

**T.C.
SİİRT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORTAOKUL MATEMATİK ÖĞRETMENLERİNİN, ÖĞRENCİLERİN
SEMBOLEŞTİRME BECERİSİNİN MATEMATİK ÖĞRENME VE
BAŞARILARINA ETKİSİNE İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Emine EREN
(183114018)**

Matematik Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa OBAY

**Ocak-2022
SİİRT**

TEZ KABUL VE ONAYI

Emine EREN tarafından hazırlanan “Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin, Öğrencilerin Sembolleştirme Becerisinin Matematik Öğrenme ve Başarılarına Etkisine İlişkin Görüşleri” adlı tez çalışması 21/01/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Yılmaz ZENGİN

.....

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa OBAY

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Enes DEMİR

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Doç. Dr. Fevzi HANSU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖN SÖZ

Yaptığım tez çalışmasında, ortaokul matematik öğretmenlerinin, öğrencilerin sembolleştirme becerisinin matematik öğrenme ve başarılarına etkisine ilişkin görüşleri araştırılmıştır.

Yüksek lisans eğitimim boyunca sorularımı bıkmadan usanmadan cevaplandıran, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, çalışmamın her aşamasında ilgi ve desteğini esirgemeyen, hoşgörüsü ve sabrından dolayı sonsuz minnet duyduğum kıymetli hocam ve danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mustafa OBAY'a çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans süresince akademik ve idari yardımını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Enes DEMİR hocama çok teşekkür ederim.

Beni bu günlere getiren ve desteklerini her zaman hissettiğim aileme sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Emine EREN
SİİRT-2022



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖN SÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Amacı.....	12
1.2. Araştırmanın Problemi.....	12
1.3. Araştırmanın Alt Problemleri	12
1.4. Araştırmanın Önemi	12
1.5. Varsayımlar.....	13
1.6. Sınırlılıklar.....	13
1.7. Tanımlar.....	14
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	16
2.1. Cebir.....	16
2.1.1. İlgili Araştırmalar	19
2.1.2. Cebirde Kavram Yanılgıları.....	22
2.2. Değişken	26
2.2.1. İlgili Araştırmalar	29
2.3. Sembolleştirme	32
2.3.1. İlgili Araştırmalar	33
3. MATERYAL VE METOT.....	38
3.1. Araştırma Deseni	38
3.2. Çalışma Grubu	39
3.3. Veri Toplama Araçları	39
3.3.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	40
3.4. Veri Toplama Süreci	41
3.5. Verilerin Analizi	42
3.6. Araştırmanın Geçerliği ya da Güvenirliği	43
4. BULGULAR.....	45
4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular	45
4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular	48
4.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular	58

4.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	63
4.5. Araştırmanın Beşinci Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	65
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	69
6. ÖNERİLER	73
7. KAYNAKLAR	75
EKLER	84
ÖZGEÇMİŞ	89



TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Yunan sayı sistemi	3
Tablo 1.2. Aryabhata ve Brahmagupta'nın senkoplanmış cebirinin bazı örnekleri....	5
Tablo 1.3. Sınıf seviyelerine göre cebir alt öğrenme alanları.	10
Tablo 2.1. Diophantus'un senkop cebirine örnekler	18
Tablo 2.2. Modern çevirileriyle birlikte eski sembolik ifadelerin bazı örnekleri	18
Tablo 2.3. Öğrenci cevaplarına göre belirlenen kavram yanlışları.....	24
Tablo 2.4. Harf sembollerin bazı farklı kullanımları	28
Tablo 2.5. “David's height” sorusuna verilen cevaplar	36
Tablo 3.1. Katılımcıların demografik özellikleri	40
Tablo 4.1. Birinci grup öğretmenlerin cebirsel ifade-sembolleştirmeye ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi	46
Tablo 4.2. Birinci grup öğretmenlerin sembolleştirmeye ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi	49
Tablo 4.3. Birinci grup öğretmenlerin sembollerin kullanımına ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi.....	51
Tablo 4.4. İkinci grup öğretmenlerin sembollerin kullanımına ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi.....	51
Tablo 4.5. Birinci grup öğretmenlerin cevaplarının analizi sonucu kavram yanlışlığı ile ilgili kodlar.....	55
Tablo 4.6. İkinci grup öğretmenlerin cevaplarının analizi sonucu kavram yanlışlığı ile ilgili kod.....	55
Tablo 4.7. Birinci grup öğretmenlerin sembolleştirme becerisine ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi.....	59
Tablo 4.8. İkinci grup öğretmenlerin cebirsel ifadelere ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi	59
Tablo 4.9. Birinci grup öğretmenlerin sembolleştirmenin doğru kullanılmamasına ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi.....	64
Tablo 4.10. Birinci grup öğretmenlerin sembolleştirmenin matematik öğrenme ve başarıya etkisine ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi	66

