerinin derinlemesine incelendiği nitel çalışmalar yapılabilir.

3. Daha geniş örneklem gruplarıyla öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin başka değişkenlere göre farklılığına ilişkin araştırmalar da gerçekleştirilebilir.

KAYNAKÇA

- Aypay, A. (2010). Genel Öz Yeterlik Ölçeği'nin GÖYÖ Türkçe'ye Uyarlama Çalışması. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11 (2), 113-131.
- Acar, S. (2019). *Sayı Hissi İle Cebirsel Düşünme Becerisi Arasındaki İlişkinin Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Akkan, Y. (2016). Cebirsel Düşünme. İçinde; *Matematik Eğitiminde Teoriler* (Ed: E. Bingölbali, S. Arslan ve İ. Ö. Zembat), ss. 43-65. Gümüşhane: Pegem Akademi.
- Akkan, Y. Baki, A. ve Çakıroğlu, Ü. (2011). Aritmetik İle Cebir Arasındaki Farklılıklar: Cebir Öncesinin Önemi. *İlköğretim Online*, 10(3), 812-823.
- Akkaş, E. N. (2009). *6- 8. Sınıf Öğrencilerinin İstatistiksel Düşüncelerinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Akkaya, R. ve Durmuş, S. (2006). İlköğretim 6-8. Sınıf Öğrencilerinin Cebir Öğrenme Alanındaki Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(31), 1-12.
- Alkan, H. ve Bukova Güzel, E. (2005). Öğretmen Adaylarında Matematiksel Düşünmenin Gelişimi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 221-236.
- Alkan, Hüseyin ve Güzel, Esra B. (2005). Öğretmen Adaylarında Matematiksel Düşünmenin Gelişimi, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 221-236.
- Altun, M. (2005). *Matematik Öğretimi*. (4. Baskı). Bursa: Alfa Akademi.
- Amit, M. & Neria, D. (2008). "Rising To The Challenge": Using Generalization In Pattern Problems To Unearth The Algebraic Skills Of Talented Pre-Algebra Students. *Zdm*, 40(1), 111-129.
- Arndt, A. B. (1983). Al-Khwarizmi. *Mathematics Teacher*, 76(9), 668-670.
- Asquith, P. Stephens, A. C. Knuth, E. J. & Alibali, M. W. (2007). Middle School Mathematics Teachers' Knowledge Of Students' Understanding Of Core Algebraic Concepts: Equal Sign And Variable. *Mathematical Thinking And Learning*, 9(3), 249-272.
- Atasoy, D. (2020). Sözel Soruların Matematik Diline Dönüştürülmesi Becerisinde İki Öğrenci Grubunun Karşılaştırılması. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 547-555.
- Bağdat, O. (2013). *İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Becerilerinin Solo Taksonomisi İle İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Baki, A. (1992). Al Khwarizmi's Contributions to the Science of Mathematics: Al Kitab Al Jabr Wa'l Muqabalah. *Journal of Islamic Academy of Sciences*, 5(3), 225-228.
- Baki, A. & Bütüner, S. (2012). Cebirin Tarihsel Gelişimi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 2(3), 198-231.
- Baki, A. ve Kartal, T. (2004). Kavramsal ve İşlemsel Bilgi Bağlamında Lise Öğrencilerinin Cebir Bilgilerinin Karakterizasyonu, *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(1), 27-46.
- Bal, A. & Karacaoğlu, A. (2015). An Attitude Scale Improving Study In The Context of Elementary School Algebra Course/Cebir Konusuna Yönelik Bir Tutum Ölçeği Geliştirme Çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 11(4), 1258-1271.
- Bal, A. P. & Karacaoğlu, A. (2017). Cebirsel Sözel Problemleri Çözme Stratejileri ve Hatalarının Analizi: Öğretmen Boyutu. *International Journal Of Social Sciences And Education Research*, 3(2), 448-455.
- Baroody, A. Baroody, A. J. & Coslick, R. T. (1998). *Fostering Children's Mathematical*

