



**T.C.**

**TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ÜSLÜ VE KAREKÖKLÜ İFADELER  
ALT ÖĞRENME ALANLARINDA MATEMATİKSEL KAVRAM  
VE SEMBOLLERİ ANLAMLANDIRMA YETERLİLİKLERİ İLE  
MATEMATİKSEL PROBLEMLERİ ÇÖZME BECERİLERİ  
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Musa Serdar ORHAN**

**TOKAT**

**Kasım, 2022**



**T.C.**

**TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ÜSLÜ VE KAREKÖKLÜ İFADELER  
ALT ÖĞRENME ALANLARINDA MATEMATİKSEL KAVRAM  
VE SEMBOLLERİ ANLAMLANDIRMA YETERLİLİKLERİ İLE  
MATEMATİKSEL PROBLEMLERİ ÇÖZME BECERİLERİ  
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Musa Serdar ORHAN**

**Danışman: Doç. Dr. Adem ŞAHİN**

**TOKAT**

**Kasım, 2022**

## ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Adem ŞAHİN danışmanlığında hazırlamış olduğum “8. Sınıf Öğrencilerinin Üslü ve Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanlarında Matematiksel Kavram ve Sembollerini Anlamlandırma Yeterlilikleri ile Matematiksel Problemleri Çözme Becerileri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

24/11/2022

İmza

Musa Serdar ORHAN

## JÜRİ KABUL VE ONAY SAYFASI

Musa Serdar ORHAN tarafından hazırlanan "8. Sınıf Öğrencilerinin Üslü ve Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanlarında Matematiksel Kavram ve Sembollerini Anlamlandırma Yeterlilikleri ile Matematiksel Problemleri Çözme Becerileri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 24.11.2022 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik ve Fen Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvan, Adı Soyadı	İmza
Üye (Başkan)	: Doç. Dr. Gürsel GÜLER	
Üye	: Doç. Dr. Adem ŞAHİN	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi. Nurullah YAZICI	

ONAY

.../.../2022

Prof. Dr. Mehmet GÜNEŞ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitime başladığım günden mezuniyet gününe kadar olan zaman sürecinde her daim yanımda olan, değerli görüş ve önerileri ile bana bu süreçte yardımını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Adem ŞAHİN'e teşekkürü borç bilirim.

Yaptığım çalışmamın savunma sürecinde benimle değerli görüş ve fikirlerini paylaşan değerli hocalarım jüri üyeleri Dr. Öğr. Üyesi Nurullah YAZICI ve Doç. Dr. Gürsel GÜLER'e teşekkür ederim.

Çalışmaya başladığım günden beri tez yazma sürecinin her noktasında bana motivasyon ve moral vererek bu süreci bitirmeme yardımcı olan değerli arkadaşlarım Oğuzhan YILDIRIM, Bahadır SAPCI ve kuzenim Yunis ŞAHİN'e çok teşekkür ederim.

Ve bu süreç içinde her daim yanımda olan en umutsuz olduğum zamanlarda bana moral verip bu süreci bitirmeme ellerinden geldiği kadar yardımcı olan çok değerli aileme saygılarımı sunar ve teşekkürü borç bilirim.

Musa Serdar ORHAN

Tokat, 2022.

## ÖZET

### 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ÜSLÜ VE KAREKÖKLÜ İFADELER ALT ÖĞRENME ALANLARINDA MATEMATİKSEL KAVRAM VE SEMBOLLERİ ANLAMLANDIRMA YETERLİLİKLERİ İLE MATEMATİKSEL PROBLEMLERİ ÇÖZME BECERİLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Orhan, Musa Serdar

Yüksek Lisans, Matematik Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Adem ŞAHİN

Kasım 2022, xiv + 125 sayfa

Bu araştırmanın amacı 8.sınıf öğrencilerinin üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliklere ilişkin matematiksel problem çözme becerisi arasındaki ilişkinin incelenmesidir. Araştırma nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama yöntemi ile yürütülmüştür. Araştırmanın örneklemini farklı devlet okullarından seçilen 150 8.sınıf öğrencisi oluşturmaktadır.

Veri toplama sürecinde araştırmacı tarafından geliştirilen iki form kullanılmıştır. Bu formlardan (ÜİYF), üslü ifadeler alt öğrenme alanındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem ve kavram bilgisi içeren problemlerden oluşan formdur. Diğer form (KİYF) ise kareköklü ifadeler alt öğrenme alanındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem ve kavram bilgisi içeren problemlerden oluşan formdur. Araştırmanın veri analiz kısmında parametrik testlerden Bağımlı Örneklem T- Testi ve Tek Yönlü Varyans Analizi (One-WayAnova) yapılmıştır. Araştırmada seçilen değişkenler arasındaki ilişki durumu ve düzeyini belirlemek amacıyla ise Pearson Momentler Korelasyon Katsayısı hesaplanmıştır. Ayrıca değişkenlerin yordama düzeyini belirlemek için Basit Doğrusal Regresyon analizi yapılmıştır.

Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri cinsiyet ve okul türü değişkenlerine göre anlamlı şekilde farklılık göstermiştir. Üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri birbirleriyle anlamlı şekilde farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Matematiksel kavram ve sembolleri

anlamlandırma yeterliliği bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile orta düzeyde ve anlamlı ilişkili iken kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile yüksek düzeyde ve anlamlı ilişkilidir. Ayrıca işlem ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri orta düzeyde ve anlamlı ilişkilidir. Üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri üzerinde anlamlı yordayıcı rolü vardır. Basit doğrusal regresyon sonuçlarına göre matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisindeki değişimin %42'sini, kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisindeki değişimin ise %56'sını açıklamaktadır.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği, cinsiyet değişkenine göre anlamlı şekilde farklılaşırken okul türü değişkeni açısından anlamlı şekilde farklılaşmamaktadır. Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında işlem ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiksel açıdan anlamlı şekilde farklılık görülmezken okul türü açısından ise anlamlı şekilde farklılık tespit edilmiştir. Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri aralarında istatistiksel açıdan orta düzeyde anlamlı ilişki bulunmuştur. Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri üzerinde anlamlı yordayıcı rolü vardır. Basit doğrusal regresyon sonuçlarına göre matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisindeki değişimin %25'ini, kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisindeki değişimin ise %33'ünü açıklamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Matematiksel dil, işlem bilgisi içeren problem, kavram bilgisi içeren problem.

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN 8th GRADE STUDENTS' SKILLS TO SOLVE MATHEMATICAL PROBLEMS AND SUFFICIENCY TO MEAN MATHEMATICAL CONCEPTS AND SYMBOLS IN SUB-LEARNING FIELD OF EXPRESSION AND SQUARE STEM EXPRESSIONS

Orhan, Musa Serdar

Master's Thesis, Department of Mathematics Education

Advisor: Assoc.Prof.Dr. Adem ŞAHİN

November 2022, xiv + 125 pages

The aim of this study is to examine the relationship between the 8th grade students' ability to make sense of mathematical concepts and symbols in the sub-learning domain of exponential and square root expressions and their mathematical problem-solving skills related to these competencies. The research was carried out with the relational screening method, one of the quantitative research methods. The sample of the research consists of 150 8th grade students selected from different public schools.

In the data collection process, two forms developed by the researcher were used. One of these forms (ÜİYF) consists of the competence to make sense of mathematical concepts and symbols in the field of exponential expressions, and problems involving procedural and conceptual knowledge related to this competence. The other form is the form that consists of the competence to make sense of mathematical concepts and symbols in the field of square root expressions and the problems that include procedural and conceptual knowledge related to this competence (KİYF). In the data analysis part of the research, Dependent Sample T-Test and One-WayAnova were used as parametric tests. Pearson Moments Correlation Coefficient was calculated in order to determine whether the variables selected in the study were related. In addition, Simple Linear Regression Analysis was performed to determine the predictive level of the variables.

Considering the results of the research, the adequacy of making sense of mathematical concepts and symbols in the field of exponential expressions differs significantly according to gender and school type variables. Problem solving skills including procedural and conceptual knowledge in the exponential sub-learning domain differs significantly with the variables of gender and school type. In the field of exponential

expressions, the competence to make sense of mathematical concepts and symbols, and the skills to solve problems involving procedural and conceptual knowledge, which includes this competence, differ significantly from each other. While the ability to make sense of mathematical concepts and symbols and the involving procedural knowledge problems solving skills that includes involving this competency are moderately and positively related, it is highly and positively related to problem solving skills involving conceptual knowledge. In addition, problem solving skills involving procedural and conceptual knowledge are moderately and positively related. The competence to make sense of mathematical concepts and symbols in the field of exponential expressions has a predictive role on the ability to solve problems involving procedural and conceptual knowledge related to this competence. When the results of the simple linear regression analysis are examined, the ability to make sense of mathematical concepts and symbols explains 42% of the procedural knowledge problem-solving skill that includes this competency, and 56% of the problem-solving skill that includes concept knowledge.

In the field of square root expressions, the ability to make sense of mathematical concepts and symbols differs significantly according to gender variable. But in the field of square root expressions, the ability to make sense of mathematical concepts and symbols differs not significantly according to school type variable. In the field of square root expressions, there was no statistically significant difference between problem solving skills including procedural and conceptual knowledge and gender variable, but a significant difference was found in terms of school type. In the field of square root expressions, a moderately positive correlation was found between the ability to make sense of mathematical concepts and symbols and problem solving skills involving procedural and conceptual knowledge. The competence to make sense of mathematical concepts and symbols in the field of square root expressions has a predictive role on problem solving skills that include procedural and conceptual knowledge related to this competence. According to the results of simple linear regression analysis, the ability to make sense of mathematical concepts and symbols explains 25% of the procedural knowledge problem-solving skill that includes this competency, and 33% of the problem-solving skill that includes concept knowledge.

**Keywords:** Mathematical language, procedural knowledge problem, conceptual problem.

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ETİK SÖZLEŞME.....	i
JÜRİ KABUL VE ONAY SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	viii
TABLO LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR VE SİMGELER .....	xiv
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ .....	1
Problem .....	1
Amaç .....	10
Önem .....	11
Sınırlılıklar .....	12
Sayıtlar .....	12
Tanımlar .....	12
BÖLÜM II.....	14
KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	14
Matematiksel Dil.....	14
Sembolik Dil.....	18
Sözel Dil .....	19
Matematiksel Dil ile İlgili Alanyazında Yapılan Araştırmalar .....	19
Matematik Öğretiminde Problem Çözme .....	27

Matematik Öğretiminde Problem Çözme ile İlgili Alanyazında Yapılan Araştırmalar .....	28
İşlemsel ve Kavramsal Bilgi .....	34
İşlemsel ve Kavramsal Bilgi ile İlgili Alanyazında Yapılan Araştırmalar .....	36
Üslü ve Kareköklü İfadeler .....	38
Üslü ve Kareköklü İfadeler ile İlgili Alanyazında Yapılan Araştırmalar .....	39
BÖLÜM III.....	41
YÖNTEM .....	41
Araştırmanın Modeli .....	41
Çalışma Grubu .....	41
Veri Toplama Araçları .....	42
ÜİYF'nin Geliştirilme Süreci .....	43
ÜİYF'nin Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi .....	45
KİYF'nin Geliştirilme Süreci .....	50
KİYF'nin Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi .....	52
Pilot Uygulama Süreci.....	56
Veri Toplama Süreci .....	57
Verilerin Analizi.....	59
IV BÖLÜM.....	69
BULGULAR.....	69
1. Üslü ve Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanlarındaki Matematiksel Kavram ve Sembollerini Anlamlandırma Yeterliliğinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenlerine Göre Analizi Sonucu Oluşan Bulgular .....	69
2. Üslü ve Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanlarındaki İşlem Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenlerine Göre Analizi Sonucu Oluşan Bulgular.....	71
3. Üslü ve Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanlarındaki Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenlerine Göre Analizi Sonucu Oluşan Bulgular.....	73

4. Üslü ve Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanlarındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği ile Bu Yeterliliğe İlişkin İşlem Bilgisi ve Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerilerine İlişkin Bulgular.....	75
5. Üslü ve Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanlarındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğinin Bu Yeterliliğe İlişkin İşlem Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisi Üzerindeki Yordayıcı Rolüne İlişkin Bulgular .....	77
6. Üslü ve Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanlarındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğinin Bu Yeterliliğe İlişkin Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisi Üzerindeki Yordayıcı Rolüne İlişkin Bulgular .....	78
V.BÖLÜM .....	80
TARTIŞMA .....	80
VI. BÖLÜM .....	96
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	96
KAYNAKÇA .....	100
EKLER .....	115

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 1. Problem Çözme Aşamaları ve Kritik Davranışlar .....	8
Tablo 2. Katılımcıların Cinsiyet ve Okul Türlerini Gösteren Frekans Yüzde Tablosu..	42
Tablo 3. Üslü İfadeler Testine İlişkin Faktör Analizi Matrisi .....	47
Tablo 4. ÜİYF Açımlayıcı Faktör Analizi Açıklanan Toplam Varyans Tablosu.....	48
Tablo 5. Üslü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Kurallar ile Bu Kurallara İlişkin İşlemsel Bilgi ve Kavramsal Bilgi İçeren Problemlerin Kazanımlara Göre Dağılım Tablosu.....	49
Tablo 6. Kareköklü İfadeler Testine İlişkin Faktör Analizi Matrisi .....	53
Tablo 7. KİYF Açımlayıcı Faktör Analizi Açıklanan Toplam Varyans Tablosu.....	54
Tablo 8. Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Kurallar ile Bu Kurallara İlişkin İşlem Bilgisi ve Kavram Bilgisi İçeren Problemlerin Kazanımlara Göre Dağılım Tablosu.....	55
Tablo 9. Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği ile İlgili Kurallara İlişkin Cevapların Dereceli Puan Anahtarı .....	60
Tablo 10. Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği ile İlgili İşlem Bilgisi İçeren Problemlerin Puanlanmasına İlişkin Dereceli Puan Anahtarı .....	64
Tablo 11. Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği ile İlgili Kavram Bilgisi İçeren Problem Cevaplarına İlişkin Dereceli Puan Anahtarı .....	66
Tablo 12. Üslü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenine İlişkin Analiz Sonuçları .....	69
Tablo 13. Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenine İlişkin Analiz Sonuçları .....	70
Tablo 14. Üslü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki İşlem Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenine İlişkin Analiz Sonuçları.....	71
Tablo 15. Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki İşlem Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenine İlişkin Analiz Sonuçları.....	72
Tablo 16. Üslü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenine İlişkin Analiz Sonuçları.....	73

Tablo 17. Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenine İlişkin Analiz Sonuçları .....	74
Tablo 18. Korelasyon Değer Aralıkları ve Karşılıkları .....	75
Tablo 19. Üslü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği ile Bu Yeterliliğe İlişkin İşlem Bilgisi ve Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerilerine Ait Korelasyonlar .....	76
Tablo 20. Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği ile Bu Yeterliliğe İlişkin İşlem Bilgisi ve Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerilerine Ait Korelasyonlar .....	76
Tablo 21. Üslü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğinin İşlem Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisini Yordamasına İlişkin Basit Doğrusal Regresyon Analiz Sonuçları .....	77
Tablo 22. Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğinin İşlem Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisini Yordamasına İlişkin Basit Doğrusal Regresyon Analiz Sonuçları.....	78
Tablo 23. Üslü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğinin Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisini Yordamasına İlişkin Basit Doğrusal Regresyon Analiz Sonuçları.....	79
Tablo 24. Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğinin Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisini Yordamasına İlişkin Basit Doğrusal Regresyon Analiz Sonuçları.....	79

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1. Heuristics Problem Çözme Süreci Modeli .....	7
Şekil 2. ÜİYF Açıklayıcı Faktör Analizi Yamaç Eğim Grafiği .....	48
Şekil 3. KİYF Açıklayıcı Faktör Analizi Yamaç Eğim Grafiği .....	54
Şekil 4. ÜİYF'de 5 Puan Alan Cevap Örneği .....	62
Şekil 5. ÜİYF'de 4 Puan Alan Cevap Örneği .....	62
Şekil 6. ÜİYF'de 3 Puan Alan Cevap Örneği .....	63
Şekil 7. ÜİYF'de 2 Puan Alan Cevap Örneği .....	63
Şekil 8. ÜİYF'de 1 Puan Alan Cevap Örneği .....	63
Şekil 9. ÜİYF'de 2 Puan Alan Cevap Örneği .....	65
Şekil 10. ÜİYF'de 1 Puan Alan Cevap Örneği .....	65
Şekil 11. ÜİYF'de 0 Puan Alan Cevap Örneği .....	65
Şekil 12. KİYF'de 5 Puan Cevap Örneği .....	67
Şekil 13. KİYF'de 4 Puan Cevap Örneği .....	67
Şekil 14. KİYF'de 3 Puan Cevap Örneği .....	67
Şekil 15. KİYF'de 2 Puan Cevap Örneği .....	68
Şekil 16. KİYF'de 1 Puan Cevap Örneği .....	68

## KISALTMALAR VE SİMGELER

‰: yüzde

f: frekans

KİYF: Kareköklü İfadeler Yapılandırılmış Formu

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics

DGSM: lme Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü

sd: Standart Değişim

SPSS: Statistical Package for Social Sciences

ss: Standart Sapma

İYF: sl İfadeler Yapılandırılmış Formu

YTC: Türkiye Yeterlilikler erevesi

## BÖLÜM I

### GİRİŞ

Araştırmanın bu bölümü araştırmanın problem durumunu, amacını, varsayımlarını, sınırlılıklarını ve tanımları içermektedir.

#### Problem

İletişim, insanlığın var oluşundan itibaren başlayıp günümüze kadar devam eden durağan olmayan bir süreçtir. Bu durumun sebepleri arasında insanlığın var oluşundan itibaren bir takım fikir veya düşünceleri paylaşma ihtiyacının olduğu söylenebilir. İletişim, aynı zamanda insanların kendilerinin dışında bulunan dünyayı yorumlama ve anlamlandırmasıdır (Yalçın ve Şengül, 2007). Alanyazına bakıldığında iletişimin bir başka açıklaması ise insanlığın üretim yapması ve kendilerini bir ileri basamağa taşıyıp geliştirmesinin bir koşulu olduğu görülmektedir (Sür, 2015). İletişim, fikir alışverişi veya dış çevreyi yorumlama ve anlamlandırma durumlarını içerdiğinden iletişim ile dil birbiriyle bağlantılı unsurlardır. Dil kişilerin sahip olduğu fikir ve düşünceleri biçimlendiren önemli bir araç olmasının yanında aynı zamanda iletişimi de sağlamaktadır. Dilin olmadığı sağlıklı bir iletişim sürecinden bahsetmek mümkün değildir (Aydın ve Yeşilyurt, 2007).

Dilin içeriğine bakıldığında temelde bulunan etkenlerden birinin sözcükler olduğu bilinmektedir (Schütz, 2016). Sözcükler, kavramların ve fikirlerin oluşmasında önemli etkenlerden birisidir. Gündelik hayatta kullanılan kelimelerin yanında matematik alanının da kendine has kelime ve kavramları mevcuttur (Çalikoğlu-Bali, 2002).

Milli Eğitim Bakanlığı'na [MEB] (2009) göre matematik, evrensel bir yapıdır. Aynı zamanda matematik, semboller ve şekiller esas alınarak oluşturulan bir sistem ve bilim dalıdır. Alanyazına bakıldığında matematiğin, kendi içerisinde düzenli ve sistemli bir ilişki bulunan öğelerden oluştuğu görülmektedir. Ayrıca matematik, kendine özgü semboller, kavramlar ve terminoloji içeren bir dil olarak ifade edilmektedir.

Matematiğin kendine ait bir dili olması matematiksel dili ortaya çıkarmıştır. Matematiksel dil, matematik içerisinde bulunan kavram, sembol ve işlemlerin kendi aralarında bütüncül bir şekilde kullanıldığı bir dildir. Aynı zamanda matematiksel dil, bilimsel düşüncelerin ifade edilmesini kolaylaştıran bir dil olarak ifade edilebilir. Matematiksel dilin diğer dillerden ayrıldığı noktalardan birisi matematiğin kendine özgü bir terminolojiye sahip olmasıdır (Çalikoğlu-Bali, 2003).

National Council of Teachers of Mathematics'e [NCTM] (2000) göre öğrenciler, matematik derslerinde kendilerine özgü matematiksel fikirleri hem sözlü hem de yazılı bir şekilde baskı altında kalmadan ifade edebilmelidir. Ayrıca matematikteki kavramların ve sembollerin birbiri ile ilişkisi öğrenciler tarafından net bir şekilde anlaşılmalı ve karşı tarafa aktarılabilirdir. Öğrencilerin matematik ile ilgili anlayışları ve zihinde yapılandırmalarının bir yansıması çoğunlukla gündelik hayatta kullanılan dil ile sağlanmaktadır. Bu durum ise gündelik hayatta kullanılan dil ile matematiksel dil arasında bir ilişki oluşturmaktadır. Bu ilişkinin bir boyutu ise gündelik hayatta kullanılan dildeki birçok kavram ve sözcüğün matematiksel dil için de gerekli oluşudur.

NCTM (1989), bir iletişim sürecinin en önemli unsurları arasında dil yer almaktadır. Matematik öğretim sürecinde ise iletişim matematiksel dil ile sağlanmaktadır. Matematik öğretim sürecinde etkili bir öğretim ortamı için iletişimin hatasız olması gerekmektedir. Hatasız bir iletişim ise iyi bir şekilde kullanılan dil ile sağlanabilir. Bu nedenle matematiksel dilde, matematik öğretim sürecinde ve sınıf içindeki iletişimde gerekli olan önemli değişkenlerden biridir. Matematik öğretim süresi boyunca iletişimin önemini ortaya koymak amacıyla "iletişim ve matematik öğretiminde dil" konusunu standart olarak ortaya koymuştur. Bu durum sonucu olarak matematiksel iletişimde dilin ne kadar gerekli ve değerli bir unsur olduğu ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde matematik ve iletişim konusunun yeri ve önemi için son olarak Aralık 2018 yılında güncellenmiş İlköğretim matematik müfredatı aşağıdaki durumları belirtmiştir. 1739 sayılı Millî Eğitim Temel Kanunu'nda belirlenmiş olan Genel Amaçlar ve Temel İlkeler doğrultusunda Matematik Dersi Öğretim Programı'nın ulaşmaya çalıştığı genel amaçlar şu şekilde sıralanabilir: (MEB, 2018).

Öğrenci:

1. Matematiksel okuryazarlık becerilerini geliştirebilecek ve etkin bir şekilde kullanabilecektir.
2. Matematiksel kavramları anlayabilecek, bu kavramları günlük hayatta kullanabilecektir.
3. Problem çözme sürecinde kendi düşünce ve akıl yürütmelerini rahatlıkla ifade edebilecek, başkalarının matematiksel akıl yürütmelerindeki eksiklikleri veya boşlukları görebilecektir.
4. Matematiksel düşüncelerini mantıklı bir şekilde açıklamak ve paylaşmak için matematiksel terminolojiyi ve dili doğru kullanabilecektir.

5. Matematiğin anlam ve dilini kullanarak insan ile nesnel arasındaki ilişkileri ve nesnelin birbirleriyle ilişkilerini anlamlandırabilecektir.

6. Üst bilişsel bilgi ve becerilerini geliştirebilecek, kendi öğrenme süreçlerini bilinçli biçimde yönetebilecektir.

7. Tahmin etme ve zihinden işlem yapma becerilerini etkin bir şekilde kullanabilecektir.

8. Kavramları farklı temsil biçimleri ile ifade edebilecektir.

9. Matematiği öğrenmede deneyimleriyle matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirerek matematiksel problemlere öz güvenli bir yaklaşım geliştirecektir.

10. Sistemli, dikkatli, sabırlı ve sorumlu olma özelliklerini geliştirebilecektir.

11. Araştırma yapma, bilgi üretme ve kullanma becerilerini geliştirebilecektir.

12. Matematiğin sanat ve estetikle ilişkisini fark edebilecektir.

13. Matematiğin insanlığın ortak bir değeri olduğunun bilincinde olarak matematiğe değer verecektir.

Bu maddelerden matematiksel iletişim sürecinde dil dolayısıyla matematiksel dilin önemi ile ilgili doğrudan ilişkili olan maddeler bulunmaktadır. Madde 2'den anlaşıldığı üzere öğrencilerin matematiksel kavramları anlamasının ve bu kavramları kullanmasının gerekli olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda madde 4, NCTM (1989) tarafından standart haline getirilen sınıf ortamında öğrenciler matematiksel olarak konuşabilmeli yani matematiksel dili doğru bir şekilde kullanabilmeli şartını destekler nitelikte olduğu söylenebilir. Ayrıca Madde 5'de ise matematiksel yapıların birbirleriyle olan ilişkilerini anlama sürecinden matematiksel kavramları öğrenme gerekliliği vurgulanmıştır.

Programa ait maddelere bakıldığında matematiksel iletişimin genel yapısı içerisinde matematiksel dil ve terminolojinin varlığından bahsetmek mümkündür. Matematiksel dil ve terminoloji ise içerisinde matematiksel kavram ve sembolleri ihtiva etmektedir. Bu nedenden dolayı matematiksel kavramların öğrenciler tarafından anlaşılması ve aynı zamanda anlaşılın bilginin aktarılabilmesi önemlidir (MEB, 2018).

Bilimsel ifadelerin herkes tarafından aynı anlamlandırılması ve içerisindeki kavram, kelime ve sembollerin tek bir anlama gelmesi gerekmektedir. Matematik, kendine özgü bir terminolojiye sahip olması nedeniyle kendine özgü semboller, kavramlar ve kelimeler içermektedir. Bu bağlamda matematiğin içerisinde gündelik hayatta kullanılan sözcükler ve matematiğin kendisine özgü sözcüklerinin bulunduğu söylenebilir (Çalıköğlü-Bali, 2003).

Matematik öğretimi sürecinde ise matematik öğretmenlerinin sınıf ortamlarında matematiksel kavram ve sembolleri doğru kullanmaları önemlidir. Aynı zamanda öğretim sürecindeki öğretmenlerin matematiksel kavram ve sembolleri öğrencilerin net bir şekilde anlamalarını sağlamaları etkili bir öğretim süreci için bir gerekliliktir. Öğrencilerin kavramsal gelişimlerinin bir üst basamağa taşınmasının bir göstergesi de matematiksel dilin doğru anlaşılması ve kullanılmasıdır. Bu durum sağlanmazsa matematiksel kavram ve semboller öğrenciler tarafından farklı anlamlara gelecek şekilde yapılandırılabilir. Matematiğin eksiksiz bir şekilde anlaşılabilmesi için gerekli olan şartlara bakıldığında matematiğin kendine özgü sembollerinin tanınması ve bu sembollerin anlamlarının doğru şekilde yapılandırılması, matematiksel ifade veya bağlam içerisinde ise sembollerin doğru bir şekilde kullanılması gerekmektedir (Boulet, 2007). Bu nedenden dolayı matematiksel kavramların öğrenciler tarafından nasıl anlamlandırıldığı ve matematiksel terimlerin doğru anlaşılıp anlaşılmadığı matematiksel dil dolayısıyla bilimsel dil için bir zorunluluktur (Yeşildere, 2007).

Alanyazına bakıldığında matematiksel dilin kendi içerisinde farklı boyutlara ayrıldığı çalışmalar mevcuttur. Pirie (1998), matematiksel dili kendi içerisinde sözel dil, sembolik dil, görsel dil, sözlü olmayan ve yarı matematiksel dil olmak üzere başlıklar halinde boyutlara ayırmıştır. Goslin (2016), matematiksel dili; sözlü, yazılı, mimiksel ve sembolik dil olarak başlıklara ayırdığı görülmektedir. Yıldız (2016), matematiksel dilin sembolik boyut, sözel boyut ve görsel boyut olmak üzere üç boyuttan oluştuğunu belirtmektedir. Çalıkoğlu-Bali (2002), matematik öğretim sürecinde etkin olarak kullanılan matematiksel dilin içerisinde dört boyut belirlenmiştir. Bunlar; yazılı anlatım ve yazılı ödevler, semboller yardımı ile anlatım, sözel anlatım ve problemin oluşturulmasıdır. Matematiksel dilin alt boyutlarına bakıldığında (Çalıkoğlu-Bali, 2002; Goslin, 2016; Pirie, 1998; Yıldız, 2016)'ın matematiksel dilin alt boyutlarında birçok farklı alt boyut belirttikleri görülürken ortak olarak belirtilen boyutların ise sözel dil ve sembolik dil olduğu görülmektedir.

Mevcut çalışmada matematiksel kavram ve sembollerin anlamlandırılma yeterliliği belirlenirken matematiksel dilin alt boyutlarından sembolik dil kullanılarak verilmiş kuralların sözel dil kullanılarak yazılı şekilde ifade edilmesi amaçlanmıştır. Yani içerisinde matematiksel kavram, sembol ve matematiksel işaretlerden oluşan sembolik dille gösterilmiş kuralların öğrenciler tarafından önce anlamlandırılıp daha sonra kurala ilişkin düşüncelerini sözel dil yardımıyla matematiksel kavramlar kullanarak açıklamaları sonucu matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma

yeterliliği belirlenecektir. Bu nedenle mevcut çalışmada matematiksel dilin sembolik dil ve sözel dil kısımlarının üzerinde durulacaktır. Sözel dilin sembolik dil ile ilişkisine bakıldığında,  $2^5$  üslü ifadesine matematiksel dil açısından bakıldığında iki bileşen mevcuttur. 5 tane 2'nin çarpılması sentaks bileşen olarak adlandırılmakta olup tabandaki sayının üs kadar çarpılması gerekli olduğunun söylenmesi semantik bileşendir (Easdown, 2006). Diğer bir ifadeyle  $2^5$  sembolik gösterimi sentaks bileşen, sembolik ifadenin sözel olarak ifade edilmesi ise semantik bileşen olduğu söylenebilir.

Boulet'e (2007) göre matematiksel bilgilerin ve yapıların öğrencilerin zihinlerinde doğru şekilde özümsemesi ve yapılandırılması için matematikteki sembol, kavram ve kelimelerin öğrenciler tarafından doğru ve net bir şekilde öğrenilmesi esastır. Matematiksel kavramların ve yapıların kümülatif bir şekilde ilerlemesi ve zincir gibi birbirlerine bağlı olması nedeniyle matematiksel kavramların ve sembollerin doğru şekilde kullanımı ve anlaşılması bir zorunluluktur. Matematik öğretimi sırasında öğretmenler matematiksel dili yani matematiksel kavram ve sembollerini doğru bir şekilde kullanması öğrencilerde matematiksel dilin anlaşılması süresince büyük katkı sağlayacaktır. Raiker'e (2002) göre derslerin işleyişlerinde daha önceden belirlenen matematiksel kavram ve sözcük hedeflerinin doğru bir şekilde öğrencilere kazandırılması iletişim süresince öğrencilerde matematik öğrenimi ve anlamlandırılmasında yararlı olacaktır.

Öğrencilerin gündelik hayatta kullandıkları dilden farklı olarak matematiksel dil ile karşılaşmaları ilk olarak okullar sayesinde olmaktadır. Okullardaki matematik öğretimi sürecinde öğrenciler matematiksel yazma ve okumayı matematiksel dil yardımı ile yapmaya çalışırlar (Başaran, 2004). Matematiksel dil içerisinde önemli bir yer tutan matematiksel kavramlar, sözcükler yardımıyla öğrenciler tarafından anlamlandırıldıktan sonra anlaşılabilir. Bu durumun bir doğal sonucu olarak ise yeni fikir ve düşünceler öğrencilerde oluşmaktadır (Çalikoğlu-Bali, 2002).

Otterburn ve Nicholson (1976), matematiksel kavramların anlamlarının kişilerde farklı şekilde yapılandırıldığı ve aslında tek bir anlama sahip olması gereken kavramların kişiden kişiye göre farklı şekilde anlaşıldığını söylemektedir. Matematiksel kavramlar ve terimler ile ilgili yapılan bir çalışmada matematikte kullanılan terimlerin ve kavramların öğrenciler tarafından bilindiği fakat ifade edilmesinde sorunlar olduğu belirlenmiştir. Çalışmada aynı zamanda öğretmenler tarafından matematik öğretimi sürecinde çok sık şekilde kullanılan terimlerin anlamlarının bilinmesinde eksikler olduğu belirlenmiştir.

Leitze'e (1997) göre matematik ile problem doğrudan birbirleri ile bağlantılıdır. Bu durumun bir sonucu olarak problem durumu sayılar içersin veya içermesin matematik ile ilişkisi mevcuttur. Matematik sürecinde birçok problem durumuyla karşılaşmak mümkündür. Baykul (2004), matematik derslerinde öğrencilerin karşılaştıkları problem durumlarını kategorilere ayrılmış ve üç başlık altında toplamıştır. Bu durumlardan birincisi öğrencilerin problem durumu karşısında hiçbir şey yapamadığı ve öğrencilerin mevcut birikimlerin çok üzerinde durumlar içeren problemlerdir. Bu problem durumunda kavramlar öğrenciler tarafından anlamlandırılmaz. İkinci durumda ise problem çözümünde öğrencilerin sonuca kısa sürede ulaştıkları ve işlemsel soru olarak dört işlem kullandıkları problem durumlarıdır. Üçüncü problem durumunda ise öğrencilerin mevcut olarak sahip oldukları bilgileri problem durumun çözümünde kullanarak çözüme ulaşılması beklenen problem durumudur.

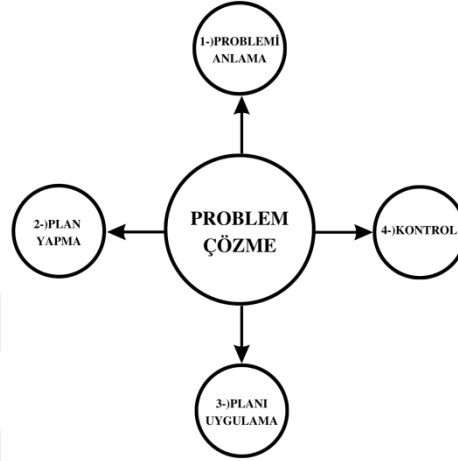
Problem durumlarının belirlenmesinden sonra gerekli olan aşamalardan bir tanesinin de problem çözüme olduğu söylenebilir. Problem çözüme ile ilgili alanyazında çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Altun'a (2005) göre problem çözüme, ulaşılması süreç alan ve ulaşılacak hedefin kesin olarak sınırlarıyla belirlendiği bir durumdur. Bu duruma ulaşabilmek için kontrollü ve planlı adımlar yapılması problem çözüme olarak açıklanmıştır. Problem çözüme insanların olayların karşısında mental olarak karşılaştıkları rahatsızlığın giderilmesi ve kişilerin mental olarak rahatlamasıdır (Yıldızlar, 2001). Gail (1996), problem çözümenin sadece ortaya konulan bir matematiksel problemin sonucuna ulaşmak olmadığını belirtmiştir. Sonuca ulaşmanın yanında bireylerin yeni bir durum karşısında oluşacak yeni durumlar için fikirler ortaya çıkarabilmelidir. Aynı zamanda sonuca ulaşırken sorunlar karşısında pratik ve esnek çözümler yapabilmeyen olduğunu belirtmiştir.

Matematiksel problemlerin çözümünde her bir problem durumu için farklılaşmış çözüm yöntemleri uygulanmak gerekse de matematiksel problem durumları için genel bir çözüm yöntem aşamaları mevcuttur. Bu durumun sonucunda çözüme ulaşırken uygulanacak basamaklar:

1. Problem durumunun kişi tarafından net bir şekilde anlaşılması
2. Problem durumunda elde mevcut olan bilgilerin ve verilerin kişi tarafından iyi bir şekilde özümsemesi, değişkenler arasında matematik boyutlu ilişkilerin kurulması ve problem durumunu kişinin kendi cümleleri ile ifade etmesi

3. Sonuca ulaşmak için gerekli işlemsel soru kısmının yapılması
4. Problem durumunda ulaşılan sonucun doğruluk durumunun test edilmesi (Baykul, 1996).

Polya 1957'de (akt. Lee, 2016), matematik için kişilerin hali hazırda kolay ve hızlı bir şekilde çözebilecekleri bilgi yığını olmadığını belirterek kişilerin matematiksel problemlerin çözümünde bir arayış içinde oldukları bir etkinlik durumu olduğunu belirtmiştir. Aşağıda Şekil 1'de polyanın 'heuristics' ifadesiyle tanımladığı stratejiyi açıklayan değişkenler gösterilmiştir.



Şekil 1. Heuristics Problem Çözme Süreci Modeli

Şekil 1'e bakıldığında problem çözme sürecinde dört aşama gösterilmiş olup bunlar plan yapma, anlama, uygulama ve kontroldür.

Polya'nın heuristics stratejine dayalı değişkenler göz önüne alındığında problem durumunun çözümünde gerekli olan önemli davranışlar uzmanlar tarafından aşağıdaki gibi özetlenerek Tablo 1'de gösterilmiştir (akt. Özsoy, 2005).

Tablo 1'de problem çözme sürecinde aşamalar ve bu aşamaların uygulama noktasında davranış karşılıkları gösterilmektedir.

Tablo 1. Problem Çözme Aşamaları ve Kritik Davranışlar

Aşamalar	Davranışlar
1.Problemin anlaşılması	a.Problemdaki istenen ve eldeki verileri yazma b.Problem durumunu kendi cümleleriyle ifade etme c.Problem durumunu görselleştirme
2.Değişkenler arası ilişki kurma, plan yapma	a.Problemin çözümü için gerekli matematiksel cümleyi yazma b.Sonuca dair yordamlar yapma
3.Sonuç için işlemler ve tahminler yapılması	a.Sonuç için gerekli işlemleri yapma
4.Sonucun doğruluk testi	a.Çözümde kullanılan işlemlerin sağlamlasının yapılması b.Tahmin ile sonuç arasında karşılaştırmalar yaparak doğruluk durumunu test etme

Tablo 1'e göre matematiksel bir problemin anlaşılmasında, problem durumunu anlamak ve kendi cümleleriyle problem durumunu ifade etmek önemlidir. Bu bağlamda problem çözme sürecinde problemin anlaşılması ile başlayan aşamalarda matematiksel dil ile problem çözme süreci arasında bir ilişkinin olduğu söylenebilir. Bu durumu destekleyen çalışmalardan Swing ve Peterson (1988), matematiksel problem çözümleri için gerekli olan aşamaların en önemlilerinden bir tanesinin problem durumunu anlamak olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca problem durumunun anlaşılma aşamasında okumanın gerekliliğinin önemli bir aşama olduğunu belirtmiştir. Karataş ve Güven'e (2004) göre problemin anlaşılma sürecinde öğrencilerin problem durumunu önce özümsemeleri daha sonra kendi ifadeleri ile açıklamaları gerekmektedir. Ayrıca çözüm için görselleştirme yapmaları da önemlidir. Bu durum Baykul (1996) tarafından da desteklenmiştir. Baki'ye (2006) göre problemin öğrenciler tarafından anlaşılması çözüm için gerekli ama yeterli bir şart değildir. Problem durumu karşısında kişinin duruma ilişkin fikirlerini kendi cümleleriyle ifade edebilmelidir. Bu görüşleri destekleyen bir başka ifade de Altun (2014) tarafından söylenmiştir. Probleme ait sınırların net bir şekilde kişiler tarafından çizilmesi ve problem durumundaki bilinmeyen belirlenmesinin yanında problem durumunun kişi tarafından açıkça ifade edilmesi gerekliliği belirtilmiştir.