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Aşamalı sembolleştirme adımları.....	11
---	----



KISALTMALAR LİSTESİ

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NTCM	: National Council of Teachers of Mathematics (Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi)
PISA	: Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
TIMSS	: Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)
LGS	: Liselere Giriş Sınavı
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORTAOKUL MATEMATİK ÖĞRETMENLERİNİN, ÖĞRENCİLERİN SEMBOLEŞTİRME BECERİSİNİN MATEMATİK ÖĞRENME VE BAŞARILARINA ETKİSİNE İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ

Emine EREN

**Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Matematik Anabilim Dalı**

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi MUSTAFA OBAY

2021, 89+X Sayfa

Bu araştırmanın amacı, ortaokul matematik öğretmenlerinin 6. sınıf cebirsel ifadeler konusunda öğrencilerin semboleştirme becerilerinin matematik öğrenme ve başarılarına etkisine ilişkin görüşlerinin incelenmesidir. Ayrıca, 6. sınıf seviyesindeki semboleştirme becerisinin 6. ve sonraki sınıf seviyelerindeki matematik öğrenme ve başarıya etkisinin anlaşılabilmesi amacıyla bu çalışmada 6., 7. ve 8. sınıf seviyelerindeki matematik derslerini okutan öğretmenlerle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu, 2020-2021 eğitim öğretim yılı Siirt ili merkez ilçesindeki ilköğretim okullarında görev yapan 25 ortaokul matematik öğretmeni oluşturmaktadır. Nitel araştırma türlerinden fenomenolojik araştırma olarak yapılandırılan bu çalışmada öğretmenlerin, cebirsel ifadeler konusunda öğrencilerin semboleştirme becerisinin matematik öğrenme ve başarılarına etkisine ilişkin görüşleri analiz edilmiştir. Pilot çalışma esnasında bazı öğretmenlerin semboleştirme becerisi hakkında herhangi bir açıklamalarının olmadığı görülmüştür. Bu sebeple yarı yapılandırılmış görüşmelerde kullanılmak üzere hazırlanan görüşme sorularının iki form şeklinde hazırlanması gerektiğine karar verilmiştir. Verilerin toplanması için; “Birinci Grup Görüşme Formu” ve “İkinci Grup Görüşme Formu” olmak üzere iki görüşme formu hazırlanmıştır. Birinci grup görüşme formu, semboleştirme algısına sahip öğretmenlere sorulacak soruları, ikinci grup görüşme formu ise bu algıya sahip olmayan öğretmenlere sorulacak soruları içermektedir. Hazırlanan görüşme formları alan uzmanlarının görüşlerine sunulmuştur. Uzmanların önerileri doğrultusunda görüşme formları düzenlenmiştir. Öğretmenlerle görüşmeler zoom programı üzerinden gerçekleştirilmiş ve görüşmeler kayıt altına alınmıştır. Elde edilen verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonucunda öğretmenlerin cevaplarından, 6. sınıf cebirsel ifadeler konusunda semboleştirme becerisi geliştirmenin sonraki sınıf seviyelerindeki matematik konularını öğrenmede etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ikinci grup öğretmenlerin semboleştirmeye ilişkin bir algıları olmasına rağmen bilinçli bir seviyede bunu ifade edemedikleri görülmüştür. Semboleştirme becerisinin; matematik konularını anlama ve öğrencinin kavrama düzeyi, matematik problemlerini anlama ve çözme, harf sembollerini anlama ve kullanma, öğrenmenin kalıcılığını sağlama üzerinde etkili olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Semboleştirme becerisinin öğrencilerin; soyut düşünme becerisi, okuduğunu anlama becerisi, zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri ile olumlu yönde bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: cebir, harf sembolü, semboleştirme becerisi.