- Power: An Investigative Approach To K-8 Mathematics Instruction*. London: Routledge.
- Baş, S. Çetinkaya, B. & Erbaş, A. K. (2011). Öğretmenlerin Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Yapılarıyla İlgili Bilgileri. *Eğitim ve Bilim*, 36(159), 41-55.
- Blanton, M. L. & Kaput, J. J. (2004). Elementary Grades Students' Capacity for Functional Thinking. *International Group For The Psychology Of Mathematics Education*. 2, 135-142.
- Blanton, M. L. & Kaput, J. J. (2005). Characterizing A Classroom Practice That Promotes Algebraic Reasoning. *Journal For Research In Mathematics Education*, 36(5), 412-446.
- Borko, H. Frykholm, J. Pittman, M. Eiteljorg, E. Nelson, M. Jacobs, J. Koellner- Clark, K. & Schneider, C. (2005). Preparing teachers to foster algebraic thinking. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 37(1), 43-52.
- Brezina, C. (2006). *Al-Khwarizmi: The Inventor Of Algebra*. New York: The Rosen Publishing Group.
- Burton, L. (1984). Mathematical thinking: The struggle for meaning. *Journal For Research In Mathematics Education*, 15(1), 35-49.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). Faktör Analizi: Temel Kavramlar Ve Ölçek Geliştirmede Kullanımı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 8(4), 470-483.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*. Ankara: Pegem Yayınları.
- Büyüköztürk, Ş. Kılıç Çakmak, E. Akgün, E. A. Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2012). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Yayınları.
- Can, A. (2017). *SPSS İle Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi*. Ankara: Pegem Yayınları.
- Cai, J. & Moyer, J. (2008). Developing Algebraic Thinking In Earlier Grades: Some Insights From International Comparative Studies. *Algebra And Algebraic Thinking In School Mathematics*, 70, 169-182.
- Carpenter, T. P. Levi, L. Franke, M. L. & Zeringue, J. K. (2005). Algebra In Elementary School: Developing Relational Thinking. *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik*, 37(1), 53-59.
- Charbonneau, L. (1996). From Euclid To Descartes: Algebra And Its Relation To Geometry. *In Approaches To Algebra* (pp. 15-37). Springer, Dordrecht.
- Choike, J. R. (2000). Teaching Strategies For Algebra For All. *Mathematics Teacher*, 93(7), 556-560.
- Creswell, J. W. & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing And Conducting Mixed Methods Research* (2nd Edition). Thousand Oaks: Sage.
- Çağdaşer, B. T. (2008). *Cebir Öğrenme Alanının Yapılandırmacı Yaklaşımla Öğretiminin 6. Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeyleri Üzerindeki Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Çakan Özbayar, N. (2017) *Öğretmen Adaylarının Cebirsel Düşünme Becerilerinin Analitik İncelenmesi*. (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çelik, D. (2007). *Altıncı Sınıf Matematik Öğretim Programının Öğrencilerin Cebirsel Düşünme Düzeylerinin Gelişimine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Çelik, D. (2007). *Öğretmen Adaylarının Cebirsel Düşünme Becerilerinin Analitik İncelenmesi*, (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Dane, A. Çetin, Ö. F. Özturan Sağırlı, M. ve Baş, F. (2015). Cebirsel İfade, Geometrik Şekil ve Geometrik Yer Arasındaki İlişkiler: Doğru Parçası ve Işın Örneği. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 44-61.
- Dede, Y., Yalın, H. İ., ve Argün, Z. (2002). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Değişken Kavramının Öğrenimindeki Hataları ve Kavram Yanılgıları. İçinde; *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı*, 16-18 Eylül 2002, Ankara, Türkiye, ss. 962-968.
- Dede, Y. ve Argün, Z. (2003). Cebir, Öğrencilere Niçin Zor Gelmektedir?. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(24), 180-185.
- Dede, Y. ve Peker, M. (2004). Öğrenciler'in Cebir'e Yönelik Hata ve Yanlış Anlamaları: Matematik Öğretmen Adayları'nın Tahmin Becerileri ve Çözüm Önerileri. *XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı*, 6-9 Temmuz 2004 İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Malatya.
- Demirel, T. ve Yılmaz, T. K. (2016). *Akıl Oyunlarının Matematik ve Türkçe Derslerinde Kullanılması: Geliştirme Süreci ve Öğretmen Öğrenci Görüşleri*. <https://ab.org.tr/ab16/bildiri/80.pdf>, (Erişim Tarihi: 22.04.2020).
- Driscoll, M. (1999). *Fostering Algebraic Thinking: A Guide For Teachers*, Grades 6-10. Heinemann, 361 Hanover Street, Portsmouth, Nh 03801-3912.
- Duatepe, A. ve Çilesiz, Ş. (1999). Matematik Tutum Ölçeği Geliştirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(16), 45-52.
- Erbaş, A. K. Çetinkaya, B. & Ersoy, Y. (2010). Öğrencilerin Basit Doğrusal Denklemlerin Çözümünde Karşılaştıkları Güçlükler ve Kavram Yanılgıları. *Eğitim ve Bilim*, 34(152), 44-59.
- Ersoy, Y. ve Erbaş, K. (1998). İlköğretim Okullarında Cebir Öğretimi: Öğrenmede Güçlükler ve Öğrenci Başarıları. İçinde; *Cumhuriyetin 75. Yılında İlköğretim I. Ulusal Sempozyumu*. 27-28 Kasım 1998. Ankara, Türkiye, ss. 171-172.
- Ersoy, Y. ve Erbaş, A.K. (2005), Kassel Projesi Cebir Testinde Bir Grup Türk Öğrencinin Genel Başarısı ve Öğrenme Güçlükleri, *İlköğretim-Online*, 4(1) 18-39.
- Even, R. (1998). Factors Involved in Linking Representations of Functions, *Journal of Mathematical Behavior*, 17(1), 105-121.
- Fuys, D. Geddes, D. And Tischler, R. (1988). The Van Hiele Model Of Thinking In Geometry Among Adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education*, 3, 1-196.
- French, D. (2002). *Teaching and Learning Algebra*. London: Continuum.
- Girit, D. ve Akyüz, D. (2016). Farklı Sınıf Seviyelerindeki Ortaokul Öğrencilerinde Cebirsel Düşünme: Örüntülerde Genelleme Hakkındaki Algıları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(2), 243-272.
- Grandau, L. & Stephens, A. C. (2006). Algebraic Thinking and Geometry. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 11(7), 344-349.
- Gülpek, P. (2006). *İlköğretim 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeylerinin Gelişimi*. (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Gürbüz, R. & Akkan, Y. (2010). Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin aritmetikten cebire geçiş düzeylerinin karşılaştırılması: Denklem örneği. *Eğitim ve Bilim*, 33(148), 64-76.
- Gürbüz, R. & Şahin, S. (2015). 8. Sınıf Öğrencilerinin Çoklu Temsiller Arasındaki Geçiş Becerileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(4), 1869-1888.
- Gürsoy, P. (2019). *Bir Matematik Öğretmeninin Cebir Öğretim Sürecinden Yansımalar: Fark Etme Becerisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Trabzon Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Trabzon.