Alanyazın taraması yapıldığında matematiksel dil ve problem çözme sürecini beraber ele alan çalışmaların az sayıda olduğu görülmektedir. Son yıllarda matematiksel dil ile ilgili yapılan çalışmalardan bazıları (Güldal, 2022; Güzel ve Yılmaz, 2020; Nalbant, 2015; Yalvaç, 2019; Yardımcı, 2019) olsa da matematiksel dil ve problem çözme sürecinin incelendiği daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Çünkü matematiksel kavram ve sembolleri anlamak ve problem içerisinde uygulamak problem çözümünde çok önemlidir (Arcavi, 2005). Bu durum matematiksel dilin

problem çözümünde çok önemli bir aşama olduğunu göstermektedir. Bu nedenle problem çözme sürecinde matematiksel kavram ve sembollerin anlamlandırılması yani matematiksel dil olarak verilen bir ifadenin öğrenci tarafından anlaşılması ve daha sonra kendi cümleleriyle ifade edilme durumunun incelenmesinin alanyazına önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Problem çözme süreci ile ilgili çalışmalara bakıldığında ise problem çözme üzerine stratejiler ve problem çözümüne etki eden değişkenlerin incelendiği birçok çalışma mevcuttur. Alanyazında problem çözme ile ilgili çalışmalara bakıldığında (Boz, 2018; Didiş ve Erbaş, 2012; Karakılıç ve Arslan, 2019; Kanbolat ve Balta 2019; Nalbant, 2015; Taşpınar, 2011) alanyazında problem çözme ile ilgili yapılan çalışmalardan bazılarıdır. Bu çalışmalarda problem çözme sürecinde stratejiler ve problem çözme sürecinde etkili olan değişkenler incelenmiştir. Problem çözme sürecinde matematiksel dil yeterliliğinin incelendiği çalışma sayısı alanyazında çok azdır. Problem çözme süreciyle matematiksel dil becerisi arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalardan bazıları Nalbant (2015) ve Güldal (2022) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmalarda ortak olarak çalışılan nokta ise matematiksel kavram ve semboller ile oluşturulan matematiksel durumların öğrenciler tarafından anlaşılması, kendi cümleleriyle ifade edilebilme yeterliliği ve bu yeterliliğin matematiksel dil ile ilgili soruları içeren problem çözme üzerindeki etkisinin araştırılmasıdır. Bununla birlikte Nalbant (2015) ve Güldal'ın (2022) çalışmalarında ortak olarak sembolik dil üzerine araştırma gerçekleştirmiştir. Ortaokul kademesinde matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile problem çözme sürecinin birlikte incelendiği bir çalışmaya alanyazında rastlanmamıştır.

Alanyazına bakıldığında üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembollerin anlamlandırılması ve matematiksel dilin problem çözme ile ilişkisinin incelendiği bir çalışmaya ortaokulda kademesinde rastlanmamasından dolayı bu çalışmanın alanyazına zenginlik katacağı ve bu noktada önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir. Bu bağlamda mevcut çalışmada araştırmanın problem durumu "8. sınıf öğrencilerinin üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterlilikleri ile bu yeterliliklere ilişkin matematiksel problem çözme becerileri arasındaki ilişki nasıldır?" şeklinde belirlenmiştir.

Araştırmanın alt problem durumları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarına ilişkin;

1. Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği cinsiyet ve okul türü değişkenlerine göre anlamlı şekilde farklılaşmakta mıdır?
2. İşlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi cinsiyet ve okul değişkenlerine göre anlamlı şekilde farklılaşmakta mıdır?
3. Kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi cinsiyet ve okul değişkenlerine göre anlamlı şekilde farklılaşmakta mıdır?
4. Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri arasındaki ilişki ne düzeydedir?
5. Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolü ne düzeydedir?
6. Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolü ne düzeydedir?

### **Amaç**

Bu araştırmanın amacı sekizinci sınıf düzeyinde bulunan öğrencilerin üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin problem çözme becerisi arasında ilişki durumunu incelemektir. Üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği belirlenirken üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki kazanımlar içinden seçilen kurallar kullanılacaktır. Bu bağlamda kavramlar, semboller ve matematiksel işlemler ile oluşturulmuş kuralların ifade ettiği yargının sözel dil kullanılarak yazılı şekilde açıklanabilmesi sonucunda matematiksel kavram ve sembollerin anlamlandırılma yeterliliği belirlenmiş olacaktır. Problem çözme becerisinin ise anlamlandırılması istenen matematiksel kavram ve semboller ile ilgili kurallara göre oluşturulan işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemlerin çözülmesiyle belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Araştırmada hedeflenen bir başka amaç ise üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ve bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri değişkenlerinin birbirleriyle ilişkisi incelemektir.

Araştırmanın bir diğer amacı ise matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin problem çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolünün bulunmasıdır. Bu bağlamda matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri üzerindeki yordayıcı durumlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Araştırmada son olarak üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerilerinin cinsiyet ve okul türü değişkenleri ile ilişkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri arasındaki ilişki düzeyi ve yönü ile yordayıcı rol durumu tespit edilecektir.

### Önem

Bu çalışmadan elde edilen bulgular matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin problem çözme arasında bir ilişki bulunduğunu belirlemeye yardımcı olacaktır. Ayrıca matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin problem çözme üzerinde yordayıcı bir rolünün olup olmadığı da çalışma sonucunda belirlenmiş olacaktır. Alanyazına bakıldığında (Arcavi, 2005; Güldal, 2022; Nalbant, 2015 ve Sepeng ve Madzorera, 2014) matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırmanın, matematiksel dili kullanma becerisinin problem çözme üzerinde etkisi olduğunu belirten çalışmalardan bazılarıdır. Bu bağlamda mevcut çalışma ile ortaokul kademesinde matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin problem çözme ile ilişkisi belirlenerek alanyazına katkı sağlayacaktır. Araştırmada ayrıca matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliği içeren işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerilerinin farklı değişkenler ile ilişkisi incelenmiştir. Bu durum matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerilerinde kız ve erkek öğrencilerin mevcut başarı durumlarını belirlemek açısından fayda sağlayacaktır. Ayrıca alanyazında problem çözme ile cinsiyet değişkeninin araştırıldığı çalışmalardan farklı olarak mevcut çalışma ile ortaokul kademesinde matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin problem çözme üzerindeki etkisi incelenerek alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma

yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözüme becerilerinde farklı okul türlerinin mevcut başarı durumları ortaya konacaktır. Alanyazına bakıldığında üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği, matematiksel dilin kullanım becerileri, problem çözüme becerisine etki eden değişkenler konularında ayrı ayrı çalışmalar yapılmış olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar içerisinde ortaokul kademesinde 8.sınıf düzeyinde üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin problem çözüme becerisi ile ilişkisinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Mevcut çalışma ile bu boşluk doldurularak alanyazına zenginlik katılacağı düşünülmektedir.

### **Sınırlılıklar**

Bu araştırma MEB (2018), içerisinde yer alan 8.sınıf düzeyindeki "*Sayılar ve İşlemler*" öğrenme alanı içerisindeki "*Üslü İfadeler ve Kareköklü İfadeler*" alt öğrenme alanlarından seçilen kazanımlar ile ilgili kurallar ve problemler ile sınırlıdır.

Araştırmada toplanan veriler 8. sınıf öğrencilerinin ölçme aracına verdikleri cevaplar ile sınırlandırılmıştır.

### **Sayıtlar**

Katılımcıların çalışma süresince verdikleri cevaplarda samimi oldukları varsayılmaktadır.

Mevcut çalışmada öğrencilerin çevresel faktörlerden etkilenmediği ve ön yargı ile hareket etmediği varsayılmıştır.

### **Tanımlar**

**Matematiksel Dil:** Matematiksel kavram, sembol ve işlemlerin organize bir şekilde bir arada kullanıldığı ve bunun sonucu olarak bilimsel düşüncenin ifade edilmesinin kolaylaştığı kuralların bütünüdür (Çalikoğlu-Bali, 2003).

**Problem Çözme:** Yeni bir durum karşısında bireylerin daha önceden edindikleri bilgi ve becerileri alışamadıkları durumlarda bir araç olarak kullanmasıdır (Toluk ve Olkun, 2002).

**İşlemsel Bilgi:** Matematik sürecinin içerisinde sonuca ulaşmak için kullanılan aritmetik işlemler, semboller ve kurallar bütünüdür (Hiebert ve LeFevre, 1986; Van de Walle, 2004).

**Kavramsal Bilgi:** Matematik içerisinde kullanılan kavramların gerekli sembolleri dönüştürebilme, kavramların ifadesinde farklılıklar kullanabilme, kavramların birbiriyle

ilişisini sağlayabilme ve gerektiğinde işlemler yapabilme becerilerin bütünüdür (Hiebert ve LeFevre, 1986; Van de Walle, 2004).

**Sembolik Dil:** Matematiğin içerisinde bulunan bir durumu semboller ve matematiksel işaretler kullanarak herkes tarafından aynı anlaşılabilir bir şekilde ifade etmek için kullanılan bir dildir (Pirie,1998).

**Sözel Dil:** Günlük hayat veya matematik içerisinde karşılaşılan bir durumu açıklarken matematiksel kavramları kullanarak yazılı veya sözlü bir açıklama yapabilme de aracı olan dildir (Pirie, 1998).



## BÖLÜM II

### KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Mevcut çalışmada üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarından seçilen sembolik dil ile yazılmış bazı matematiksel kuralların öğrenciler tarafından öncelikle anlamlandırılması ve daha sonra anlamlandırılan düşüncenin matematiksel kavramlar kullanılarak sözel dil yardımıyla yazılı şekilde ifade edilmesi istenmektedir. Bu bağlamda mevcut çalışmada matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinden kasıt sembolik dille ifade edilmiş yani içerisinde matematiksel kavram, sembol ve matematiğe özgü işaretler bulunan matematiksel kuralların öncelikle öğrenciler tarafından anlamlandırılması ve daha sonra anlamlandırılan düşüncenin sözel dil kullanılarak yazılı şekilde ifade edilmesidir. Bu durumun bir sonucu olarak matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği mevcut çalışmada matematiksel dilin alt boyutlarından olan sembolik dil ile ifade edilmiş kuralların sözel dil kullanılarak ifade edilebilmesine karşılık gelmektedir.

Mevcut araştırmanın bu bölümü matematiksel dil (sembolik dil ve sözel dil), matematik öğretiminde problem çözme, işlemsel ve kavramsal bilgi, üslü ve kareköklü ifadeleri içermektedir. Ayrıca bu konular ile ilgili alanyazında yapılan çalışmalarda da bu bölümde bulunmaktadır.

#### Matematiksel Dil

İnsanların içinde bulunduğu ortam ve çevrede dış dünyayı anlamlandırması ve yorumlama ihtiyacı iletişimi oluşturmaktadır (Porzig, 1995; akt. Yalçın ve Şengül, 2007). İletişimin sağlanabilmesi için ise aracı bir eleman olan dile ihtiyaç vardır. (Kula-Yeşil, 2015). İnsanların muhakeme yapabilmelerinde dilin önemi vardır. Bir olayın insanların iç dünyasında algılanıp daha sonra anlamlandırılması kavram ve semboller aracılığı ile gerçekleşmektedir. Bu şekilde algılan ve anlamlandırılan bilgiler dilin kendi özel kuralları ile anlamlı kalıplar haline getirildikten sonra karşı tarafa aktarılabilir (Yalçın ve Şengül, 2007).

Düşünme sürecinde bilgilerin iletilmesinde kullanılan dillerden birisi de matematiksel dildir. İnsanların matematik alanında bilgileri karşı tarafa iletmesi yazılı ve sözlü şekillerde olabilmektedir (Boaler, 1999). Dil ile matematiğin arasında önemli bir ilişkinin olduğu bir gerçektir. Çünkü matematik sürecinde bir konuda sahip olunan düşüncelerin karşı tarafa aktarılmasında matematiksel dile ihtiyaç vardır. Ayrıca bir soru veya problem durumunun anlaşılabilmesi için sembol ve kavramlara hâkim olunması

gerekmektedir. Bu durum ise matematiksel dil ile sağlanabilmektedir. Matematiksel dil, matematiksel bir durum karşısında kişilerin kendi düşüncelerini karşıya aktarmada kullandığı bir aktarım aracı olarak belirtilmiştir (Pirie, 1998).

Matematik, kendine özgü bir dile sahiptir. Matematiksel dil, kendine özgü semboller ve kavramlar içermekte olup kendine has bir terminolojiye sahiptir. Matematik öğretiminde kavramların öğretilmesi son derece önemlidir. Çünkü yeni öğretilen her kavram, öğrenciler tarafından yeni bir sözcük veya veri olarak algılanmaktadır. Matematikte dilin anlaşılması sonucu mantık çerçevesinde kurallı bir öğrenme gerçekleşir. Bunun sonucu olarak ise kalıcı bir öğrenme gerçekleşmektedir (Sinanoğlu, 2000). İlköğretimin ilk kademesinden başlayarak ileri kademelere kadar dilin gelişimine bağlı matematiksel kavramların öğretilmesi ve matematiksel dilin daha iyi öğrenilmesi bilgilerin daha kalıcı şekilde öğrenilmesinde son derece önemlidir (Toptaş, 2015).

Matematik ve dil arasındaki çalışmalar eskilere dayanmaktadır. Brune'ye (1953) göre zihinsel oluşumların yapıtaşları matematiksel sözcüklerdir. NCTM'nin (1989), hazırladığı raporun sonuçları dikkate alındığında "öğrenciler matematiksel konuşmayı becerebilmeli" şeklindeki matematiğin genel amaçlarından biri olan madde matematiksel dilin önemine işaret etmektedir. Aynı şekilde NCTM'ye (2000) göre öğrenciler, matematik ile ilgili test veya sınavlarda kendi düşüncelerini sözlü veya yazılı şekilde ifade edebilmelidir. Ayrıca öğrencilerin sınıf ortamlarında karşılıklı konuşma süreçlerinde matematiksel fikir ve düşünceleri birbirleriyle ilişkilendirebilmelidir. Ayrıca kendilerine ait matematiksel düşünceleri ifade edebilmek için bir dil oluşturmaları gerekmektedir. Dilin gelişimi için ise dile ait farklılıklar ve özel noktalarında farkına varmaları bir gerekliliktir.

Umay'a (2002) göre toplumumuzda okul süreci içerisinde öğrencilerin çekindikleri ve önyargı ile yaklaştıkları derslerin başında matematik gelmektedir. Bu korku ve önyargı ilkökul zamanlarından başlayıp daha üst sınıf kademelerindeki öğrencilerde de devam etmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasındaki nedenler incelendiğinde ilk olarak matematiğin kendine ait doğasından yeterince bahsedilmiyor oluşu söylenebilir. Bilgilerin kalıcı olması ve daha iyi anlamlandırılmasının ilk şartlarından bir tanesi işlevselliğidir. Matematik öğretim sürecinde matematik durumlarının gerçek hayat problemlerinin dışında oluşturulması ve matematiğin kısa yollar ve ezbersel bilgiler ile öğrencilere aktarılmaya çalışılması süreç içerisinde öğrencilerin matematiğe karşı bir önyargı oluşturmalarına ve ilgi düzeylerinin

düşmesine sebep olmaktadır. MEB'e (2018) göre matematik derslerinde öğretilmesi gereken yetkinlik alanları belirlenmiştir. Bu yeterlilikler belirlenirken Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi [YTÇ] dikkate alınmıştır. YTÇ'nin belirttiği sekiz yetkinlik alanı mevcuttur. Bu yetkinlik alanlarından biri olan matematiksel yetkinlik alanında günlük hayatta karşılaşılan problem durumlarının çözümü için matematiksel düşünme tarzının geliştirilmesi ve uygulanmaya konulması mevcuttur. Matematiksel yetkinlik alanı düşünme ve sunma boyutlarını içermektedir. Sunma boyutunda bir durum karşısında sahip olunan düşüncelerin karşı tarafa aktarılması gerekmektedir. Bu bağlamda bu boyutta bir iletişim aracı olan matematiksel dile ihtiyaç vardır. Buna bağlı olarak matematiksel dilin önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. MEB (2018) tarafından yayımlanan matematik dersi öğretim programlarına bakıldığında aşağıdaki maddeler görülmektedir:

- Matematiğin sembol ve terimlerini etkili ve doğru kullanır.
- Matematiğin aralarında anlamlı ilişkiler bulunan, kendine özgü sembolleri ve terminolojisi olan bir dil olduğunu fark eder.
- Matematiksel dili matematiğin kendi içinde, farklı disiplinlerde ve yaşantısında uygun ve etkili bir biçimde kullanır.
- Matematiksel kavramları, işlemleri ve durumları farklı temsil biçimlerini kullanarak ifade eder.
- Matematikle ilgili konuşmaları dinler ve anlar.
- Duygu ve düşüncelerini açıklarken farklı temsil biçimlerinden yararlanır.
- Matematik dilini kullanmada öz güven duyar.
- Matematik dilinin kullanımı ile ilgili olumlu duygu ve düşüncelere sahip olur.

Yukarıdaki maddelere bakıldığında matematik öğretim sürecinde matematiksel dilin bir gereklilik olduğu ve farklı alanlarla iletişim sürecinde kullanılmasının önemli olduğu görülmektedir. Bu nedenle öğrencilerin matematiksel dilin kendine özgü bir dil olduğunu fark etmesi ve karşılaştıkları problem durumunda kullanmalarının önemli olduğu söylenebilir. Ayrıca yukarıdaki maddeler göz önüne alınarak matematiksel dilin matematik öğretim sürecinde kullanılması gerekli olan bir iletişim aracı olduğu yorumu yapılabilir.

Eğitim süreci içerisinde ve gündelik hayatta matematik öğrenilmesi güç alanlardan bir tanesi olarak görülmektedir. Dünya üzerindeki milletlerin kendi aralarında iletişim kurup anlaşabilmesi için birçok dil mevcuttur. Bu dillerin her birinin

kendine ait kelimeleri, sözcükleri veya dil bilgisi kuralları mevcuttur. Bilim dünyasında nesnellik istenen bir durum olduğu için bilimin dilinin de herkes tarafından aynı şekilde anlaşılabilen bir dil olması gereklidir. Matematik kendine özgü kavram, sembol ve sözcükler içerdiğinden herkes tarafından aynı anlaşılabilen bir ifade matematiksel dil aracılığı ile sağlanabilir (Nasibov ve Kaçar, 2005).

Matematiksel süreç içerisinde matematiğe ait kavramların ve bilgilerin eksiksiz öğrenilmesi için matematiksel dilin doğru bir şekilde kullanılması gereklidir. Doğru kullanılan matematiksel dil kişilerin matematik süreci içerisinde kavramları ve matematiksel düşünceleri kolay ve eksiksiz şekilde anlamasını sağlamaktadır (Lansdell, 1999). Vygotsky (1978; akt. Toptaş, 2015), dilin insanların düşüncelerini sadece aktarma görevini yapan bir araç olmadığını aynı zamanda bir konu hakkında fikirlerin oluşmasını sağlayan bir araç olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle matematiksel dilin doğru kullanılması eksiksiz bir öğrenme için bir ön şarttır.

Dil öğretilme sürecinde birçok etken mevcut olsa da bunlarından bir tanesinin öğretmen olduğu bir gerçektir. Bu durum matematik öğretiminde de bu şekildedir. Öğretmenlerin matematik derslerinde kullandıkları dilin hatalı veya doğru olması öğrencilerin matematiksel kavram ve bilgileri tam anlayıp anlamadığını etkilemektedir. Öğretmen tarafından kullanılan yanlış bir matematiksel dil, öğrencilere ders esnasında kazandırılmak istenen bilgilerin doğru anlaşılmasında olumsuz etki oluşturabilmektedir. Bunun sonucu olarak ise öğrencilerde konuya ilişkin hatalı veya eksik öğrenme gerçekleşebilmektedir (Yeşildere, 2007).

Matematiksel dilin kendi içerisinde birtakım alt bölümlere ayrılması ile ilgili alanyazında çeşitli sınıflamalar mevcuttur. Alanyazına bakıldığında Goslin (2016), matematiksel dili kendi içerisinde sözlü dil, yazılı dil, sembolik dil ve mimiksel dil olarak dört boyut olarak belirlemiştir. Marzano (2004), matematiksel dilin içeriğini belirlerken birtakım sınıflandırmalar yapmıştır. Bu sınıflandırmalar; formal olmayan durumlar, bir ifadenin açıklamasında kendine özgü sözcükler kullanarak açıklamalar yapma, açıklama yaparken resim, grafik veya şekillerden yararlanmak, ara ara matematiksel terimlerin kendine ait anlamlarını yeniden değerlendirmek ve gözden geçirmektir. Çalikoğlu-Bali'ye (2002) göre matematik dil ölçeğinde belirlenen boyutlar; yazılı anlatım, sembolik anlatım, problem oluşturma ve sözlü anlatımdır.

Alanyazına bakıldığında matematiksel dilin açıklanmasında ve kendine ait alt boyutlara ayrılmasında çeşitli açıklamaların olduğu görülmektedir. Uğurel ve Moralı'ya (2010) göre matematiksel dilin kendi içerisinde alt boyutlara ayrılması durumu eğitim

ve öğretim sürecinde öğretimin verimliliğini artırmada, farklı sınıf seviyelerinde kalitenin yükselmesinde ve matematiğin daha rahat anlaşılmasında önemli bir paya sahiptir.

Matematiksel dilin kendine ait alt boyutlarından olan sembolik dil ve yazılı dil öğrencilerin sınıf ortamlarına en çok karşılaştıkları dil olduğu söylenebilir (Çakmak, 2013; Emre, Yazgan-Sağ, Gülkılık ve Argün, 2010; Yeşildere, 2007). Bu nedenle bu çalışmada "matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği" belirlenirken matematiğin sembolik ve sözel dillerini kullanabilme becerileri üzerinde durulmuştur.

### **Sembolik Dil**

Matematik içerisinde farklı problem ve soru çeşitlerini barındıran bir alandır. Bu problem ve soruların çözülme sürecinde sayılara ihtiyaç olsa da aynı zamanda matematiğin kendine ait kavram ve sembolleri de çözüm süreci için gereklidir. Bundan dolayı matematiğe özgü sembol ve kavramları öğrenmek bir problem durumunu veya soruyu çözebilmek için gereklidir (Umay, 2002). Matematik eğitiminde problem çözme aşamasında gerekli olan becerilerin başında matematiksel kavramları anlamak ve irdelemek gelmektedir. Bu bağlamda problem durumunun öğrenciler tarafından anlaşılması ve problemin çözümü için gerekli olan mevcut düşüncelerin karşıya aktarılması gerekmektedir. Aktarım sürecinde matematiksel kavram ve sembolleri kullanmak yani matematiksel dile hâkim olmak gerekli olduğundan matematiksel dil ve iletişim kavramlarının önemi ortaya çıkmaktadır (MEB, 2009).

Matematiğin sahip olduğu gücün önemli bir kısmını içerisinde barındırdığı semboller, kavramlar ve işlemler oluşturur (Arcavi, 2005). Matematiğin içerisinde bulunan ve matematiğe özgü semboller, matematiksel dilin oluşumunda temel görevi görmektedir. Bu nedenle iyi bir matematiksel okuryazarlık için iyi bir sembolik bilgi dağarcığına sahip olmak gereklidir (Arcavi, 1994).

Problem çözümünde her ne kadar sayıların büyük bir önemi olsa da sözel problemler gibi bazı problemlerde matematiğe özgü harfler, değişkenler veya sembollerin kullanımı problemin çözüm aşamasında önem taşımaktadır (Yıldız, 2016). Pirie'ye (1998) göre matematiksel dilin boyutlarından olan sembolik dil, kişilerin karşılaştıkları bir matematiksel durum karşısında matematiksel işaretler ve semboller kullanarak ifade ettikleri durumun herkes tarafından aynı şekilde anlaşılmasıdır.

## Sözel Dil

Usiskin'e (2015) göre matematiksel dilin boyutlarından birinin de matematiksel sembollerle verilen durumların sözel olarak açıklanması olup sözel dildir. Pirie (1998), matematiğin alt boyutlarından olan sözel dili açıklarken matematik veya gerçek hayat durumlarında karşılaşılan bir durumu kişilerin matematiğe özel kavramlar yardımıyla yazılı veya sözlü şekilde açıklama yapması olarak tanımlamıştır.

Matematik kendine özgü bir terminolojiye sahip disiplin olduğundan matematiksel dilde sadece matematiğe özgü kavramlar, semboller ve sözcükler bulunmaktadır. Bu durum üç başlık altında incelenebilir. Bu başlıklar aşağıda gösterilmiştir.

- Matematik ve gerçek yaşamda aynı anlamı ifade eden sözcükler mevcuttur. Örneğin: toplama ve çıkarma gibi sözcükler
- Matematiğe özel bazı sözcükler ve kavramlar mevcuttur. Örnekle açıklayacak olursak karekök, integral, türev vb.
- Matematik ve gerçek yaşamda kullanılmasına rağmen aynı anlamı ifade etmeyen sözcükler bulunmaktadır. Örneklerle açıklamak gerekirse kök, terim veya kuvvet vb. (Otterburn ve Nicholson, 1976).

### Matematiksel Dil ile İlgili Alanyazında Yapılan Araştırmalar

Tarihsel gelişim sürecine bakıldığında matematiksel dil alanında yürütülen ilk çalışmalardan bir tanesinin Aiken'e (1972) ait olduğu görülmektedir. Yürütülen bu çalışma matematik öğretim sürecinde dil faktörünün önemi konusuna yöneliktir. Araştırmacı çalışmada matematiğin kendine ait bir dil olması, kendine özgü terminolojisi bulunması nedeniyle diğer dillerden ayrıldığını ifade etmiştir. Bu çalışma eğitim ortamlarında matematiksel dil kullanımı ile ilk çalışma olmasından dolayı alanyazında önemli bir yere sahiptir. Çalışmada üzerinde durulan konu sınıf içinde gerçekleşen söylemlerdir. Öğretim ortamında yapılan dil alışverişi, sınıf içi söylemi ifade etmektedir. Çalışmada aynı zamanda sınıf ortamlarında öğretmen ile öğrenciler arasında matematiksel dil kullanımının önemi de vurgulanmaktadır.

Cuevas (1984), matematiksel dilin oluşumunda etkili olan ve dil gelişimini etkileyen faktörleri belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma sonucuna bakıldığında öğrencilerin matematiksel dili öğrenmeleri ve kullanmaları sürecinde farklı dilsel yeterliliklere hâkim olmaları gerektiğini söylenmiştir. Bunların yanında matematiksel dili öğrenme ve sınıf ortamlarında etkili bir şekilde kullanma durumları için öğretimin yapıldığı programlarının da matematiksel dile özel bir şekilde düzenlenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Jordan ve Hanich (2000), ortaokul kademesinde bulunan dil düzeyleri farklı olan öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada üç ana başlık olarak okuma sorunu olan, matematik sorunu olan ve hem okuma hem de matematik sorunu olan öğrenciler belirlenmiştir. Bireysel olarak öğrencilere sayılar, hikâye durumlarını içeren problemler, yazılı hesap yapma ve bilinmeyen değerlerin bulunması ile ilgili sorular bir test aracılığı ile sorulmuştur. Araştırmanın sonucunda ise okuma ve matematikte sorunu olan öğrencilerin sadece matematikte sorunu olan öğrencilere göre matematiksel açıdan daha zayıf bilgilere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Abedi ve Lord (2001), sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik kelime problemlerindeki test performanslarında dilin önemini ortaya koymayı amaçlamıştır. Çalışmadan elden edilen sonuçlar incelendiğinde İngilizce öğrenen öğrencilerin (ELL) matematik sınavında yeterli düzeyde İngilizce konuşan öğrencilerden düşük puanlar aldığı görülmüştür. Sosyoekonomik (SES) göre yapıya göre öğrencilerin matematik performansları arasında anlamlı bir fark bulunurken cinsiyet değişkeni yönünden anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Test maddelerindeki dilsel düzeltmelerin matematik puanlarında önemli artışlar oluşturduğu belirlenmiştir. Dilsel anlamda değiştirilmiş sorular sonucunda oluşan puanların daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmada ELL'li ve matematik performansları ortalama olan öğrencilerin test maddelerin dilsel olarak düzeltilmesinden daha az yararlandığı görülmüştür.

Çalikoğlu-Bali (2002), ilköğretim matematik öğretmen adayları ile matematik öğretim sürecinde kullanılmak üzere dil ölçeği oluşturmasına yönelik çalışma yapmıştır. Bu amaca yönelik çalışmada ilköğretim matematik öğretmenliği adaylarının dile ilişkin görüşlerini ortaya koymak için kullanılan dil ölçeğinin boyutları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Araştırmanın sonucunda ise dil ölçeğinin; yazılı anlatım, sembolik anlatım, problem oluşturma, yazılı ödevler ve sözlü anlatım olmak üzere dört alt boyutu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Capraro ve Joffrion (2006), İngilizce dilinin ortaokul öğrencileri tarafından matematiksel sembollere ve tersine çevrilmesini incelemiştir. Araştırmada ölçüt olarak ise öğrencilerin kelimeleri ve kavramları zihinsel olarak yapılandırmasının yanında kavramsal ve işlemsel soru olarak kullanabilmeleri esas alınmıştır. Araştırmacı çalışmada öğrenciler tarafından rastgele yapılan yanlış yanıtlar seçilmiştir. Bu yanıtlar öğrencilerin yanıtlarındaki kalıpları belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Yanlış yanıtların seçilmesinden sonra beş öğrenci ile klinik görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın sonucunda ise öğrencilerin sözel verileri matematiksel denklem durumlarına çevirmede yeterli olmadıkları görülürken aynı zamanda öğrencilerin matematiksel kavramlara yeteri kadar hâkim olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Aydın ve Yeşilyurt (2007), matematiksel dil ile yaptığı çalışmasında ilköğretim matematik öğretmenliğinde okuyan ilk sınıf ve son sınıf düzeyindeki öğrencilerin matematiksel dile ilişkin görüş farklarını ortaya koymayı amaçlamıştır. Verilerin toplanmasında matematik öğretiminde dil ölçeği kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde ilk sınıf düzeyindeki (birinci sınıf) öğrencilerinin matematiksel dilin alt boyutlarından olan sembolik dil, sözel dil, yazılı anlatım ve problem oluşturmayı kullanmanın önemini son sınıf düzeyindeki (dördüncü sınıf) öğrencilerine göre daha anlamlı bulduğu belirlenmiştir. Matematik öğretim sürecinde "problem oluşturma" boyutunun bir öğretim teknik olduğunun bilinmediği öğrencilerin anket ve yapılan görüşmeler sonucunda verdikleri cevaplardan anlaşılmıştır. Ayrıca çalışma sonucunda matematik dil ölçeğinden elde verilerin birinci sınıf öğrencileri lehine farklılaştığı görülmektedir.

Buchanan (2007), cebir alanında eylem araştırması olarak yaptığı çalışmasında iki farklı sınıf seviyesi olarak sekizinci sınıf ve dokuzuncu sınıf öğrencileri ile araştırmasını yürütmüştür. Araştırmada matematiksel dili anlamak için öğrencilerin hangi yöntemlerle okumasının gerektiğinin önemi araştırılmıştır. Ayrıca çalışmada sınıf ortamlarında kullanılan matematiksel dilin öğrenciler tarafından anlaşılması, matematiksel dilin okunması, öğrencilerin bu dili kendi cümleleri ile açıklayabilme durumları ve zihinsel olarak nasıl yapılandırdıkları sorularına da cevap aranmıştır. Araştırmanın sonucu olarak ise hem öğretici için hem de öğrenciler için matematiksel dilin günlük olarak hem yazılı hem de sözlü kullanımının ders kitaplarındaki matematiksel dil ile yazılmış yönergeleri anlayabilmelerini kolaylaştırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin kelime dağarcıklarını arttırdığı yargısına varılmıştır. Akademik olarak ise matematiksel başarıya olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Larson (2007), sözcük bilgisi yönergelerinin günlük yaşam matematiği üzerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada ayrıca orta düzey bir matematiğin anlaşılmasında sözcük dağarcığının bütünsel olarak nasıl bir faktör olabileceği üzerinde durulmuştur. Çalışmada araştırmacı tarafından matematiğin kendine özgü bir dil olduğu ve bu nedenden dolayı dilin doğru şekilde kullanılabilmesi için sözcük dağarcığının bilinmesi ve kullanılabilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır. Araştırmanın sonuçlarına

bakıldığında matematik öğretim sürecinde matematiğin kendine özgü terminolojisinin öğretime sürece dâhil edilmesinin önemi ve eğitim sürecinde öğrenciler tarafından matematiksel dilin anlaşılmasının matematiksel başarıyı, tutumu ve güvenini bütünsel olarak arttırdığı belirlenmiştir.

Georgius (2008), 6. sınıf öğrencilerinin matematiksel sözcük dağarcığının matematik ders sürecinde iletişimi nasıl etkilediğine dair yürüttüğü çalışmada sözcük bilgisinde yönergelerin doğrudan kullanılmasının matematiksel başarıya ve iletişime etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın sonucunda ise matematiksel sözcük dağarcığının matematik ders sürecine entegre edilmesinin matematik derslerindeki iletişimi arttırdığını ve sözcük bilgisi kullanımının önemli bir etken olduğu belirlemiştir.

Rudd, Lambert, Satterwhite ve Zaier (2008), beş yaşına kadar olan çocuklarda farklı sınıf ortamlarında kullanılan matematiksel dilin türlerini ve sıklığını incelemiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında uzamsal ilişkilerle ilgili ifadelerin diğer herhangi bir matematiksel kavram türünü frekansın yaklaşık iki katı kadar arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca gözlemlenen daha yüksek seviyeli matematiksel kavramlarda eksikliklerin olduğu görülmüştür. Çocukluk döneminde karşılaşılan yüksek seviyeli matematiksel kavramların öğretilmesine daha fazla önem verilmesi araştırmanın bir başka sonucudur.

Ünal (2013), geometri alanında matematiksel dil kullanabilme becerilerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmada örnekleme yedinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında ise öğrencilerin geometri alanında matematiksel dili kullanmakta zorlandıkları görülmüştür. Matematiksel dil ile cinsiyet arasındaki ilişki incelendiğinde anlamlı bir fark olmadığı görülürken matematiksel dil ile akademik başarının anlamlı ve yönü pozitif olan bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Genel olarak ise öğrencilerin matematiksel dil kullanma düzeylerinin vasat olduğu tespit edilmiştir. Matematiksel dil ile pozitif olarak ilişki bulunan kısımlar matematik dil ölçeğinde yer alan kavram oluşturma, problem oluşturma ve görselleştirme kısımlarıdır. Akademik başarının ise sadece kavram oluşumu ile pozitif bir ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Son olarak ise cinsiyet değişkeninin ise matematiksel dil tutum ölçeğinin kavram oluşumu, sembolik anlatım, sözel olarak ifade edebilme ve şekle dönüştürebilme değişkenleriyle ilişkisinde farklılıklar tespit edilmiştir.

Korhonen, Linnanmäki ve Aunio (2012), 9. sınıf öğrencileriyle yaptıkları çalışmada dil (kelime anlama, okuduğunu anlama ve heceleme becerileri) ile matematiksel performans arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmadan

elde edilen sonuçlar incelendiğinde birçok öğrencinin hem matematik hem de dil becerilerinde sorunlar olduğu görülmüştür. Tüm veri düzeyinde okuma becerilerinin matematik performansı açısından güçlü bir yordayıcı olduğu belirlenmiştir. Yordama sonucu dikkate alındığında okuma becerilerinin matematik performansın %52'sini açıkladığı tespit edilmiştir. Ayrıca okuma becerileri ve kelime anlamının matematiksel görevlerin çözümü için önemli değişkenler olduğu belirlenmiştir.

Yüzerler (2013), 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel dili kullanabilme becerilerini incelediği çalışmasında öğrencilerin matematiksel dili kullanabilme düzeyinin belirlenmesi ve matematiksel dili kullanma ile cinsiyet, sınıf seviyeleri arasında bir ilişki olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Verilerin toplanma sürecinde performans görevleri formları kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçları dikkate alındığında ise öğrencilerin matematik alanında kendi düşüncelerini ifade ederken matematiksel dili kullanmakta zorlandıkları ayrıca kavramların kullanılmasında ise yetersizlikler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerinin çoğunun matematiksel şekiller, desenler ve süslemeler gibi kısımlarda iyi olduğu görülürken bu başarının diğer ölçütlerde olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca matematiksel dil becerileri ile cinsiyet arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır.

Nalbant (2015), matematik problemlerini çözme becerisi ile matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma 9. sınıf öğrencileriyle yürütülmüştür. Çalışmanın sonucuna bakıldığında matematiksel kavram ve semboller ile bu kavram ve sembolleri içeren problem durumları arasında paralellik olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile problem çözme başarılarının en yüksek olduğu konular üslü ifadeler ve orantı olduğu görülmektedir. En düşük başarının olduğu konuların ise birinci derece denklemler olduğu sonucuna varılmıştır.