ABSTRACT

MS THESIS

THE OPINIONS OF SECONDARY SCHOOL MATHEMATICS TEACHERS ABOUT THE EFFECT OF STUDENTS' SYMBOLIZATION SKILLS ON MATHEMATICS LEARNING AND SUCCESS

Emine EREN

**The Graduate School of Natural and Applied Science of Siirt University
The Degree of Master of Science
Department of Mathematics**

Supervisor : Asst. Prof. Dr. MUSTAFA OBAY

2021, 89+X Pages

The aim of this research is to examine the views of secondary school math teachers on the impact of students' symbolization skills on math learning and achievements in 6th grade algebraic expressions. In addition, in order to understand the effect of symbolization skills at the 6th and later grade levels on math learning and success at the 6th and later grade levels, interviews were conducted with the teachers who taught the mathematics courses at the 6th, 7th and 8th grade levels. The study group consists of 25 secondary school math teachers working in primary schools in Siirt province for the 2020-2021 academic year. In this study, which is structured as phenomenological research from qualitative research types, teachers' views on the mathematics learning and achievements of students' ability to symbolization algebraic expressions were analyzed. During the pilot study, it was observed that some teachers did not have any explanation about the symbolization skill. On the sidelines of pilot study, it was observed that some teachers did not have any explanation about the symbolization skill. For this reason, it was decided and implemented that interview questions prepared for use in semi-structured interviews should be prepared in two forms. The extent to which the prepared interview forms serve the purpose has been presented to the opinions of field experts in order to control their clarity and applicability. Interview forms have been arranged in line with the recommendations of the experts. Interviews with teachers were conducted through the zoom program and interviews were recorded. Content analysis method was used in the analysis of the obtained data. As a result of the analysis, it was determined from the answers of the teachers that developing the ability to symbolize the algebraic expressions of the 6th grade was effective in learning the mathematics subjects at the later class levels. In addition, it was observed that the second group of teachers had a perception of symbolization but could not express it on a conscious level. The ability to symbolization; it has been concluded that understanding and understanding mathematics subjects, understanding and solving mathematics problems, understanding and using letter symbols, and ensuring the permanence of learning have been achieved. The ability to symbolization students; abstract thinking skills, reading comprehension skills, mental development and readiness levels have been found to be closely related.

Keywords: algebra, letter symbol, symbolization ability.