- Hacısalıhoğlu, H. Mirasyedioğlu, Ş. ve Akpınar, A. (2003). *Matematik Öğretimi: İlköğretim 1-5*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Henderson, P. B. Marion, B. Fritz, J. S. Riedesel, C. Hamer, J. Scharf, C. & Hitchner, L. (2004). *Materials Development In Support Of Mathematical Thinking*, <http://Www.Cs.Geneseo.Edu/~Baldwin/Math-Thinking/Iticse2002-Paper.Pdf> (Erişim Tarihi: 15.03.2019).
- Herbert, K., & Brown, R. H. (1997). Patterns As Tools For Algebraic Reasoning. *Teaching Children Mathematics*, 3, 340-345.
- Heffer, A. (2008). The Emergence Of Symbolic Algebra As A Shift In Predominant Models. *Foundations Of Science*, 13(2), 149-161.
- Hofmann, R. S., & Hunter, W. R. (2003). Just-in-Time Algebra: a Problem Solving Approach Including Multimedia and Animation. *Mathematics & Computer Education*, 37(1).
- İlhan, M., Oral, B. & Kınay, İ. (2013). İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Geometrik ve Cebirsel Düşünme Düzeyleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(34), 33-46.
- İspir, O. A., & Palabıyık, U. (2011). Örüntü Temelli Cebir Öğretiminin Öğrencilerin Cebirsel Düşünme Becerileri ve Matematiğe Karşı Tutumlarına Etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30 (30), 111-123.
- Jones, K. (2010). Linking Geometry and Algebra In The School Mathematics Curriculum. In Future Curricular Trends In School Algebra And Geometry: Proceedings Of A Conference. Charlotte: *Information Age Pub. Inc* (Pp. 203-216).
- Kabael, T. U., & Tanışlı, D. (2010). Cebirsel Düşünme Sürecinde Örüntüden Fonksiyona Öğretim. *İlköğretim Online*, 9(1), 213-228.
- Kaf, Y. (2007). *Matematikte Model Kullanımının 6. Sınıf Öğrencilerinin Cebir Erişilerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kalaycı, Ş. (Ed.) (2009). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*, Ankara: Asil Yayın Dağıtım
- Kaput, J. J., & Blanton, M. L. (2000). Algebraic Reasoning in the Context of Elementary Mathematics: Making It Implementable on a Massive Scale.
- Kaput, J. J. (2008). *What Is Algebra? What Is Algebraic Reasoning?* In J. J. Kaput, D. W. Carragher, & M. L. Blanton (Eds.), *Algebra In The Early Grades* (pp. 5-17). New York: Taylor & Francis Group.
- Karaca, H. ve Yalçınkaya İ. (2018). Ortaokul Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği (CTÖ). *Uluslararası Eğitim ve Bilim Dergisi*, 5(14), 1-18.
- Karakoca, A. (2011). *Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözmede Matematiksel Düşünmeyi Kullanma Durumları*. (Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Karasar, N. (2009). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Katz, V. J., & Barton, B. (2007). Stages In The History Of Algebra With Implications For Teaching. *Educational Studies In Mathematics*, 66(2), 185-201.
- Kaya, D. (2015). *Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Öğrencilerin Cebirsel Muhakeme Becerilerine, Cebirsel Düşünme Düzeylerine ve Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisi Üzerine Bir İnceleme*. (Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Kaya, D., & Keşan, C. (2014). İlköğretim Seviyesindeki Öğrenciler İçin Cebirsel Düşünme Ve Cebirsel Muhakeme Becerisinin Önemi. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 3(2), 38-48.
- Kaya, D., Kesan, C. İzgiol, D., & Erkus, Y. (2016). Yedinci Sınıf Öğrencilerinin