Umeodinka ve Nnubia (2016), matematik ile dil arasında bir ilişki olup olmadığını ve bu ilişkinin öğrencilere nasıl bir fayda sağladığını belirlemek için bir çalışma yürütmüştür. Araştırmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında diğer değişkenlerin yanında gerçekte matematiksel akıl yürütme ve problem çözmenin dil ile aralarında pozitif yönlü anlamlı bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca problem çözmenin temel matematik kelime dağarcığının sağlam bir şekilde anlaşılmasına da bağlı olduğu çalışmada bulunan sonuçlardan birisidir. Bunların yanı sıra dilin öğrencilere sadece matematiksel kavramları anlamalarını sağlamadığını aynı

zamanda sınıf ortamlarında bir sonraki kavramları öğrenmeleri için gerekli olduğu belirlenmiştir.

Yıldız (2016), 6. ve 7. sınıf kademelerindeki öğrencilerin matematiksel sözel, sembolik ve görsel dili anlayabilme durumları ile kullanabilme becerilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bunun için verilerin toplanma sürecinde araştırmacı tarafından geliştirilen "Matematik Başarı Testi" ve "Matematiksel Dili Anlama ve Kullanma Beceri Formu" olmak üzere iki form aracılığı ile veriler toplanmıştır. Araştırmanın sonucunda elde edilen verilere göre öğrencilerin yarısının matematiksel dili doğru şekilde kullanabildikleri görülmektedir. Ayrıca matematiksel dili kullanabilme ile matematik başarısının anlamlı ilişkisi belirlenmiştir. İki sınıf düzeyi kendi aralarında karşılaştırıldığında ise yedinci sınıf öğrencilerin, altıncı sınıf öğrencilerine göre matematiksel dili daha iyi kullanabilmekte oldukları görülmektedir. Matematiksel dilin alt boyutları için yapılan değerlendirmede ise başarı yönünden sıralamanın en başarılıdan en başarısızına doğru görsel, sembolik ve sözel dil şeklinde olduğu görülmektedir.

Crossley, Liu ve McNamara (2017), çevrimiçi matematik öğretim sistemi içinde işbirlikçi problem çözme ile meşgul olan öğrenci dilinin dilsel özelliklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda öğrencilerin konuşmalarını yazıya aktarıp daha sonra metin uyumu, cümle yapısı, sözcük karmaşıklığı ile ilgili dilsel bilgileri belirlemek için doğal dil belirleme araçlarını kullanmışlardır. Çalışmada ayrıca dilsel özellikler ile matematik başarısı arasındaki ilişkiye ek olarak cinsiyet, yaş, sınıf, okul ve içerik odağı (işlemsel ve kavramsal) gibi dilsel olmayan değişkenlerle de matematiksel başarı arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında dilsel olmayan değişkenlerin matematik başarısını yordamadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında bağdaşıklık etkisi ve sözcüksel yeterliliğe ilişkin dilsel özelliklerin matematik başarısını ve puanlarını yordadığı belirlenmiştir.

Purpura, Logan, Hassinger-Das ve Napoli (2017), okul öncesi dönemdeki çocuklarla yaptıkları çalışmanın amacı okul öncesi dönemde kazanılan erken matematik bilgilerin, erken okuryazarlık sürecinin gelişimini nasıl etkilediğinin belirlenmesidir. Ayrıca çalışmada erken dönemdeki matematik bilgilerin, okuryazarlık süreci üzerindeki yordayıcı rolü de araştırılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara incelendiğinde okul öncesi dönemdeki çocukların matematik bilgileri ile okuryazarlık becerilerinin matematiksel dil becerisi ile anlamlı şekilde ilişki olduğu belirlenmiştir.

Aydoğan-Belen (2018), ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin matematiksel dil yeterliliklerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmada verilerin toplanma sürecinde "Matematiksel Dil Kullanım Envanteri" kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına bakıldığında matematiksel dilin kullanılması ile öğrenci seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu duruma bağlı olarak seviyesi düşük öğrencilerin matematiksel dil kullanma yeterliliklerin istenilen seviyede olmadığı belirlenmiştir. Matematiksel dilin alt boyutlarından sembolik ve sözel dilin orta seviyeli öğrencilerin tarafından yeteri düzeyde kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Fakat orta seviyeli öğrencilerin görsel dili kullanmada zorluklar yaşadıkları görülmüştür. Matematiksel dili, seviyesi yüksek olan öğrencilerin istenilen düzeyde kullanabildikleri araştırmanın sonucunda elde edilen bir sonuçlardan bir diğeridir.

Hornburgh, Schmitt ve Purpura (2018), okul öncesi çağıdaki çocuklarla yaptıkları çalışmada matematiksel dil ile belirli aritmetik işlemler (kardinalite, sayısal karşılaştırma vb.) arasındaki ilişkileri incelemeyi amaçlamışlardır. Ayrıca çalışmada okul öncesi dönemdeki çocukların matematiksel dil ve aritmetik becerilerinin yanında anlamlı kelime dağarcığı durumları da araştırmışlardır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında matematiksel dilin sözlü sayıma, birebir eşleştirme, sayısal kavramları açıklayabilme, kardinalite, küme ve sayıların karşılaştırılması ve kelime problemleri çözme ile anlamlı şekilde ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Yalvaç (2019), sekizinci sınıf düzeyindeki öğrencilerin matematiksel dil kullanabilme yeterliliklerini cebir öğrenme alanında araştırmayı amaçlamıştır. Verilerin toplanma sürecinde klinik görüşmeler yapılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında ise öğrencilerin matematiksel dili kullanılabilme yeterliliği cebir öğrenme alanında beklenen yeterlilikte olmadığı görülmüştür. Ayrıca çalışmada öğrencilerin en kolay olarak yapabildikleri kısmın sözel olarak bir ifadenin matematiksel ifadeye çevrilmesi olduğu görülürken grafik, tablo gibi görsel öğelerin kullanılması gereken kısımlarda ise zorlandıkları görülmüştür.

Yardımcı (2019), matematik öğretmeni adayları ile yürüttüğü çalışmasında sözel olarak ifade edilen kümelerin matematiksel dile çevrilebilme durumunu incelemiştir. Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında ise matematik alanında akademik olarak başarısız olan kişilerin matematiksel dili kullanmada başarısız olduğu görülürken matematik alanında akademik olarak başarılı olan kişilerin ise matematik dili istenilen düzeyde kullanamadıkları sonucuna varılmıştır.

Güzel ve Yılmaz (2020), sekizinci sınıf düzeyinde bulunan öğrencilerin üslû ifadeler konusundaki matematiksel dili kullanabilme düzeyleri ile dile ilişkin görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında ise öğrencilerin matematiksel dili anlayabilme ve kullanabilme durumlarının vasat düzey olduğu görülmüştür. Ayrıca matematiksel dil kullanabilme düzeyinin cinsiyet değişkeni açısından anlamlı şekilde farklılık göstermediği belirlenirken matematik başarısı değişkeni açısından anlamlı farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. "Matematiksel Dil Ölçeği" ile dile ilişkin görüşlerinin sonuçlarına bakıldığında ise dile ilişkin görüşlerinin olumlu olduğu söylenebilirken, cinsiyet açısından ise anlamlı bir farklılaşma bulunmamıştır. Bunların yanı sıra matematiksel dile ilişkin görüşlerin matematiksel başarı ile düşüğe olsa bir ilişkisinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Yılmaz ve Güzel (2020), sekizinci sınıf öğrencilerinin kareköklü ifadeler konusunda matematiksel dil kullanabilme düzeyleri ve dile ilişkin görüşlerini araştırmayı amaçlamıştır. Verilerin analizinden elde edilen sonuçlara bakıldığında ise çalışmada bulunan öğrencilerin kareköklü ifadeler konusunda matematiksel dili kullanmakta eksiklikler yaşadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında cinsiyet değişkeni açısından kareköklü ifadeler konusundaki matematiksel dili kullanma düzeyinin anlamlı şekilde farklılaşmadığı görülmüştür. Matematiksel dili kullanabilme düzeyinin matematik öğretimindeki akademik başarı açısından vasat seviyede pozitif yönlü ilişki gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca matematik dil ölçeğinden elde edilen sonuçlara bakıldığında ise öğrenciler tarafından matematiksel dilin kullanıma yönelik görüşlerin olumlu olduğu görülürken cinsiyet değişkeni açısından kayda değer bir farklılık göstermediği görülmüştür. Ayrıca matematik alanındaki akademik başarı ile dile ilişkin görüşler arasında ise düşük olarak bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Güldal (2022), sekizinci sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada özdeşlikler alt öğrenme alanında matematiksel dil kullanabilme becerisinin matematik başarısı açısından ilişkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgulara bakıldığında ise öğrencilerin % 43'lük orana sahip kısmının matematiksel dil kullanımında hatalarının veya eksikliklerinin olduğu görülürken matematiksel dili kullanım düzeyi ile matematik başarısı arasında ise yüksek düzeyde pozitif yönlü bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmanın bir diğer sonucunda ise matematiksel dilin kendi alt boyutları birbiriyle karşılaştırıldığında ise sembolik dil, sözel dil ve görsel dil arasında herhangi bir anlamlı farklılığa rastlanmadığı belirlenmiştir.

Xu, Lafay, Douglas, Di Lonardo Burr, LeFevre, Osana, Skwarchuk, Wylie, Simms ve Maloney (2022), matematiksel dil becerilerinin ana dil ve ikinci dil öğrenenler için aritmetik akıcılık ve kelime problem çözmede ki rolünü incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada ayrıca bilişsel beceriler (alıcı kelime hazinesi, çalışma belleği, nicel beceriler), alana özgü dil becerileri (matematiksel kelime dağarcığı, matematiksel yazım), kelime problemi çözme, aritmetik akıcılık ve kelime okuma arasındaki ilişkiler de araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında ikinci dil öğrenenlerin alıcı kelime dağarcığı, kelime problemi çözme ve alt grupta birinci dil öğrenenlere göre daha düşük puanlar aldığı belirlenmiştir. Diğer değişkenlerde gösterilen performanslar eşittir. Birinci dil öğrenenlerde matematiksel sözcük dağarcığı ve alıcı sözcük dağarcığı ana dil öğrenenler için sözcük sorununu çözmede katkı sağlamıştır. Matematiksel kelime dağarcığı her iki grup için de aritmetik akıcılık ve işlemler ile ilişki olduğu görülürken matematiksel yazımın her iki gruba ilişkili olmadığı görülmüştür. Her iki grubunda kelime okumaları nicel beceriler tarafından değil alıcı kelime dağarcığı tarafından yordandığı sonucuna ulaşılmıştır.

### **Matematik Öğretiminde Problem Çözme**

Matematik; sayılar, semboller ve kavramlar içerse de doğası gereği içerisinde problem durumlarını barındırmaktadır (Leitze, 1997). Problem çözme sürecinde problem durumunun belirlenmesinden sonra gerekli olan aşamalardan birinin de problem çözme olduğu söylenebilir (Baykul, 1996). Alanyazına bakıldığında problem çözme ile birçok tanım yapıldığı görülmektedir. Bunlardan bazılarına bakıldığında problem çözme, kişilerin belirledikleri amaca ulaşırken kontrollü şekilde alıştırmalar yaparak ilerleme durumu olarak açıklanmıştır (Altun, 2005). Dewey'e (1910; akt. Karaca ve Karaca, 2021) göre problem çözme, zihinsel olarak gerçekleştirilen ve kademeli şekilde ilerleyen bir süreçtir. Frey, Hirschstein ve Guzzo (2000), problem çözmeyi açıklarken kişilerin sahip oldukları bir sosyal yeti olduğunu belirtmiştir. Alanyazında bulunan açıklamalarda ortak olan yanlar ele alındığında problem çözmenin genel olarak kişilerin günlük hayatlarının her alanında kullandıkları ve zihinsel olarak idame ettirdikleri bir süreç olduğu söylenebilir (Nokes, Schunn ve Chi, 2010).

Yıldırım (2009), problem çözme becerisini açıklarken kişilerin belirledikleri hedefe ulaşmada karşılarına çıkan zorluklar karşısında çözüme ulaşırken sahip oldukları beceri olarak belirtmiştir. Alanyazına bakıldığında problem çözme becerisi ile farklı tanımlarda bulunmaktadır. Adagide (2008), problem çözme becerisinin kişinin hayat sürecinde karşına çıkan engeller karşısındaki engelleri aşmaya yarayan sahip olduğu

beceri ve hayata tutunmasında sahip olduğu önemli bir güç olduğunu söylemiştir. Şahin'e (2004) göre ise problem çözme becerisi, kişilerin karşısına çıkan bir sorun durumunda sorunun kaynağını hissetme ve anlamlandırma, çözüm için gerekli olan yollardan doğru olanı belirleme, çözüm aşamasında doğru sonuca gidecek yolu uygulama ve sonuç itibari ile ortaya çıkan durumdaki verileri analiz etme süreci olarak açıklanmıştır.

Matematik sürecinde kişilerin genel anlamda karşılaştıkları problem durumları Baykul'a (2004) göre, üç başlık altında toplanmaktadır. Bunlar: öğrencilerin sahip oldukları bilgi düzeyinin çok üstünde olan ve öğrenci için herhangi bir şey ifade etmeyen problem durumları, cevap aşamasında dört temel işlemin kullanıldığı ve hızlı cevaplar verilebilen problemler ve öğrencilerin sahip oldukları matematiksel bilgi kavramların problem durumunda kullanılması ile çözüm yapılabilen problem durumlarıdır.

Bütün problem durumlarında kişilerin sahip olması gereken birçok özellik ve strateji mevcuttur. Bu durumlardan bir tanesi de matematiksel dili öğrencilerin doğru şekilde kullanması ve anlamasıdır. Matematiğin ve matematiğin içerisindeki problem durumların anlaşılmasında matematiksel dilin önemi çok büyüktür (Çalikoğlu-Bali, 2003). Matematiksel problemlerin çözülmesi aşamasında öğrencilerin geliştirilmesi beklenen belirli beceriler mevcuttur. Bu beceriler aşağıda verilmiştir.

- Problem çözme sürecinde matematiksel kavramları anlamak
- Matematiksel durumlar karşısında sahip olunan bilgileri hem yazılı hem de sözlü şekilde ifade edebilme
- Günlük hayatta kullanılan dili matematiksel dilin alt boyutlarından olan sembolik dil ve sözel dil ile ilişkilendirebilme (Ersoy, 2006).

Bu maddelere bakıldığında problem çözme durumunda matematiksel dilin önemli olduğu söylenebilir.

### **Matematik Öğretiminde Problem Çözme ile İlgili Alanyazında Yapılan**

#### **Araştırmalar**

Pajares (1996), cebir derslerinde normal eğitim alan öğrencilerle kaynaştırmaya devam eden üstün yetenekli öğrencilerin öz yeterlilik inançları ile matematiksel problem çözme arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada ayrıca öz yeterlilik inancının problem çözme üzerindeki yordayıcı rolünün ne düzeyde olduğu sorusuna cevap aranmıştır. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında üstün zekâlı kızların

matematiksel performans, problem çözüme aşamalarında üstün zekâlı erkekleri geride bıraktığı görülmüştür. Fakat öz yeterlilik açısından erkekler ile kızlar arasında anlamlı bir farka rastlanmadığı belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca üstün yetenekli öğrencilerin normal eğitim alan öğrencilere göre öz yeterliliklerinin daha yüksek, matematik kaygılarının ise daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Üstün zekâlı öğrencilerin öz algılarının da daha yüksek olması çalışmanın bir başka sonucudur.

Yıldızlar (1999), ilköğretimin üç farklı düzeyinden birinci, ikinci ve üçüncü sınıf öğrencileri ile problem çözüme davranışları ile problem çözüme başarısı ve matematiğe karşı tutum arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlamıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında problem çözüme sürecinde davranışlar ile ilgili öğretimin geleneksel yönteme kıyasla işlemsel soru düzeyindeki problemleri çözmeye kolaylık sağladığı görülmüştür. İlköğretimin birinci, ikinci ve üçüncü sınıf öğrencilerine problem çözüme sürecinde çözüm noktasında gerekli olan davranışların öğretilmesinin bir problem durumu karşısında geleneksel yönteme göre aritmetik temelli soruları çözüme daha etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca ilköğretim düzeyindeki ikinci ve üçüncü sınıf düzeyindeki öğrencilere problem çözümünde öğretilen davranışların matematiğe karşı olan tutumu pozitif şekilde etkilediği görülmüştür. Geleneksel yöntemle yürütülen çalışmalarda ise tutum noktasında bir değişiklik gözlenmemiştir.

Özsoy (2002), ilköğretim beşinci sınıf öğrencileri ile yürüttüğü çalışmasında öğrencilerin matematik problemlerini çözüme becerileri ile matematik başarıları arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmasının sonucunda yüksek düzeyde ve orta düzeyde matematik başarısına sahip olan öğrencilerin problem çözümüne ait değişkenlerden; problem durumunun anlaşılması, problemin çözümüne ilişkin plan yapılması, planın uygulanması ve sonucun kontrol edilmesi puanları ile istatistiksel açıdan anlamlı biçimde ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Soylu ve Soylu (2006), öğrencilerin problem çözüme sürecinde yaşadıkları güçlükleri ve bu süreçte oluşan hataları belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara bakıldığında öğrencilerin işlemsel soru bilgiler üzerinde kurulu matematik problemlerinin çözümünde sorun yaşamamalarına rağmen işlemsel ve kavramsal soru bilgilerinin kullanılmak zorunda olduğu matematiksel problem çözümlerinde sorunlar yaşadığı görülmüştür.

Arslan-Çelik (2007), öğrencilerin problem çözüme sürecinde karşılaştıkları güçlükleri belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında ise matematik başarı düzeyi ile bütün derslerdeki başarı düzeyleri arasından anlamlı bir ilişki olduğu

görülmüştür. Ayrıca matematik dersindeki başarı düzeyi ile öğrencilerin matematik dersine karşı olan sevgileri ve dershaneye gitme süreleri arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Genç ve Kalafat (2007), öğretmen adayları ile yürüttükleri çalışmada demokratik tutum ile problem çözme becerilerinin farklı değişkenler yönünden değerlendirilmesi belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında demokratik tutum ile cinsiyet ve öğrenme şekilleri arasında anlamlı şekilde farklılaşma görülmüştür. Anne-baba eğitim durumu, öğrenime devam ettikleri sınıf, anabilim dalları değişkenleri açısından ise anlamlı bir farklılaşma görülmemiştir. Problem çözme becerisinin değişkenler ile ilişkisine bakıldığında öğrenim gördükleri sınıf, anabilim dalı ve öğretmen adaylarının babalarının eğitim durumu ile problem çözme becerisi arasında anlamlı ilişki mevcuttur. Fakat cinsiyet, öğretmen adaylarının annelerin eğitim durumu ve öğrenim şekilleri ile anlamlı bir fark görülmemiştir.

Rosselli, Ardila, Matute ve Inozemtseva (2009), okul çağındaki iki yaş grubundaki kız ve erkek çocukların çeşitli matematiksel görevlerdeki performanslarını incelemeyi amaçlamışlardır. Ayrıca çalışmada sözel akıcılık ve görsel testin matematiksel görevler üzerindeki yordayıcı rolü de araştırılmıştır. Çalışmada farklı iki ülkeden farklı yaş gruplarında çocuklar örneklem olarak seçilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında her iki yaş grubundaki kız ve erkeklerin çoğu alt testte benzer puanlar aldığını görülürken zihinsel matematik işlemlerinde ve aritmetik problemlerin çözümünde ise farklılıkların oluştuğunu belirlenmiştir. Yaş olarak daha büyük erkekler daha büyük kızlardan zihinsel matematik işlemlerinde daha iyi sonuçlar gösterirken küçük yaş gruplarında ise cinsiyet farklılığı bulunmamıştır. Ayrıca uzamsal test ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı bir fark tespit edilirken sözel akıcılık testi ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir.

Aslan ve Sağır (2012), fen ve teknoloji öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini incelemeyi amaçlamıştır. Ayrıca çalışmada problem çözme becerisi ile sınıf, mezun olunan okul, anne ve baba eğitim durumu, bulunduğu bölümü tercih nedeni gibi değişkenler arasındaki ilişki de incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında problem çözme becerisinin cinsiyet değişkeni açısından anlamlı şekilde farklılık göstermediği belirlenmiştir. Fakat kız ve erkek öğretmen adayları aceleci yaklaşım açısından anlamlı bir farklılığa sahiptir. Problem çözme becerisi ile sınıf seviyeleri, bulunduğu bölümü tercih etme nedenleri değişkenleri arasında anlamlı farklılığa rastlanmış olup değişkenler arasında pozitif bir ilişki mevcuttur. Mezun olunan okul,

anne-baba eğitim durumu değişkenleri ile problem çözme arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Bunar (2011), 6.sınıf öğrencileriyle yürüttüğü çalışmada matematik derslerinde problem çözme ve kurma becerilerini incelemeyi amaçlamıştır. Bunun yanında çalışmada problem kurma ve çözme becerileri ile cinsiyet, aile desteği, öğretmen desteği vb. değişkenler arasındaki ilişkiyi de incelemiştir. Çalışmanın sonucunda problem kurma becerisini birçok öğrencinin başardığı görülmüştür. Problem kurma becerisinde öğrencilerin en yüksek düzeyde başarı gösterdikleri problem türünün bilgilerin (şekil, sayı, tümce vb.) değişkenler yardımıyla kurulan problem türü olduğu belirlenmiştir. Problem çözme becerisine bakıldığında ise öğrencilerin başarılı olamadıkları tespit edilmiştir. Cinsiyet değişkeninin problem kurma becerisinde daha etkili olduğu belirlenirken problem çözme becerisinde öğretmen ve aile desteği, matematikte öz değerlendirme, dersin haftalık çalışma süresi, matematikte akademik başarı ve ders notu değişkenlerin çok daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca problem kurma ve problem çözme değişkenlerinin ikisinde de etkili olan değişkenin ise matematik sevgisi olduğu belirlenmiştir.

Martens, Hurks, Meijs, Wassenberg ve Jolles (2011), 1-9.sınıflardan seçilen öğrencilerin aritmetik performansında gösterilen cinsiyet farklılıklarını merkezi eğilim ve değişkenlik açısından incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında 6.sınıfta itibaren merkezi eğilim analizi sonuçları toplama ve çıkarma işlemlerinde erkeklerin lehine sonuçlar göstermiştir. Değişkenlik analizlerine bakıldığında ise yüksek başarı ile cinsiyet değişkeni anlamlı şekilde farklılık gösterirken başarı düştükçe farklılık görülmemiştir. Ayrıca aritmetik performansla cinsiyet değişkeni arasında anlamlı farklılık bulunurken bu durum aritmetik işlem, yaş ve başarı düzeyine bağlıdır.

Didiş ve Erbaş (2012), 10. sınıf öğrencileri ile yürüttükleri çalışmada öğrencilerin ikinci dereceden bir bilinmeyenli denklemler kullanılarak çözülebilen sözel problemleri çözme becerileri ile problemin çözüm sürecine etki eden değişkenleri incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında öğrencilerin cebirsel sözel problemleri çözme noktasında yetersiz oldukları görülmektedir. Bir diğer sonuç ise öğrencilerin problem durumunu anlayamaması, probleme farklı bir bakış açısı ile yorum getirememesi, problemlerin denklem kurarak çözülmesinde olumsuz bir etki olarak görülmektedir. Ayrıca çalışmada öğrencilerin problem çözme sürecinde deneyim eksikliklerinin olduğu da çalışma sonucunda görülmüştür.

Wei, Lu, Zhao, Chen, Dong ve Zhou (2012), çocukların aritmetik puanlarındaki cinsiyet farklılıkları ile dil becerilerindeki cinsiyet farklılıkları arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamışlardır. Daha önceki yapılan çalışmaların sonuçlarına göre kızlar erkeklere göre aritmetik becerilerde ortalama olarak sürekli olarak daha yüksek performans göstermiştir. Bu çalışmada bu durum daha büyük örneklem grubu ile çalışılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında kızların aritmetik görevlerde (basit çıkarma, karmaşık çarpma, sayısal değerlerin karşılaştırılması, örüntüler, seri tamamlama görevlerinde erkeklerden daha başarılı olduğu görülmüştür. Erkeklerin, kızlardan zihinsel rotasyon görevinde daha başarılı performans gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Sözcük ve kafiyeye görevlerinin cinsiyet açısından farklılaşmadığı belirlenmiştir. Bunlarla birlikte çalışma sonucunda kızların aritmetikteki avantajlarının dil işlemedeki avantajlarından kaynaklandığı görülmüştür.

Yenice, Özden ve Evren (2012), fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini demografik özellikler açısından incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında problem çözme için oluşan toplam puanların cinsiyet, sınıf düzeyi ve mezun olunan okul değişkenleri yönünden anlamlı şekilde farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Berkant ve Eren (2013), ilköğretim matematik öğretmenliğinde öğrenim gören öğrencilerin problem çözme becerilerinin bazı değişkenler ile ilişkisini araştırmıştır. Çalışma sonunda elde edilen sonuçlara bakıldığında değerlendirici yaklaşım boyutu göz önüne alınarak aylık geliri 1000 lira veya altında olan öğrencilerle ebeveynlerden babaları ortaokul veya daha düşük düzeyde mezun olan öğrencilerin problem çözme algılarının anlamlı olarak yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Fakat değerlendirici yaklaşıma göre problem çözme becerileri algılarının cinsiyet, sınıf düzeyi, lisans öncesi mezun olunan lise türü ve ebeveynlerin eğitim durumları değişkenleri açısından anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Anwar ve Rahmawati (2017), öğrencilerin problem çözme sürecinde kullandıkları sembolik ve sözel temsillerin öğrencilerin zihinlerinde nasıl oluşturulduğunu incelemeyi amaçlamışlardır. Ayrıca çalışmada polya problem çözme yönteminin çözüm aşamasındaki etkinliği de araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında öğrencilerde problemin anlaşılma sürecinden itibaren sembolik temsil sürecinin yapıldığı belirlenmiştir. Problemin tanımlama sürecinde öğrencilerin mevcut problem durumunu iyi tanımlayabildikleri görülmüştür. Problemin çözüm aşamasında öğrenciler tarafından kullanılan sembollerin çözüm aşamasında oldukça

faydalı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca problem de öğrenciler tarafından bilinen bir sözel dilin kullanılması sonucu öğrencilere problemin çözümünde kolaylık sağladığı tespit edilmiştir.

Boz (2018), ilköğretim dördüncü sınıf öğrencileri ile yürüttüğü çalışmasında problem çözme becerisi ile okuduğunu anlama düzeyi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde okuduğunu anlama düzeyinin problem çözme başarısı açısından pozitif yönde anlamlı bir ilişkisi bulunmuştur. Cinsiyet değişkeni yönünden ise anlamlı bir farka rastlanmamıştır.

Karakılıç ve Arslan (2019), matematik akademik başarısı ve problem çözebilme değişkenleriyle kitap okuma değişkeni arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin matematikteki akademik başarıları ve problem çözme değişkenleri ile kitap okuma değişkeni arasında anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir.

Yeltekin (2019), altıncı sınıf öğrencileri ile yürüttüğü çalışmasında hikâyeleştirme yönteminin matematik başarısına, problem çözme ve problem kurma üzerine etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Deney grubundaki öğrencilerin ders işlenişinde hikâyeleştirme yöntemi kullanılırken kontrol grubunda ise geleneksel yöntem kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında hikâyeleştirme yöntemi ile problem çözme ve problem kurma değişkenleri açısından anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bulunan farklılık deney grubu lehinedir. Hikâyeleştirme yöntemi ile matematik başarısı arasında her iki grup içinde anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Hikâyeleştirme yönteminin kullanılmasının matematik öğretim sürecinde problem çözme ve problem kurma üzerine pozitif anlamda etki yaptığı araştırmanın sonuçlardan bir diğeridir.

Küçük (2019), yazma becerisinin matematik öğretim sürecinde problem çözme becerisi üzerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada derslerin yazma etkinlikleri ile yürütüldüğü deney grubu ile matematik öğretim programının öngördüğü şekilde derslerin yürütüldüğü kontrol grubu mevcuttur. Çalışmada ayrıca problem çözme becerisiyle birlikte matematiğe karşı tutum ve kaygı değişkenleri de incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında deney grubunda yazma etkinliklerinin problem çözme becerisine, tutum ve kaygı üzerinde anlamlı bir etki sağladığı görülmüştür. Kontrol grubunda ise normal olarak matematik öğretim programı ile yürütülen sürecin problem çözme becerisine, tutum ve kaygıya anlamlı bir fark yaratmadığı belirlenmiştir.

Aytekin-Uskun (2020), ilkokul dördüncü sınıf öğrencileriyle yürüttüğü çalışmasında dört işlem problemlerinde, gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının kullanılmasının problem kurma ve problem çözme başarısı üzerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında gerçekçi matematik eğitime dayalı bir yaklaşımın geleneksel yaklaşıma göre problem çözme ve problem kurma sürecinde etkililiğin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunların yanında gerçekçi matematik eğitimiyle yapılan öğretim sürecinden sonra dördüncü sınıf öğrencilerinin problem çözme becerileri, problem kurma becerileri, problem içerisindeki veriyi yerinde kullanabilme becerileri, problem durumunda kendi düşüncelerini aktarabilme becerileri, sorunun çözümü için gerekli olan soru kökünü anlayabilme becerilerinin ve dört işlem becerilerinin pozitif yönlü olarak yükseldiği sonucuna ulaşılmıştır. Bunların yanı sıra dördüncü sınıf öğrencilerinin dört işlem becerilerinden toplama işleminde yüksek, çıkarma ve çarpma işlemlerinde orta ve bölme işlemi göz önüne alındığında ise düşük bir başarı gösterdiği belirlenmiştir. Kız öğrenciler ile erkek öğrenciler kıyaslandığında ise kız öğrencilerin toplama, çıkarma ve çarpma işlemleriyle ölçeğin genelinde erkek öğrencilere göre daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Problem çözme becerisi ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı bir fark bulunamazken problem kurma sürecinde kız öğrenciler daha başarılı oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak istatistiksel açıdan problem çözme ve kurma arasında anlamlı bir ilişki bulunurken problem kurmanın, problem çözme üzerinde yordayıcı bir rolü olduğu görülmüştür.

Coşkun ve Soylu (2021), Türkiye’de matematik eğitimi alanında problem çözmeye yönelik yapılmış olan çalışmaları incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmacı çalışmasını 2000-2020 yılları arasındaki çalışmalar ile sınırlı tutmuştur. Çalışmanın sonucunda ise katılımcılarının okuma becerisinin, problem çözme becerisiyle doğru orantılı şekilde pozitif bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışmada katılımcıların kavramsal soru çözme ve yaratıcılık isteyen problem çözme süreçlerinde başarı gösteremedikleri sonucuna ulaşılmıştır. Problemin çözüm aşamasında ise katılımcıların problemi anlama, problemin gidişat yoluna göre plan yapma ve problemin sonuç aşaması olan değerlendirme basamaklarında ise yetersiz oldukları sonucuna varılmıştır.

### **İşlemsel ve Kavramsal Bilgi**

Matematik süreci içerisinde Skemp tarafından işlemsel ve kavramsal bilgi olmak üzere iki tür bilgi olduğu söylenmektedir (Baki, 1998). Alanyazına bakıldığında işlemsel ve kavramsal bilgiye ilişkin birçok tanım olduğu görülmektedir. Bu

tanımlardan bazılarına bakıldığında Post ve Cramer (1989; akt. Özyıldırım-Gümüş ve Umay, 2017) göre işlemsel bilgi, matematiksel dilin sembolik boyutunu, aritmetik becerisini, kuralları ve matematiksel durumların çözüm sürecinde kullanılan işlemsel basamakların olduğu bir bilgidir. İşlemsel bilginin alanyazındaki bir başka tanımı ise problemin çözümünde kullanılan sembol, aritmetik beceriler ve rutin kurallardır (Hiebert ve LeFevre,1986; Van de Walle, 2004). İşlemsel bilginin kullanabilme becerisine işlemsel beceri denir (Skemp, 1987). İşlemsel bilginin matematik içerisindeki anlamına bakıldığında matematiğin kendine has dili ile yazılan kavram ve sembollerin bilinmesi ve çözüm sürecinde oluşan bir algoritmada formüller ve kurallar yardımıyla aritmetik olarak işlemlerin yapılıp sonuca ulaşılmasıdır. İşlemsel bilgi içerisinde iki alt başlık mevcuttur. Bu başlıklardan birincisi matematiksel dil ile ilişkili bir kavram olan çoklu temsillerdir. Diğer başlık ise problem çözme sürecinde kullanılan işlemler ve bağıntılardır. Bir problem çözüm sürecinde kullanılan işlemsel bilgi için öncelikle problem durumunun matematiksel dil ile açıklanması gerekir. Daha sonra çözüm sürecine ilişkin yöntemler belirlendikten sonra uygulanır (Baki ve Kartal, 2004). Kavramsal bilgi ise çözüm aşamasında bilişsel süreçle birlikte oluşan bilgi ağlarının kendi aralarında birbiriyle birleşmesi ve sorunun çözümünün sadece aritmetik bir süreç olmamasıdır. Çözüm aşamasında aritmetik işlemlerin yanında çeşitli bilişsel süzgeçlerin kullanılarak sonuca ulaşılma sürecidir (Hiebert ve Lefevre, 1986). Ersoy'a (2002) göre kavramsal bilgi, kişilerin kendi iç dünyalarında oluşturdukları ve kendi arasında anlamlı bir bütünlüğü olan ilişkililerdir. Matematik içerisinde her ne kadar işlemsel ve kavramsal öğrenme olarak iki tür öğrenme mevcut olsa da bu öğrenmelerin birbirinde bağımsız olduğunu söylemek mümkün değildir. Rittle-Johnson, Schneider ve Star (2015), matematik öğrenimi sürecinde işlemsel bilginin kavramsal bilgiyi desteklediğini belirtirken bu durum tersi olan kavramsal bilginin de işlemsel bilgiyi desteklediği de görülmektedir. Bu bağlamda kavramsal ve işlemsel bilgi arasında çift yönlü bir ilişki olduğu söylenebilir. Problem çözme süreci ile işlemsel bilgi ve kavramsal bilgi arasındaki ilişkiye bakıldığında işlemsel ve kavramsal bilginin problem çözümü için gerekli olan çoklu temsilleri etkilediği düşünülebilir (Haapasalo ve Kadjevich, 2000). Problem çözme, işlemsel ve kavramsal bilginin gelişiminde önemli bir etkidir (Silver, 1986). Ayrıca problem çözme süreci ile işlemsel ve kavramsal bilgi kendi içlerinde birbirleriyle ilişkilendirilmelidir (Bernardo, 1999). Problem çözme sürecinde kullanılan çoklu temsilde, öğrenciler matematiksel kavram ile bağlamlar arasında ilişkiler kurabilmelidir. Ayrıca kavramları, matematiksel dil ile ifade edebilmeli ve çözüm

sürecinde gerekli olan işlem, bağıntı ve formülleri kullanma yeterliliğine sahip olmalıdır (Lesh ve Doerr, 2003). İşlemsel ve kavramsal öğrenmelerinin matematik sürecinde dengelenmesi gerekmektedir (Birgin ve Gürbüz, 2009).

İşlemsel ve kavramsal öğrenme ile alanyazında yapılmış birçok mevcut çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

### **İşlemsel ve Kavramsal Bilgi ile İlgili Alanyazında Yapılan Araştırmalar**

Araştırmada problem çözme becerisi içerisinde işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri incelendiğinden alanyazında işlemsel ve kavramsal bilgi ilgili yapılan bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Haser ve Ubuz (2002), kesirler konusunda işlemsel ve kavramsal öğrenmeyi incelemek amacıyla çalışmalarını yapmışlardır. Verilerin toplanma sürecinde 14 tane kavramsal ve işlemsel soru kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında ise aynı ortak hedefi içeren farklı kavramsal sorularda farklı performanslar ortaya çıkmıştır. İşlemsel performans ölçmeye yarayan sorularda ise kesirlerde çarpma ve çıkarma işlemlerini içeren farklı tipteki sorularda, toplama işlemi göz önüne alındığında daha düşük sonuçlar alınmıştır.

Birgin ve Gürbüz (2009), ilköğretim ikinci kademe öğrencileri ile yaptıkları çalışmada rasyonel sayılar konusunda işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerini karşılaştırmak için bir çalışma yapmışlardır. Verileri toplamak için altı tane işlemsel ve altı tane kavramsal olmak üzere 12 soru içeren bir test uygulanmıştır. Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında ise kavramsal bilgi sorularındaki performansın işlemsel bilgi sorularına göre daha düşük düzeyde kaldığı görülmüştür. Kavramsal bilgi sorularında işlemsel bilgi sorularına kıyasla daha düşük performans gösterildiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca işlemsel ve kavramsal sorularda öğrencilerin istenilen düzeyde performans gösteremedikleri çalışmanın bir diğer sonucudur.

Kaya ve Keşan (2012), işlemsel ve kavramsal bilgi becerilerini belirlemek için yürüttükleri çalışmada üniversite sınavına hazırlanan sayısal bölüm öğrencileriyle araştırmalarını gerçekleştirmişlerdir. Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında ise öğrencilerin işlemsel bilgi gerektiren sorularda daha yüksek düzeyde performans gösterdikleri görülmüştür. Ayrıca işlemsel bilgi içeren sorularda soruların algılanmasının kavramsal bilgi içeren sorulara göre daha iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Surif, Ibrahim ve Mokhtar (2012), öğrencilerin kimya dersindeki çözme becerilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Veri toplama sürecinde işlemsel ve kavramsal

bilgileri ölçen testler kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında öğrencilerin kavramsal ve işlemsel bilgi düzeylerinin zayıf olduğu görülmüştür. Ayrıca işlemsel bilgi düzeyini ölçen sorular ile kavramsal bilgi düzeyini ölçen sorular arasında orta düzeyde pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Lin, Becker, Byun, Yang ve Huang (2013), dört kesir alanında öğretmen adaylarının işlem bilgisindeki farklılıklarını incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın örnekleminde iki farklı ülkeden seçilen öğretmen adayları mevcuttur. Çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında Çin vatandaşı öğretmen adaylarının kesirler konusundaki işlemsel bilgide daha başarılı oldukları görülmüştür. Kavramsal bilgide ise iki farklı ülke için anlamlı bir fark bulunamamıştır. Çalışmanın bir diğer sonucu ise kesirler konusundaki işlemsel ve kavramsal bilgi arasında zayıf düzeyde pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğudur.