1. GİRİŞ

Matematiğin varoluşu, onun aynı zamanda anlaşılmasını da gerekli kılmaktadır. Anlama, bir şeyi yalnızca dıştan değil, kendi içinden kavrama; bir şeyin özünü bir bağlam bütünü olarak anlamını tanımaya denir. (Akarsu, 1975). Ancak bu ifadeye uygun anlama, ifade edilen şey, anlatılmak istendiği gibi doğru bir şekilde gerçekleşmeyebilir. Doğru anlamanın sağlanabilmesi için anlamı içselleştirmek ve anlaşılacak istenenin özüne inmek gereklidir. Günümüzde bir gereklilik olan matematiğin anlaşılması ise matematik dilini kavrama, onun özünü anlama ile gerçekleşebilir. Milli eğitim bakanlığının gerçekleştirdiği sınavlarda veya uluslararası gerçekleştirilen PISA (Programme for International Student Assessment = Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı), TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study = Uluslararası Matematik ve Fen Bilimleri Araştırması) gibi sınavlarda okuduğunu anlama, matematik dilini anlama ve matematik okuryazarlığının (mathematical literacy) büyük öneme sahip olduğu görülmektedir. TIMSS, dört yıllık aralıklarla düzenlenen, 4 ve 8. sınıf düzeyindeki öğrencilerin matematik ve fen bilimleri alanlarında kazandıkları bilgi ve becerilerin değerlendirilmesi, bu alanlarda eğitim öğretimin gelişmesi amacıyla yapılan bir tarama araştırmasıdır (TIMSS, 2015). PISA projesi ise, üçer yıllık aralıklarla düzenlenen, 15 yaş grubundaki öğrencilerin matematik okuryazarlığı, fen okuryazarlığı ve okuma becerileri gibi alanlarda kazanmış oldukları bilgi ve becerileri günlük yaşama aktarma becerilerini ölçmektedir (PISA, 2018). OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development = Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) (2006)'da, PISA matematiksel okuryazarlık alanı, öğrencilerin çeşitli durumlarda matematiksel problemleri oluştururken, formüle ederken, çözerken ve yorumlarken fikirleri etkili bir şekilde analiz etme, akıl yürütme ve iletme kapasiteleriyle ilgilidir, şeklinde tanımlanmıştır. Şıvkın, Aksoy ve Erdoğan (2020)'ın yaptıkları çalışmada elde edilen bulgulara göre LGS'de (Lise Giriş Sınavı) sorulan matematik soruları ile PISA'da sorulan matematik okuryazarlığı soruları arasındaki ilişki incelendiğinde okuduğunu anlama, soruların günlük hayatta karşılaşılabilecek problemlerle ilişkilendirilmesi ve yüksek bilişsel alan basamaklarını ölçmesi açısından benzerlik gösterdiği görülmüştür. PISA 2018 uygulaması Türkiye'de 6890 öğrencinin katılımı ile bilgisayar tabanlı olarak gerçekleştirilmiş ve ülkelerin matematik okuryazarlığı alanında yeterlik düzeylerine göre performansları kapsamında

Türkiye, PISA 2018'e katılan 79 ülke arasında 42. sırada yer almıştır (MEB, 2019). Bu durum matematik okuryazarlığı alanında yeterli düzeyinin geliştirilmesi gerektiğini, bunun da matematiği anlayarak yani kendi içinde kavrayarak, içselleştirerek öğrenmenin gerekliliğini göstermektedir.

Mazur (2014)'a göre matematiği anlama, matematiksel düşünceleri mantıklı bir şekilde açıklama ve sembolle yazma, matematiksel dili anlamayla sağlanabilir. Matematiksel dilin anlaşılması ve öğrenilmesi, öğrencinin yaşantısı boyunca sonraki öğrenmelerini etkileyeceği için kritik öneme sahiptir. Matematiksel dilin öğrenilmesinde ve doğru kullanımında matematiksel sembollerin anlaşılmasının ve öğrenilmesinin belirleyici olduğu söylenebilir. Matematik dili semboller vasıtasıyla oluşmuştur. Bir nesne veya bir kelime, temsil ettiği kabul edilen nesnenin veya kelimenin somutluğunu aştığında, kendi anlamından daha fazlasını ima ettiğinde semboldür (Çelebi, 2018; Mazur, 2014). Semboller, matematiğin kendine ait dilinin varoluşunu sağlamıştır. Mazur (2014), matematik dilini oluşturan sembollerin amaçları arasında şunlara yer vermiştir: işlemleri kolay hale getirmek, anlamayı kolaylaştırmak, matematiksel ifadeleri derli toplu yazmak. Örneğin, pi sayısını ondalık sayı formunda yazmak hem zaman kaybına neden olmakta hem de sayı büyüdükçe yazılması imkânsız hale gelmektedir. Bu sayıyı ifade etmek için π (antik yunan alfabesinin on altıncı harfi) sembolü kullanılarak anlaşılması kolaylaştırılmış ve derli toplu yazılması sağlanmıştır. Mazur (2014)'a göre matematiksel semboller bir işlemi hesaplamanın kısa talimatlarını da bize vermeyi sağlayabilmektedir, örneğin;