- Cebirsel Muhakeme Becerilerine Yönelik Başarı Düzeyi 1. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(1), 142-163.
- Kaya, D. (2017). Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeyleri İle Becerilerinin İncelenmesi. *Bartın Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 657-675.
- Kayri, M. (2009). Araştırmalarda Gruplar Arası Farkın Belirlenmesine Yönelik Çoklu Karşılaştırma (Post-Hoc) Teknikleri. *Journal Of Social Science*, 1(19), 51-64.
- Kejanlıoğlu, B. (2005). *Medya Çalışmalarında Kamusal Alan Kavramı*. İçinde; *Kamusal Alan* (Ed: M. Özbek), ss. 689-713. İstanbul: Hil.
- Keller, B. A., & Hirsch, C. R. (1998). Student preferences for representations of functions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 29(1), 1-17.
- Kieran, C. (1992). The Learning And Teaching Of School Algebra. In D. Grouws (Eds.), pp. 390-419. *Handbook Of Research On Mathematics Teaching And Learning*, Newyork: Macmillan Publishing Company.
- Kieran, C. (2004). *The Core Of Algebra: Reflections On Its Main Activities*. In The Future of the Teaching and Learning of Algebra The 12thICMI Study (pp. 21-33). *Springer*, Dordrecht.
- Kinzel, M. T. (2001). Analyzing College Calculus Students' Interpretation And Use Of Algebraic Notation. In *Proceedings of the 21st Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1, 109-116.
- Koparan, T., & Özbey, A. (2018). Matematik Öğretmeni Adaylarının Somut Materyal Geliştirme ve Kullanma Sürecine Yönelik Görüşlerinin İncelenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 277-290.
- Kriegler, S. (2008). *Just What Is Algebraic Thinking*. <http://www.math.ucla.edu/~kriegler/pub/algebrat.html> (Erişim tarihi: 18.04.2020).
- Kutluca, T., & Akın, M. F. (2013). Somut Materyallerle Matematik Öğretimi: Dört Kefeli Cebir Terazisi Kullanımı Üzerine Nitel Bir Çalışma. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(1), 48-65.
- Kvasz, L. (2006). The History of Algebra and the Development of the Form of its Language. *Philosophia Mathematica*, 14(3), 287-317.
- Lawrence, A., & Hennessy, C. (2002). *Lessons For Algebraic Thinking: Grades 6-8*. Math Solutions.
- Lee, L. (1996). An Initiation Into Algebraic Culture Through Generalization Activities. *In Approaches To Algebra* (pp. 87-106). Springer, Dordrecht.
- Lee, L., & Freiman, V. (2006). Developing Algebraic Thinking through Pattern Exploration. *Mathematics Teaching In The Middle School*, 11(9), 428-433.
- Lian, L. H., & Yew, W. T. (2011). Developing Pre-Algebraic Thinking in Generalizing Repeating Pattern Using SOLO Model. *Online Submission*. 6, 774-780.
- Linn, M. C., Pulos, S. & Gans, A. (1981). Correlates Of Formal Reasoning: Content And Problem Effects. *Journal Of Research In Science Teaching*, 18(5), 435-447.
- Lloyd, G. M., & Wilson, M. (1998). Supporting Innovation: The Impact Of A Teacher's Conceptions Of Functions On His Implementation Of A Reform Curriculum. *Journal For Research In Mathematics Education*, 29(3), 248.
- McGowan, M. ve Tall, D. (2001), Flexible Thinking, Consistency and Stability of Responses: A Study of Divergence, <http://www.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/drafts/dot2001-mcgowen-tall-draft.pdf> (Erişim Tarihi: 7.09.2019).
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2009). *İlköğretim Matematik Dersi (6.-8. Sınıflar) Öğretim Programı ve Kılavuzu*. Ankara: Devlet