Khashan (2014), ilköğretimde görev yapan matematik öğretmenlerinin rasyonel sayılar konusundaki kavramsal ve işlemsel bilgi düzeylerini belirlemeyi amaçlamıştır. Örneklem deneyimli ve mesleğe yeni başlayan öğretmenlerden oluşmaktadır. Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında öğretmen adaylarının işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerinin orta düzeyde olduğu görülmüştür. Aynı zamanda işlemsel bilgi ile kavramsal bilgi arasında anlamlı bir fark bulunmuş olup farklılaşma işlemsel bilgi lehinedir. Çalışmada ayrıca deneyimli öğretmenler ile mesleğe yeni başlayan öğretmenler arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Deneyimli öğretmenlerin işlemsel ve kavramsal bilgilerinin belirlenmesi sonucu oluşan puanları daha yüksektir.

Şengül ve Erdoğan (2014), altıncı sınıf öğrencilerinin bildirimsel, işlemsel ve koşullu bilgi düzeyleri ile başarı seviyelerinin cinsiyet değişkeni ile ilişkisi incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde cinsiyet değişkeninin bildirimsel ve işlemsel bilgi düzeyleri açısından anlamlı farklılaşmadığı belirlenmiştir. Bunun yanında başarı düzeyinin de cinsiyet değişkeni açısından anlamlı şekilde farklılık göstermediği görülmüştür. Koşullu bilgi düzeyleri yönünden erkek öğrencilerin kızlara göre daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Karaaslan ve Ay (2017), öğretmen adaylarının olasılık bilgisine dair alan bilgilerinin kavramsal ve işlemsel bilgi esas alınarak değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Araştırmanın sonuçlarına bakıldığında ise öğretmen adaylarının işlemsel bilgiye orta düzeyde sahip oldukları görülürken kavramsal bilgi düzeyinde yüksek düzeyde eksiklerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca işlemsel bilgi

düzeyinde sorulan işlemsel soruları çözdüklerinde ise çözümü neden bu şekilde yaptıklarını açıklayamadıkları sonucuna ulaşmıştır.

Yazır ve Akkoç (2017), 9.sınıf kademesinde meslek lisesi örneklemindeki öğrencilerin cebir alanında işlemsel ve kavramsal bilgi yeterliliklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Veri toplama sürecinde beş tane işlemsel ve beş tane kavramsal soru olmak üzere on soruluk bir "cebir sınavı" kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında ise kavramsal soru ve işlemsel soru soruların puanlama sonucunda oluşan değerlerin birbirine yakın olduğu görülürken her iki soru türünde de başarı seviyesi düşüktür. Ayrıca öğrencilerin çalışma sürecinde işlem soru içeren sorularda zorlandıkları ve işlemleri yapmakta zorlandıkları görülmüştür.

Aydın (2018), altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin açılar konusundaki işlemsel ve kavramsal bilgi becerilerini sınıf ve cinsiyet değişkenlerine göre incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında işlemsel bilgiyi belirlemede kullanılan sorularda cinsiyet açısından anlamlı farklılaşma görülürken kavramsal bilgi sorularında ise anlamlı farklılaşma görülmemiştir. Açılar konusundaki işlemsel ve kavramsal bilgi becerileri sınıf düzeyinde anlamlı şekilde farklılaşmış olup farklılaşma altıncı sınıfların lehinedir.

### **Üslü ve Kareköklü İfadeler**

Matematik doğası gereği kümülatif şekilde ilerleyen birbirine bağlı birçok alt öğrenme zincirinden oluşan bir alandır. Bu durum ise matematik eğitiminde sarmal bir eğitim yapısının gerekliliğini oluşturmaktadır. Matematiğin birbirine bağlı şekilde ilerleyen bir alan olmasından dolayı matematiksel kavramların doğru şekilde öğrenilmesi gereklidir. Bu bağlamda öğrenilmeden veya yanlış olarak öğrenilen bir kavramın ilişkili olduğu diğer kavramları da etkileyeceği görülmektedir (Duatepe-Paksu, 2008). Matematikte sayılar ve işlemler öğrenme alanında yer alan üslü ve kareköklü ifadeler öğrencilerin zorlandıkları öğrenme alanlarından. Bu alt öğrenme alanlarının birçok farklı alt öğrenme alanları ile ilişkisi mevcuttur. Bu nedenden dolayı bu alt öğrenme alanlarının öğrenciler tarafından eksiksiz ve anlamlandırılarak öğrenilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır. Ayrıca üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanları öğrenciler tarafından kompleks olarak görülen ve soyut alt öğrenme alanlarından (Şenay, 2002). Bu duruma etki eden nedenlerden birinin üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarının günlük hayat ile çok bir bağlantısının olmaması söylenebilir. Bu alt öğrenme alanlarının öğrenciler tarafından öğrenilme güçlüğü yaşanan alt öğrenme alanlarından olmasında etkili olan bir başka neden ise

öğrencilerin daha önce öğrendikleri kurallara dayalı işlemleri veya formülleri üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarında da kullanmak istemeleridir. Bu alt öğrenme alanların soyut olması ve anlamlandırılması için bir süreç gerektirmesinden dolayı yapılandırılmadan öğrenilmeye çalışılan bilgilerin bu alt öğrenme alanlarında kullanılmaya çalışılması başarılı sonuçlar vermemektedir. Bu durum ise öğrencilerde üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarının öğrenilmesi güç alt öğrenme alanları olarak algılanmasına sebep olmaktadır (Duatepe-Paksu, 2008). Üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarının diğer öğrenme alanları ile ilişkisi, farklı sınıf seviyelerindeki yeri ve önemi, soyut kavramlar içermesinin yanında bu alt öğrenme alanlarının eksiksiz öğrenilmesinin diğer alt öğrenme alanları içinde gerekliliği dikkate alındığında matematik öğretiminde bu alt öğrenme alanlarının önemli olduğu söylenebilir.

### **Üslü ve Kareköklü İfadeler ile İlgili Alanyazında Yapılan Araştırmalar**

İymen (2012), sekizinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışmada üslü sayıların oluşturduğu sorularda sayı duyularının, sayı duyusu bileşenleri açısından incelemesini gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadeler alt öğrenme alanında sayı duyularını kullanmada yetersiz oldukları görülmektedir. Bunun yanında çalışmada öğrencilerin kısa ve pratik çözümler yerine daha uzun ve zaman alan ve işlemsel soru olarak çok daha fazla işlem içeren çözümleri kullandıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin sorunun çözüm sürecindeki işlemlerin soru üzerindeki etkilerini anlama üzerinde sayı duyusunun yetersiz kaldığı çalışma sonucunda görülmüştür.

Aslan (2018), etkinlik temelli öğretimin üslü sayılar konusunda kullanılması sonucu öğrencilerin matematik başarılarındaki durum, matematiğe karşı olan tutum, kaygı ve endişe durumlarını araştırmıştır. Araştırmacı çalışmada nicel yöntemi tercih etmiş olup iki tane sınıf deney ve bir tane sınıf ise kontrol grubudur. Verilerin toplanmasında kaygı, tutum ve endişe için ölçekler uygulanmış üslü ifadeler alt öğrenme alanında yapılan etkinliklere verilen cevaplar veri olarak kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen verilere bakıldığında etkinlik temelli yapılan matematik eğitiminde öğrencilerin matematik başarılarının pozitif yönlü artış gösterdiği görülürken endişe düzeylerinin ise azalış gösterdiği görülmektedir. Çalışmada öğrencilerin tutumlarında ise değişme olmadığı görülmektedir.

Dinç (2018), sekizinci sınıf öğrencileri ile yürüttüğü bir çalışmada öğrencilerin kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında sahip oldukları bilgileri oluşturma

süreçlerini araştırmıştır. Araştırma boyunca matematik başarı yönünde düşük, orta ve yüksek seviyede üçer öğrenci ile çalışılmıştır. Verilerin toplanma sürecinde görüşme formu sırasında alınan öğrencilerin video kayıt görüntüleri kullanılmıştır. Verilerin değerlendirme sürecinde ise RBC+C soyutlama teorisinden faydalanılmıştır. Bu teoriye göre oluşturulan ana temada veriler üç başlık olarak tanıma, kullanma ve oluşturma altında toplanmıştır. Çalışmanın sonucuna bakıldığında ise matematik seviyesi iyi olan iki öğrencinin oluşturma basamağına kadar ulaştıkları görülmektedir. Orta düzeyde matematik başarısı olan öğrencilerin tanıma ve kullanma basamaklarına ulaştıkları sonucuna varılmıştır. Düşük matematik başarısına sahip öğrencilerin bir kısmı tanıma veya kullanma basamaklarına ulaşmada yetersiz kalmıştır.

İlhan (2019), üslü sayılar ile ilgili yapılan etkinlerin kazanımların elde edilme sürecine etkisini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda üslü ifadeler alt öğrenme alanının eğitim temelli anlatılmasının kazanımın kazandırılmasına etkisinin deney grubunun ilk test puanları ile son test puanlarına etkisi pozitif yönlü olumlu şekilde olmuştur. Ayrıca kontrol grubundaki öğrenciler açısından bakıldığında ise ilk test puanlarına göre son test puanlarının anlamlı şekilde artış gösterdiği görülmektedir.

Aydoğdu, Tutak ve Göçük (2020), sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ve kareköklü sayılar konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmeyi hedeflemiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında öğrencilerin matematik dersinde benimsedikleri olumsuz tutumun ve önyargının, bilgilerin yapılandırılmadan daha çok ezbersel şekilde kullanılmaya çalışılmasının, konularda somutluktan daha çok soyutluğa sebep olduğu belirlenmiştir. Bazı öğrencilerin konuyu çalışmak için yeterli düzeyde kaynağa ulaşamamasının, kullanılan kaynaklarının bilgi doğruluğunun yeteri düzeyde iyi olmamasının öğrencilerde kavram yanlışlığı oluşturduğu görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin konu ile oluşturulan kuralları ezberci düşünce gereği genelleyerek benimsemesiyle uygulamaya çalışmasının da kavram yanlışlarına sebep olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## BÖLÜM III

### YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde araştırmada kullanılan model, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin toplanma süreci ve verilerin analizi yer almaktadır.

#### Araştırmanın Modeli

Mevcut araştırmada 8.sınıf düzeyinde üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarında matematiksel kavram ve sembollerini anlamları yeterliliğinin bu yeterliliği içeren problem çözme becerisi ile arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu durum çalışmanın ilişkisel yönünü göstermektedir. Bu bağlamda mevcut araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. İlişkisel tarama modeli iki veya daha fazla değişken arasında değişimin birlikte olup olmadığını saptamak için kullanılan bir tarama yaklaşımıdır. İlişkisel tarama modelinde belirlenen değişkenler arasında bir ilişki olup olmadığı ve eğer aralarında bir ilişki varsa bunun nasıl olduğu belirlenmeye çalışılır (Karasar, 2011).

#### Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2021-2022 eğitim öğretim yılında Orta Karadeniz Bölgesi'nde bulunan bir ilimizin farklı türdeki devlet okullarından seçilen 150 8. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrencilerin seçilmesinde birer tane imam hatip ortaokulu, merkez ortaokul, taşınmalı ortaokul ve köy okulu kullanılmıştır. Örneklemin seçilmesinde seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemi kullanılarak araştırma yapılacak okullar seçilmiştir. Maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemi, evrende incelenen problem durumunda problemin kendi içinde birbiriyle benzeşik ve farklı durumların saptanarak çalışma sürecinin bu durum üzerine kurulmasıdır. Maksimum çeşitlilik örneklemede temel olarak amaç, araştırmada belirlenen amaçla ilgili belirlenen farklı durumlar arasındaki ortak ya da ayrılan yönlerin, örüntülerin ortaya çıkarılması ve probleme daha geniş bir açıdan bakılmasıdır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2019, s. 93).

Araştırmada yer alan örnekleme oluşturan 8.sınıf öğrencilerin sayıları ve okul türlerine ilişkin bilgiler aşağıdaki Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Katılımcıların Cinsiyet ve Okul Türlerini Gösteren Frekans Yüzde Tablosu

Değişken		N	%
Cinsiyet	Kız	96	64
	Erkek	54	36
	Toplam	150	100
Okul Türleri	Merkez Ortaokul	33	22
	Taşınmalı Ortaokul	58	38.6
	İmam Hatip Ortaokulu	32	21.3
	Köy Okulu	27	18
	Toplam	150	100

Tablo 2'ye bakıldığında örneklem içerisinde bulunan toplam kız öğrenci sayısının erkek öğrenci sayısından fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca örneklem içerisinde bulunan okul türlerine bakıldığında en fazla öğrencinin taşınmalı ortaokulda olduğu en az öğrencinin ise köy okulunda bulunmaktadır.

### Veri Toplama Araçları

Araştırmada verileri toplamak için iki form kullanılmıştır. Bu formlardan birincisi üslü ifadeler alt öğrenme alanına aittir. Bu formda üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemler bulunmaktadır. Çalışmada bu form üslü ifadeler yapılandırılmış formu (ÜİYF) şeklinde isimlendirilmiştir. Veri toplamada kullanılan ikinci form ise kareköklü ifadeler alt öğrenme alanına aittir. Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanı ile ilgili matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemlerden oluşan bu forma kareköklü ifadeler yapılandırılmış formu (KİYF) olarak isimlendirilmiştir. ÜİYF'de matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemek için beş kural bulunurken bu kurallar ile ilgili şekilde hazırlanmış beş tane işlem bilgisi içeren problem ve iki tane kavram bilgisi içeren problem olmak üzere 12 test maddesi bulunmaktadır. KİYF'de matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemek için beş kural bulunurken bu kurallar ile ilgili şekilde hazırlanmış beş tane işlem bilgisi içeren problem ve iki tane kavram bilgisi içeren problem olmak üzere 12 test maddesi bulunmaktadır. Her iki form da bulunan test maddelerin sayısı aynıdır.

## ÜİYF'nin Geliştirilme Süreci

Öncelikle araştırmacı tarafından çalışmanın problem ve alt problemleri doğrultusunda uygun soruları bulmak için alanyazın taramasına başlanmıştır. Bu süreçte ilk olarak detaylı bir alanyazın taraması yapılmış ve çalışmaya benzer çalışmalardan İymen (2012), Nalbant (2015), Uçar (2019), Baki'nin (2018) çalışmalarından fikir edinilmiştir. Ayrıca Milli Eğitim Bakanlığı Ölçme Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü [ÖDGSM] tarafından yayımlanan beceri temelli örnek sorulardan (MEB, 2019a; 2020a; 2021a), 8. sınıflar ders kitapları (Böge ve Akıllı, 2021; Erenkuş ve Eren-Savaşkan, 2021), MEB (2018) ve Sınavla Öğrenci Alacak Ortaöğretim Kurumlarına İlişkin Merkezi Sınav (MEB, 2019b; 2020b; 2021b ve 2022a) sayısal bölüm sorularından faydalanılmıştır. Alanyazın taraması sonucunda araştırmacı tarafından taslak bir form oluşturulmuştur. Bu forma "*8. Sınıf Sayılar ve İşlemler Kazanım Alanından Seçilen Matematiksel Kavram ve Probleme Ait Görüşme Formu*" olarak isim verilmiştir. Bu formda öğrencilerin üslü ifadeler hakkında sahip oldukları genel bilgileri belirlemek amaçlı "*üslü ifade kavramının sizin için ne anlama geldiğini detaylı şekilde açıklayınız*" şeklinde bir soru oluşturulmuştur. Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemek amacıyla MEB (2018), MEB (2019b; 2020b; 2021b ve 2022a) sorularından yararlanılmıştır. Bu bağlamda araştırmacı tarafından kazanımlar dikkatlice incelenmiş ve üslü ifadeler alt öğrenme alanında bulunan "*üslü ifadelerle ilgili temel kuralları anlar, birbirine denk ifadeler oluşturur*" kazanımından soruların seçilmesi uygun görülmüştür. Bu kazanıma bağlı olarak "*ele alınması gereken kurallar*" alt başlığı içerisindeki sekiz kuraldan beş tanesi seçilmiştir. Bu kurallar seçilirken araştırmacı 2019-2022 yılları arası MEB (2019b; 2020b; 2021b ve 2022a) sınav soruları dikkatlice incelenmiştir. Yapılan inceleme sonuçlarına göre üslü ifadeler alt öğrenme alanı ile ilgili sorularda aşağıdaki kurallara yer verildiği belirlenmiştir.

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n}, a^m \div a^n = a^{m-n} \text{ ve } (a^m)^n = a^{m \cdot n} \text{ (MEB, 2019b).}$$

$$a^m \div a^n = a^{m-n}, a^m \cdot a^n = a^{m+n} \text{ ve } (a^m)^n = a^{m \cdot n} \text{ (MEB, 2020b).}$$

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n}, a^m \div a^n = a^{m-n} \text{ ve } (a^m)^n = a^{m \cdot n} \text{ (MEB, 2021b).}$$

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n} \text{ ve } a^m \cdot b^m = (a \cdot b)^m \text{ (MEB, 2022a).}$$

Bu bağlamda üslü ifadeler alt öğrenme alanındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemek için kurallar seçilirken dört sene içerisinde (2019b-2022a) en fazla kullanılan kurallar dikkate alınarak seçimler yapılmıştır. Bu

kurallar dışında seçilen  $a^n = \frac{1}{a^{-n}}$  kuralı ise 8.sınıf ders kitaplarındaki (Böge ve Akıllı, 2021; Eren ve Eren-Savaşkan, 2021) sorular analiz edildiğinde fazla şekilde kullanıldığı görülmüş olup forma dâhil edilmiştir. Daha sonra seçilen kurallar için üç alan uzmanı ve en az on yıllık mesleki deneyime sahip üç matematik öğretmeninden görüşler alınmıştır. Araştırmacı tarafından MEB (2019a; 2020a; 2021a), 8.sınıf matematik ders kitapları (Böge ve Akıllı, 2021; Eren ve Eren-Savaşkan, 2021) ve MEB (2019b; 2020b; 2021b ve 2022a) sayısal bölüm soruları dikkatlice incelenerek matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemek için seçilen kurallar ile ilişkili olacak şekilde yedi tane işlem bilgisi içeren problem ve üç tane kavram bilgisi içeren problem forma eklenmiştir. Daha sonra araştırmacı tarafından oluşturulan "*8. Sınıf Sayılar ve İşlemler Kazanım Alanından Seçilen Matematiksel Kavram ve Probleme Ait Görüşme Formu*" üç alan uzmanı ve mesleki deneyimi en az on yıl olan üç matematik öğretmenine formdaki test maddelerinin araştırmanın amacına, içeriğine uygunluğu, test maddelerin biçimsel ve anlamsal olarak yapısal durumu, soruların zorluk düzeyleri hakkında dönütler almak için gönderilmiştir. Alan uzmanları ve matematik öğretmenlerinden gelen dönütler doğrultusunda form üzerinde değişiklikler ve düzeltmeler yapılmıştır. Yapılan işlemler aşağıdaki gibidir:

- Öncelikle form için verilen ismin çalışmanın içeriğine ve amacına uygun olmadığı, çalışmanın iki alt öğrenme alanı üzerine yoğunlaştığı ve başlığın anlamsal olarak sorunlar içerdiği dönütleri göz önüne alınarak formun ismi "*Üslü İfadeler Yapılandırılmış Formu*" olarak değiştirilmiştir.
- Üç alan uzmanı ve üç matematik öğretmenin soruları titizlikle incelemesi sonucunda araştırmacı tarafından forma eklenen "*üslü ifade kavramının sizin için ne anlama geldiğini detaylı şekilde açıklayınız*" sorusu araştırmanın amacına, yöntemine uymaması ve öğrenci seviyesine uygun bulunmaması görüşleri dikkate alınarak formdan çıkarılmıştır.
- Alan uzmanları ve matematik öğretmenleri tarafından formdaki problemlerin sayısının çok ve formun çok yoğun bir içeriğe sahip olduğunu belirtilmiştir. Formdaki test maddelerinden azaltılma yapılmasının uygun olacağı görüşleri dikkate alınarak değişiklikler yapılmıştır. Bu bağlamda bir alan uzmanı ve üç matematik öğretmenin "*matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırmayı belirlemek için kullanılan her kuralın bir işlem bilgisi içeren problem ile örtüşmeli*" dönütü doğrultusunda içerik ile paralellik göstermeyen, bir problem içerisinde

birden fazla kural içeren işlem bilgisi içeren problemlerden ikisi formdan çıkarılarak işlem bilgisi içeren problemlerin sayısı beşe düşürülmüştür.

- Kavram bilgisi içeren problemler için üç alan uzmanı ve üç matematik öğretmenin görüşü alınarak soru sayısının fazla olduğu belirtilmiştir. Bu bağlamda bir alan uzmanı ve üç matematik öğretmenin görüşleri doğrultusunda diğer problemlere göre daha geniş kapsamlı kural durumları içeren ve biçimsel olarak daha iyi olduğu düşünülen problemler formda bırakılmıştır. Diğer problem formdan çıkarılarak problem sayısı ikiye düşürülmüştür. Bu şekilde uzman görüşleri doğrultusunda formdaki yoğunluk azaltılmaya çalışılmıştır.

- Üç alan uzmanı ve üç matematik öğretmeninden gelen dönütler doğrultusunda formdaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırmayı belirlemek için seçilen kurallar ile bu kurallara bağlı işlem bilgisi içeren problemler paralel olacak şekilde düzenlenmiştir. Bu durum örnekle açıklanacak olursa " $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$ " kuralı ile " $2^8 \cdot 2^{-10}$ " işlem bilgisi içeren problemi ÜİYF'de aynı soru numarasındadır. Diğer kurallar ve işlem bilgisi içeren problemler için bu dönüt dikkate alınarak düzenlemeler yapılmıştır.

Tüm bu yapılan işlemlerin sonucunda ÜİYF, matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırmayı belirlemek için beş kural ve bu kurallarla ilişkili şekilde beş tane işlem bilgisi içeren problem ve iki tane kavram bilgisi içeren problem olmak üzere 12 test maddesi içeren taslak form şeklinde hazırlanmıştır. Testin bu son hali araştırmacı tarafından ilk 20 öğrenciye pilot çalışma olarak uygulanmıştır.

### **ÜİYF'nin Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi**

Bir ölçme aracında güvenilirlik, geçerlilik için bir ön şarttır. Bir ölçme aracının geçerliği için güvenilirlik gerekli ama yeterli bir şart sayılmaz. Ayrıca bir ölçme aracı geçerli ise kesinlikle güvenilirdir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2019, s. 126). Bu bağlamda araştırma kapsamında araştırmacı tarafından oluşturulan ve katılımcıların üslû ifadeler alt öğrenme alanını ile ilgili matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterlilikleri ile bu yeterliliklere ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerilerini ölçmeyi amaçlayan testin yapısal özelliklerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla teste ilişkin uzman görüşleri aracılığıyla kapsam geçerliği ve görünüş geçerliliği, açımlayıcı faktör analizi ile yapı geçerliği ve Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı hesaplanarak güvenilirliği incelenmiştir. Öncelikle testin geliştirilme aşamasında uygulayıcı olan araştırmacı alanyazından ve

ilgili müfredattan faydalanarak soruları hazırlamıştır. Ardından ölçme aracının geçerliğini arttırmak amacıyla sorular hakkında üç alan uzmanından ve en az on yıllık mesleki tecrübeye sahip üç matematik öğretmeninden görüşler alınarak testin kapsam ve görünüş geçerliliğini artırıcı düzenlemeler yapılmıştır. Ardından gerçekleştirilen analizlere aşağıdaki bölümlerde yer verilmiştir.

Açımlayıcı faktör analizlerine başlamadan önce verilerin normallik varsayımlarının karşılanması gerekmektedir. Matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterlilikleri ile bu yeterliliklere ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerilerine ait basıklık ve çarpıklık değerlerinin -1.96 ile +1.96 arasında değişiklik gösterdiği görülmüştür. Açımlayıcı Faktör Analizi için incelenen Kaiser Meyer Olkin (KMO) ve Bartlett's Küresellik Testi'ne göre KMO katsayısı .91, Bartlett's Küresellik Testi değeri .00 olarak hesaplanmıştır. KMO değerinin .91 çıkması örneklem yeterliğinin iyi düzeyde olduğunu ifade etmektedir. Anti İmaj Korelasyon Matrisinde yer alan kesişim noktasındaki değerlerin ise .05'ten büyük olduğu tespit edilmiştir. Açıklanan Toplam Varyans tablosuna ve Yamaç Eğitim Grafiğine bakıldığında iki faktörlü bir yapının ortaya çıktığı (*Matematiksel kavram ve Sembollerini Anlamlandırma Yeterliliği ile Problem Çözme Becerileri*) saptanmıştır. Açımlayıcı Faktör Analizi ile maddelere ait faktör yüklerinin .54 ile .84 arasında değiştiği ve faktör yüklerinin .40'tan yüksek olduğu anlaşılmıştır. Tablo 3 'de üslü ifadeler testine ilişkin faktör analiz matrisi gösterilmiştir.

Tablo 3. Üslü İfadeler Testine İlişkin Faktör Analizi Matrisi

Maddeler	Matematiksel Kavram ve Sembollerini Anlamlandırma Yeterlilikleri	Problem Çözme Becerileri (İşlem Bilgisi İçeren Problem-Kavram Bilgisi İçeren Problem)
MD1	.82	
MD2	.80	
MD5	.79	
MD4	.77	
MD3	.73	
PÇ-İ2		.84
PÇ-İ1		.76
PÇ-İ4		.75
PÇ-İ3		.61
PÇ-K1		.66
PÇ-K2		.60
PÇ-İ5		.54

MD: Matematiksel Kavram ve Sembollerini Anlamlandırma Yeterliliği; PÇ-K Problem Çözme-Kavram Bilgisi İçeren Problem; PÇ-İ: Problem Çözme-İşlem Bilgisi İçeren Problem

Tablo 3'e bakıldığında üslü ifadeler testine yönelik yapılan açımlayıcı faktör analizi matrisine göre iki alt boyut olduğu görülmektedir. Oluşan bu boyutlar Matematiksel Kavram ve Sembollerini Anlamlandırma Yeterliliği ve Problem Çözme Becerileridir. Açımlayıcı faktör analizi sürecinde kaç boyuta (faktöre) ihtiyaç olduğu sorusu oldukça önemlidir. Bu bağlamda faktör sayısını belirlemek ile ilgili bazı stratejiler mevcut olsa da en çok kullanılan iki strateji; Toplam Varyans Tablosu (Özdeğerler Yöntemi) ve Yamaç Eğim Grafiği (Scree Plot)'dur. Bu yöntemlerden özdeğerler yöntemi varyans tablosu içinde bulunan boyutlardan özdeğeri 1'i geçenlerin bir faktör olarak kabul göreceğini gösteren bir yöntemdir (Polat, 2012). Bir diğer strateji yöntemi Yamaç Eğim Grafiğinde ise y eksenini özdeğerleri ve x eksenini ise faktör sayısını (bileşenleri) göstermektedir. Yamaç eğim grafiğinde ilk boyutlar en yüksek özdeğere sahipken faktör sayısının artışı sonucunda özdeğerlerin oranında da azalma görülür. Yamaç Eğim Grafiğinde dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan birisi de eğimin değiştiği noktalardır (Thompson, 2004).

Açımlayıcı faktör analizi sonucunda ÜİYF' de iki alt boyut olduğu belirlenmiştir. Bu durumu açıklamak için kullanılan iki strateji yöntemi Toplam Varyans Tablosu ve Yamaç Eğim Grafiğidir.

Aşağıda ÜİYF'e ait Toplam Varyans Tablosu, Tablo 4 ile gösterilmiştir.

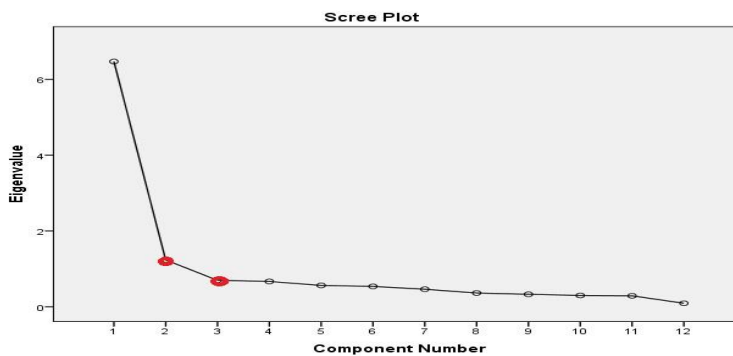
Tablo 4. ÜİYF Açımlayıcı Faktör Analizi Açıklanan Toplam Varyans Tablosu

Başlangıç	Baştaki Özdeğerler			Kare Yüklerinin Çıkarma Toplamları			Rotation Sums of Squared Loadings
	Toplam	Varyans%	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam
1	6.469	53.905	53.905	6.469	53.905	53.905	5.842
2	1.233	10.278	64.184	1.233	10.278	64.184	4.526
3	.698	5.817	70.001				
4	.667	5.562	75.563				
5	.563	4.691	80.254				
6	.538	4.480	84.734				
7	.463	3.855	88.589				
8	.363	3.026	91.615				
9	.329	2.740	94.355				
10	.297	2.477	96.832				
11	.288	2.403	99.235				
12	.092	.765	100.000				

\*Rotation Sums of Squared Loadings: Kare Yüklemelerinin Döndürme Toplamı

Tablo 4'e bakıldığında başlangıç öz değerleri sütununda toplam varyans içinde faktörlerin her birinin toplam varyansa sağladığı katkıya ilişkin birikimli yüzdesi de görülmektedir. Baştaki Özdeğerler sütunu faktör sayısı için öneri sunmaktadır. Buna bağlı sütun incelendiğinde açımlayıcı faktör analizinde iki faktör önerilmektedir. Faktör sayısının iki olmasının nedeni faktörlerin ikisinin de özdeğerlerinin 1'den yüksek olmasıdır. Faktörlerin iki tanesinin toplam varyansa sağladığı katkı % 64,184'tür.

ÜİYF'de iki alt boyut olduğunu belirlemek için kullanılan bir diğer yöntem ise Yamaç Eğim Grafiğidir. Aşağıda ÜİYF'nin açımlayıcı faktör analizi sonucu iki alt boyutu olduğuna ilişkin Yamaç Eğim Grafiği Şekil 2 ile gösterilmiştir.



\*\*Eigenvalue: Özdeğer, \*Component Number: Bileşen Sayısı

Şekil 2. ÜİYF Açımlayıcı Faktör Analizi Yamaç Eğim Grafiği

Şekil 2'de Yamaç Eğim Grafiği incelendiğinde çizginin kırmızı ile işaretli iki noktada keskin bir şekilde eğiminin yön değiştirdiği görülmektedir. Bu durum geliştirilen ÜİYF'nin iki faktörlü yapısının olduğunu göstermektedir.

Açımlayıcı Faktör Analizi ile incelenen yapı geçerliğinin ve uzman görüşü doğrultusunda dikkate alınan kapsam geçerliğinin ardından testin güvenilirliğini incelemek amacıyla Cronbach Alfa güvenirlik katsayıları incelenmiştir. İç tutarlılık güvenirliği için .00 ile .40 arası *güvenilir değil*, .40 ile .60 arası *düşük derecede güvenilir*, .60 ile .90 arası *oldukça güvenilir* ve .90 ile 1.00 arası *yüksek derecede güvenilir* aralıkları referans alınmıştır (Tabachnick ve Fidell, 2006; akt. Tavşancıl, 2006).

Üslü ifadeler alt öğrenme alanında hazırlanan testin toplam puanına ilişkin Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı .91 yüksek düzeyde güvenilir, *Matematiksel Kavram ve Sembollerini Anlamlandırma* kısmına ilişkin katsayı .88, *Problem Çözme Becerileri* kısmına ilişkin katsayı ise .83 oldukça güvenilir olarak hesaplanmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerilerini ölçmeyi amaçlayan bu testin geçerli ve güvenilir bir test olduğu ifade edilebilir.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanındaki kurallar ile bu kurallara ilişkin hazırlanan işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemlerin kazanımlara göre dağılım tablosu aşağıda Tablo 5 olarak aşağıda sunulmuştur.

Tablo 5. Üslü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Kurallar ile Bu Kurallara İlişkin İşlemsel Bilgi ve Kavramsal Bilgi İçeren Problemlerin Kazanımlara Göre Dağılım Tablosu

Kazanımlar	Kurallar	İşlem Bilgisi İçeren Problemler	Kavram Bilgisi İçeren Problem
Üslü ifadelerle ilgili temel kuralları anlar, birbirine denk ifadeler oluşturur.	K1, K2, K3, K4, K5	P1, P2, P3, P4, P5	P1, P2
$a^m \div a^n = a^{m-n}$	K1	P1	P2
$a^m \cdot a^n = a^{m+n}$	K2	P2	P2
$a^n = \frac{1}{a^{-n}}$	K3	P3	P1
$(a^m)^n = a^{m \cdot n}$	K4	P4	P1, P2
$a^m \cdot b^m = (a \cdot b)^m$	K5	P5	P2
Tamsayıların, tamsayı kuvvetini hesaplar, üslü ifade şeklinde yazar.		P3	P1, P2

\*\*K: Kural; \*P: Problem

(MEB, 2018).

Tablo 5'e bakıldığında ÜİYF'de bulunan tüm problemlerde "üslü ifadelerle ilgili temel kuralları anlar, birbirine denk ifadeler oluşturur" kazanımının olduğu görülmektedir. Bu kazanıma bağlı olarak ele alınması beklenen kurallar şunlardır: " $a^n = \frac{1}{a^{-n}}$ ,  $(a^m)^n = a^{m \cdot n}$ ,  $a^m \div a^n = a^{m-n}$ ,  $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$  ve  $a^m \cdot b^m = (a \cdot b)^m$ " dir. Tablo 5'e bakıldığında kazanıma bağlı kurallar içerisinde problemlerde en çok kullanılanlar  $(a^m)^n = a^{m \cdot n}$  ve  $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$  olduğu görülmektedir. Diğer kuralların problemlerde kullanılma sayıları aynıdır. "Tamsayıların, tamsayı kuvvetini hesaplar, üslü ifade şeklinde yazar" kazanımı ise işlem bilgisi içeren problemlerde bir, kavram bilgisi içeren problem çözmede ise iki problemde de kullanılmıştır.

### **KİYF'nin Geliştirilme Süreci**

Öncelikle araştırmacı tarafından çalışmanın problem ve alt problemleri doğrultusunda uygun soruları bulmak için alanyazın taramasına başlanmıştır. Bu süreçte ilk olarak detaylı bir alanyazın taraması yapılmış ve çalışmaya benzer çalışmalar olan Nalbant (2015), Göçük (2019), Yenilmez ve Dinç (2022)'in çalışmalarından fikir edinilmiştir. Ayrıca Baki (2018), MEB (2019a; 2020a; 2021a), 8. sınıflar ders kitapları (Böge ve Akıllı, 2021; Erenkuş ve Eren-Savaşkan, 2021), MEB (2018) ve MEB (2019b; 2020b; 2021b ve 2022a) sayısal bölüm sorularından faydalanılmıştır. Alanyazın taraması sonucunda araştırmacı tarafından taslak bir form oluşturulmuştur. Bu forma "8. Sınıf Sayılar ve İşlemler Kazanım Alanından Seçilen Matematiksel Kavram ve Probleme Ait Görüşme Formu" olarak isim verilmiştir. Bu formda öğrencilerin kareköklü ifadeler hakkında sahip oldukları genel bilgileri belirlemek amaçlı bir soruya "kareköklü ifade kavramının sizin için ne anlama geldiğini detaylı şekilde açıklayınız" yer verilmiştir. Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemek amacıyla oluşturulan kuralların seçiminde MEB (2018) kullanılmıştır. MEB (2018), araştırmacı tarafından dikkatlice incelenmiş ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında bulunan "kareköklü ifadelerde toplama ve çıkarma işlemi yapar", "kareköklü ifadelerde çarpma ve bölme işlemi yapar" ve "kareköklü bir ifadeyi  $a\sqrt{b}$  şeklinde yazar ve  $a\sqrt{b}$  şeklindeki ifadede katsayıyı kök içine alır" kazanımlarına bağlı şekilde bir alan uzmanının görüşü de alınarak beş kural oluşturulmuştur. Kurallar oluşturulurken 8.sınıflar matematik ders kitabından da (Böge ve Akıllı, 2021) yararlanılmıştır. Daha sonra oluşturulan kurallar için üç alan uzmanı ve üç matematik öğretmeninden görüş alınmıştır. Araştırmacı MEB (2019a; 2020a) ve MEB (2019b, 2020b, 2021b ve 2022a) sayısal bölüm sorularını

dikkatlice incelenmiş ve matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemek için hazırlanan kurallar ile ilişkili şekilde yedi tane işlem bilgisi içeren problem ve üç tane kavram bilgisi içeren problemi forma eklemiştir. Ardından araştırmacı tarafından oluşturulan "*8. Sınıf Sayılar ve İşlemler Kazanım Alanından Seçilen Matematiksel Kavram ve Probleme Ait Görüşme Formu*" üç alan uzmanı ve mesleki deneyimi en az on yıl olan üç matematik öğretmenine gönderilmiştir. Alan uzmanları ve matematik öğretmenlerinden gelen dönütler doğrultusunda form üzerinde değişiklikler ve düzeltmeler yapılmıştır. Yapılan işlemler aşağıdaki gibidir:

- Öncelikle form için verilen ismin çalışmanın içeriğine ve amacına uygun olmadığı, çalışmanın iki konu üzerine yoğunlaştığı ve başlığın anlamsal olarak sorunlar içerdiği dönütleri göz önüne alınarak formun ismi "*Kareköklü İfadeler Yapılandırılmış Formu*" olarak değiştirilmiştir.
- Alan uzmanları ve en az on yıllık mesleki deneyime sahip üç matematik öğretmenin soruları ve problemleri titizlikle incelemesi sonucunda araştırmacı tarafından forma eklenen "*kareköklü ifade kavramının sizin için ne anlama geldiğini detaylı şekilde açıklayınız*" sorusu araştırmanın amacına, yöntemine ve öğrenci seviyesine uygun bulunmaması görüşleri neticesinde formdan çıkarılmıştır.
- Üç alan uzmanı ve üç matematik öğretmeni tarafından formdaki soru ve problemlerin sayısının çok ve formun çok yoğun bir içeriğe sahip olduğunu belirtilmiştir. Formdaki test maddelerinden azaltılma yapılmasının uygun olacağı görüşleri dikkate alınarak değişiklikler yapılmıştır. Bu bağlamda alan uzmanı ve üç matematik öğretmenin "*matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırmayı belirlemek için kullanılan her kuralın bir işlem bilgisi içeren problem ile örtüşmeli*" dönütü doğrultusunda bir işlem bilgisi içeren problemlerde içerisinde birden fazla kural içeren işlem bilgisi içeren problemlerden ikisi formdan çıkarılarak soru sayısı beşe düşürülmüştür.
- Kavram bilgisi içeren problemler için üç alan uzmanı ve üç matematik öğretmenin görüşü alınarak soru sayısının fazla olduğu belirtilmiştir. Bu bağlamda bir alan uzmanı ve üç matematik öğretmenin görüşleri doğrultusunda aynı kazanımı ölçen, daha dar kapsamlı olan ve daha az kural durumunu içeren problemlerden birisi dönütler doğrultusunda formdan çıkarılmıştır. Bu bağlamda uzman görüşlerine uyarak formdaki yoğunluk azaltılmaya çalışılmıştır.