Eğer birisi size “onu iki parçaya böldüm ve bunlardan birini diğeriyle çarptım, sonuç yirmi birdi” dese, o zaman parçalardan birinin şey, diğeri de on eksi şey olduğunu bilirsiniz. (Harezmi'nin Cebir'inden, M.S. 820 dolayları)

sözel ifadesini sembollerle $x(10 - x) = 21$ şeklinde ifade etmek yerine matematiksel semboller kullanılmadan yukarıdaki şekilde ifade edilirse kelimelerin karmaşasıyla mücadele etmek gerekir. Alfred North Whitehead bununla ilgili “İyi bir notasyon, tüm o gereksiz işlerden kurtararak beyne daha ileri düzey problemlere yoğunlaşma özgürlüğü tanır...” ifadelerini kullanmıştır (Mazur, 2014). Zaman içinde matematikte kelimelerin yerini kısaltmaların, kısaltmaların yerini de sembollerin almasıyla matematiksel ifadeler sade bir görünüme kavuşmuştur.

Matematiğin dili olan sembollerin varlığının yıllar öncesine dayandığını söyleyebiliriz. Matematikçiler çeşitli notasyonlar geliştirmeye çalışırken, semboller

birçok kez değişmiş ve gelişmiştir. Augustus De Morgan bugün kullandığımız matematiksel sembollerin var oluşu ile ilgili;

“1+1, yeni ve ‘tesadüfi’ bir sembol olan 2 şeklinde kısaltıldı. ‘Tesadüfîlik’ başka bir şeyin de aynı işi görebilecek olması anlamındadır. 1+1’in yerini <, 3, ∞ ya da başka bir şey değil, 2 aldı; çünkü Hintliler böyle olmasına karar verdi.” ifadelerini kullanmıştır (Mazur, 2014).

Mazur (2014), insanların toplama ve çarpma becerisinin belki parmakla saymayla, belki taşlarla, belki de daha imgesel bir şeyle, ama mutlaka bir işaret düzeniyle başladığını söylemiştir. Yani başlangıç aşamalarında sayma, nesnelere bire bir işaret etme yoluyla yapılmıştır. Zamanla sayma (parmaklar, taşlar, meyveler, tahıllar gibi belirli gruplar cinsinden) sayılan nesnelerin karakterinin artık önemli olmadığı soyut bir aşamaya doğru gelişmiştir (Mazur, 2014). Sayı fikrinin oluşumu insanların parmaklarla ya da başka bir işaret düzeniyle yapılan sayımların yerini sembollerin alması yoluyla sembolleştirmenin bir sonucu olarak gelişmiştir.

Sayıları ifade etmek için sembol kullanımı, ileri matematiğin küçük bir özelliği olmakla birlikte, ileri matematiğin bu bağlamda başlangıcıdır (Stewart, 2016). Geçmişte sayıların sembolik ifadesi için çeşitli sayı sistemleri geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları Babillerin, Mısırlıların, Arapların, İbranilerin, Hintlilerin, Yunanların kullandığı sayı sistemleridir. Yunanlar sayı sistemlerini İbranilerden almış ve her sayıyı alfabelerinin bir harfiyle göstermişlerdir (Mazur, 2014). Tablo 1.1.’de Yunan sistemindeki sayı temsilleri gösterilmektedir (Stallings, 2000).

Tablo 1.1. Yunan sayı sistemi

1	α	alpha	10	ι	iota	100	ρ	rho
2	β	beta	20	κ	kappa	200	σ	sigma
3	γ	gamma	30	λ	lambda	300	τ	tau
4	δ	delta	40	μ	mu	400	υ	upsilon
5	ε	epsilon	50	ν	nu	500	φ	phi
6	ς	digamma	60	ξ	xi	600	χ	chi
7	ζ	zeta	70	ο	omicron	700	ψ	psi
8	η	eta	80	π	pi	800	ω	omega
9	θ	theta	90	Ϟ	koppa	900	Ϡ	sampi