- Kitapları Müdürlüğü Basımevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2013). *Ortaokul Matematik Dersi 5-8. Sınıflar Öğretim Programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2015). *Ortaokul Matematik Dersi 5-8. Sınıflar Öğretim Programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2016). *İlköğretim Matematik Dersi 6-8. Sınıflar Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), (2017), *Öğretmen Yeterlilikleri, Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü*, Millî Eğitim Basımevi, Ankara.
- Mistretta, R. M. (2000). Enhancing Geometric Reasoning. *Adolescence*, 35(138), 365.
- Mosvold, R. (2008). *Real-Life Connections In Japan And The Netherlands: National Teaching Patterns And Cultural Beliefs. International Journal For Mathematics Teaching And Learning*. <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/mosvold.pdf> (Erişim Tarihi: 20.04.2020).
- Nathan, M. J., & Koedinger, K. R. (2000). Teachers' And Researchers' Beliefs About The Development Of Algebraic Reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(2), 168-190.
- NCTM (2000). *Curriculum and Evaluation Standarts for School Mathematics*. <http://www.ntcm.org/standarts.htm> (Erişim Tarihi: 14.02.2019).
- NCTM (2006). Historical Topics for the Mathematics Classroom. (Edited by: J. K. Baumgart, D. E. Deal, B. R. Vogeli, and A. E. Hallerberg). Reston, VA: NCTM.
- Nilklad, L., (2004), *College Algebra Students' Understanding and Algebraic Thinking and Reasoning with Functions*, (Doktora Tezi). Oregon State University, Maths Education Institute, United States.
- Oflaz, G. (2018). Cebire Yönelik Geliştirilen Tutum Ölçeğinin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(3), 1960-1970.
- Ocak, G., Ocak, İ. ve Saban, İ. (2013). Sınıf Öğretmenlerinin Fen ve Teknoloji Derslerindeki Yansıtıcı Düşünme Eğilimlerinin Değerlendirilmesi. *Uludağ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 161-184.
- Oliver, J. (2007). How Our Methods Of Writing Algebra Have Evolved: A Thread Through History. *Australian Senior Mathematics Journal*, 21(2), 12-17.
- Ontario Ministry of Education. (2013). *The Ontario School Curriculum: Social Studies Grades 1-6 History and Geography 7 and 8*. Retrieved from <http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/elementary/sshg18curr2013.pdf> (Erişim Tarihi: 15.03.2020).
- Özarslan, P. (2010). *İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Sözel Problemleri Denklemler Kurma Yoluyla Çözme Becerilerinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Özbayar, N. Ç. (2017). *Altıncı Sınıf Matematik Öğretim Programının Öğrencilerin Cebirsel Düşünme Düzeylerinin Gelişimine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Palabıyık, U. ve Akkuş İspir, O. (2011). Örüntü Temelli Cebir Öğretiminin Öğrencilerin Cebirsel Düşünme Becerileri ve Matematiğe Karşı Tutumlarına Etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 111-123.
- Park, İ. ve Peker, M. (2019). Ortaokul Öğrencileri için Cebirsel Düşünme Ölçeğinin Geliştirilmesi. *İçinde; III. Uluslararası Bilim ve Eğitim Kongresi Bildiriler Kitabı*. 27 Temmuz 2020, Afyonkarahisar, Türkiye, ss.209-210.
- Patsiomitou, S. (2009). The Impact Of Structural Algebraic Units On Students'

- Algebraic Thinking In A DGS Environment. *Electronic Journal Of Mathematics & Technology*, 3(3), 243- 260.
- Philipp, R. A. (1992). The Many Uses Of Algebraic Variables. *The Mathematics Teacher*, 85(7), 557-561.
- Radford, L. (2012). On The Development Of Early Algebraic Thinking. PNA. *Revista De Investigación En Didáctica De La Matemática*, 6(4), 117-133.
- Rivera, F. (2007). Visualizing As A Mathematical Way Of Knowing: Understanding Figural Generalization. *Mathematics Teacher*, 101(1), 69–75.
- Saraçlı, S. (2011). Faktör Analizinde Yer Alan Döndürme Metotlarının Karşılaştırmalı İncelenmesi Üzerine Bir Uygulama. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(3), 22-26.
- Sayı, M. Ş. (2018). *Ortaokul Öğrencilerinin Problem Kurma Becerileri Ile Cebirsel Düşünme Düzeyleri Arasındaki İlişki.* (Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Senemoğlu, N. (2005). *Gelişim Öğrenme ve Öğretim: Kuramdan Uygulamaya.* Ankara: Gazi Kitabevi.
- Schoenfeld, Alan H. (1992). Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics (s.334-370), Ed: D. Grouws, Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning, *Macmillan Publishing Company*, Newyork.
- Smith, John P. & Thompson, Patrick W. (2007). *Quantitative Reasoning And The Development Of Algebraic Reasoning.* (Edited by: James J.Kaput, David W. Carraher and Maria L.Blanton). Algebra in the Early Grades. New York: Erlbaum, 95-132.
- Stacey, K., & MacGregor, M. (2000). Learning The Algebraic Method Of Solving Problems. *The Journal of Mathematical Behavior*, 18(2), 149-167.
- Stallings, L. (2000). A Brief History Of Algebraic Notation. *School Science And Mathematics*, 100(5), 230-235.
- Steele, D. F., & Johanning, D. I. (2004). A Schematic–Theoretic View Of Problem Solving And Development Of Algebraic Thinking. *Educational Studies in Mathematics*, 57(1), 65-90.
- Stein, M. K., Baxter, J. A. & Leinhardt, G. (1990). Subject-Matter Knowledge And Elementary Instruction: A Case From Functions And Graphing. *American Educational Research Journal*, 27(4), 639-663.
- Stephens, A. C. (2006). Equivalence And Relational Thinking: Preservice Elementary Teachers' Awareness Of Opportunities And Misconceptions. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9(3), 249-278.
- Sümer, N. (2000). Yapısal Eşitlik Modelleri: Temel Kavramlar Ve Örnek Uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları*, 3(6) 49-74.
- Sünkür, M. Ö., 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.
- Swafford, J. O., & Langrall, C. W. (2000). Grade 6 Students' Preinstructional Use Of Equations To Describe And Represent Problem Situations. *Journal For Research In Mathematics Education*, 31(1), 89-112.
- Tall, D., Gray, E. Ali, M. B. Crowley, L. Demarois, P. Mcgowen, M. Pitta, D. Pinto, M. Thomas, M. & Yusof, Y. (2001). Symbols And The Bifurcation Between Procedural And Conceptual Thinking. Canadian Journal Of Math, *Science & Technology Education*, 1(1), 81-104.
- Tabach, M., & Friedlander, A. (2008). The Role Of Context In Learning Beginning