- Üç alan uzmanı ve üç matematik öğretmeninden gelen dönütler doğrultusunda formda düzeltmeler yapılmıştır. Bu düzeltmede matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırmayı belirlemek için kullanılan kurallar ve bu kurallara bağlı işlem bilgisi içeren problemler paralel olacak şekilde düzenlenmiştir. Bu durum örnekle açıklanacak olursa " $a\sqrt{x} + b\sqrt{x} = a + b\sqrt{x}$ " kuralı ile " $4\sqrt{5} + (-6\sqrt{5})$ " işlem bilgisi içeren problemi KİYF'de aynı soru numarasındadır. Diğer kurallar ve işlem bilgisi içeren problemleri için de bu dönüt dikkate alınarak düzenleme yapılmıştır.
- Bir alan uzmanından gelen soru köklerinin biçimsel yazılışlarında sorunun anlaşılmasını zorlaştırabilecek durumların olduğu dönütü göz önüne alınarak düzeltmeler yapılmıştır. Bu düzeltmelerde başlangıçta " $\sqrt{\quad}$ " şeklinde bulunan karekök gösterimini öğrencilerin zor anlayabileceği görüşü göz önüne alınarak " $\sqrt{\quad}$ " sembolü ile değiştirilmiştir. Ayrıca işlem bilgisi içeren problemlerden formda beşinci sırasında bulunan " $\sqrt{180}=?$ " şeklinde yazılan ifade " $\sqrt{180}$  sayısını  $a\sqrt{b}$  şeklindeki gösterimlerden bir tanesi şeklinde yazınız. ( $a \neq 1$ )" olarak değiştirilmiştir.
- Tüm bu yapılan işlemlerin sonucunda KİYF, matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemek için beş tane kural ve bu kurallarla ilişkili şekilde beş tane işlem bilgisi içeren problem ve iki tane kavram bilgisi içeren problem olarak 12 test maddesi içeren taslak form şeklinde hazırlanmıştır. Testin bu son hali araştırmacı tarafından ilk 20 öğrenciye pilot çalışma olarak uygulanmıştır.

### **KİYF'nin Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi**

Açımlayıcı faktör analizlerine başlamadan önce verilerin normal dağılım sergileyip sergilemediğini incelemek amacıyla basıklık ve çarpıklık değerlerine bakılmıştır. Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırması yeterliliği ile bu yeterliliklere ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerilerine ait basıklık ve çarpıklık değerlerinin -1.96 ile +1.96 arasında değiştiği görülmüştür. Açımlayıcı Faktör Analizi ile Kaiser Meyer Olkin (KMO) katsayısı .87 olarak hesaplanırken Bartlett's Küresellik Testi değeri .00 olarak çıkmıştır. KMO değerinin .87 çıkması ile örneklem yeterliliğinin iyi düzeyde olduğu söylenebilir. Anti İmaj Korelasyon Matrisinde yer alan kesişim noktasındaki değerlerin .05'ten büyük olduğu görülmektedir. Açıklanan Toplam Varyans Tablosuna (Özdeğerler Yöntemi) ve

Yamaç Eğitim Grafiğine bakıldığında iki faktörlü bir yapının ortaya çıktığı (*Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği* ile *Problem Çözme Becerileri*) saptanmıştır. Açımlayıcı Faktör Analizi ile maddelere ait faktör yüklerinin .53 ile .89 arasında değiştiği ve faktör yüklerinin .40'tan yüksek olduğu anlaşılmıştır. Tablo 6 'da kareköklü ifadeler testine ilişkin faktör analiz matrisi gösterilmiştir.

Tablo 6. Kareköklü İfadeler Testine İlişkin Faktör Analizi Matrisi

Maddeler	Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterlikleri	Problem Çözme Becerileri (İşlem Bilgisi İçeren Problem-Kavram Bilgisi İçeren Problem)
MD2	.89	
MD1	.88	
MD3	.83	
MD4	.83	
MD3	.70	
PÇ-İ3		.80
PÇ-İ2		.78
PÇ-İ4		.75
PÇ-K1		.73
PÇ-İ5		.66
PÇ-K2		.56
PÇ-İ1		.53

*MD: Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği; PÇ-K: Problem Çözme-Kavram Bilgisi İçeren Problem; PÇ-İ: Problem Çözme-İşlem Bilgisi İçeren Problem*

Tablo 6'ya bakıldığında kareköklü ifadeler testine yönelik yapılan açımlayıcı faktör analizi matrisine göre iki alt boyut olduğu görülmektedir. Oluşan bu boyutlar Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği ve Problem Çözme Becerileridir.

Açımlayıcı faktör analizi sonucunda KİYF'de iki alt boyut olduğu göstermek için kullanılan yöntemlerden birincisi Toplam Varyans Tablosu'dur. KİYF'e ait Toplam Varyans Tablosu aşağıda Tablo 7 ile gösterilmiştir.

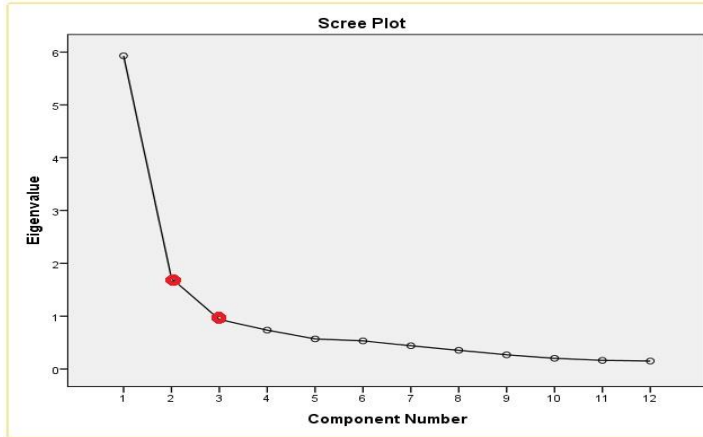
Tablo 7. KİYF Açımlayıcı Faktör Analizi Açıklanan Toplam Varyans Tablosu

Başlangıç	Baştaki Özdeğerler			Kare Yüklerinin Çıkarma Toplamı			Rotation Sums of Squared Loadings
	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam
1	5.930	49.420	49.420	5.930	49.420	49.420	4.716
2	1.717	14.312	63.731	1.717	14.312	63.731	4.989
3	.937	7.808	71.539				
4	.735	6.126	77.665				
5	.569	4.743	82.409				
6	.532	4.431	86.840				
7	.440	3.664	90.503				
8	.354	2.953	93.456				
9	.268	2.236	95.692				
10	.202	1.687	97.379				
11	.164	1.364	98.742				
12	.151	1.258	100.000				

\* Rotation Sums of Squared Loadings: Kare Yüklemelerinin Döndürme Toplamı

Tablo 7 incelendiğinde başlangıç öz değerleri sütununda toplam varyans içinde faktörlerin her birinin toplam varyansa sağladığı katkıya ilişkin birikimli yüzdesi de görülmektedir. Baştaki özdeğerler sütunu faktör sayısı için öneri sunmaktadır. Buna bağlı sütun incelendiğinde açımlayıcı faktör analizinde iki faktör önerilmektedir. Faktör sayısının iki olmasının nedeni faktörlerin ikisinin de özdeğerlerinin 1'den yüksek olmasıdır. Faktörlerin iki tanesinin toplam varyansa sağladığı katkı % 63,731'dir.

KİYF'de iki alt boyut olduğunu belirlemek için kullanılan bir diğer yöntem ise Yamaç Eğim Grafiğidir. Aşağıda KİYF'nin açımlayıcı faktör analizi sonucu iki alt boyutu olduğuna ilişkin Yamaç Eğim Grafiği Şekil 3 ile gösterilmiştir.



\*\*Eigenvalue: Özdeğer, \*Component Number: Bileşen Sayısı

Şekil 3. KİYF Açımlayıcı Faktör Analizi Yamaç Eğim Grafiği

Şekil 3'e bakıldığında Açımlayıcı Faktör Analizi Yamaç Eğim Grafiğine göre çizginin kırmızı ile işaretli iki noktada keskin bir şekilde eğiminin yön değiştirdiği görülmektedir. Bu durum geliştirilen ölçme aracının iki faktörlü yapısının olduğunu göstermektedir.

Yapı geçerliği ile kapsam geçerliğinin ardından testin güvenilirliğini incelemek amacıyla Cronbach Alfa güvenilirlik katsayıları hesaplanmıştır. Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında hazırlanan testin toplam puanına ilişkin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı .90 yüksek düzeyde güvenilir, *Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği* kısmına ilişkin katsayı .91 yüksek düzeyde güvenilir, *Problem Çözme Becerileri* kısmına ilişkin katsayı .82 oldukça güvenilir olarak hesaplanmıştır. Yapılan tüm bu analizler sonucu Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliklere ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerilerini ölçmeyi amaçlayan bu testin geçerli ve güvenilir bir test olduğu ifade edilebilir.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanındaki kurallar ile bu kurallara ilişkin hazırlanan işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemlerin kazanımlara göre dağılım tablosu aşağıda Tablo 8 olarak sunulmuştur.

Tablo 8. Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Kurallar ile Bu Kurallara İlişkin İşlem Bilgisi ve Kavram Bilgisi İçeren Problemlerin Kazanımlara Göre Dağılım Tablosu

Kazanımlar	Kurallar	İşlem Bilgisi İçeren Problemler	Kavram Bilgisi İçeren Problem
Kareköklü ifadelerde toplama işlemi yapar.	K1	P1	P1, P2
Kareköklü ifadelerde çıkarma işlemi yapar.	K2	P2	P2
Kareköklü ifadelerde çarpma işlemi yapar.	K3	P3	P1
Kareköklü ifadelerde bölme işlemi yapar.	K4	P4	P1
Kareköklü ifadeyi $a\sqrt{b}$ şeklinde yazar ve $a\sqrt{b}$ şeklindeki ifadede katsayıyı kök içine alır.	K5	P5	P1, P2

\*\*K: Kural; \*P: Problem

(MEB, 2018).

Tablo 8'e bakıldığında KİYF'de bulunan problemlerde en fazla kullanılan kazanımların "*kareköklü ifadelerle çarpma işlemi yapar*" ve "*kareköklü ifadeyi  $a\sqrt{b}$  şeklinde yazar ve  $a\sqrt{b}$  şeklindeki ifadede katsayıyı kök içine alır*" olduğu görülmektedir. Diğer kazanımların problemlerde toplam kullanılma sayısı aynıdır.

### **Pilot Uygulama Süreci**

Çalışmanın pilot uygulaması Orta Karadeniz Bölgesinde bulunan bir devlet okulundaki 20 8.sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresi boyunca öğrencilerin her iki formda da bulunan test sorularını ortalama iki ders saati içinde çözdükleri gözlemlenmiştir Araştırmacının gözlemi ve mesleki deneyimi göz önüne alınarak pilot uygulama sürecinde ÜİYF ve KİYF'de bulunan soruların çözümü için en uygun süre belirlenmiştir. Bu sürenin her iki form içinde iki ders saati olmasına karar verilmiştir.

Her iki formun uygulanma sürecinde öğrenciler tarafından anlaşılmayan veya anlaşılmasının güç olduğu gözlemlenen sorular ve problemlerde araştırmacı tarafından açıklamalar yapılmıştır. Yapılan açıklamalar pilot uygulamadan sonrada kullanılacağı için araştırmacı tarafından çalışma süresi içinde dikkatli bir şekilde notlar alınmıştır. Bu bağlamda yapılan açıklamalar çalışmanın 150 öğrenci ile uygulama sürecinde de göz önünde bulundurulmuştur. Uygulama sırasında ÜİYF ve KİYF'de bulunan test maddelerinden tüm öğrenciler tarafından doğru cevaplanan veya hiçbir öğrenci tarafından doğru cevaplanamayan bir test maddesi olmadığı görülmüştür. Bu doğrultuda pilot uygulama sonrasında ölçme araçlarından çıkarılması gereken herhangi bir test maddesi bulunmadığını kanısına varılmıştır. Uygulama sonucu göz önüne alınarak ÜİYF ve KİYF'den oluşan veri toplama araçlarına son hali verilmiştir.

Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemek için kullanılan kuralların puanlanmasında Nalbant'ın (2015) oluşturduğu dereceli puan anahtarından yararlanılmıştır. Nalbant (2015), dereceli puan anahtarını Ev-Çimen (2008) tarafından oluşturulan bağlantı kurma (ilişkilendirme) ile ilgili dereceli puan anahtarından faydalanarak oluşturmuştur.

İşlem bilgisi içeren problemlerin puanlama sürecinde ise Ev-Çimen (2008) tarafından oluşturulan problem çözme ile ilgili dereceli puan anahtarından yararlanılarak araştırmacı tarafından oluşturulan dereceli puan anahtarından faydalanarak puanlama yapılmıştır. Kavram bilgisi içeren problemlerin puanlama aşamasında Nalbant'ın (2015) oluşturduğu dereceli puan anahtarından yararlanılmıştır. Nalbant (2015), dereceli puan anahtarını Ev-Çimen (2008) tarafından oluşturulan problem çözme ile ilgili dereceli puan anahtarından faydalanarak oluşturmuştur

Bu süreçte elde edilen verilerin puanlaması yapılırken mesleki deneyimi en az on yıl olan üç puanlayıcı birbirinden etkilenmeden dereceli puan anahtarlarından yararlanarak puanlama yapmıştır. Puanlama sürecinde görev alan matematik

öğretmenleri mevcut çalışmanın amaç, alt problem durumları ve kavramsal çerçevesi hakkında genel bilgilere sahiptir. Ayrıca araştırmada istenilen durumlar açık bir şekilde puanlamada görev alan öğretmenlere anlatılmış olup dereceli puan anahtarlarındaki ifadeler noktasında gerekli açıklamalar yapılmıştır.

Daha sonra elde edilen puanlar üzerinde puanlayıcılar aralarında tartışma gerçekleştirmiştir. Sorular için yapılan tartışmalar sonrasında puanlayıcıların verdiği puanların aritmetik ortalaması alınmış ve elde edilen puanlar çalışmada kullanılmıştır. Puanlama süresi içinde üç puanlayıcı tarafından verilen puanların aritmetik ortalaması alındığında ondalıklı sayı şeklinde oluşan puanlar için onda birler basamağı beş ve üstü olanlar yukarı, beşten az olanlar ise aşağıdaki en yakın tamsayıya yuvarlanmıştır. Örnek bir durum verilecek olursa ÜİYF 'de ikinci soru için üç puanlayıcının verdiği puanlar 4, 4 ve 5'dir. Öncelikle bu durum puanlayıcılar arasında tartışılmış ve ardından puanların aritmetik ortalaması alınarak 4,3 olarak bulunmuştur. Daha sonra tartışmadan elde edilen fikirlerde göz önüne alınarak 4,3 en yakın tamsayı olan 4'e yuvarlanarak öğrencinin bu sorudan aldığı puan olarak 4 verilmiştir. KİYF'de kavram bilgisi içeren problemler kısmının ikinci sorusuna ait puanlayıcıların verdikleri puanlar 3, 3 ve 4'tür. Bu durumda üç puanın ortalaması alınmış ve 3,3 bulunmuştur. Bu durum göz önüne alınarak bu soruya 3 puan verilmiştir. Diğer sorular içinde bu süreç aynı şekilde gerçekleşmiştir. Tüm puanlama süreci göz önüne alındığında üç puanlayıcının verdikleri puanların birbirine yakın olduğu görülmüştür. Aynı zamanda puanlama noktasındaki farklılık durumlarında tartışmalar yapılırken fikir birliğine varılarak aritmetik ortalamadaki puanın yuvarlanması ile puanlama yapılmıştır. Bu puanlama süreci doğrultusunda araştırmacı 130 öğrenci için dereceli puan anahtarı ve pilot uygulamadaki farklı puanlayıcı görüşlerini de göz önüne alarak çalışmadaki puanlama sürecini gerçekleştirmiştir.

### **Veri Toplama Süreci**

Araştırmada veriler araştırmacı tarafından geliştirilen iki form ile toplanmıştır. Bu süreçte araştırmacının görev yaptığı okul ve diğer okullarda ÜİYF ve KİYF'nin her biri için iki ders saati süre verilerek toplam 150 öğrenciden veriler toplanmıştır.

ÜİYF'de üslü ifadeler alt öğrenme alanı ile ilgili matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliğini belirlerken "*üslü ifadelerle ilgili temel kuralları anlar birbirine denk ifadeler oluşturur*" kazanımına bağlı olarak seçilen kurallar kullanılmıştır. Bu bölümde öğrencilerin, sembolik dil ile yazılmış bu kuralları öncelikle

anlamlandırmaları ve anlamlandırılan düşüncelerin ise matematik kavramlar kullanılarak yazılı olarak ifade etmeleri istenmiş ve veriler toplanmıştır. Bu şekilde öğrencilerin üslü ifadeler alt öğrenme alanındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği belirlemek amaçlı veriler elde edilmiştir. Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemek amaçlı kullanılan kuralların sözel dil kullanılarak yazılı ifadeye çevrilme süreci öğrencilerin daha önce çok karşılaşmadıkları bir süreç olmasından dolayı çalışmada öğrencilere yapmaları gerekenler ve istenen durumlar açık bir şekilde anlatılmıştır. Benzer bir uygulama Nalbant (2015) çalışmasında mevcuttur. Ayrıca öğrencilerde durumun daha somutlaşması adına üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanları dışındaki alt öğrenme alanlarından örnek durumlar gösterilmiştir. Çalışmada öğrencilerden çalışma için verilen sürenin ikinci bölümünde üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırmak için kullanılan kurallar ile ilgili işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözmeleri istenerek veriler elde edilmiştir. Öğrenciler soruları cevaplandırırken anlaşılmayan yerlerde araştırmacı tarafından gerekli açıklamalar yapılmıştır. ÜİYF'nin tamamlanması için iki ders saat süre verilerek bu zamanın bir ders saati matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemek için diğer kısmı ise bu yeterliliği içeren problem çözme kısmında kullanılmıştır. ÜİYF'nin tamamlanması sürecinde araştırmacı kendi okulunda öğrencilerin başında hazır şekilde bulunurken farklı zamanlarda diğer okullarda da araştırmacı ile birlikte ilgili okulun matematik öğretmenleri hazır bulunarak sürece rehberlik yapmıştır. KİYF, kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemeye yönelik kazanımlara bağlı oluşturulan kurallar ve bu kurallarla ilişkili işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemlerden oluşmaktadır. KİYF'nin uygulanmasında iki ders saati süre esas alınmıştır. İlk bir ders saatinde öğrencilerin kareköklü ifadeler alt öğrenme alanı ile ilgili matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemeye yönelik sembolik dil ile yazılmış kuralları önce anlamlandırmaları daha sonra ise kendi cümleleriyle matematiksel kavramlar kullanarak yazılı şekilde açıklamaları istenmiş ve veriler elde edilmiştir. Daha önce ÜİYF'de benzer bir çalışma yürütmüş olan öğrenciler için bu kısımda fazladan bir açıklama yapılmamış sadece gerekli olan yerlerde bilgiler verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemek için hazırlanan kurallar ile ilgili işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemlerin

öğrenciler tarafından çözülmesi istenmiş ve gerekli süre verilerek veriler toplanmıştır. KİİYF'nin uygulanma sürecinde araştırmacı ve çalışmanın yapıldığı farklı okullarda da araştırmacı ile birlikte ilgili sınıfın matematik ders öğretmenleri verilerin toplanma sürecinde öğrencilerin yanında hazır şekilde bulunmuş ve öğrencilerin birbirinden olumsuz anlamda etkilenmemesini sağlamaya çalışmıştır.

### **Verilerin Analizi**

Mevcut çalışmada ÜİYF ve KİİYF'den elde edilen veriler düzenlenerek tablo haline getirilmiştir. Araştırmanın analizinde 150 öğrencinin verdiği cevaplar için öncelikle cevap kâğıtları okullara göre gruplara ayrılmış ve düzenlenerek puanlama aşamasına geçilmiştir. Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemek için kullanılan kuralların puanlamasında Nalbant (2015) tarafından oluşturulan dereceli puan anahtarı kullanılmış olup puanlama bu dereceli puan anahtarına göre yapılmıştır. Nalbant (2015), dereceli puan anahtarını Ev-Çimen (2008) tarafından oluşturulan bağlantı kurma (ilişkilendirme) ile ilgili dereceli puan anahtarından faydalanarak oluşturmuştur. ÜİYF ve KİİYF'de bulunan matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğini belirlemek için kullanılan kurallar için puanlama yapılırken matematiksel kavram ve sembollerin doğru şekilde kullanılabilmesi (üslü sayılarda taban ve üs kavramların kullanılması gibi), kavram ve sembollerin kendi aralarındaki ilişkinin doğru şekilde ifade edilebilmesi (üsler toplanır, katsayılar çıkarılır vb.), işlemin doğru yazılıp yazılmaması (çarpma veya bölme vb.) ve sonuç olarak ulaşılan matematiksel yargıların tam doğru ve hata olmadan (eşittir, taban aynen yazılır vb.) ifade edilmesi esas alınmıştır. Ayrıca kurulan tümcenin dil açısından yeterliliğinde ise Türkçe açısından uygunluğuna bakılmış özne yüklem uyumu, devrik cümle gibi durumlar dikkate alınarak puanlama yapılmıştır. Puanlamadan elde edilen veriler tabloya 150 öğrenci için aktarılmıştır. Daha sonra üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarına ilişkin işlem bilgisi içeren problemlerin puanlamasına başlanmıştır. İşlem bilgisi içeren problemlerin puanlanma aşamasında Ev-Çimen (2008) tarafından problem çözme ile ilgili hazırlanan dereceli puan anahtarından yararlanılarak araştırmacı tarafından oluşturulan dereceli puan anahtarına göre puanlama yapılmıştır. Bu dereceli puan anahtarında "*Doğru Cevaplar*" için 2 puan, "*Kısmen Doğru Cevaplar*" için 1 puan ve *Boş veya Tamamen Hatalı Cevaplar* için 0 puan içeren dereceli puan anahtarı kullanılmıştır. İşlem bilgisi içeren problemlerin puanlama aşamasında diğer bölümlerden farklı bir dereceli puan anahtarının tercih edilmesinin nedeni bu problemlerin çözüm sürecinin kısa ve çok fazla çeşitli sonuçlar oluşturmamasıdır. Elde

edilen puanlar 150 öğrenci için tabloya aktarılmıştır. Çalışmanın son analiz bölümünde ise üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarına ilişkin kavram bilgisi içeren problemlerin puanlanmasında Nalbant (2015) tarafından oluşturulan dereceli puan anahtarına göre cevaplar puanlanmıştır. Nalbant (2015), dereceli puan anahtarını Ev-Çimen (2008) tarafından oluşturulan problem çözme ile ilgili dereceli puan anahtarından faydalanarak oluşturmuştur. Bu doğrultuda puanlamalar yapılmıştır. Elde edilen puanlar düzenlenerek tabloya aktarılmıştır. Araştırmada matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliği içeren işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiksel açıdan farklılık durumunu belirlemek amacıyla Bağımsız Örneklem T-Testi uygulanmıştır. Bunun yanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri ile okul türü değişkeni arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık durumunu belirlemek amacıyla çok yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) testi yapılmıştır. ÜİYF ve KİYF'den elde edilen puanlar arasındaki ilişki ve yordama tahminleri için Pearson Moment Korelasyon analizi ile Basit Doğrusal Regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Aşağıda Nalbant (2015) tarafından oluşturulan dereceli puan anahtarı aşağıda Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9. Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği ile İlgili Kurallara İlişkin Cevapların Dereceli Puan Anahtarı

İfade	Puan
<i>Hatasız ve Eksiksiz</i>	5
<i>Bazı Küçük Hatalar ve Eksikler İçeriyor</i>	4
<i>Bazı Önemli Hatalar ve Eksikler İçeriyor</i>	3
<i>Hatalı ve Eksik</i>	2
<i>Cevapla İlgili Değil veya Tamamen Yanlış</i>	1
<i>Cevaplanmamış</i>	0

Tablo 9'da verilen ifadeler ve karşlarındaki puanlara ilişkin değerlendirme açıklamaları şu şekildedir:

*Hatasız ve Eksiksiz:* Öğrencilerin sorunun açıklamasında ve sonucunu bulmasında herhangi bir ifade eksikliği veya işlem hatası yapmamasıdır. Matematiksel kavram ve sembollerin ve bunlar arasındaki ilişkilerin hatasız bir şekilde ifade edildiğini gösterir. Ayrıca yapılan işlemlerde herhangi bir hata olmaması ve ifadelerin düzgün bir dil ile hatasız olarak ifade edilme göstermektedir.

*Bazı Küçük Hatalar ve Eksikler İçeriyor:* İfadenin yeterlilik ölçütünün tam doğruya yakın olması ve yeterliliğin önemli ölçüde olmasını ifade etmektedir.

Matematiksel kavram ve sembollerin ve bunlar arasındaki ilişkilerin küçük hatalar içermesidir. Ayrıca yapılan işlemlerde ve matematiksel ifadelerin sözel olarak ifade edilmesinde kullanılan cümlelerin ciddi boyutta olmayan küçük hatalar içerdiğini göstermektedir.

*Bazı Önemli Hatalar ve Eksikler İçeriyor:* İfadenin yeterlilik ölçütünün kısmen olarak yeterli sayılması ve ifadenin hatasız olmadığını içermektedir. Matematiksel kavram ve sembollerin ve bunlar arasındaki ilişkilerin önemli hatalar içerdiği durumları anlatmaktadır. Ayrıca sonucu belirlerken önemli işlem hataları ve ifadelerin açıklamasında önemli derecede eksiklerin olma durumunu göstermektedir.

*Hatalı ve Eksik:* Verilen cevabın yeterli düzeyde olmadığı matematiksel kavram ve sembollerin hatalı yazılması, kullanılan işlem, bulunan sonucun yanlış olduğu ayrıca ifadenin yargı cümlesinin düzgün bir ifade olmaması durumunu göstermektedir.

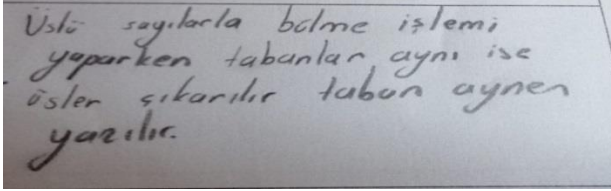
*Cevapla İlgili Değil veya Tamamen Yanlış:* Öğrencilerin verdikleri cevabın soru ile ilgili hiçbir ilişkisinin olmadığı yani öğrenciler tarafından kavram, sembol, ilişki ve işlemlerin anlaşılmadığı ve ifadenin yanlış olduğunu gösterir.

*Cevaplanmamış:* Öğrencileri soru için herhangi bir cevap yazmadıklarını göstermektedir.

Matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliğini belirlemek için kullanılan kuralların puanlama aşamasında kuralların anlamlandırıldıktan sonra sözel dil kullanılarak yazılı olarak ifade edilme sürecinde matematiksel kavram ve sembolere ait isimlerin doğru şekilde ifade edilme durumu, kavram ve semboller arasındaki ilişkilerin hatasız yazılması, yapılan işlemlerin doğru veya yanlış ifade edilmesi ve sonuç olarak varılan yargı tümcelerinin dilbilgisi kurallarına uygun şekilde hatasız kullanılıp kullanılmaması durumları göz önüne alınarak puanlama yapılmıştır. Örnek gösterimler ile açıklayacak olursak matematiksel kavram ve sembollerin doğru ifade edilmesinde "*taban, üs, karekök vb.*", kavramlar ve semboller arası ilişki durumunun hatasız yazılması "*üsler çıkarılır, katsayılar toplanır vb.*", işlemlerin doğru veya yanlış ifade edilme durumu "*toplanır, çarpılır vb.*" ve sonuç olarak varılan yargının doğru olma durumu "*tabanlar aynen yazılır, eşittir vb.*" örnek gösterimlerdir. Ayrıca tümceler yazılırken dilbilgisi kurallarına uygun, Türkçe yönünden anlam ve yapısal olarak doğru bir şekilde ifade edilme durumları göz önüne alınarak puanlama yapılmıştır. Tablo 9'da yer alan ifade ve karşılıkları olan puanların daha iyi anlaşılması için aşağıda ÜİYF'de bulunan matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliğini belirlemek için

kullanılan " $a^m \div a^n = a^{m-n}$ " kuralının puanlanmasına ilişkin farklı puan örnekleri aşağıda gösterilmektedir.

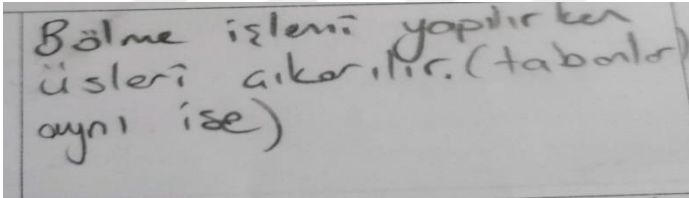
ÜİYF'e ait matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile ilgili puanlama sonucunda 5 puan alan cevap örneği aşağıda Şekil 4 ile gösterilmiştir.



Şekil 4. ÜİYF'de 5 Puan Alan Cevap Örneği

Şekil 4'e göre cevap örneği incelendiğinde matematiksel kavram ve semboller olan (taban, üs ve üslü sayı) kavramlarının doğru ve eksiksiz bir şekilde ifade edildiği, kavramların arasında ilişkilerin (üsler çıkarılır) eksiksiz olarak yazıldığı, işlemlerin doğru ifade edilmesinde (bölme işlemi, çıkarma işlemi) ve yargı cümlesinin hatasız şekilde belirtilmesi (taban aynen yazılır) göz önüne alınarak 5 puan verilmiştir. Ayrıca tümceye bakıldığında düzgün ve anlaşılabilir şekilde ifade edildiği görülmektedir.

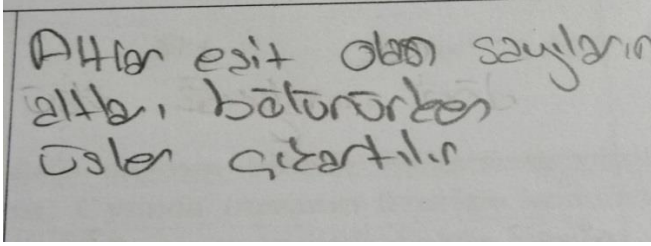
ÜİYF'e ait matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile ilgili puanlama sonucunda 4 puan alan cevap örneği aşağıda Şekil 5 ile gösterilmiştir



Şekil 5. ÜİYF'de 4 Puan Alan Cevap Örneği

Şekil 5'e göre cevap örneği incelendiğinde matematiksel kavram ve semboller olan (taban, üs ve üslü sayı) kavramlarının kısmen doğru ve eksiksiz bir şekilde ifade edildiği (taban ve üs) kavramların arasında ilişkilerin (üsler arasındaki çıkarma işlemi) eksiksiz olarak yazıldığı, işlemlerin doğru ifade edilmesinde (bölme işlemi, çıkarma işlemi) ve yargı cümlesinin hatasız şekilde belirtilmesi göz önüne alınarak 4 puan verilmiştir. Ayrıca tümceye bakıldığında tümcenin anlaşılabilir olduğu fakat kısmen de olsa düzeltmelere ihtiyaç duyduğu görülmektedir.

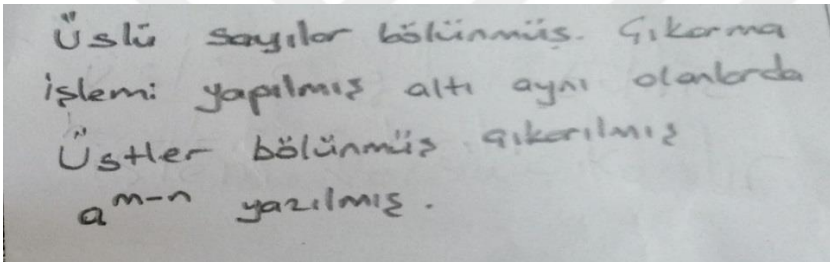
ÜİYF'e ait matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile ilgili puanlama sonucunda 3 puan alan cevap örneği aşağıda Şekil 6 gösterilmiştir.



Şekil 6. ÜİYF'de 3 Puan Alan Cevap Örneği

Şekil 6'ya göre cevap örneği incelendiğinde ana tema olan üslü sayılardaki bölme işleminin anlaşılması olduğu görülse de matematiksel kavram ve sembollerin ifade edilmesindeki eksiklikler, kavramlar arası ilişkiler, işlemler ve yargı tümcesinde eksikler mevcut olduğu ve kesinlikle düzeltilmesi gereken kısımlar bulunduğundan bu ifade 3 puan almıştır.

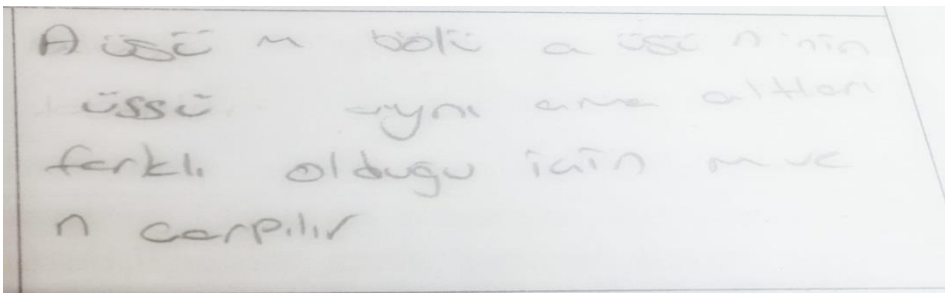
ÜİYF'e ait matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile ilgili puanlama sonucunda 2 puan alan cevap örneği aşağıda Şekil 7 ile gösterilmiştir



Şekil 7. ÜİYF'de 2 Puan Alan Cevap Örneği

Şekil 7'ye göre cevap örneği incelendiğinde verilen cevapta üslü sayılarda bölme işlemi olduğu anlaşılrsa da matematiksel kavram ve sembollerin, kavramlar arası ilişkilerin, işlemlerin ve yargı cümlesinin hatalı ve sonuç ifadesi olan  $a^{m-n}$ 'nin yazılı olarak ne anlama geldiği açıklanmadığından eksik bir tümce ile ifade edilmiştir. Bu bağlamda bu ifade hatalı ve eksik bir ifade olup 2 puan değerindedir.

ÜİYF'e ait matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma ile ilgili puanlama sonucunda 1 puan alan cevap örneği aşağıda Şekil 8 ile gösterilmiştir.



Şekil 8. ÜİYF'de 1 Puan Alan Cevap Örneği

Şekil 8'e göre cevap örneği incelendiğinde ifadenin tamamının hatalı olduğu ve ifadenin baştan sona kadar tekrar yenilenmesi gerektiği düşünüldüğünden bu ifadeye 1 puan verilmiştir.

ÜİYF ve KİYF'de yer alan problem çözme kısmının işlem bilgisi içeren problemler kısmında veriler analiz edilirken öncelikle elde edilen cevaplar; "*Doğru Cevap*", "*Kısmen Doğru Cevap*" ve "*Boş Bırakılan veya Tamamen Hatalı Cevap*" olarak üç kategoriye ayrılmıştır. Daha sonra "*Doğru Cevaplar*" için 2 puan, "*Kısmen Doğru Cevaplar*" için 1 puan ve "*Boş Bırakılan veya Tamamen Hatalı Cevaplar*" için ise 0 puan verilmiştir. Puanlama aşamasında Ev Çimen (2008) tarafından hazırlanan problem çözme ile ilgili dereceli puan anahtarından yararlanılarak araştırmacı tarafından oluşturulan puan anahtarına göre puanlama yapılmıştır. Bu dereceli puan anahtarı aşağıda Tablo 10 ile gösterilmiştir.

Tablo 10. Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği ile İlgili İşlem Bilgisi İçeren Problemlerin Puanlanmasına İlişkin Dereceli Puan Anahtarı

İfade	Puan
<i>Doğru Cevap</i>	2
<i>Kısmen Doğru Cevap</i>	1
<i>Boş Bırakılan veya Tamamen Hatalı Cevap</i>	0

Ev-Çimen (2008)

Tablo 10'da verilen ifadeler ve karşılılarındaki puanlara ilişkin değerlendirme açıklamaları şu şekildedir:

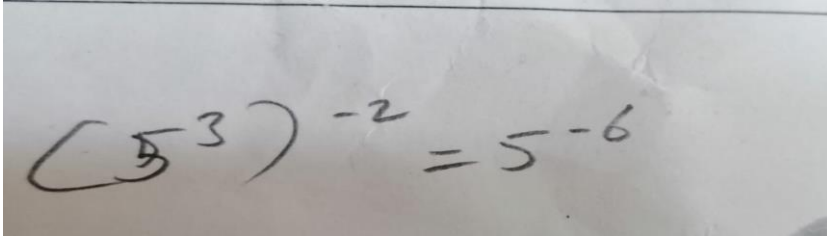
*Doğru Cevap*: Öğrenciler sorularda gereken işlemleri doğru bir şekilde uygulayarak sonuca ulaşmalarıdır.

*Kısmen Doğru Cevap*: Öğrencilerin sorularda uygulanacak yöntemi doğru anlayıp sonucu bulurken işaret hataları gibi küçük hatalar yapmalarıdır.

*Boş Bırakılan veya Tamamen Hatalı Cevap*: Öğrencilerin soru için herhangi bir ifade yazmamaları veya sorunun çözümünde kullandıkları işlemlerin çözüm ile ilgisiz ve sonucun hatalı olmasıdır.