Matematikte yerini almış çoğu sayılar, işaretler, bilinen sabit sayıları ve bilinmeyen değişken sayıları karşılayan harfler, cebir denklemleri geçmişe dayanmaktadır. Örneğin, Mısırlılar M.Ö. 18. yüzyıl gibi bir tarihte ekleme ve çıkarmayla ilgili çeşitli oymalarla toplama ve çıkarmayı belirten hiyerogliflere sahiptiler (Mazur, 2014). İlk Babil ve Mısır cebirleri retoriktir (düzyazı) (Baumgart, 1969; Aktaran: Stallings, 2000). Sonrasında bunun yerini sembolik cebir almıştır. Bakhshali Elyazması'nda (Hint matematik metni, M.Ö. 2. yüzyıl) negatif sayılar bizim artı işaretimize benzeyen bir sembolle gösterilmiş, İskenderiyeli Diophantus bilinmeyişi adlandırmak için bir yunan harfi, çıkarma işlemi için de yukarıyı gösteren oka bezer bir şekil kullanmıştır (Mazur, 2014). Diophantus sözel olarak çözdüğü denklemleri ilk defa sembolleştirmeye çalışan matematikçidir (Baki, 2014). Hintli matematikçi Brahmagupta ise bugün “sıfır” adını verdiğimiz yeni bir sayıyı ilk kez ortaya atarken bunu küçük siyah bir nokta sembolüyle göstermiştir (Mazur, 2014). Geçmişte matematikçilerin, sözel olarak yapılan matematiksel işlemleri sembolleştirme çabaları bugünkü birçok matematiksel sembolün var olmasını ve matematikte yer almasını sağlamıştır. Matematik sembolleri milletler arasındaki etkileşimlerle birbirlerine ulaşmış ve evrensel matematik dilinin var oluşunu beraberinde getirmiştir. Bu sembollerle soyut ve sözel olan matematik ifadeleri sembolleştirilerek anlaşılma ve açıklanmaya çalışılmıştır.

Mazur (2014), 16. yüzyılı sembollerin çocukluk evresi; 18. yüzyılı ise matematik dilinin insanların ciddi bir eğitim almadan okuyamayacakları kadar sembolleştiği yüzyıl olarak ifade etmiştir. Matematikte bugün kullandığımız sembollerin var olmaması durumunda, sayıların, işlemlerin ve daha birçok matematiksel ifadenin, yazıyla ifade edilmesi gerekirdi. Örneğin Harezmi'nin Cebir'inde yer alan;

“Yirmi bir dirhem eklendiğinde bu, o karenin kökünün on katının dengine eşit oluyorsa, karenin miktarının ne olması gerekir?” (Harezmi'nin Cebir'inden, M.S. 820 dolayları) ifadesi sembolle $x^2 + 21 = 10x$ şeklinde ifade edebileceğimiz bir denklemdir (Mazur, 2014). Bu denklemin yukarıda görülebileceği gibi sembolsüz bir ifade biçimi, bütün cebirsel ifadeyi kelimelerle yazma durumunu beraberinde getirmiştir. Harezmi'nin Cebir'inde bu denklemin sembolsüz çözümü ise;

“Köklerin sayısını ikiye böl; yarısı beştir. Bunu kendisiyle çarp; çarpım yirmi beştir. Bundan kareye bağlanmış yirmi biri çıkart; kalan dördüttür. Onun kökünü al; bu ikidir. Bunu köklerin yarısından, beşten çıkart; kalan üçtür. Bu aradığın karenin köküdür ve kare dokuzdur...”

şeklindedir (Mazur, 2014). Sözel olarak, kelimelerle yapılan cebirin sembolleştirilmesi sayesinde matematiksel ifadeler hem yoğun bir çaba gerektirmeden yazılabilmiş hem de kelimelerin karmaşası yerini açık ve sade bir görünüme bırakmıştır.

Günümüzde cebir öğrenme alanında yer alan; cebirsel ifadeler, eşitlik ve denklem, doğrusal denklemler, özdeşlikler, eşitsizlikler alt öğrenme alanları harf sembollerinin en sık kullanıldığı ve sözel ifadelerden harf sembolere geçişi içeren matematik konuları arasında sayılır. 15. yüzyılın ortalarında İtalyanca ve Latince yazan kimi yazarlar ‘cebir’ yerine ‘Regula rei e census’ (Şeylerin Çıkarılması ve Çarpımı) ifadesini kullanmışlardır (Mazur, 2014). Buradaki ‘şey’ ifadesi harf sembollerin yerini tutmaktadır. Harezmi (780-847) cebir alanında yaptığı çalışmalarını topladığı “Al Kitab Fi Hisab Al Cabr wal Muqabalah” adlı kitabında, bilinmeyen sayıyı göstermek için “şey” (bugün kullandığımız x), bunun ikinci kuvvetine “mal” (x^2) ve kareköküne “ced” ($\sqrt{x}$) demiştir (Baki, 2014).