- Algebra. *Algebra And Algebraic Thinking In School Mathematics: Seventieth Yearbook*, 70, 223-232.
- Tavşancıl, E. ve Aslan, A. E. (2001). *Sözel, Yazılı ve Diğer Materyaller İçin İçerik Analizi ve Uygulama Örnekleri*. İstanbul: Epsilon Yayınları.
- Taylor-Cox, J. (2003). Algebra In The Early Years? Yes!. *Young Children*, 58(1), 14-21.
- Türk Dil Kurumu. (2019). Türkçe Sözlük. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Türk Dil Kurumu. (2020). Türkçe Sözlük. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Tural, H. (2005). *İlköğretim Matematik Öğretiminde Oyun ve Etkinliklerle Öğretimin Erişi ve Tutuma Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Türkoğlu, D. (2017). *Cebirsel Düşünme Becerisi Üzerine Bir Meta – Sentez Çalışması*. (Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Türkoğlu, D. ve Cihangir, A. (2017). Cebirsel Düşünme Becerisi Üzerine Bir Metasentez Çalışması. *Eğitim, Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 25-39.
- Uğurel, I. (2003). *Ortaöğretimde Oyunlar Ve Etkinlikler Ile Matematik Öğretimine İlişkin Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Görüşleri*. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Umay, A. (1993). Matematiksel Düşünmede Süreci ve Sonucu Yoklayan Testler Arasında Bir Karşılaştırma. *Eğitim ve Bilim*, 17(90), 42-48.
- Umay, A. (2003). Matematiksel Muhakeme Yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(24), 234-243.
- Usta, N. ve Özdemir, B. (2018). Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeylerinin İncelenmesi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 6(3), 427-453.
- 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. (2008). Generalising The Pattern Rule For Visual Growth Patterns: Actions That Support 8 Year Olds' Thinking. *Educational Studies In Mathematics*, 67(2), 171-185.
- Welder, R. M. (2007). *Preservice Elementary Teachers' Mathematical Content Knowledge Of Prerequisite Algebra Concepts*. (Doctoral Dissertation), Montana State University, Montana.
- Witzel, B. S. (2005). Using CRA To Teach Algebra To Students With Math Difficulties In Inclusive Settings. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 3(2), 49-60.
- Van Amerom, B. A. (2003). Focusing On Informal Strategies When Linking Arithmetic To Early Algebra. *Educational Studies In Mathematics*, 54(1), 63-75.
- Van de Walle, J. A. (2007). *Elementary and Middle School Mathematics*. Pearson: Boston.
- Van Dooren, W., Verschaffel, L. & Onghena, P., 2002, The Impact Of Preservice Teachers'content Knowledge On Their Evaluation Of Students' strategies For Solving Arithmetic And Algebra Word Problems. *Journal For Research In Mathematics Education*, (33)5, 319-351.
- Vance, J. H. (1998). Number Operations From An Algebraic Perspective. *Teaching Children Mathematics*, 4(5), 282-286.
- Yakar, E. A. ve Yılmaz, S. (2017). 7. Sınıf Öğrencilerinin Cebire Yönelik Gerçek Yaşam Durumlarını Matematiksel İfadelere Dönüştürme Sürecindeki Matematiksel Dil Becerileri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 292-310.
- Yakut Çayır, M. ve Akyüz, G. (2015). 9. Sınıf Öğrencilerinin Örüntü Genelleme Problemlerini Çözme Stratejilerinin Belirlenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi*

- Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(2), 205-229.
- Yaprak Ceyhan, E. (2012). *İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programı Çerçevesindeki Öğretimin Öğrencilerin Cebir Başarısına Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Yenilmez, K. ve Teke, M. (2008). Yenilenen Matematik Programının Öğrencilerin Cebirsel Düşünme Düzeylerine Etkisi. *Inönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(15), 229-246.
- Yenilmez, K. ve Avcu, T. (2009). Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Cebir Öğrenme Alanındaki Başarı Düzeyleri. *Kırşehir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(2), 37-45.
- Yeşildere, S. (2006). *Farklı Matematiksel Güce Sahip İlköğretim 6, 7 ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Düşünme ve Bilgiyi Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi*. (Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yıldırım, C. (2018). *Matematiksel Düşünme*. İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Yıldız, P., Çiftçi, Ş. K. Şengil-Akar, Ş. ve Sezer, E. (2015). Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel İfadeleri ve Değişkenleri Yorumlama Sürecinde Yaptıkları Hatalar. *Hacettepe Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 18-31.
- Zazkis, R., & Liljedahl, P. (2002). Generalization Of Patterns: The Tension Between Algebraic Thinking And Algebraic Notation. *Educational Studies In Mathematics*, 49(3), 379-402.

EKLER

EK 1: KİŞİSEL BİLGİ FORMU VE CEBİRSEL DÜŞÜNME ALGI ÖLÇEĞİ

Merhaba,

Ben İrem PARK. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Eğitim Programları ve Öğretim Anabilim Dalında yüksek lisans öğrencisiyim. Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme algı düzeylerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma yapıyorum. Bu ölçekte amacım, öğrencilerin cebirsel düşünme algı düzeylerinin belirlenmesidir. Bu nedenle sizin, ölçeği samimiyetle ve eksiksiz doldurmanız önem arz etmektedir.

İrem PARK

Cinsiyet: () Kız () Erkek
Sınıf Düzeyi: () 6. () 7. () 8.
Anne Eğitim Durumu: () İlkokul () Ortaokul () Lise () Üniversite+
Baba Eğitim Durumu: () İlkokul () Ortaokul () Lise () Üniversite+
Ailenin Gelir Durumu: () 0-1999 TL () 2000-3999 TL () 4000+ TL
Bulmaca Çözme/Akıl Oyunları () Hiçbir Zaman () Bazen () Sık Sık
Oynama Sıklığı:

		Hiçbir Zaman	Nadiren	Bazen	Sık sık	Her Zaman
1.	Cebirsel ifadeleri günlük hayatta somut bir şekilde ifade edebilirim.	1	2	3	4	5
2.	Sözel olarak verilen bir problemi cebirsel olarak ifade edebilirim.	1	2	3	4	5
3.	Cebir alanında öğrendiklerimi diğer alanlarda da kullanabilirim.	1	2	3	4	5
4.	Cebirsel ifadenin değerinin, değişkenin alacağı değere göre farklılaşacağını bilirim.	1	2	3	4	5
5.	Bir cebirsel ifadenin değerini farklı doğal sayılar için hesaplayabilirim.	1	2	3	4	5
6.	Cebirsel olarak ifade edilen bir problemi sözel olarak ifade edebilirim.	1	2	3	4	5
7.	Sayılar yerine cebirsel ifadeler ile işlem yapmayı tercih ederim.	1	2	3	4	5
8.	Cebirsel ifadelerin temsil ettikleri anlamları açıklayabilirim.	1	2	3	4	5
9.	Günlük hayatta karşılaştığım durumları cebirsel olarak ifade edebilirim.	1	2	3	4	5
10.	Bir cebirsel ifadeye farklı doğal sayılar vererek değerler tablosu oluşturabilirim.	1	2	3	4	5
11.	Bir cebirsel ifadeye farklı değerler vererek örüntü halinde modelleyebilirim.	1	2	3	4	5
12.	Değişken kavramının sayıları temsil ettiğinin farkındayım.	1	2	3	4	5
13.	Cebirsel ifadeler ile dört işlem yapabilirim.	1	2	3	4	5
14.	Toplamları aynı sayıya eşit olan cebirsel ifadelerin de birbirine eşit olabileceğini bilirim ($3m+n=22$ ve $5m+n=22$ ise $3m+n=5m+n$ dir).	1	2	3	4	5
15.	Değişkenlerin hangi durumlarda kullanılması gerektiğini ayırt edebilirim.	1	2	3	4	5
16.	Cebir bilgisini günlük hayatta nasıl kullanabileceğimi bilirim.	1	2	3	4	5
17.	Cebirsel ifadeler ile işlem yaparken eşitliğin korunumu ilkesini gözetebilirim.	1	2	3	4	5
18.	Problem durumlarını akıl yürüterek çözebilirim.	1	2	3	4	5
19.	Problem çözümünde bulduğum sonucun mantıklı olup olamayacağını analizini yaparım.	1	2	3	4	5
20.	Problem durumunda verilen bilgileri ve istenenleri belirlemekte zorlanmam.	1	2	3	4	5
21.	Bir problem durumuna kendi problem çözme stratejilerim aracılığı ile çözüm üretebilirim.	1	2	3	4	5
22.	Bir problem durumunun çözümü için işlem yapmadan tahmin yürütebilirim.	1	2	3	4	5
23.	Bir problem durumunun olası çözümleri üzerinde düşünürüm.	1	2	3	4	5
24.	Bir problem durumunun cebirsel ifadeler ile verilmesi kafamı karıştırır.	1	2	3	4	5
25.	Bilinmeyen ifade içeren problemleri anlamakta zorlanırım.	1	2	3	4	5
26.	Problem çözerken cebirsel ifadeler ile temsil etmekten kaçınırım.	1	2	3	4	5