Tablo 10'da yer alan ifade ve karşılıkları olan puanların daha iyi anlaşılması için aşağıda ÜİYF'de bulunan işlem bilgisi içeren problemlerden " $(5^3)^{-2}=?$ " probleminin puanlanmasına ilişkin farklı puan örnekleri gösterilmektedir.

ÜİYF'e ait işlem bilgisi içeren problemin puanlaması sonucunda 2 puan alan cevap örneği aşağıda Şekil 9 ile gösterilmiştir.

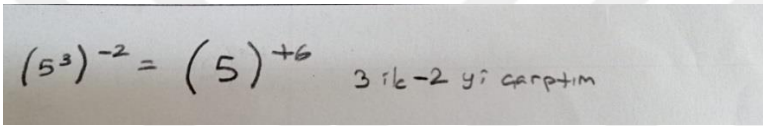


$$(5^3)^{-2} = 5^{-6}$$

Şekil 9. ÜİYF'de 2 Puan Alan Cevap Örneği

Şekil 9'da yazılı cevap incelendiğinde verilen sorunun çözüm aşamasında gerekli olan işlemlerin hatasız bir şekilde yazılıp eşitliğin karşısında doğru sonuç ifade edildiğinden bu örnek 2 puan almıştır.

ÜİYF'e ait işlem bilgisi içeren problemin puanlaması sonucunda 1 puan alan cevap örneği aşağıda Şekil 10 ile gösterilmiştir.

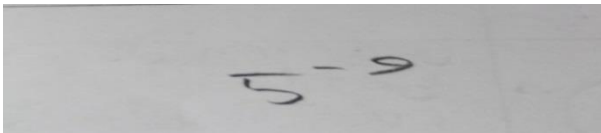


$$(5^3)^{-2} = (5)^{+6} \quad 3 \text{ ile } -2 \text{ yi çarpım}$$

Şekil 10. ÜİYF'de 1 Puan Alan Cevap Örneği

Şekil 10'da yazılı cevap incelendiğinde verilen sorunun çözüm aşamasında gerekli olan işlemlerin anlaşıldığı görülmekte olup sonucu bulurken işaret hatası yapılmasından dolayı bu örnek 1 puan almıştır.

ÜİYF'e ait işlem bilgisi içeren problemin puanlaması sonucunda 0 puan alan cevap örneği aşağıda Şekil 11 ile gösterilmiştir.



$$5^{-9}$$

Şekil 11. ÜİYF'de 0 Puan Alan Cevap Örneği

Şekil 11'de yazılı cevap incelendiğinde sonucun yanlış bulunduğu ve sonuca dair herhangi bir yöntem gösterilmediğinden dolayı bu cevap 0 puan almıştır.

ÜİYF ve KİYF'de kavram bilgisi içeren problem çözümlerine verilen cevapların puanlama aşamasında Nalbant (2015) tarafından oluşturulan dereceli puan anahtarından yararlanılmıştır. Bu dereceli puan anahtarı aşağıda Tablo 11 olarak sunulmuştur.

Tablo 11. Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği ile İlgili Kavram Bilgisi İçeren Problem Cevaplarına İlişkin Dereceli Puan Anahtarı

İfade	Puan
<i>Hatasız ve Eksiksiz</i>	5
<i>Bazı Küçük Hatalar ve Eksikler İçeriyor</i>	4
<i>Bazı Önemli Hatalar ve Eksikler İçeriyor</i>	3
<i>Hatalı ve Eksik</i>	2
<i>Cevapla İlgili Değil veya Tamamen Yanlış</i>	1
<i>Cevaplanmamış</i>	0

Çözüm aşamasında puanlama yapılırken göz önüne alınan kriterler aşağıdaki gibidir:

*Hatasız ve Eksiksiz:* Sorunun çözüm aşamasında gerekli olan işlemlerin, kavramların ve sembollerin hatasız bir şekilde uygulanarak sorunun doğru sonucunun bulunmasıdır.

*Bazı Küçük Hatalar ve Eksikler İçeriyor:* Sorunun çözüm aşamasında gerekli olan işlemlerin, kavramların ve sembollerin hatasız yakın bir şekilde uygulanarak sorunun doğru çözümüne yaklaşımla durumudur.

*Bazı Önemli Hatalar ve Eksikler İçeriyor:* Sorunun çözüm aşamasında matematiksel kavram ve işlemlerden bazılarının kullanarak doğru cevaba kısmen yaklaşımla durumudur.

*Hatalı ve Eksik:* Sorunun çözüm aşamasında gerekli olan kavramsal anlayışın zayıf olduğunu ve çözüm aşamasında yetersiz yöntemleri kullanarak cevabın yanlış bulunma durumudur.

*Cevapla İlgili Değil veya Tamamen Yanlış:* Sorunun çözüm aşamasında sorudaki kavramsal şemanın doğru anlaşılmadığı, sorunun içeriği ile ilgisi olmayan cevapların yapıldığı veya baştan sona kadar düzeltilmesi gerekli cevapların olduğu durumu ifade eder.

*Cevaplanmamış:* Sorunun çözümünde herhangi bir ifadenin yazılmadığı durumları ifade eder.

Tablo 11'de yer alan ifade ve karşılıkları olan puanların daha iyi anlaşılması için aşağıda KİYF'de bulunan kavram bilgisi içeren problemlerden birincisine verilen farklı puan örnekleri gösterilmektedir.

KİYF'e ait kavram bilgisi içeren problemin çözüm sürecinin puanlaması sonucunda 5 puan alan cevap örneği aşağıda Şekil 12 ile gösterilmiştir.

$\sqrt{243} = 9\sqrt{3}$

$\frac{\text{Boy}}{\text{En}} = 1,5 = \frac{3}{2} = \frac{\text{Boy}}{\text{En}} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$

$6\sqrt{3}$

$4\sqrt{3}$

$A = 6\sqrt{3} \cdot 4\sqrt{3}$

$24\sqrt{9}$

$24 \cdot 3 = 72 \text{ m}^2$

Şekil 12. KIYF'de 5 Puan Cevap Örneği

Şekil 12'ye bakıldığında sorunun çözüm aşamasında kavramların, işlemlerin ve yöntemin hatasız şekilde uygulandığı görülmektedir. Bu durumun sonucu olarak doğru cevap bulunmuş olup bu çözüm 5 puan almıştır.

KIYF'e ait kavram bilgisi içeren problemin çözüm sürecinin puanlaması sonucunda 4 puan alan cevap örneği aşağıda Şekil 13 ile gösterilmiştir.

$9\sqrt{3}$

$\sqrt{243}$

$3\sqrt{3}$

$\sqrt{12}$

$2\sqrt{3}$

$3\sqrt{3}$

$\sqrt{27}$

$9\sqrt{3} - 5\sqrt{3} = 4\sqrt{3} \cdot 1,5 = 6\sqrt{3}$

$6\sqrt{3} \cdot 4\sqrt{3} = 24\sqrt{3}$

Şekil 13. KIYF'de 4 Puan Cevap Örneği

Şekil 13 incelendiğinde sorunun çözüm aşamasında gerekli olan kavramların doğru şekilde kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca çözüm yöntem basamakları doğru olup işlemler küçük hatalar içermektedir. Bu çözüm doğru çözüm yöntemine yakın bir ifade olup 4 puan almıştır.

KIYF'e ait kavram bilgisi içeren problemin çözüm sürecinin puanlaması sonucunda 3 puan alan cevap örneği aşağıda Şekil 14 ile gösterilmiştir.

$2\sqrt{3} + 3\sqrt{3} = 6\sqrt{3}$

$9\sqrt{3} - 6\sqrt{3} = 3\sqrt{3} = 4 \cdot 8$

$C = 32$

Şekil 14. KIYF'de 3 Puan Cevap Örneği

Şekil 14 incelendiğinde sorunun çözüm aşamasında gerekli olan kareköklü ifadelerdeki işlemlerin bazılarının yapıldığı görülmekte olup kısmen doğru çözüm aşamasına yakın bir ifade yazılmıştır. Bu çözümde kavramsal olarak mantık kısmen doğru olsa da mutlaka düzeltilmesi gereken kısımlar mevcuttur. Bu nedenle bu çözüm 3 puan almıştır.

KİYF'e ait kavram bilgisi içeren problemin çözüm sürecinin puanlaması sonucunda 2 puan alan cevap örneği aşağıda Şekil 15 ile gösterilmiştir.

Handwritten mathematical work for Şekil 15:

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 17 \\ \hline 84 \\ 24 \\ \hline 324 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 324 \\ \times 15 \\ \hline 1620 \\ 324 \\ \hline 4860 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{27} &= 9\sqrt{3} \\ \sqrt{3} + \sqrt{27} &= 9\sqrt{3} \\ \sqrt{2} &= 2\sqrt{3} \end{aligned}$$

Şekil 15. KİYF'de 2 Puan Cevap Örneği

Şekil 15 incelendiğinde sorunun çözümündeki kavramsal anlayışın yetersiz olduğu, kareköklü sayılar ile ilgili işlemlerin olduğu kısımlar olsa da zayıf bir kavramsal anlayış olduğu görülmektedir. Ayrıca çözüm aşamasında kullanılan yöntemlerin ve işlemlerin hatalı olduğu görülmektedir. Bu bağlamda çözüm hatalı ve eksik olup bu çözüm 2 puan almıştır.

KİYF'e ait kavram bilgisi içeren problemin çözüm sürecinin puanlaması sonucunda 1 puan alan cevap örneği aşağıda Şekil 16 ile gösterilmiştir.

Handwritten mathematical work for Şekil 16:

$$\begin{array}{ccc} 27 & 12 & 243 \\ \circlearrowleft 5 & \circlearrowleft 3 & \circlearrowleft 15 \\ 3\sqrt{3} & 2\sqrt{3} & \end{array}$$

Şekil 16. KİYF'de 1 Puan Cevap Örneği

Şekil 16'ya göre çözüm sürecine bakıldığında yazılan ifade ile çözüm süreci birbirinden tamamen ilgisizdir. Bu nedenle bu çözüm 1 puan almıştır.

## IV BÖLÜM

### BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde araştırmanın alt problemleri doğrultusunda elde edilen bulgulara yer verilecektir.

#### 1. Üslü ve Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanlarındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenlerine Göre Analizi Sonucu Oluşan Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi olan "*üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği cinsiyet ve okul türü değişkenlerine göre anlamlı şekilde farklılaşmakta mıdır?*" sorusuna verilen cevaplardan elde edilen bulgular üslü ifadeler alt öğrenme alanı için Tablo 12 ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanı için Tablo 13'de gösterilecektir.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile cinsiyet ve okul türü değişkenlerine ilişkin bulgular Tablo 12'de aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 12. Üslü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenine İlişkin Analiz Sonuçları

		n	$\bar{X}$	ss	sd	F/t	p	
Cinsiyet	Kız	96	16.52	5.56	98.51	3.23	.00**	
	Erkek	54	13.19	6.34				
Üslü İfadeler	Okul Türü	İmam Hatip Ortaokulu	33	16.97	4.25	3	5.63	.00**
		Taşımali Ortaokul	58	16.83	6.15			
		Merkez Ortaokul	32	13.09	6.82			
		Köy Ortaokulu	27	12.70	5.23			

N=150; \*\*p<.01; \*p<.05

Tablo 12' de üslü ifadeler alt öğrenme alanındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin cinsiyet ve okul türleri açısından anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin sayısal bulgular görülmektedir.

Tablo 12'ye göre üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin cinsiyet değişkenine göre istatistiksel açıdan anlamlı şekilde değiştiği görülmektedir ( $p<.01$ ). Kızların ( $\bar{x}=16.52$ ) üslü ifadeler alt öğrenme alanında erkek öğrencilerden ( $\bar{x}=10.50$ ) daha yüksek düzeyde matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 12' de üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin okul türü değişkenine göre istatistiksel açıdan anlamlı şekilde değiştiği saptanmıştır ( $p<.01$ ) Farklılaşmanın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Tukey testi sonuçlarına göre İmam Hatip Ortaokulu ( $\bar{x}=16.97$ ) ile Merkez Ortaokul ( $\bar{x}=13.09$ ), İmam Hatip Ortaokulu ile Köy Ortaokulu ( $\bar{x}=12.70$ ), Taşımali Ortaokul ( $\bar{x}=16.83$ ) ile Merkez Ortaokul, Taşımali Ortaokul ( $\bar{x}=16.83$ ) ile Köy Ortaokulu arasında anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile cinsiyet ve okul türü değişkenlerine ilişkin bulgular Tablo 13'de aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 13. Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenine İlişkin Analiz Sonuçları

		n	$\bar{X}$	ss	sd	F/t	p	
Cinsiyet	Kız	96	14.07	6.55	148	3.17	.00**	
	Erkek	54	10.50	6.76				
Kareköklü İfadeler	Okul Türü	İmam Hatip Ortaokulu	33	14.72	6.94	3	1.77	.16
		Taşımali Ortaokul	58	13.03	6.96			
	Merkez Ortaokul	32	11.06	6.37				
	Köy Ortaokulu	27	11.92	6.58				

N=150; \*\* $p<.01$ ; \* $p<.05$

Tablo 13'e göre kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin cinsiyet değişkenine göre istatistiksel açıdan anlamlı şekilde değiştiği görülmektedir ( $p<.01$ ). Kızların ( $\bar{x}=14.07$ ) kareköklü ifadeler

alt öğrenme alanında erkeklerden ( $\bar{x}=10.50$ ) daha yüksek düzeyde matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 13'e bakıldığında kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin okul türü değişkenine göre ise istatistiksel açıdan anlamlı şekilde değişmediği saptanmıştır ( $p>.05$ ).

## 2. Üslü ve Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanlarındaki İşlem Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenlerine Göre Analizi Sonucu Oluşan Bulgular

Bu bölümde araştırmanın ikinci alt problemi olan "*üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi cinsiyet ve okul türü değişkenlerine göre anlamlı şekilde farklılaşmakta mıdır?*" sorusu sonucu elde edilen bulgulardan üslü ifadelerle ait bulgular Tablo 14 ve kareköklü ifadelerle ait bulgular ise Tablo 15'de gösterilecektir.

Tablo 14. Üslü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki İşlem Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenine İlişkin Analiz Sonuçları

		n	$\bar{X}$	ss	sd	F/t	p
Cinsiyet	Kız	96	6.84	3.02	91.62	2.40	.02*
	Erkek	54	5.41	3.77			
Üslü İfadeler	Okul Türü						
	İmam Hatip Ortaokulu	33	8.24	2.26	3	8.32	.00**
	Taşımali Ortaokul	58	6.44	3.21			
	Merkez Ortaokul	32	5.90	3.62			
	Köy Ortaokulu	27	4.22	3.32			

N=150; \*\* $p<.01$ ; \* $p<.05$

Tablo 14'e göre üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin cinsiyet değişkenine göre istatistiksel açıdan anlamlı şekilde değiştiği görülmektedir ( $p<.05$ ). Kızların ( $\bar{x}=6.84$ ) üslü ifadeler alt öğrenme alanında erkek öğrencilerden ( $\bar{x}=5.41$ ) daha yüksek düzeyde matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerileri okul türü değişkenine göre istatistiksel açıdan anlamlı şekilde farklılık

saptanmıştır ( $p<.01$ ). Ayrıca Tukey testinde farkın hangi gruplar arasında olduğuna bakılmış ve İmam Hatip Ortaokulu ( $\bar{x}=8.24$ ) ile Taşımali ( $\bar{x}=6.44$ ), Merkez ( $\bar{x}=5.90$ ) ve Köy Ortaokulları ( $\bar{x}=4.22$ ) arasında anlamlı farklılık görülmüştür. Bunun yanında Taşımali Ortaokul ile Merkez Ortaokulu ve Köy Ortaokulu arasında da anlamlı şekilde farklılık bulunmaktadır.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerileri ile cinsiyet ve okul türü değişkenlerine ilişkin bulgular aşağıda Tablo 15'de gösterilmiştir.

Tablo 15. Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki İşlem Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenine İlişkin Analiz Sonuçları

		n	$\bar{X}$	ss	sd	F/t	p	
Kareköklü İfadeler	Cinsiyet	Kız	96	6.57	3.23	148	1.27	.21
		Erkek	54	5.85	3.51			
	Okul Türü	İmam Hatip Ortaokulu	33	7.60	2.49	3	4.90	.00**
		Taşımali Ortaokul	58	6.78	3.44			
		Merkez Ortaokul	32	4.94	3.43			
		Köy Ortaokulu	27	5.37	3.21			

N=150; \*\* $p<.01$ ; \* $p<.05$

Tablo 15'e göre işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisinin cinsiyet değişkenine göre istatistiksel açıdan anlamlı şekilde değişmediği saptanmıştır ( $p>.05$ ).

Tablo 15 incelendiğinde işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisinin okul türü değişkenine göre ise istatistiksel açıdan anlamlı şekilde değiştiği tespit edilmiştir ( $p<.01$ ). Ayrıca farkın hangi gruplar arasından olduğunu belirlemek için Tukey testi sonuçlarına bakıldığında ise İmam Hatip Ortaokulu ( $\bar{x}=7.60$ ) ile Merkez Ortaokul ( $\bar{x}=4.94$ ) ve Köy Ortaokulu ( $\bar{x}=5.37$ ) arasında anlamlı farklılığın bulunduğu belirlenmiştir.

### 3. Üslü ve Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanlarındaki Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenlerine Göre Analizi Sonucu Oluşan Bulgular

Bu bölümde araştırmanın üçüncü alt problemi olan " üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi cinsiyet ve okul türü değişkenlerine göre anlamlı şekilde farklılaşmakta mıdır?" sorusu sonucu elde edilen bulgulardan üslü ifadeler alt öğrenme alanına ilişkin olanlar Tablo 16 ile gösterilirken kareköklü ifadeler alt öğrenme alanına ilişkin olanlar Tablo 17 ile gösterilecektir.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri ile cinsiyet ve okul türü değişkenlerine ilişkin bulgular aşağıda Tablo 16'da gösterilmiştir.

Tablo 16. Üslü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenine İlişkin Analiz Sonuçları

		n	$\bar{X}$	ss	sd	F/t	p
Cinsiyet	Kız	96	5.07	3.19	148	3.54	.00**
	Erkek	54	3.15	3.20			
	İmam Hatip Ortaokulu	33	4.93	2.51	3	6.57	.00**
Üslü İfadeler	Okul Türü	Taşınmalı Ortaokul	58	5.32	3.48		
		Merkez Ortaokul	32	3.91	3.39		
		Köy Ortaokulu	27	2.22	2.73		

N=150; \*\*p<.01; \*p<.05

Tablo 16' ya göre üslü ifadeler alt öğrenme alanındaki kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisinin cinsiyet değişkenine göre istatistiksel açıdan anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir ( $p<.01$ ). Kız öğrencilerin ( $\bar{x}=5.07$ ) üslü ifadeler alt öğrenme alanında erkek öğrencilerden ( $\bar{x}=3.15$ ) daha yüksek düzeyde kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisine sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Bununla birlikte üslü ifadeler alt öğrenme alanında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisinin okul türü değişkenine göre istatistiksel açıdan anlamlı şekilde değiştiği saptanmıştır ( $p<.01$ ). Tukey testi sonuçlarına göre İmam Hatip

Ortaokulu ( $\bar{x}=4.93$ ) ile Köy Ortaokulu ( $\bar{x}=2.22$ ) ve Taşımali Ortaokul ( $\bar{x}=5.32$ ) ile Köy Ortaokulu ( $\bar{x}=2.22$ ) arasında anlamlı farklılıkların olduğu görülmektedir.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri ile cinsiyet ve okul türü değişkenlerine ilişkin bulgular aşağıda Tablo 17'de gösterilmiştir.

Tablo 17. Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisinin Cinsiyet ve Okul Türü Değişkenine İlişkin Analiz Sonuçları

		n	$\bar{X}$	ss	sd	F/t	p
Cinsiyet	Kız	96	4.03	3.44	148	1.42	.16
	Erkek	54	3.20	3.43			
Kareköklü İfadeler	Okul Türü						
	İmam Hatip Ortaokulu	33	3.21	2.75	3	8.18	.00**
	Taşımali Ortaokul	58	5.10	3.29			
	Merkez Ortaokul	32	3.69	3.95			
	Köy Ortaokulu	27	1.48	2.56			

N=150; \*\*p<.01; \*p<.05

Tablo 17'de kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisinin cinsiyet değişkenine göre istatistiksel açıdan anlamlı şekilde değişmediği görülmektedir ( $p>.05$ ).

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisinin okul türü değişkenine göre ise istatistiksel açıdan anlamlı şekilde değiştiği saptanmıştır ( $p<.01$ ). Ayrıca farkın hangi gruplar arasından olduğunu belirlemek için Tukey testi sonuçlarına bakıldığında ise İmam Hatip Ortaokulu ( $\bar{x}=3.21$ ) ile Taşımali Ortaokul ( $\bar{x}=5.10$ ), Taşımali Ortaokul ile Köy Ortaokulu ( $\bar{x}=1.48$ ), Merkez Ortaokul ( $\bar{x}=3.69$ ) ile Köy Ortaokulu arasında anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.

#### 4. Üslü ve Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanlarındaki Matematiksel Kavram ve Sembollerini Anlamlandırma Yeterliliği ile Bu Yeterliliğe İlişkin İşlem Bilgisi ve Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerilerine İlişkin Bulgular

Üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin problem çözme (işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri) arasındaki ilişkiler test edilmiştir. Bu doğrultuda Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon katsayıları hesaplanarak analizler yürütülmüştür.

Korelasyon değişkenler arasında ilişki olup olmadığının sayısal olarak gösterildiği bir istatistiksel tekniktir. Korelasyon değerlerinin yorumlamasına bakıldığında ise sonucun artı bir değer çıkması ilişkinin pozitif yönlü sonucun eksi bir değer çıkması ise negatif yönlü bir ilişki olduğunu gösterir (Sungur, 2010).

Korelasyon değerlerinin referans aralıkları aşağıda Tablo 18'de gösterilmiştir.

Tablo 18. Korelasyon Değer Aralıkları ve Karşılıkları

Referans Aralığı	Değer
0.00-0.25	Çok Zayıf Düzeyde İlişki
0.26-0.49	Zayıf Düzeyde İlişki
0.50-0.69	Orta Düzeyde İlişki
0.70-0.89	Yüksek Düzeyde İlişki
0.90-1.00	Çok Yüksek Düzeyde İlişki

Tablo 18'e göre bulgular kısmında yapılan korelasyon incelemesi sonucu oluşan değerlerin referans aralıklarına göre karşılıkları gösterilmiştir.

Bu bölümde araştırmanın dördüncü alt problemi "*üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri arasındaki ilişki ne düzeydedir?*" sorusuna ilişkin bulguları belirlemek için Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon katsayıları hesaplanarak elde edilen bulgulardan üslü ifadeler alt öğrenme alanına ait olanlar Tablo 19 ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanına ait olanlar ise Tablo 20 ile gösterilmiştir.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerilerine ilişkin bulgular aşağıda Tablo 19'da gösterilmiştir.

Tablo 19. Üslü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği ile Bu Yeterliliğe İlişkin İşlem Bilgisi ve Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerilerine Ait Korelasyonlar

	1	2	3
1. Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterlilikleri	1		
2. İşlem Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerileri	.65**	1	
3. Kavram Bilgisi İçeren Problem Çözme Becerileri	.75**	.68**	1

N=150; \*\*p<.01; \*p<.05

Tablo 19'a bakıldığında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerileri arasında  $r=.65$  orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi arasında  $r=.75$  yüksek düzeyde, pozitif ve anlamlı ilişkinin olduğu görülmüştür ( $p<.01$ ). Bununla birlikte işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri arasında  $r=.68$  orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir ( $p<.01$ ).

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerilerine ilişkin bulgular aşağıda Tablo 20'de gösterilmiştir.

Tablo 20. Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliği ile Bu Yeterliliğe İlişkin İşlem Bilgisi ve Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerilerine Ait Korelasyonlar

	1	2	3
1. Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterlilikleri	1		
2. İşlem Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerileri	.50**	1	
3. Kavram Bilgisi İçeren Problem Çözme Becerileri	.58**	.63**	1

N=150; \*\*p<.01; \*p<.05

Tablo 20'ye bakıldığında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi arasında  $r=.50$  orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi arasında  $r=.58$  orta düzeyde, pozitif ve anlamlı ilişkinin olduğu görülmüştür ( $p<.01$ ). İşlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri arasında  $r=.63$  orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır ( $p<.01$ ).

##### 5. Üslü ve Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanlarındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğinin Bu Yeterliliğe İlişkin İşlem Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisi Üzerindeki Yordayıcı Rolüne İlişkin Bulgular

Bu bölümde araştırmanın beşinci alt problemi olan " üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolü ne düzeydedir?" sorusundan elde edilen bulgulardan üslü ifadeler alt öğrenme alanına ait olanlar Tablo 21 ile gösterilirken kareköklü ifadeler alt öğrenme ait olanlar ise Tablo 22'de aşağıda gösterilmiştir.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanına ait matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolüne ilişkin bulgular Tablo 21'de gösterilmiştir.

Tablo 21. Üslü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğinin İşlem Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisini Yordamasına İlişkin Basit Doğrusal Regresyon Analiz Sonuçları

Değişken	B	Standart Hata	$\beta$	t	p
(Sabit)	.81	.58		1.40	.16
Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterlilikleri	.36	.04	.65	10.31	.00

Tablo 21' e bakıldığında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüş ( $R=.65$ ;  $R^2=.42$ ) ve matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerinde anlamlı bir yordayıcı rolünün bulunduğu görülmüştür ( $F_{(1-148)}=106.29$ ,  $p<.05$ ). Ayrıca matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği bu

yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisindeki değişimin % 42'sini açıklamaktadır.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanına ait matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolüne ilişkin bulgular Tablo 22'de gösterilmiştir.

Tablo 22. Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğin İşlem Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisini Yordamasına İlişkin Basit Doğrusal Regresyon Analiz Sonuçları

Değişken	B	Standart Hata	$\beta$	t	p
(Sabit)	3.19	.51		6.32	.00
Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterlilikleri	.24	.04	.49	7.00	.00

Tablo 22'ye göre işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterlilikleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu saptanmış ( $R=.49$ ;  $R^2=.25$ ) ve matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerinde anlamlı bir yordayıcı rolünün bulunduğu görülmüştür ( $F_{(1-148)}=49.03$ ,  $p<.05$ ). Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterlilikleri bu yeterliliklere ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisindeki değişimin % 25'ini açıklamaktadır.

#### 6. Üslü ve Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanlarındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğinin Bu Yeterliliğe İlişkin Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisi Üzerindeki Yordayıcı Rolüne İlişkin Bulgular

Bu bölümde araştırmanın altıncı alt problemi olan "üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolü ne düzeydedir?" sorusundan elde edilen bulgulardan üslü ifadeler alt öğrenme alanına ilişkin olanlar Tablo 23 ile gösterilirken kareköklü ifadeler alt öğrenme alanına ait olanlar ise Tablo 24 ile aşağıda gösterilmiştir.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolüne ilişkin bulgular Tablo 23 ile aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 23. Üslü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğin Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisini Yordamasına İlişkin Basit Doğrusal Regresyon Analiz Sonuçları

Değişken	B	Standart Hata	$\beta$	t	p
(Sabit)	-1.92	.49		-3.90	.00
Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterlilikleri	.41	.03	.75	13.77	.00

Tablo 23'e bakıldığında üslü ifadeler alt öğrenme alanında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterlilikleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu anlaşılmış ( $R=.75$ ;  $R^2=.56$ ) ve matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerinde anlamlı bir yordayıcı rolünün bulunduğu tespit edilmiştir ( $F_{(1-148)} = 189.54$ ,  $p < .05$ ). Bunun yanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisindeki değişimin %56'sını açıklamaktadır.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolüne ilişkin bulgular Tablo 24 ile aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 24. Kareköklü İfadeler Alt Öğrenme Alanındaki Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterliliğin Kavram Bilgisi İçeren Problemleri Çözme Becerisini Yordamasına İlişkin Basit Doğrusal Regresyon Analiz Sonuçları

Değişken	B	Standart Hata	$\beta$	t	p
(Sabit)	.02	.49		.03	.97
Matematiksel Kavram ve Sembolleri Anlamlandırma Yeterlilikleri	.29	.03	.58	8.56	.00

Tablo 24 incelendiğinde kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterlilikleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüş ( $R=.58$ ;  $R^2=.33$ ) ve matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerinde anlamlı bir yordayıcı rolünün bulunduğu tespit edilmiştir ( $F_{(1-148)} = 73.19$ ,  $p < .05$ ). Ayrıca matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisindeki değişimin %33'ünü açıklamaktadır.

## V.BÖLÜM

### TARTIŞMA

Araştırmanın bu bölümünde elde edilen bulgular araştırmanın alt problemlerine uygun olarak elde edilen diğer bulgular ile karşılaştırılarak tartışılacaktır.

Araştırmanın birinci alt problemi olan *"üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği cinsiyet ve okul türü değişkenlerine göre anlamlı şekilde farklılaşmakta mıdır?"* sorusundan oluşmaktadır.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile cinsiyet ve okul türü değişkenlerine ilişkin bulgulara bakıldığında sekizinci sınıf öğrencilerin üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterlilikleri ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı şekilde bir fark bulunmuş olup oluşan bu fark kız öğrencilerin lehinedir. Kız öğrencilerin matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterlilikleri sonucu oluşan puan ortalamalarının erkek öğrencilerden yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Mevcut çalışmada matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin belirlenmesinde öğrencilerin matematiksel durumu anladıktan sonra kendi düşüncelerini ifade ederken eksiksiz bir cümle ile açıklamaları istenmektedir. Türkçe dersi okuduğunu anlama ve anladığı durumu anlaşılır bir cümle ile ifade etme becerileri açısından önemli bir ders olduğundan bu durum ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. 2022, 2021 ve 2020 yıllarındaki LGS sınav sonuçlarına bakıldığında kız öğrencilerin Türkçe dersi net ortalamalarının erkek öğrencilerden yüksek olduğu görülmektedir (MEB, 2020c; 2021c; 2022b). Bu durum mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik gösterebilir.

Alanyazına bakıldığında üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin cinsiyet ile ilişkisini araştıran bir çalışma Güzel ve Yılmaz (2020) tarafından yapılmıştır. Çalışmada sekizinci sınıf öğrencilerin üslü ifadeler konusundaki matematiksel dili kullanabilme düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada matematiksel dil kullanım düzeyi ile cinsiyet değişkeni yönünden önemli bir farklılık görülmemiştir. Mevcut çalışmanın sonucu bu durum ile paralellik göstermemektedir. Üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile cinsiyet ilişkisinin incelendiği çalışma alanyazında az olduğundan matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma

yeterliliğinin farklı alanlardaki cinsiyet değişkeni olan ilişki durumları da tartışmaya alınmıştır. Bu bağlamda Yılmaz ve Türkmen (2019), geometri öğrenme alanında matematiksel dili kullanabilme ve anlayabilme yeterliliğini incelediği çalışmada matematiksel dil yeterliliği ile cinsiyet değişkeni arasında önemli bir farka rastlanmamıştır. Bu durum mevcut çalışmanın sonucu ile örtüşmemektedir. Mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik göstermeyen bir başka çalışmada Ünal (2013), yedinci sınıf seviyesinde geometri öğrenme alanında matematiksel dil becerisi ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmıştır. (Güzel ve Yılmaz, 2020; Ünal, 2013 ve Yılmaz ve Türkmen, 2019)'in çalışmalarının sonuçlarında matematiksel dil yeterliliği cinsiyet değişkeni açısından anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Mevcut çalışmanın sonucu ile (Güzel ve Yılmaz, 2020; Ünal, 2013 ve Yılmaz ve Türkmen, 2019)'in çalışmalarının farklı sonuçlar oluşturmasında ölçme araçlarındaki test maddelerinin zorluk düzeyleri, farklı öğrenme alanları (geometri), öğrencilerin hazırbulunmuşluk durumları, matematiğe karşı olan kaygı ve tutum gibi değişkenlerin etkisi olduğu düşünülebilir.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterlilikleri ile okul türü değişkeni arasında anlamlı şekilde bir fark bulunmuştur. Bu farklılığın nedeni farklı okullardaki öğretmenlerin ders anlatış biçimleri, öğrencilerin matematik dersine karşı olan tutumu, sınıflardaki öğrenci mevcutları ve okullardaki haftalık matematik ders saati yükünden kaynaklı olabilir. Alanyazına bakıldığında Pazarbaşı (2015), geometri alan dili başarısı ile mezun olunan üniversite arasında anlamlı bir fark olduğunu belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu bu durumu desteklemektedir.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile cinsiyet ve okul türü değişkenlerine ilişkin bulguların sonuçlarına bakıldığında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile cinsiyet değişkeni anlamlı şekilde farklılık gösterirken okul türü değişkeni açısından anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır.

Cinsiyet açısından anlamlı farklılık kız öğrenciler lehine olup kız öğrencilerin matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği sonucu oluşan ortalama puanları erkek öğrencilerden yüksektir. Bu durumun nedenleri öğrencilerin hazırbulunmuşluk düzeyleri, matematiğe karşı kaygı ve tutum gibi etkenler olabilir. Alanyazına bakıldığında sekizinci sınıf düzeyinde kareköklü ifadeler konusunda matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterlilikleri ile cinsiyet arasında

ilişkinin araştırıldığı çalışma mevcuttur. Bu çalışmada Yılmaz ve Güzel'in (2020), sekizinci sınıf öğrencilerinin kareköklü ifadeler konusundaki matematiksel dili kullanabilme becerilerini inceledikleri çalışmada matematiksel dili kullanabilme becerisi cinsiyet değişkeni açısından anlamlı şekilde farklılaşmamıştır. Bu durum mevcut çalışmanın sonucu ile örtüşmemektedir. Ünal (2013), geometri alanında yedinci sınıf düzeyindeki öğrencilerin matematiksel dil kullanabilme becerileri ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı sonucu mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik göstermemektedir. Dur (2010), öğrencilerin matematiksel dili hikâye yazma sürecinde kullanabilme becerilerinin incelendiği çalışmada değerlendirme ölçütlerine göre kız öğrencilerin matematiksel dili kullanarak yazdıkları hikâyeler, erkek öğrencilerin yazdıkları hikâyelere göre başarı yönünden daha yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Mevcut çalışmanın sonucu bu durumu ile paralellik göstermektedir. Yılmaz ve Türkmen'in (2019), grupların kullandıkları matematiksel dil ile cinsiyet arasında anlamlı bir farklılaşma bulunmadığı bulgusu mevcut çalışmanın sonucu ile örtüşmemektedir. Pazarbaşı (2015), geometri alan dili başarı ile cinsiyet değişkeni arasında önemli bir ilişki bulunmadığını belirttiği bulgu mevcut çalışmanın sonucu ile örtüşmemektedir. Yüzerler (2013), altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel dil kullanabilme becerileri ile cinsiyet arasında anlamlı bir farkın olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Mevcut çalışmanın sonucu bu durumu desteklememektedir. (Pazarbaşı, 2015; Ünal, 2013; Yılmaz ve Güzel, 2020; Yılmaz ve Türkmen, 2019 ve Yüzerler, 2013)'in yaptıkları çalışmalarda ortak olarak matematiksel dil becerisi ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Mevcut çalışma ile bu durumun birbirini desteklememesi ve farklılık oluşmasının nedenleri farklı öğrenme alanları, farklı sınıf düzeyleri, hazırbulunuşluk düzeyleri, ölçme araçlarında kullanılan test maddelerin farklı zorluklarda olması gibi etkenler olabilir.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterlilikleri ile okul türü arasında anlamlı şekilde bir farklılaşma olmadığı belirlenmiştir. Bu durumun nedenlerinden birisinin kareköklü ifadeler konusundaki öğretmenlerin ders sürecinde kullandıkları yöntemden kaynaklı olabilir.

Üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği cinsiyet değişkeni açısından anlamlı şekilde farklılık göstermektedir. Bu sonuçlar birbirleriyle paralellik göstermektedir. Okul türü değişkeni açısından ise üslü ifadeler alt öğrenme alanında anlamlı bir farklılık mevcutken kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında anlamlı bir farklılığa

rastlanmamıştır. Okul türü değişkeni açısından üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki sonuçların birbiriyle paralellik göstermemesinin bir nedeni üslü ifadeler alt öğrenme alanının ortaokul kademelerinin tüm sınıf kademelerinde bulunurken kareköklü ifadeler alt öğrenme alanının ise sadece sekizinci sınıf kademesinde bulunmasından kaynaklı bir etken olabileceği düşünülebilir.

Araştırmanın ikinci alt problemi olan *"üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi cinsiyet ve okul türü değişkenlerine göre anlamlı şekilde farklılaşmakta mıdır?"* sorusundan oluşmaktadır.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet ve okul türü değişkenlerine ilişkin bulguların sonuçlarına bakıldığında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi cinsiyet ve okul türü değişkenlerine göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır. Cinsiyet değişkeni açısından bu anlamlı farklılık kız öğrencilerin lehine olup işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi sonucu oluşan ortalama puanlarda kız öğrencilerin erkek öğrencilerden daha yüksek olduğu görülmektedir. İşlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisinde kız öğrencilerin, erkek öğrencilerden daha yüksek performans göstermelerinin nedenleri kız öğrencilerin aritmetik becerilerinin erkek öğrencilerden daha iyi olması, matematiksel kavram ve sembollerin isimlerinin ve anlamlarının öğrenilmesine daha çok önem verdikleri veya üslü ifadeler alt öğrenme alanının beşinci sınıftan sekizinci sınıfa kadar devam eden bir alt öğrenme alanı olmasından dolayı önceki sınıf kademelerinde bu alt öğrenme alanına ilişkin daha kalıcı şekilde öğrenmeler gerçekleştirmiş olmalarından kaynaklı olduğu düşünülebilir.