EK 2: UYGULAMA İZİN BELGELERİ

T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLERİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU
KARARLARI

TOPLANTI SAYISI:01

KARAR TARİHİ:11.01.2019

KARAR 2019/11

Üniversitemiz Sosyal Bilimler Enstitüsü Eğitim Bilimleri Yüksek Lisans Öğrencisi İrem ŞİRINGÜL'ün "Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düzeylerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi (Afyonkarahisar İl Örnekleme)" başlıklı yüksek lisans tezi kapsamında kullanacağı veri toplama araçlarının, etik açıdan sakıncalı olmadığına, katılanların oy birliği ile karar verildi.

*Prof.Dr.Murat PEKER'in bu çalışmada proje yürütücüsü olmasından dolayı oy kullanma hakkı yoktur.

ASLI GİBİDİR

Prof. Dr. Mehmet KARAKAŞ

Sosyal ve Beşeri Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu Başkanı



T.C.
AFYONKARAHİSAR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü



Sayı : 86649407-605.01-E.16958949
Konu: Araştırma İzni

13.09.2019

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi: a) Valilik Makamı'nın 13/09/2019 tarihli ve 605.01-E.16937347 sayılı Oluru.
b) 06/09/2019 tarihli ve 8345 sayılı yazımız.

Üniversiteniz Sosyal Bilimler Enstitüsü Eğitim Programları ve Öğretim Tezli Yüksek lisans Programı öğrencisi İrem PARK'ın "Ortaokul Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeylerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi (Afyonkarahisar İli Örnekleme)" konulu tez çalışmasında kullanılmak üzere 2019-2020 Öğretim Yılı içinde Müdürlüğümüze bağlı ilgi (b) yazı ekinde belirtilen okullarda öğrenim gören öğrencilerine araştırma çalışması yapabilmesine dair ilgi (b) talebi bulunmuştur.

Müdürlüğümüz AR-GE Birimi tarafından "Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü" 22/08/2017 tarihli ve 35558626-10.06.01-E.12607291 sayılı yazısı ile yayımlanan 2017/25 No'lu Genelge doğrultusunda incelemiş olup ilgi (a) "Valilik Oluru" ve onaylanmış veri toplama aracı ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.

Metin YALÇIN
İl Millî Eğitim Müdürü

Not: 1- Anket çalışmalarında Müdürlüğümüz tarafından onaylanmış (mühürlü) veri toplama araçlarının çoğaltılarak kullanılması zorunludur.
2- Çalışmalar tamamlandıktan sonra sonuçlarının birer örneğinin İl Millî Eğitim Müdürlüğüne teslim edilmesi zorunludur.

EKLER:

- Makam Onayı (1 sayfa)
- Onaylanmış Veri Toplama Aracı (21 sayfa)

Ayrıntılı bilgi için: Tolga YEŞİLÇAYIR
Karaman İy Merkezi/AFYONKARAHİSAR
e-posta: avbir03@meb.gov.tr / afyonstrateji@gmail.com

İL MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ Ar-Ge
Elektronik Ağ: afyon.meb.gov.tr
Tel: (0 272) 21424 28 Faks (0 272) 2137605

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 419a-4092-3ade-a560-15f1 kodu ile teyit edilebilir.

ÖZGEÇMİŞ

İrem PARK, 1990 yılında Gaziantep ilinin Şahinbey ilçesinde doğdu. İlköğretim eğitimini Afyonkarahisar Kocatepe İlköğretim Okulu'nda tamamladıktan sonra eğitim hayatına Afyon Zafer Lisesi'nde devam etmiştir. 2014 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik bölümünden mezun olduktan sonra Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesinde Pedagojik Formasyon eğitimi almıştır. Daha sonra İstanbul Maltepe Üniversitesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği bölümünden de 2017 yılında mezun olmuştur. 2017 – 2018 eğitim öğretim yılında, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır. 2018 yılından itibaren ise Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde matematik öğretmeni olarak görev yapmaktadır.