Alanyazına bakıldığında sekizinci sınıf seviyesinde üslü ifadeler alt öğrenme alanında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet ve okul türü değişkenlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. İşlemsel bilgi, aritmetik işlemler, rutin kurallar bilgisidir (Hiebert ve LeFevre, 1986; Van de Walle, 2004). Bu nedenle tartışmanın bundan sonraki kısımlarında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisinde aritmetik beceriler ve rutin kural becerilerini de yer verilecektir. Aytekin-Uskun (2020), dördüncü sınıf öğrencilerin problem çözme ve problem kurma becerilerini incelediği çalışmasında kız öğrenciler, erkek öğrencilere göre toplama, çıkarma, çarpma ve uygulanan dört işlem ölçeği göz önüne alındığında ölçeğin genelinde istatistiksel açıdan başarı düzeylerinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Mevcut çalışmanın sonucu bu durumla paralellik göstermektedir. Manger ve Eikeland (1998), iyi tanımlanmış işlemsel görevlerde kızların erkeklerden daha iyi

performans sergiledikleri sonucuna ulaşmıştır. Bu durum mevcut çalışmanın sonucunu desteklemektedir. Wei, Lu, Zhao, Chen, Dong ve Zhou (2012), kız öğrencilerin basit toplama, çıkarma, karmaşık çarpma gibi aritmetik temelli işlemlerde erkek öğrencilerden daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmış olup mevcut çalışmanın sonucunun bu durum ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Aydın (2018), açılar konusundaki işlemsel ve kavramsal bilgi becerilerinin sınıf ve cinsiyet değişkenleri ile ilişkisini incelediği çalışmasında işlemsel bilgiyi belirlemek amaçlı soruların cinsiyet değişkeni açısından anlamlı bir farklılık gösterdiğini belirlemiştir. Mevcut çalışmanın sonucu ile bu durum birbirini desteklemektedir. Kimball (1989), erken çocukluk döneminde kızların sınıf düzeyinde yapılan, sayma ve aritmetik içeren sorularda erkeklere göre daha başarılı olduklarını belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu bu durumla örtüşmektedir. Mevcut çalışmanın sonucu ile örtüşmeyen bir çalışmada Şengül ve Erdoğan (2014), işlemsel bilgi başarıları ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik göstermeyen çalışmada Birgin ve Gürbüz (2009), yedinci sınıf öğrencilerinin rasyonel sayılar konusundaki işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirdiği çalışmasında işlemsel bilgi sorusu çözme becerisi ile cinsiyet arasında anlamlı bir farklılaşma olmadığını belirtmiştir. (Birgin ve Gürbüz, 2009; Şengül ve Erdoğan, 2014)'ın çalışmaları ile mevcut çalışmanın farklı sonuçlar oluşturmasının nedenleri sınıf düzeylerinin farklı olması, öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyleri, farklı alt öğrenme alanlarının kullanılması gibi değişkenler olabilir.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanındaki işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile okul türü değişkeni arasında anlamlı şekilde bir farklılık olduğu görülmüştür. Bu durumun nedenlerinden bazıları öğrencilerin sosyoekonomik imkânları, destekleme ve yetiştirme kurslarının okul bünyesinde olup olmaması, okulun fiziki yapısı ve sınıf mevcutları, okulun teknolojik imkânları gibi etmenler olabilir. Alanyazına bakıldığında üslü ifadeler alt öğrenme alanında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile okul türü arasındaki ilişkinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Biber ve Kutluca (2013), öğrencilerin problem çözme becerileri ile okul türleri arasında anlamlı şekilde farklılaşma olduğunu belirlemiştir. Bu durumun mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Alanyazına bakıldığında mevcut çalışmanın sonucu ile örtüşmeyen çalışmalardan Yenice, Özden ve Eren (2012), fen

bilgisi öğretmenlerinin problem çözme becerisinin demografik özelliklerini inceledikleri çalışmasında problem çözme becerisi ile okul türü arasında anlamlı bir farklılık olmadığını belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu ile bu durumun paralellik göstermemesinin nedenleri farklı alanlardan seçilen katılımcılar, katılımcıların yaş seviyeleri, farklı örneklem büyüklükleri olabilir.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet ve okul türü değişkenlerine ilişkin bulguların sonuçlarına bakıldığında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülürken okul türü değişkeni açısından ise istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Alanyazına bakıldığında kareköklü ifadeler alt öğrenme alanındaki işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet değişkeninin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda Hyde, Fennema ve Lamon (1990) ve Fan, Chen ve Matsumoto (1997), matematik başarısı ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını söylemişlerdir. Mevcut çalışmanın sonucu ile bu durum birbirini desteklemektedir. Matematiksel başarı ile problem çözme arasında pozitif ve anlamlı ilişkilerin bulunduğu çalışmalar Özsoy (2005) ve Alcı (2007) mevcuttur. Bu bağlamda "matematik başarısı" tartışma kısmına dâhil edilmiştir.

Birgin ve Gürbüz (2009), işlemsel bilgi sorusu çözme ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişki olmadığını belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu ile bu durum örtüşmektedir. Levine, Huttenlocher, Taylor ve Langrock (1999), kelime problemi çözme üzerine yapılan bir çalışmada kızlar ile erkekler arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Bu durum mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik göstermektedir. Martens, Hurks, Meijs, Wassenberg ve Jolles'in (2011) yaptığı çalışma mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik göstermemektir. Çalışmada 1-9. sınıf aralığındaki çocukların aritmetik performansları (toplama, çıkarma, çarpma ve bölme) ile cinsiyet değişkeni arasındaki ilişki araştırılmış ve anlamlı bir farka ulaşılmıştır. Ayrıca anlamlı farkın erkeklerin lehine olduğu görülmüştür. Geary, Saults, Liu ve Hoard (2000), aritmetik hesaplamalar ve aritmetik akıl yürütmenin cinsiyet ile ilişkisini incelediği çalışmasında erkeklerin kızlara göre aritmetik becerilerde ve aritmetik akıl yürütmede daha başarılı olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu durum mevcut çalışmanın sonucu ile örtüşmemektedir.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi okul türü değişkeni arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık görülmüştür.

Bu durumun nedenlerinden bazıları öğrencilerin sosyoekonomik imkânları, okulların fiziki ve teknolojik imkânları, öğretmenlerin ders anlatım yöntemlerinin farklı olması olabilir. Alanyazına bakıldığında kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile okul türü değişkenin karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Biber ve Kutluca (2013), öğrencilerin problem çözme becerileri ile okul türü arasında anlamlı bir farklılığın bulunduğu belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu bu durum ile örtüşmektedir. Mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik göstermeyen bir çalışmada ise Aslan ve Sağır (2012), fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerisi ile mezun olunan okul değişkeni arasında anlamlı bir farklılık olmadığını belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu ile bu durum ile paralellik göstermemektedir. Bu durumun nedenlerinden bazıları örneklemelerin farklı yaş ve okul düzeyinden seçilmesi, çalışmanın farklı alanlarda yapılması olabilir.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet değişkeni anlamlı farklılık gösterirken kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında anlamlı farklılık göstermemiştir. Bu iki öğrenme alanı birbirleriyle ilişkili olmasına karşın işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisinde bulguların sonuçlarının birbirini desteklememesi işlem bilgisi içeren problemlerin içerdiği aritmetik işlemlerden kaynaklı olabilir. Okul türü değişkeni açısından ise her iki alt öğrenme alanı anlamlı farklılık göstermiş olup bulguların sonuçları birbirleriyle paralellik göstermektedir.

Araştırmanın üçüncü alt problemi olan *"üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi cinsiyet ve okul türü değişkenlerine göre anlamlı şekilde farklılaşmakta mıdır?"* sorusundan oluşmaktadır.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet ve okul türü değişkenlerine ilişkin bulgulara bakıldığında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet ve okul türü değişkenleri arasında anlamlı şekilde farklılık olduğu görülmüştür. Cinsiyet açısından oluşan anlamlı farklılık kız öğrencilerin lehine olup kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisine ilişkin ortalama puan değerinin kız öğrencilerde daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu farklılığın nedenleri aritmetik beceriler, matematiğe karşı kaygı ve tutum, hazırbulunuşluk düzeyleri olabilir.

Alanyazına bakıldığında üslü ifadeler alt öğrenme alanında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet ve okul türü değişkenleri arasında ilişkinin

incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisinin farklı alanlarda ve farklı sınıf düzeylerindeki sonuçları da tartışmaya alınmıştır. Birgin ve Gürbüz (2009), rasyonel sayılar konusunda kavramsal bilgiyi belirlemeye yönelik soruların çözülme becerileri ile cinsiyet arasında önemli bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Mevcut çalışmanın sonucu bu durumu desteklememektedir. Aydın (2018), açılar konusundaki işlemsel ve kavramsal bilgi becerilerinin sınıf ve cinsiyet değişkenleri ile ilişkisini incelediği çalışmasında kavramsal bilgi ile cinsiyet arasında anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Mevcut çalışmanın sonucu ile bu durum paralellik göstermemektedir. Kimball (1989), çocukluk döneminde kavramlar arası uygulama gerektiren uygulama testlerinde erkeklerin, kızlara göre daha başarılı olduklarını belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu ile bu durum cinsiyet değişkeni açısından paralellik göstermektedir. Mevcut çalışmanın sonucu ile benzerlik içeren Bunar (2011), Küpcü ve Özdemir (2012) ve Pajares (1996) çalışmalarında problem çözme ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı şekilde farklılık görülmekte olup bu farklılık kızların lehinedir. Mevcut çalışmanın sonucunun bu durumlar ile paralellik gösterdiği söylenebilir.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanındaki kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile okul türü değişkeni arasında anlamlı farklılık görülmüştür. Bu farklılığın nedenlerinden bazıları öğrencilerin sosyoekonomik imkânları, okul bünyelerinde destekleme ve yetiştirme kurslarının olup olmaması, okulun fiziki ve teknolojik imkânları, öğretmenlerin ders işleyişinde kullandıkları yöntemleri birer etken olabilir.

Alanyazına bakıldığında üslü ifadeler alt öğrenme alanındaki kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile okul türü değişkeninin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Mevcut çalışmanın sonucu ile benzerlik gösteren bir çalışmada Biber ve Kutluca (2013), okul türü değişkeninin problem çözme becerisi ile arasında anlamlı bir farklılık bulunduğu sonucuna ulaşmıştır. Güçray (2003), öğrencilerin problem çözme sürecine etki eden farklı demografik değişkenleri incelediği çalışmasında problem çözenin okul türü değişkeni yönünden anlamlı şekilde farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Bu durum mevcut çalışmanın sonucu ile örtüşmektedir. Ayrıca mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik göstermeyen çalışmalardan biri Kırılmazkaya (2010), ilköğretim fen bilgisi ve sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerilerinin okul türü değişkeni açısından anlamlı bir farklılık göstermediği sonucuna ulaşmıştır. Mevcut çalışmanın sonucu ile bu durumun birbirini desteklememesinin nedenlerinden

bazılarının araştırmada farklı alanlardan seçilen katılımcılar ve katılımcıların yaş seviyelerinin farklı olması olabilir.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet ve okul türü değişkenlerine ilişkin bulgulara bakıldığında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık görülmezken okul türü değişkeni ile anlamlı şekilde farklılık olduğu belirlenmiştir. Alanyazına bakıldığında Birgin ve Gürbüz (2009), kavramsal bilgi becerisinin cinsiyet değişkeni yönünden anlamlı şekilde farklılık göstermediğini belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu bu durum ile örtüşmektedir.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile okul türü değişkeni arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Bu anlamlı farklılığın oluşmasında öğrencilerin sosyoekonomik imkânları, okulların fiziki ve teknolojik imkânları, öğretmenlerin ders anlatım yöntemleri birer etken olduğu düşünebilir. Alanyazına bakıldığında kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile okul türü arasında ilişkinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Mevcut çalışmayla benzer sonuçlar oluşturan Biber ve Kutluca (2013), öğrencilerin problem çözme becerilerinin okul türü değişkeni açısından anlamlı şekilde farklılık gösterdiğini belirlemiştir. Mevcut çalışmanın sonucu bu durumu desteklemektedir. Mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik gösteren bir çalışmada Yenice (2011), fen bilgisi öğretmenlerin problem çözme becerileri ile mezun oldukları okul arasında anlamlı bir farklılık bulunduğu belirtmiştir. Karabacak, Nalbant ve Topçuoğlu (2015), öğretmen adaylarının problem çözme becerisinin okul türü değişkeni açısından ilişkisini incelendiği çalışmada problem çözme ile okudukları bölümler arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Mevcut çalışmanın sonucu ile bu durum paralellik göstermemektedir. Karabacak, Nalbant ve Topçuoğlu'nun (2015) çalışmasıyla mevcut çalışmanın sonucunun örtüşmemesinin nedenlerinden bazıları örneklemelerin farklı yaş seviyelerinden seçilmesi, farklı alanlarda çalışmaların yapılmasından kaynaklı olabilir.

Üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet değişkeni arasındaki ilişkiye bakıldığında üslü ifadeler alt öğrenme alanında anlamlı bir farklılık görülürken kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında ise anlamlı farklılığa rastlanmamıştır. Bu durumların birbirleriyle paralellik göstermemesinde işlem bilgisi içeren problemler ile kavram bilgisi içeren

problemlerinin birbirleriyle ilişkili olmasından kaynaklı olabilir. Üslü ifadeler alt öğrenme alanında işlem bilgisi içeren problemler ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri cinsiyet değişkeni açısından anlamlı şekilde farklılık göstermesi işlem bilgisi içeren problemlerin kavram bilgisi içeren problemlerin çözümü için bir ön şart olduğunu düşünebilir. Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında işlem ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri cinsiyet değişkeni açısından anlamlı şekilde farklılık göstermemiştir. Bu duruma bakarak üslü ifadeler alt öğrenme alanında olduğu gibi işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisinin kavram bilgisi içeren problemlerin çözümü noktasında bir ön şart olduğu düşünülebilir.

Okul türü değişkeni açısından ise üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri anlamlı farklılık göstermekte olup her iki öğrenme alanına ait sonuçların birbiriyle paralellik göstermediği söylenebilir.

Araştırmanın dördüncü alt problemi olan *"üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri arasındaki ilişki ne düzeydedir?"* sorusundan oluşmaktadır.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri arasındaki ilişkiye ait sonuçlar incelendiğinde matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri birbiriyle pozitif ve anlamlı şekilde ilişkilidir. Matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi orta düzeyde, pozitif ve anlamlı ilişkili iken kavram bilgisi içeren problem çözme becerisi ile yüksek düzeyde, pozitif ve anlamlı şekilde ilişkilidir. Ayrıca işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri de orta düzeyde, pozitif ve anlamlı ilişkili olduğu araştırmanın sonuçlarındandır.

Alanyazına bakıldığında üslü ifadeler alt öğrenme alanındaki matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda sonuçları mevcut çalışmanın sonuçları ile benzerlik gösteren çalışmalardan Anwar ve Rahmawati (2017), sembolik ve sözel dilin problem çözümü ile pozitif yönlü anlamlı ilişkili olduğunu belirtmiştir. Mevcut

çalışmanın sonucu bu durumu desteklemektedir. Nalbant (2015), matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin matematiksel problem çözme sürecinde matematiksel kavramları anlamlandırma ile problem çözümü arasında paralellikler bulunduğunu belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu bu durumu desteklemektedir. Mevcut çalışmanın araştırma sorusu dikkate alındığında Bernardo'nun (2008) yaptığı çalışmayla kısmen benzer yönleri bulunmaktadır. Çalışmada iki dile sahip bireylerin matematikteki kavramsal problemleri anlamalarının ve çözmelerinin etkisi araştırılmış olup ana dilleri ile problemleri anlama ve çözme başarıları arasında olumlu bir ilişki bulunmuştur. Mevcut çalışmanın sonucunun bu durum ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Alanyazına bakıldığında Sepeng ve Madzorera (2014), matematiksel dili kullanma becerisinin kelime problemlerini anlama ve çözme üzerine etkisini incelediği çalışmada matematiksel dil ile kelime problemlerini çözme becerisi arasında pozitif ve anlamlı ilişkiye ulaşmıştır. Mevcut çalışma sonucu bu durumu desteklemektedir. Buchanan (2007) ve Larson (2007), matematiksel dilin, akademik başarıyı arttırdığını belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu bu durumu desteklemektedir.

Mevcut çalışmanın alanından farklı bir alanda yapılan çalışmada araştırma sorularının odaklanma yönünden benzerliği dikkate alınarak tartışmaya alınmıştır. Çalışmada Surif, Ibrahim ve Mokhtar (2012), işlemsel ve kavramsal bilgi sorusu çözme becerileri arasında orta düzeyde pozitif yönlü bir ilişkinin olduğunu söylemiştir. Bu durum mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik göstermektedir. Rittle-Johnson, Schneider ve Star (2015), matematik öğrenimi sürecinde işlemsel ve kavramsal bilginin karşılıklı olarak birbirlerini desteklediğini belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu bu durumla örtüşmektedir. Lin, Becker, Byun, Yang ve Huang (2013), kesirler konusundaki öğretmen adaylarının işlemsel ve kavramsal bilgi düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmada işlemsel bilgi ile kavramsal bilgi arasında zayıf, pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu durum mevcut çalışmanın sonucu ile örtüşmektedir.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri arasındaki ilişkiye ait sonuçlar incelendiğinde matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisinin orta düzeyde, pozitif anlamlı ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca işlem bilgisi ve kavram

bilgisi içeren problemleri çözüme becerileri arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı ilişkinin olduğu çalışmadan elde edilen sonuçlardır.

Alanyazına bakıldığında kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözüme becerileri arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Mevcut çalışmanın sonucu ile benzerlik içeren bir çalışmada sekizinci sınıf öğrencilerinin kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel dili kullanabilme becerileri ile matematik karne not ortalamaları arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu çalışmada Yılmaz ve Güzel (2020), kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel dili kullanma becerileri ile matematiksel başarıları arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Bu durum mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik göstermektedir. Alanyazına bakıldığında, Purpura, Napoli, Wehrspann ve Gold (2017), matematiksel dil ile matematiksel bilgi arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçladığı çalışmasında matematiksel dil ile matematiksel başarıları arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Mevcut çalışma bu durumu desteklemektedir. Mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik gösteren bir başka çalışma ise Voyer (2011), problemin çözümünde gerekli olan değişkenlerden anlama sürecini etkileyebilecek değişkenleri incelediği çalışmasında aritmetik becerisi ile problem çözüme performansının anlamlı şekilde ilişkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Mevcut çalışmanın sonucunun desteklediği bir çalışmada Passolunghi, Cargnelutti ve Pellizzoni (2019), kelime problemlerini çözüme sürecinin problemi anlama ve aritmetik işlemlerdeki bireysel farklılıklarla ilişkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada kelime problemlerini çözüme becerisi ile aritmetik beceri ve problemi anlama arasında yüksek düzeyde, pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Khashan (2014), matematik öğretmenlerinin rasyonel sayılar konusundaki işlemsel ve kavramsal bilgilerini incelediği çalışmasında işlemsel bilgi ve kavramsal bilgi soruları çözüme arasında anlamlı bir farklılığın olduğunu belirtmiştir. Bu durum mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik göstermektedir. Gilmore, Keeble, Richardson ve Cragg (2017), matematik başarıları ile işlemsel beceri, kavramsal anlayış, işlemsel beceri değişkenlerinin her biri arasında anlamlı ilişki olduğunu belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu bu durum ile paralellik göstermektedir.

Üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarında matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözüme becerileri birbirleriyle her iki öğrenme alanında da

anlamli şekilde ilgili bulunmuştur. Bu durum matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin problem durumlarının birbirleriyle ilgili olduğunu destekler niteliktedir. Ayrıca üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarının birbiriyle ilgili alt öğrenme alanları olması ile mevcut çalışmanın bu sonucu da birbirini desteklemektedir.

Araştırmanın beşinci alt problemi olan *"üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolü ne düzeydedir?"* sorusundan oluşmaktadır.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolüne ilişkin sonuçlara bakıldığında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisini anlamlı yordadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda matematiksel kavram ve sembollerin doğru şekilde öğrenilmesi ve anlamlandırılmasının aritmetik becerilerde fayda sağladığı söylenebilir.

Alanyazına bakıldığında üslü ifadeler alt öğrenme alanındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliği işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolü üzerine bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle tartışmaya araştırma sorusuyla odakla yönünden benzerlik gösteren çalışmalar dâhil edilmiştir. Alanyazına bakıldığında Crossley, Liu ve McNamara (2017), sözcüksel yeterliliklerin matematiksel başarı üzerinde yordayıcı rolünün olduğu sonucuna ulaştığı görülmektedir. Mevcut çalışma bu durumla paralellik göstermektedir. Çalışmada ayrıca dilsel özelliklerin kavramsal ve işlemsel bilgi üzerinde yordayıcı bir rolünün olmadığı sonucuna ulaşılmış olup bu durum mevcut çalışmanın sonucu ile örtüşmemektedir. Hornburg, Schmitt ve Purpura (2018), matematiksel dilin problem çözme ve aritmetik işlem yapma üzerinde yordayıcı etkisi olduğu sonuca ulaşmış olup bu durum mevcut çalışmanın sonucu ile örtüşmektedir. Fuchs, Fuchs, Compton, Hamlett ve Wang'ın (2015), kelime problemlerini anlamada problem durumuna özgü dilin etkili ve yordayıcı olduğunu belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu ile bu durum birbirini desteklemektedir.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolüne ilişkin sonuçlara bakıldığında matematiksel kavram

ve sembollerini anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerinde anlamlı yordayıcı bir rolü bulunmaktadır. Bu bağlamda matematiksel kavram ve sembollerinin doğru şekilde anlaşılmasının işlemsel becerilere fayda sağlayacağı söylenebilir.

Alanyazına bakıldığında kareköklü ifadeler alt öğrenme alanındaki matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolüne ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dagdag, Palapuz ve Calimag (2021), matematiksel dilin, matematiksel başarı ve problem çözme üzerinde yordayıcı bir rolünün olduğunu belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucuyla bu durum birbirini desteklemektedir. Mevcut çalışmanın sonucu destekleyecek bir başka çalışmada Korhonen, Linnanmäki ve Aunio (2012), dilin matematiksel performans ve matematiksel görevler üzerinde güçlü bir yordayıcı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerileri üzerinde anlamlı yordayıcı olduğu belirlenmiştir. Matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerileri anlamlı şekilde ilişkili olduğundan matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliğinin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerileri üzerinde yordayıcı bir rolünün olması beklenen bir durumdur. Mevcut çalışmanın bu sonucu bu durumu destekler niteliktedir.

Araştırmanın altıncı alt problemi olan *"üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolü ne düzeydedir?"* sorusundan oluşmaktadır.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolüne ilişkin sonuçlara bakıldığında matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisini anlamlı şekilde yordadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç göz önüne alınarak matematiksel kavramların anlamlarının doğru olarak bilinmesi ve anlamlandırılmasının problem çözme sürecinde olumlu şekilde etkili olduğu yorumu yapılabilir.

Alanyazına bakıldığında üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolü üzerine bir çalışmaya rastlanmamıştır. Mevcut çalışmayla ilişki olabileceği düşünülen çalışmalara bakıldığında Larwin (2010), okuma becerisinin problem çözme üzerindeki yordayıcı rolünü araştırmış ve okuma becerisinin problem çözme üzerinde yordayıcı rolü olduğunu belirlemiştir. Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırmanın da dilsel bir yeterlilik gerektirdiği dolayısıyla okuma becerisini içerdiğinden mevcut çalışmayla bu durumun sonuçlarının benzediği ve paralellik gösterdiği söylenebilir. Dagdag, Palapuz ve Calimag (2021), matematiksel dilin ve sembollerin matematiksel başarı ve problem çözme üzerinde yordayıcı bir rolünün olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda mevcut çalışmanın sonucu ile durum birbirini desteklemektedir. Korhonen, Linnanmäki ve Aunio (2012), dilin matematiksel performans ve matematiksel görevler üzerinde güçlü bir yordayıcı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu durum mevcut çalışmanın sonucu ile paralellik göstermektedir. Gilmore, Keeble, Richardson ve Cragg (2017), matematik başarısı ile işlemsel beceri, kavramsal anlayış ve işleyen bellek arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında işlemsel beceri, kavramsal anlayış ve işleyen belleğin matematiksel başarı üzerinde yordayıcı rolü olduğunu belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu bu durumla paralellik göstermektedir.

Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolüne ilişkin sonuçlara bakıldığında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerinde anlamlı yordayıcı bir rolü bulunmaktadır. Bu bulgu dikkate alındığında kavram bilgisi gerektiren soru ve problemlerde matematiksel kavram ve sembollerin doğru şekilde anlamlandırılmasının çözüm için bir katkı sağladığı söylenebilir.

Alanyazına bakıldığında kareköklü ifadeler alt öğrenme alanındaki matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi üzerindeki yordayıcı rolüne ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda Fuchs, Fuchs, Compton, Hamlett ve Wang'ın (2015), kelime problemlerini anlamada problemlere özgü dilin yani matematiksel dilin etkililiği ve yordayıcı özelliğinin olduğunu belirtmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu bu durumu destekler niteliktedir. Mevcut çalışmanın sonucuyla odaklanma yönünden benzerlik bir

başka çalışmada Schmitt, Purpura ve Elicker (2019), okul öncesi çocuklarda matematiksel dilin yürütücü işlev üzerindeki yordayıcı rolünü belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada matematiksel dil yeterliliğinin yürütücü işlev üzerinde önemli bir yordayıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yürütücü işlevin alanyazındaki tanımına bakıldığında belirlenmiş bir amaç doğrultusunda problem çözme ve zihinsel kontrol sürecidir (Zelazo, Muller, Frye ve Marcovitch, 2003). Bu bağlamda yürütücü işlev, problem çözme becerisini de içerdiğinden sonucu itibari ile tartışmaya alınmıştır. Mevcut çalışma bu durumla paralellik göstermektedir.

Üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarındaki matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri üzerinde anlamlı yordayıcı olduğu belirlenmiştir. Matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri anlamlı şekilde ilişkili olduğundan matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliğinin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri üzerinde yordayıcı bir rolünün olması beklenen bir durumdur. Ayrıca bir başka durum ise kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisinde öncelikle matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırmanın problem çözme becerisinde bir ön şart olduğu yorumu yapılabilir. Her iki öğrenme alanında da mevcut çalışmanın bu sonucu bu durumları destekler niteliktedir.

## VI. BÖLÜM

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Mevcut çalışmada sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanlarında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin problem çözme becerileri arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmadan elde sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur:

- Üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiksel açıdan anlamlı şekilde farklılık olup farklılık kız öğrencilerin lehinedir. Kız öğrencilerin matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği sonucu oluşan ortalama puan değerlerinin erkek öğrencilerden yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Okul türü değişkeni açısından ise anlamlı şekilde farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tukey testi sonuçlarına göre ise farklılığın hangi gruplar arasında olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda İmam Hatip Ortaokulu ile Merkez Ortaokul ve Köy Ortaokulu, Taşınmalı Ortaokul ile Merkez Ortaokul ve Köy Ortaokulu arasında anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir.
- Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiksel açıdan anlamlı şekilde farklılık olup farklılık kız öğrencilerin lehinedir. Kız öğrencilerin matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği sonucu oluşan ortalama puan ortalamalarının erkek öğrencilerden yüksek olduğu görülmüştür. Okul türü değişkeni açısından ise anlamlı şekilde farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.
- Üslü ifadeler alt öğrenme alanında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiksel açıdan anlamlı şekilde farklılık olup farklılık kız öğrencilerin lehinedir. Kız öğrencilerin işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi sonucu oluşan ortalama puanlarının erkek öğrencilerden yüksek olduğu bulunmuştur. Okul türü değişkeni açısından ise anlamlı farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tukey testi sonuçlarına göre İmam Hatip Ortaokulu ile Merkez Ortaokul ve Köy Ortaokulu, Taşınmalı Ortaokul ile Merkez Ortaokul ve Köy Ortaokulu arasında anlamlı şekilde farklılıklar olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiksel açıdan anlamlı şekilde farklılık görülmemiştir. Okul türü değişkeni açısından ise anlamlı farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tukey testi sonuçlarına göre İmam Hatip Ortaokulu ile Merkez Ortaokul ve Köy Ortaokulu arasında anlamlı farklılığın bulunduğu belirlenmiştir.
- Üslü ifadeler alt öğrenme alanında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiksel açıdan anlamlı şekilde farklılık olup farklılık kız öğrencilerin lehinedir. Kız öğrencilerin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi sonucu oluşan ortalama puanlarının erkek öğrencilerden yüksek olduğu bulunmuştur. Okul türü değişkeni açısından ise anlamlı farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tukey testi sonuçlarına göre İmam Hatip Ortaokulu ile Taşımali Ortaokul, Taşımali Ortaokul ile Köy Ortaokulu, Merkez Ortaokul ile Köy Ortaokulu arasında anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir
- Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiksel açıdan anlamlı şekilde farklılık olmadığı belirlenmiştir. Okul türü değişkeni açısından ise anlamlı farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tukey testi sonuçlarına göre İmam Hatip Ortaokulu ile Taşımali Ortaokul, Taşımali Ortaokul ile Köy Ortaokulu, Merkez Ortaokul ile Köy Ortaokulu arasında anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. İmam Hatip Ortaokulu ile Taşımali Ortaokul, Taşımali Ortaokul ile Köy Ortaokulu ve Merkez Ortaokul ile Köy Ortaokulu arasında anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.
- Üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerileri arasında istatistiksel açıdan anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözme arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki mevcut iken kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile yüksek düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca işlem bilgisi içeren problemleri çözme becerisi ile

kavram bilgisi içeren problemleri çözüme becerisi arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

- Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi ve kavram bilgisi içeren problemleri çözüme becerileri arasında istatistiksel açıdan anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözüme becerisi arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişki mevcut iken kavram bilgisi içeren problemleri çözüme becerisi ile orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca işlem bilgisi içeren problemleri çözüme becerisi ile kavram bilgisi içeren problemleri çözüme becerisi arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
- Üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözüme becerisi üzerinde anlamlı yordayıcı rolünün olduğu belirlenmiştir. Basit regresyon sonuçlarına göre matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözüme becerisindeki değişimin % 42'sini açıkladığı görülmüştür.
- Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözüme becerisi üzerinde anlamlı yordayıcı rolünün olduğu belirlenmiştir. Basit regresyon sonuçlarına göre matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin işlem bilgisi içeren problemleri çözüme becerisindeki değişimin % 25'ini açıkladığı görülmektedir.
- Üslü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe kavram bilgisi içeren problemleri çözüme becerisi üzerinde anlamlı yordayıcı rolünün olduğu belirlenmiştir. Basit regresyon sonuçlarına göre matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözüme becerisindeki değişimin % 56'sını açıkladığı görülmüştür.
- Kareköklü ifadeler alt öğrenme alanında matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözüme becerisi üzerinde anlamlı yordayıcı rolünün olduğu

belirlenmiştir. Basit regresyon sonuçlarına göre matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliğe ilişkin kavram bilgisi içeren problemleri çözme becerisindeki değişimin % 33'ünü açıkladığı görülmektedir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda oluşturulan öneriler aşağıda yer almaktadır:

- Mevcut çalışmada matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliğinin bu yeterliliği içeren problem çözme süreci ile anlamlı şekilde ilişkili olduğu bulunmuştur. Bu bağlamda okullardaki matematik ders sürecinde matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırmanın derslerde kullanılmasını sağlayabilecek etkinlik, alıştırmalara ve problem çözme süreçlerine daha çok yer verilebilir.
- Çalışma sonucunda matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ve bu yeterliliğe ilişkin problem çözme sürecinin genelinde kız öğrencilerin daha başarılı olduğu görülmüştür. Bu durumun nedenleri matematiğe karşı tutum, özgüven, hazırbulunuşluk gibi değişkenlerde dâhil edilerek detaylı bir şekilde derinlemesine incelenebilir.
- Çalışmanın 8.sınıf üslü ve kareköklü ifadeler alt öğrenme alanları ile sınırladığı göz önüne alındığında uygun sorular geliştirilerek mevcut çalışma ortaokul kısmının daha farklı sınıf seviyelerinde ve farklı konularda çalışılabilir.
- Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği belirlenirken matematiksel dilin alt boyutlarından sembolik dil üzerinde daha çok durulmuştur. Bu durum göz önüne alınarak matematiksel dilin alt boyutlarından sembolik, sözel ve görsel boyutlar kullanılarak daha büyük ve farklı bir örnekleme (lise, üniversite vb.) mevcut çalışma ileriki süreçte çalışılabilir.
- Matematiksel kavram ve sembolleri anlamlandırma yeterliliği ile bu yeterliliğe ilişkin problem çözme becerisinde köy okullarının genellikle en düşük puan ortalamasına sahip okul olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda bu okullarda öğrenciler için matematik dersi ile ilgili ek çalışmaların, etütlerinin imkânlar dâhilinde yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Abedi, J. ve Lord, C. (2001). The language factor in mathematics tests. *Applied Measurement in Education*, 14(3), 219-234.
- Adagide, S. (2008). *15-49 yaş grubu kadınların problem çözme becerilerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Aiken, L. D. (1972). Language factors in learning mathematics . *Rewiew of Educational Research*, 42(3), 359–385.
- Alcı, B. (2007). *Yıldız Teknik Üniversitesi öğrencilerinin, matematik başarıları ile algıladıkları problem çözme becerileri, özyeterlik algıları, bilişüstü özdüzenleme stratejileri ve öss sayısal puanları, arasındaki açıklayıcı ve yordayıcı ilişkiler örüntüsü*. Yayımlanmamış doktora tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Altun, M. (2005). *Eğitim fakülteleri ve ilköğretim öğretmenleri için matematik öğretimi*. Aktüel Yayınları.
- Altun, M. (2014). *Ortaokullarda (5, 6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi* (10. Baskı). Alfa Aktüel.
- Anwar, R. B. ve Rahmawati, D. (2017). Symbolic and verbal representation process of student in solving mathematics problem based polya's stages. *International Education Studios*, 10(10). DOI: 10.5539/ies.v10n10p20.
- Arcavi, A. (1994). Symbol sense: Informal sense-making in formal mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 14(3), 24–35.
- Arcavi, A. (2005). Developing and using symbol sense in mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 25(2), 42–48.
- Arslan-Çelik, P. (2007). *Ortaöğretim kurumları sınavına hazırlanan öğrencilerin problem çözme aşamasında karşılaştıkları güçlüklerin belirlenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Aslan, N. (2018). *Üslü ifadelerle ilgili etkinlik temelli öğretimin matematik akademik başarısına, tutumuna ve kaygı-endişe düzeyine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Aslan, O. ve Sağır, Ş. U. (2012). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının problem çözme becerileri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(2), 82-94.

- Aydın, S. ve Yeşilyurt, M. (2007). Matematik öğretiminde kullanılan dile ilişkin öğrenci görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(22), 90–110.
- Aydın, U. (2018). Conceptual and procedural angle knowledge: Do gender and grade level make a difference?. *International Journal for Mathematics Teaching And Learning*, 19(1), 22-46.
- Aydoğan-Belen, N. (2018). *İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin kullandıkları matematiksel dilin incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Aydoğdu, M., Tutak, T. ve Göçük, Ş. (2020). Sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü sayılar ile köklü sayılar konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(3), 240–257.
- Aytekin-Uskun, K. (2020). *İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin dört işlem problemlerinde gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının problem çözme ve problem kurma başarılarına etkisinin araştırılması*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Kırşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kırşehir.
- Baki, A. (1998, Mayıs). *Matematik öğretiminde işlemsel ve kavramsal bilginin dengelenmesi*, Atatürk Üniversitesi 40. Kuruluş yıldönümü matematik sempozyumunda sunuldu, Erzurum.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Derya Yayınevi.
- Baki, A. (2018). *Matematiği öğretme bilgisi*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Baki, A. ve Kartal, T. (2004). Kavramsal ve işlemsel bilgi bağlamında lise öğrencilerinin cebir bilgilerinin karakterizasyonu. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(1), 27-46.
- Başaran, B. I. (2004). Etkili öğrenme ve çoklu zekâ kuramı: Bir inceleme. *Ege Eğitim Dergisi*, 5(1).
- Baykul, Y. (1996). *İlköğretimde matematik eğitimi*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Baykul, Y. (2004). *İlköğretimde matematik eğitimi 6-8. sınıflar*. Pegem Akademi.
- Berkant, H. G. ve Eren, İ. (2013). İlköğretim matematik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin problem çözme becerilerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *International Journal of Social Science*, 6(3), 1021-1041.
- Bernardo, A. B. (1999). Overcoming obstacles in understanding and solving word problems in mathematics. *Educational Psychology*, 19(2), 149-163.
- Bernardo, A. B. (2008). English in Philippine education: Solution or problem. *Philippine English: Linguistic and Literary Perspectives*, 29-48.

- Biber, A. Ç. ve Kutluca, A. Y. (2013). Farklı öğretim kademelerindeki öğrencilerin problem çözme becerisi algılarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2).
- Birgin, O. ve Gürbüz, R. (2009). İlköğretim II. kademe öğrencilerinin rasyonel sayılar konusundaki işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(2), 529-550.
- Boaler, J. (1999). Participation, knowledge and beliefs: A community perspective on mathematics learning. *Educational Studies in Mathematics*, 40(3), 259-281.
- Boulet, G. (2007). How does language impact the learning of mathematics ?. *Journal of Teaching and Learning*, 5(1).
- Boz, İ. (2018). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin okuduğunu anlama düzeyi ile matematik problemlerini çözme başarısı arasındaki ilişkinin incelenmesi. *İnsan ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1), 40-53.
- Böge, H. ve Akıllı, R. (2021). *Ortaokul ve imamhatip ortaokulu matematik ders kitabı* 8. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Brune, I. H. (1953). Language in Mathematics. *The Learning*, 156.
- Buchanan, T. (2007). The importance of teaching students how to read to comprehend mathematical language. Action Research Projects, (s.5). <http://digitalcommons.unl.edu/mathmidactionresearch/5> adresinden alınmıştır.
- Bunar, N. (2011). *Altıncı sınıf öğrencilerinin kümeler, kesirler ve dört işlem konularında problem kurma ve çözme becerileri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, K. F., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (26.baskı). Pegem Akademi.
- Capraro, M. M. ve Joffrion, H. (2006). Algebraic equations: Can middle-school students meaningfully translate from words to mathematical symbols?. *Reading Psychology*, 27(2), 147-164.
- Coşkun, A. ve Soylu, Y. (2021). Türkiye'de matematik eğitimi alanında problem çözmeye yönelik yapılan çalışmaların bir içerik analizi. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 8(3), 230-251.
- Crossley, S., Liu, R. ve McNamara, D. (2017, Mart). *Predicting math performance using natural language processing tools*. LAK '17. Proceedings of the Seventh

International Learning Analytics & Knowledge Conference'nda sunuldu, Vancouver, Kanada.

Cuevas, G. (1984). Mathematics learning in english as a second language. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15(2), 134–144.

Çakmak, Z. (2013). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin istatistik konusundaki matematiksel dil becerilerine ilişkin değişkenlerin yapısal eşitlik modeli ile incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.

Çalıkoğlu-Bali, G. (2002). Matematik öğretiminde dil ölçeği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 57-61.

Çalıkoğlu-Bali, G. (2003). Matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde dile ilişkin görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(25).

Dagdag, J. D., Palapuz, N. A. ve Calimag, N. A. (2021). Predictive ability of problem-solving efficacy sources on mathematics achievement. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 10(4), 1185-1191.

Didiş, G. ve Erbaş, K. (2012, Haziran). *Lise öğrencilerinin cebirsel sözel problemleri çözümedeki başarısı*. X.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunuldu, Niğde.

Dinç, Y. (2018). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin kareköklü sayılar konusunda bilgiyi oluşturma süreçlerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Eskişehir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Duatepe-Paksu, A. (2008). Üslü ve köklü sayılardaki öğrenme güçlükleri. Özantar, M. F., E. Bingölbali. ve H. Akkoç (Ed.). *Matematiksel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri içinde* (ss. 9-39). Pegem Yayıncılık.

Dur, Z. (2010). *Öğrencilerin matematiksel dili hikaye yazma yoluyla iletişimde kullanabilme becerilerinin farklı değişkenlere göre incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Easdown, D. (2006). Teaching mathematics: The gulf between semantics (meaning) and syntax (form). *In proceedings of the 3rd international conference on the teaching of mathematics at the undergraduate level içinde* (s. 1-5). İstanbul: Turkish Mathematical Society.

- Emre, E., Yazgan-Sağ, G., Gülkılık, H. ve Argün, Z. (2010, Eylül). *Matematik öğretmen adaylarının matematiksel dil kullanımları*. 9. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresin'nde sunuldu, İzmir, Türkiye.
- Erenkuş, M. A. ve Eren-Savaşkan, D. (2021). *Ortaokul ve imamhatip ortaokulu matematik 8 ders kitabı*. Koza Yayıncılık.
- Ersoy, Y. (2002) "Matematik okur yazarlığı-II:Hedefler, geliştirilecek yetiler ve beceriler". (Düzenleme: O. Çelebi, Y. Ersoy, G. Öner) Matematik Etkinlikleri Sempozyum-2002 Bildiriler Kitabı. Matematikçiler Derneği Yayını.
- Ersoy, Y. (2006). İlköğretim matematik öğretim programındaki yenilikler- I: Amaç, içerik ve kazanımlar. *İlköğretim Onliene* 5(1), 30-44.
- Ev-Çimen, E. (2008). *Matematik öğretiminde bireye "Matematiksel Güç" kazandırmaya yönelik ortam tasarımı ve buna uygun öğretmen etkinlikleri geliştirilmesi*. Yayımlanmamış doktora tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Fan, X., Chen, M. ve Matsumoto, A. R. (1997). Gender differences in mathematics achievement: Findings from the national education longitudinal study of 1988. *The Journal of Experimental Education*, 65(3), 1997, 229-242.
- Frey, K. S., Hirschstein, M. K. ve Guzzo, B. A. (2000). Second step: Preventing aggression by promoting social competence. *Journal of Emotional and Behavioral Disorders*, 30(4), 102-112.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Hamlett, C. L. ve Wang, A. Y. (2015). Is word problems-solving a form of text comprehension ?. *Scientific Studies of Reading*, 3(19), 204-223.
- Gail, M. (1996). Problem solving about problem solving: Framing a Research Agenda. Proceedings of the Annual National Educational Computing Conference, Minnesota, 17, 255-261. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 398 890).
- Geary, D. C., Saults, S. J., Liu, F. ve Hoard, M. K. (2000). Sex differences in spatial cognition, computational fluency, and arithmetical reasoning. *Journal of Experimental child psychology*, 77(4), 337-353.
- Genç, S. Z. ve Kalafat, T. (2007). Öğretmen adaylarının demokratik tutumları ile problem çözme becerilerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(22), 10-22.

- Georgius, K. (2008). Improving communication about mathematics through vocabulary and writing. Department of Teaching, Learning and Teacher Education University of Nebraska-Lincoln.
- Gilmore, C., Keeble, S., Richardson, S. ve Cragg, L. (2017). The interaction of procedural skill, conceptual understanding and working memory in early mathematics achievement. *Journal of Numerical Cognition*, 3(2).
- Goslin, K. D. M. (2016). *The effect of purposeful mathematics discourse in the classroom on students' mathematics language in the context of problem solving*. Yayınlanmamış doktora tezi. Oen's University, Canada.
- Göçük, Ş. (2019). *Ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü sayılar ile köklü sayılar konularındaki kavram yanlışlarının belirlenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Güçray, S. S. (2003). The Analysis of Decision Making Behaviors and Perceived Problem Solving Skills in Adolescents. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 2(2), 29-37.
- Güldal, Ö. (2022). *8. sınıf öğrencilerinin özdeşlikler konusunda matematiksel dili kullanma becerileri ile matematik başarıları arasındaki ilişkinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. İstanbul Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Güzel, S. ve Yılmaz, S. (2020). 8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadeler konusundaki matematiksel dil kullanım düzeyleri ve dile ilişkin görüşleri. *International Journal of Active Learning*, 5(1), 33-56.
- Haapasalo, L. ve Kadıjevich, D. (2000). Two types of mathematical knowledge and their relation. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 21(2), 139-157.
- Haser, Ç. ve Ubuz, B. (2002). Kesirlerde kavramsal ve işlemsel performans. *Eğitim ve Bilim*, 27(126), 53-61.
- Hiebert, J. ve Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. In J. Hiebert (Ed.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* içinde (s. 1-23). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hornburgh, C. B., Schmitt, S. A. ve Purpura, D. J. (2018). Relations between preschoolers' mathematical language understanding and specific numeracy skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 176, 84-100.

- Hyde, J. S., Fennema, E. ve Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 107(2), 139-155.
- İlhan, A. M. (2019). *Üslü sayılar ile ilgili etkinliklerin matematik kazanımlarını elde etmeye etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Batman.
- İymen, E. (2012). *8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadeler ile ilgili sayı duyularının sayı duyusu bileşenleri bakımından incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Jordan, N. C. ve Hanich, L. B. (2000). Mathematical thinking in second-grade children with different forms of LD. *Journal of Learning Disabilities*, 33(6), 567–578. DOI:10.1177/002221940003300605.
- Kanbolat, O. ve Balta, M. A. (2019). İlkokulda matematiksel problem çözme ile ilgili yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(4), 21-30.
- Karaaslan, K. G. ve Ay, Z. S. (2017). Öğretmen adaylarının olasılık konusuna ilişkin alan bilgilerinin kavramsal-işlemsel bilgi kapsamında incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(2), 716-736.
- Karabacak, K., Nalbant, D. ve Topçuoğlu, P. (2015). Examination of teacher candidates' problem solving skills according to several variables. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 3063-3071.
- Karaca, İ. ve Karaca, N. (2021). Okul yöneticilerinin problem çözme beceri algılarının incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Bilimler ve Eğitim Dergisi*, 3(4), 181-200.
- Karakılıç, S. ve Arslan, S. (2019). Kitap okumanın öğrencilerin matematik başarıları ve problem çözme becerisi üzerine etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 10(2), 456–475.
- Karasar, N. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Nobel Yayınları.
- Karataş, İ. ve Güven, B. (2004). 8. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerinin belirlenmesi: Bir özel durum çalışması. *Milli Eğitim Dergisi*, 163, 1-10.
- Kaya, D. ve Keşan, C. (2012). Üniversite adayları sayısal bölümü öğrencilerine yönelik kavramsal ve işlemsel uygulamalar. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(3).

- Khashan, K. H. (2014). Conceptual and procedural knowledge of rational numbers for Riyadh elementary school teachers. *Journal of Education and Human development*, 3(4), 181-197.
- Kırılmazkaya, G. (2010). *İlköğretim fen bilgisi ve sınıf öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ve sosyal becerilerinin karşılaştırılması*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Kimball, M. M. (1989). A new perspective on women's math achievement. *Psychological Bulletin*, 105(2), 198.
- Korhonen, J., Linnanmäki, K. ve Aunio, P. (2012). Language and mathematical performance: A comparison of lower secondary school students with different level of mathematical skills. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 56(3), 333-344.
- Kula-Yeşil, D. (2015). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin dörtgenler bağlamında matematik dili kullanımları: Sentaks ve semantik bileşenler*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Eskişehir Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Küçük, M. (2019). *Yazma etkinliklerinin matematik öğretiminde problem çözme becerisine, tutum ve kaygıya etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Küpcü, A. R. ve Özdemir, A. Ş. (2012). İlköğretim öğrencilerinin bilişsel stil, cinsiyet ve orantısal düşünme seviyelerine göre orantı ilişkili problem çözme başarıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 20(2), 451-472.
- Lansdell, J. M. (1999). Introducing young children to mathematical concepts: Problems with 'new' terminology. *Educational Studies*, 25(3), 327-333.
- Larson, C. (2007). The importance of vocabulary instruction in everyday mathematics. Math in the Middle Institute Partnership Action Research Project Report (s.60). <http://digitalcommons.unl.edu/mathmidactionresearch/60> adresinden alınmıştır.
- Larwin, K. H. (2010). Reading is fundamental in predicting math achievement in 10th graders?. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 5(3), 131-145.
- Lee, C. I. (2016). An appropriate prompts system based on the Polya method for mathematical problem-solving. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3), 893-910.
- Leitze, R. A. (1997). Connecting process problem solving to children's literature. *Teaching Children Mathematics*, 3(7), 398-406.

- Lesh, R. ve Doerr, H. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. R. Lesh, ve H. Doerr (Ed). *Beyond constructivism* içinde (s. 3-34). Erlbaum.
- Levine, S. C., Huttenlocher, J., Taylor, A. ve Langrock, A. (1999). Early sex differences in spatial skill. *Developmental Psychology*, 35(4), 940.
- Lin, C. Y., Becker, J., Byun, M. R., Yang, D. C. ve Huang, T. W. (2013). Preservice teachers' conceptual and procedural knowledge of fraction operations: A comparative study of the united states and taiwan. *School Science and Mathematics*, 113(1), 41-51.
- Manger, T. ve Eikeland, O. J. (1998). The effect of mathematics self-concept on girls' and boys' mathematical achievement. *School Psychology International*, 19(1), 5-18.
- Martens, R., Hurks, P. P. M., Meijs, C., Wassenberg, R. ve Jolles, J. (2011). Sex differences in arithmetical performance scores: Central tendency and variability. *Learning and Individual Differences*, 21(5), 549-554.
- Marzano, R. J. (2004). *Building background knowledge for academic achievement*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- MEB (2009). *İlköğretim matematik dersi 6-8.sınıflar öğretim programı ve kılavuzu*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, MEB Basımevi, Ankara.
- MEB (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, MEB Basımevi, Ankara.
- MEB (2019a). *2019 - 2020 öğretim yılı sınavla öğrenci alacak ortaöğretim kurumlarına ilişkin merkezî sınava yönelik kasım ayı örnek soruları (sayısal bölüm)*. Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEB (2019b). *Sınavla öğrenci alacak ortaöğretim kurumlarına ilişkin merkezî sınav*. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Ölçme Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- MEB (2020a). *2020 - 2021 öğretim yılı sınavla öğrenci alacak ortaöğretim kurumlarına ilişkin merkezî sınava yönelik aralık ayı örnek soruları (sayısal bölüm)*. Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEB (2020b). *Sınavla öğrenci alacak ortaöğretim kurumlarına ilişkin merkezî sınav*. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Ölçme Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

- MEB (2020c). 2020 ortaöğretim kurumlarına ilişkin merkezi sınav. Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi, No: 16. MEB.
- MEB (2021a). 2021 - 2022 öğretim yılı sınavla öğrenci alacak ortaöğretim kurumlarına ilişkin merkezî sınava yönelik aralık ayı örnek soruları (sayısal bölüm). Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEB (2021b). Sınavla öğrenci alacak ortaöğretim kurumlarına ilişkin merkezî sınav. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Ölçme Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- MEB (2021c). 2021 ortaöğretim kurumlarına ilişkin merkezi sınav. Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi, No: 12. MEB.
- MEB (2022a). Sınavla öğrenci alacak ortaöğretim kurumlarına ilişkin merkezî sınav. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Ölçme Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- MEB (2022b). 2022 ortaöğretim kurumlarına ilişkin merkezi sınav. Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi, MEB.
- Nalbant, S. (2015). 9. sınıf öğrencilerinin matematiksel kavram ve sembollerini anlamlandırma yeterlikleri ile matematik problemlerini çözme başarıları arasındaki ilişkinin incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Nasibov, F. ve Kaçar, A. (2005). Matematik ve matematik eğitimi hakkında. *Kastomunu Eğitim Dergisi*, 13(2), 339-346.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standarts for school mathematics*. Reston, VA: Author
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standarts for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Nokes, T. J., Schunn, C. D. ve Chi, M. (2010). Problem solving and human expertise. In *International encyclopedia of education* (pp. 265-272). Elsevier Ltd.
- Otterburn, M. K. ve Nicholson, A. R. (1976). The language of (CSE) mathematics. *Mathematics in School*, 5(5), 18-20.
- Özsoy, G. (2002). İlköğretim 5. sınıfta matematik dersi genel başarısı ile problem çözme becerisi arasındaki ilişki. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özsoy, G. (2005). Problem çözme ile matematik başarısı arasındaki ilişki. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 179-190.

- Özyıldırım-Gümüş, F. ve Umay, A. (2017). Problem çözme stratejileri öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının kavramsal/işlemsel çözüm tercihlerine ve problem çözme performansına etkisi. *İlköğretim Online*, 16(2), 746-764.
- Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs and mathematical problem-solving of gifted students. *Contemporary Educational Psychology*, 21(4), 325-344.
- Passolunghi, M. C., Cargnelutti, E. ve Pellizzoni, S. (2019). The relation between cognitive and emotional factors and arithmetic problem-solving. *Educational Studies in Mathematics*, 100(3), 271-290.
- Pazarbaşı, Z. (2015). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının analitik geometri alan dilini kullanma becerileri ve tutumlarının incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pirie, S. E. B. (1998). Crossing the gulf between thought and symbol: Language as (slippery) stepping-stones. In H. Steinbring, M. G. B. Bussi ve A. Sierpiska (Eds.), *Language and communication in the mathematics classroom* içinde (s. 7-29). Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Polat, Y. (2012). *Faktör analizi yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi ve hayvancılık denemesine uygulanışı*. Yayımlanmamış doktora tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Purpura, D. J., Logan, J. A. R., Hassinger-Das, B. ve Napoli, A. R. (2017). Why do early mathematics skills predict later reading? The role of mathematical language. *Developmental Psychology*, 53(9), 1633-1642.
- Purpura, D. J., Napoli, A. R., Wehrspann, E. A. ve Gold, Z. S. (2017). Causal connections between mathematical language and mathematical knowledge: A dialogic reading intervention. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 10(1), 116-137.
- Raiker, A. (2002). Spoken language and mathematics. *Cambridge Journal of Education*, 32(1), 45-60.
- Rittle-Johnson, B., Schneider, M. ve Star, J. R. (2015). Not a one-way street: Bidirectional relations between procedural and conceptual knowledge of mathematics. *Educational Psychology Review*, 27(4), 587-597.
- Rosselli, M., Ardila, A., Matute, E. ve Inozemtseva, O. (2009). Gender differences and cognitive correlates of mathematical skills in school-aged children. *Child Neuropsychology*, 15(3), 216-231.

- Rudd, L. C., Lambert, M. C., Satterwhite, M. ve Zaier, A. (2008). Mathematical language in early childhood settings: What really counts?. *Early Childhood Education Journal*, 36(1), 75-80.
- Schmitt, S. A., Purpura, D. J. ve Elicker, J. G. (2019). Predictive links among vocabulary, mathematical language, and executive functioning in preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 180, 55-68.
- Schütz, R. (2016). Vygotsky & Language Acquisition. <http://www.sk.com.br/sk-vygot.html> adresinden alınmıştır.
- Sepeng, P. ve Madzorera, A. (2014). Sources of difficulty in comprehending and solving mathematical word problems. *International Journal of Educational Sciences*, 6(2), 217-225.
- Silver, E. A. (1986). Using conceptual and procedural knowledge: A focus on relationships. In J. Hiebert (Ed.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* içinde (s. 181-198). Lawrence Erlbaum Associates.
- Sinanoğlu, O. (2000). *Bye-bye Türkçe*. Otopsi yayınları.
- Skemp, R. (1987). *The psychology of learning mathematics*. Hilldale.
- Soylu, Y. ve Soylu, C. (2006). Matematik derslerinde başarıya giden yolda problem çözmenin rolü. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(11), 97-111.
- Sungur, O. (2010). Korelasyon analizi. Şeref Kalaycı (Ed). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* içinde (s. 116-125). Asil Yayın Dağıtım.
- Surif, J., Ibrahim, N. H. ve Mokhtar, M. (2012). Conceptual and procedural knowledge in problem solving. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 56, 416-425.
- Sür, B. (2015). *Matematiksel öğelerin yazılı ve sözlü matematiksel iletişime yansımalarının 9. sınıf üçgenler konusu bağlamında incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Swing, S. ve Peterson, P. (1988) Ebolarative and integrative thought processes in mathematics learning. *Journal of Educational Psychology*, 80(1), 54-66.
- Şahin, Ç. (2004). Problem çözme becerisinin temel felsefesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (10).
- Şenay, Ş. C. (2002). *Üslü ve köklü sayıların öğretiminde öğrencilerin yaptıkları hatalar ve yanlılıkları üzerine bir araştırma*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Şengül, S. ve Erdoğan, F. (2014). A study on the elementary students' perceptions of algebra. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 3683-3687.
- Taşpınar, Z. (2011). *İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin matematik dersinde kullandıkları problem çözme stratejilerinin belirlenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tavşancıl, E. (2006). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Thompson, B. (2004). *Exploratory and Confirmatory Factor Analysis*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Toluk, Z. ve Olkun, S. (2002). Türkiye'de matematik eğitiminde problem çözme: İlköğretim 1.-5. sınıflar matematik ders kitapları. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri/ Educational Sciences: Theory & Practice*, 2(2), 563-581.
- Toptaş, V. (2015). Matematiksel dile genel bir bakış. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 4(1).
- Uçar, E. (2019). *Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin üslü sayılar konusundaki kavram yanlışlarının incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uşak.
- Uğurel, I. ve Moralı, S. (2010). Matematik eğitimi ve dilbilim etkileşimine dayalı bir araştırma ve metodoloji alanı: Söylem çözümleme. *e-Journal of New World Sciences Academy Education Sciences*, 5(1), 173-184.
- Umay, A. (2002). Öteki matematik. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2002(23), 275-281.
- Umeodinka, A. U. ve Nnubia, C.A. (2016). The Mathematics-language symbiosis: The learners' benefits. *Mgbakoigba: Journal of African Studies*, 6(1).
- Usiskin, Z. (2015, Temmuz). *What does it mean to understand some mathematics?*. In Selected Regular Lectures From The 12th International Congress on Mathematical Education'da sunuldu. Springer, Cham.
- Ünal, Z. (2013). *7. sınıf öğrencilerinin geometri öğrenme alanında matematiksel dil kullanımlarının incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Van de Walle, J. A. (2004). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (5th ed.). Boston: Pearson Education.

- Van De Walle, J. A., Karp, K. S. ve Bay-Williams, J. W. (2016). *İlkokul ve ortaokul matematiği gelişimsel yaklaşımla öğretim* (7. Baskı) (çev. S. Durmuş). Nobel Yayınları.
- Voyer, D. (2011). Performance in mathematical problem solving as a function of comprehension and arithmetic skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(5), 1073-1092.
- Wei, W., Lu, H., Zhao, H., Chen, C., Dong, Q. ve Zhou, X. (2012). Gender differences in children's arithmetic performance are accounted for by gender differences in language abilities. *Psychological Science*, 23(3), 320-330.
- Xu, C., Lafay, A., Douglas, H., Di Lonardo Burr, S., LeFevre, J. A., Osana, H. P., ... Maloney, E. A. (2022). The role of mathematical language skills in arithmetic fluency and word-problem solving for first-and second-language learners. *Journal of Educational Psychology*, 114(3), 513.
- Yalçın, K. S. ve Şengül, M. (2007). Dilin iletişim sürecindeki rolü ve işlevleri. *Türkoloji Araştırmaları*, 2(2), 750-767.
- Yalvaç, B. (2019). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanında matematiksel dili kullanma becerilerinin incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yardımcı, H. (2019). *Matematik öğretmeni adaylarının sözel olarak ifade edilen kümeleri matematiksel dile çevirebilme becerileri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Yazır, A. ve Akkoç, H. (2017). Meslek lisesi 9. sınıf öğrencilerinin ortaöğretim matematik öğretim programındaki cebir konularına ait kavramsal ve işlemsel bilgi yeterlilikleri. *Gaziantep University Journal of Educational Sciences*, 1(1), 34-54.
- Yeltekin, E. (2019). *Hikâyeleştirme yönteminin 6. sınıf öğrencilerinin matematik başarısına, problem çözme ve kurma becerilerine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yenice, N. (2011). Investigating pre-service science teachers' critical thinking dispositions and problem solving skills in terms of different variables. *Educational Research and Reviews*, 6(6), 497-508.
- Yenice, N., Özden, B. ve Evren, B. (2012). Examining of problem solving skills according to different variables for science teachers candidates. *Social and Behavioral Sciences*, 46, 3880-3884.

- Yenilmez, D. ve Dinç, Y. (2022). An investigation of eighth grade students' knowledge construction process of square root numbers. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 9(2), 84-107.
- Yeşildere, S. (2007). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel alan dilini kullanma yeterlikleri. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 24(2), 61-70.
- Yıldırım, H. İ. (2009). *Eleştirel düşünmeye dayalı fen eğitiminin öğrenme ürünlerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldız, F. (2016). *6. ve 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel sözel, sembolik ve görsel dili anlama ve kullanma becerilerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yıldızlar, M. (1999). *İlkokul 1., 2. ve 3. sınıf öğrencilerinde problem çözme davranışlarının öğretiminin problem çözümedeki başarıya ve matematiğe olan tutuma etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yıldızlar, M. (2001). *Matematik problemlerini çözebilme yöntemleri*. Eylül Yayınevi.
- Yılmaz, S. ve Güzel, S. (2020). 8. sınıf öğrencilerinin kareköklü ifadeler konusunda matematiksel dil kullanım düzeyleri ve dile ilişkin görüşleri. *e-Kafkas Journal of Educational Research*, 7(3), 282-302.
- Yılmaz, S. ve Türkmen, Z. (2019). 7. sınıf öğrencilerinin doğrular ve açılar konusunda matematiksel dil kullanım düzeyleri ve dile ilişkin görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(1), 31-47.
- Yüzerler, S. (2013). *6. ve 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel dili kullanabilme becerileri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Zelazo, P. D., Muller, U., Frye, D. ve Marcovitch, S. (2003). The Development of Executive Function in Early Childhood. *Monographs of The Society for Research in Child Development*, 68 (3).

## EKLER

### Ek 1. Etik Kurulu Kararı

T.C.  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI  
ETİK KURULU KARARLARI

KARAR TARİHİ	OTURUM NO	KARAR SAYISI
19.11.2021	23	01-23

Üniversitemiz Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu Başkan Prof. Dr. Eren YÜRÜDÜR Başkanlığında toplandı.

**KARAR 23.21-** Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğünün 08.11.2021 tarih ve 94509 sayılı yazısı görüşüldü.

Aşağıda bilgileri yer alan araştırmacıların yapmak istediği uygulamaların ve kullanacağı veri toplama araçlarının etik açıdan uygunluğuna oy birliği ile karar verildi. Ek-3

ÇALIŞMANIN TÜRÜ	Yüksek Lisans Tezi
BAŞLIK	8. Sınıf Öğrencilerinin Üslü ve Kareköklü Sayılar Konularındaki Matematiksel Dil Yeterlikleri ile Bu Yeterliklere İlişkin Problemleri Çözebilme Becerilerinin İncelenmesi
TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ/ YAZARI	Musa Serdar ORHAN (Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı)
RAPORTÖR GÖRÜŞÜ	OLUMLU

Prof. Dr. Eren YÜRÜDÜR  
Etik Kurul Başkanı  
(İmza)

Doç. Dr. Mehmet KARGÜN Başkan Yardımcısı (İmza)	Prof. Dr. Mehmet Serkan UMUZDAŞ Üye (İmza)
Doç. Dr. Emine ÖĞÜK Üye (İmza)	Doç. Dr. Yücel EROL Üye (İmza)

## Ek 2. Valilik Oluru



T.C.  
TOKAT VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-27001677-44-52997569  
Konu : Anket Çalışma İzni

29/06/2022

### VALİLİK MAKAMINA

- İlgi : a) Millî Eğitim Bakanlığına Bağlı Okul ve Kurumlarda Yapılacak Araştırma ve Araştırma Desteğine Yönelik İzin ve Uygulama Yönergesi.  
b) 10/05/2022 tarihli ve 27001677/44/49317538 sayılı Valilik Makam Onayı.  
c) Araştırma İzinleri İnceleme Komisyonunun 28.06.2022 tarihli tutanağı.  
d) Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 24.05.2022 tarihli ve 166015 sayılı yazısı.

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi'nin ilgi (d) talebi gereği Üniversitesi'nin Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Musa Serdar ORHAN, Tokat İli Niksar İlçesi Gazi Ahmet Ortaokulu, Şehit Bülent Ay Ortaokulu ve Niksar İmam Hatip Ortaokulu 8. Sınıf öğrencilere yönelik hazırlamış olduğu "8. Sınıf Öğrencilerinin Üslû ve Kareköklü Sayılar Konularındaki Matematiksel Dil Yeterlikleri İle Bu Yeterliklere İlişkin Problemleri Çözebilme Becerilerinin İncelenmesi" konu başlıklı anket çalışmasını uygulamak istenmektedir.

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Musa Serdar ORHAN, Doç. Dr. Adem ŞAHİN danışmanlığında hazırlamış olduğu "8. Sınıf Öğrencilerinin Üslû ve Kareköklü Sayılar Konularındaki Matematiksel Dil Yeterlikleri İle Bu Yeterliklere İlişkin Problemleri Çözebilme Becerilerinin İncelenmesi" konulu bilimsel amaçlı anket çalışmasını 25.05.2022-01.10.2022 tarihleri arasında Tokat İli Niksar İlçesi Gazi Ahmet Ortaokulu, Şehit Bülent Ay Ortaokulu ve Niksar İmam Hatip Ortaokulu 8. Sınıf öğrencilerine uygulama yapma isteği Müdürlüğümüze uygun görülmektedir.

Makamınızca da uygun görüldüğü takdirde Olur'unuzu arz ederim.

Abdullah TAŞTAN  
İl Millî Eğitim Müdür V.

OLUR

Osman SARI  
Vali V.

- Ek:  
1-Tutanak  
2-Tokat GOP. Ün. Rektörlüğü yazısı ve yazı ekleri

Adres : Gop Bulvarı 60100 Merkez/TOKAT

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Telefon No : 0 (356) 214 10 17  
E-Posta: stratejigelistirme60@meb.gov.tr  
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Bilgi için: Güven KOKSAL  
Unvan : Buro Hizmetleri  
Faks: 3562141186  
Internet Adresi: [www.mebb.gov.tr](http://www.mebb.gov.tr)

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 7ed3-f7a7-392b-8561-7bfe kodu ile teyit edilebilir.



## Ek 3 ÜİYF

### ÜİYF

#### BÖLÜM I

Bu bölümde aşağıda üslü ifadeler alt öğrenme alanına ait matematiksel kavram ve semboller ile oluşturulan kurallar verilmiştir. Sizlerden verilen bu kuralların karşısındaki açıklama bölümüne verilen kurallardan ne anladığınızı kendi cümlelerinizle ifade etmeniz istenmektedir.

Üslü İfade Kavramına İlişkin Kurallar	Açıklama
<p><math>a</math>, sıfırdan farklı bir ve <math>m</math> ile <math>n</math> birer tamsayı olmak üzere</p> $a^m \div a^n = a^{m-n}$	
<p><math>a</math>, sıfırdan farklı bir tamsayı ve <math>m</math> ile <math>n</math> birer tamsayı olmak üzere</p> $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$	
<p><math>a</math>, sıfırdan farklı bir tamsayı ve <math>n</math> bir tam sayı olmak üzere</p> $a^n = \frac{1}{a^{-n}}$	
<p><math>a</math>, sıfırdan farklı bir tamsayı olmak üzere</p> $(a^m)^n = a^{m \cdot n}$	
<p><math>a</math> ve <math>b</math> sıfırdan farklı bir tamsayı ve <math>m</math> ile <math>n</math> birer tamsayı olmak üzere</p> $a^m \cdot b^m = (a \cdot b)^m$	

**Ek 3. ÜİYF****BÖLÜM II****Üslü İfadeler Kavramına İlişkin İşlem Bilgisi İçeren Problemler**

Bu bölümde sizlerden aşağıdaki soruların sonuçlarını bulmanız istenmektedir.

$$6^0 \div 6^{12} = ?$$

$$2^8 \cdot 2^{-10} = ?$$

$$5^x = \frac{1}{125} \text{ eşitliğine göre } x \text{'in değeri kaçtır?}$$

$$(5^3)^{-2} = ?$$

$$2^8 \cdot 5^8 = ?$$

### Ek 3. ÜİYF

#### BÖLÜM III

#### Üslü İfadeler Kavramına İlişkin Kavram Bilgisi İçeren Problemler

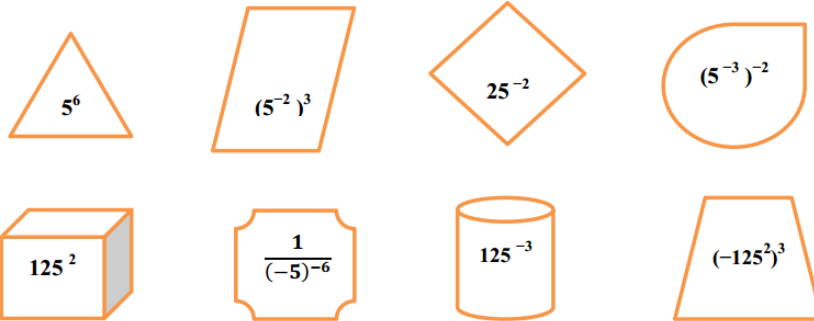
##### Soru 1

$a \neq 0$  ve  $n, m \in Z$  olmak üzere

$$a^n = \frac{1}{a^{-n}} \text{ ve } (a^m)^n = a^{m \cdot n} \text{ 'dir.}$$

Bir matematik dersinde üslü ifadelerde negatif üs ve bir üslü ifadenin birden fazla üssü olması durumlarını daha iyi anlayabilmek için bir oyun tasarlanmıştır. Oyunda masanın üzerine konulan sekiz tane kartın üzerinde üslü sayılar yazılıdır. Oyunu kazanabilmenin şartı karışık halde verilen bu kartlardan değerleri aynı olan kartları bir araya getirerek sonuca ulaşip oyunu kazanmaktır.

Masa üzerinde bulunan kartlar aşağıdaki gibidir:



Buna göre oyunu kazanmak isteyen Buğranın yukardaki kartlardan hangilerini seçmesi gereklidir?

### Ek 3. ÜİYF

#### Soru 2

$a \neq 0$  olmak üzere:

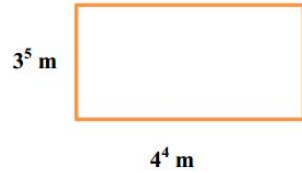
$$a^m \div a^n = a^{m-n}$$

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n}$$

$$a^m \cdot b^m = (a \cdot b)^m$$

$(a^m)^n = a^{m \cdot n}$  kuralları veriliyor.

A belediyesi gençleri ve çocukları kötü alışkanlıklardan uzak tutmak için "*Sağlıklı Hayat ve Spor İç İçe*" sloganı doğrultusunda B mahallesinde boş bir arsaya oyun parkurları oluşturacaktır.



Arsanın eni  $3^5 \text{ m}$  olup boyu ise  $4^4 \text{ m}$ 'dir. Yapılacak arsanın dörtte biri yürüyüş parkuru olarak ayrılacak ve geriye kalan arsanın tamamına oyun parkurları yapılacaktır. İnşaat planlaması şu şekildedir:

- ✓ Her oyun parkuru  $8 \text{ m}^2$  yer kaplayacaktır.
- ✓ Her oyun parkuru 4 katlı bir yapıya sahip olacaktır.
- ✓ Her oyun katında 6 zorluk seviyesine göre ayrılmış bölme olacaktır. (Bölmeler özdeştir.)
- ✓ Her oyun bölgesinin maliyet fiyatı aynıdır.

Bu oyun parkurlarının yapımı tamamlandığında  $6^{11}$  liraya mal olduğuna göre bir oyun bölgesinin maliyeti ne kadardır?

## Ek 4. KİYF

### KİYF

#### BÖLÜM I

Bu bölümde aşağıda kareköklü ifadeler alt öğrenme alanına ait matematiksel kavram ve semboller ile oluşturulan kurallar verilmiştir. Sizlerden verilen bu kuralların karşısındaki açıklama bölümüne verilen kurallardan ne anladığınızı kendi cümlelerinizle ifade etmeniz istenmektedir.

Karekök İfade Kavramına İlişkin Kurallar	Açıklama
Uygun koşullarda verilen a,b ve x sayıları için: $a\sqrt{x} + b\sqrt{x} = (a + b) \cdot \sqrt{x}$	
Uygun koşullarda verilen a,b ve x sayıları için: $a\sqrt{x} - b\sqrt{x} = (a - b) \cdot \sqrt{x}$	
Uygun koşullarda verilen a,b, x ve y sayıları için: $a\sqrt{x} \cdot b\sqrt{y} = a \cdot b \cdot \sqrt{x \cdot y}$	
Uygun koşullarda verilen a,b, x ve y sayıları için: $\frac{a\sqrt{x}}{b\sqrt{y}} = \frac{a}{b} \cdot \sqrt{\frac{x}{y}}$	
Uygun koşullarda verilen a,b sayıları için: $\sqrt{a^2 \cdot b} = a \cdot \sqrt{b}$	

**Ek 4. KIYF****BÖLÜM II****Kareköklü İfadeler Kavramına İlişkin İşlem Bilgisi İçeren Problemler**

Bu bölümde sizlerden aşağıdaki soruları çözmeniz istenmektedir

$$4\sqrt{5} + (-6\sqrt{5}) = ?$$

$$3\sqrt{3} - 5\sqrt{3} = ?$$

$$4\sqrt{3} \cdot 5\sqrt{3} = ?$$

$$12\sqrt{8} \div 6\sqrt{2} = ?$$

$\sqrt{180}$  sayısını  $a\sqrt{b}$  gösterimlerinden bir tanesi şeklinde yazınız. ( $a \neq 1$ )

## EK 4. KİİYF

### BÖLÜM III

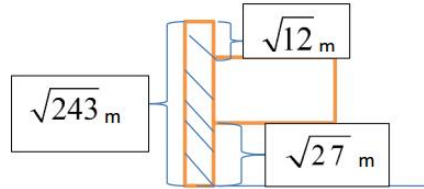
#### Kareköklü İfadeler Kavramına İlişkin Kavram Bilgisi İçeren Problemler

Bu bölümde sizlerden aşağıdaki soruları çözmeniz istenmektedir.

#### Soru 1

a, b, c birer doğal sayı olmak üzere

$$\sqrt{a^2 \cdot b} = a\sqrt{b}, \quad a\sqrt{x} + b\sqrt{x} = (a+b)\sqrt{x}, \quad a\sqrt{x} - b\sqrt{x} = (a-b)\sqrt{x} \text{ ve } a\sqrt{x} \cdot b\sqrt{y} = ab \cdot \sqrt{x \cdot y} \text{ dir.}$$

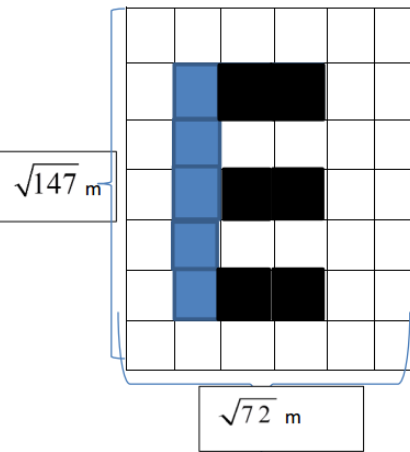


Yukardaki hidrolik sisteme bağlı bir yük asansörü gösterilmektedir. Dikdörtgen şeklinde ön yüze sahip bu asansörün boy ve eni arasında 1,5 kat oranı vardır. Asansörün alt noktasının hidrolik sistemin en alt noktasına uzaklığı  $\sqrt{27}$  m, asansörün üst kısmının hidrolik sistemin en üst noktasına uzaklığı  $\sqrt{12}$  m'dir. Hidrolik sistemin toplam uzunluğu  $\sqrt{243}$  m ise asansörün bir yüzünün alanı kaç  $m^2$ 'dir?

## EK 4 KİİYF

## Soru 2

$$\sqrt{a^2b} = a\sqrt{b} \text{ ve } a\sqrt{x} \cdot b\sqrt{y} = ab \cdot \sqrt{x \cdot y} \text{ dir.}$$



Şekilde eş dikdörtgenlerle oluşturulmuş dikdörtgenel bölgenin kenar uzunlukları gösterilmiştir. Bu dikdörtgenel bölge içinde siyah ve mavi bölgeler boyanarak oluşturulmuştur. Siyah bölgeleri boyamak için A marka boya, mavi bölgeler için ise B marka boya tercih edilmiştir. Boyama sürecinde boyaların tamamı kullanılmış ve hiç boya artmamıştır. Boyalar ile ilgili bilgiler şu şekildedir:

Teneke Boya	Boyayacağı Alan ( $m^2$ )	Fiyat (TL)
A	$\sqrt{6}$	30
B	$\sqrt{24}$	25

Buna göre bu boyama işinin maliyeti kaç liradır?

**EK 5. ÖZGEÇMİŞ**