Cebir alanında çalışmış önde gelen bilim adamları Harezmi, Diophantus, Brahmagupta ve Aryabhata’dır (Bütüner, 2008). Harezmi çalışmalarını topladığı kitabında yer alan geometrik çözümlerinde bilinmeyen büyüklüğü “şey” olarak adlandırarak cebirin sembolleştirilmesinin ilk örneklerini vermiştir (Baki, 2014). MS 4. veya 5. yüzyıldan önce Hint ve Arap matematiğine dair çok az kaydın var olmasıyla birlikte, Hintli Aryabhata (MS 475-550) ve Brahmagupta (MS 598-665)’nin senkoplanmış bir cebir geliştirdiği bilinmektedir (Stallings, 2000). Aryabhata ve Brahmagupta’nın senkoplanmış (kelimelerin arasından bazı harfleri atma) cebirinin bazı örnekleri Tablo 1.2.’de (Stallings, 2000) gösterilmiştir.

Tablo 1.2. Aryabhata ve Brahmagupta’nın senkoplanmış cebirinin bazı örnekleri

Sembol	bha	yā	kā		rū	yā kā 6 bha	ka 5 rū 2
				Ka			
Modern gösterim	Çarpım	x	y	$\sqrt{\quad}$	Tamsayı	6xy	$\sqrt{5} - 2$

Cebir ile ilgili bir diğer önemli gelişme François Viète’in sesli- sessiz harfle gösterim sistemidir. François Viète (1540-1603) bilinmeyenlerin temsili için sesli, bilinenlerin temsili için sessiz harfler kullanmıştır (Mazur, 2014). François Viète’in 16. yüzyılın başlarından itibaren yapmış olduğu çalışmalar harf sembolüyle gösterimde önemli gelişmelerin olmasını sağlamıştır. Mazur (2014)’a göre Viète’in sesli-sessiz harf

sistemi, bilinenler ve bilinmeyenlerin temsilleri arasında bir karışıklık doğmasını engelleme ve birden çok bilinmeyene sahip olma açısından fayda sağlamıştır. Viète'in sesli- sessiz harflerle gösterimi sembolik cebir için önemli bir adım olmuştur. Böylece cebirin sembolleşmesi cebir denklemlerini genel bir şekilde ifade edebilmeyi, yani $x^2 + 2x = 3$, $x^2 - 2x = 2$ ve $x^2 - 2x + 2 = 0$ gibi üç farklı denklemi $ax^2 + bx + c = 0$ şeklinde, aynı formda göstermeyi sağlamıştır (Mazur, 2014).

Matematikte yer alan soyut konuların en başında cebir yer almaktadır. Cebir, kendi kuralları olan özel bir dildir (MacGregor ve Stacey, 1997a). Dede ve Argün (2003) cebirin içeriğini, tarihsel gelişim süreci üzerinden açıklayarak üç basamakta incelemişlerdir: Söz (Rhetorical) Basamağı, Sembol-Söz Karışımı (Syncopated) Cebir Basamağı ve Sembol (Sembolic) Basamağı. Bunun yanında Stallings (2000) makalesinde cebirsel gösterimin gelişimini üç ana aşamada ele almıştır: retorik veya düzyazı, senkoplanmış ve sembolik. Dede ve Argün (2003) cebirin gelişimini ele aldıkları basamakları şu şekilde açıklamışlardır:

- 1) Söz (Rhetorical) basamağı: Bilinmeyi göstermek için özel işaret veya sembollerin kullanımının olmadığı dönem,
- 2) Sembol-söz karışımı (Syncopated) basamağı: 3-16. yüzyıllar arasından 17. yüzyılın başlarına kadar bilinmeyen nicelikler için harflerin kullanıldığı dönem,
- 3) Sembol (Sembolic) basamağı: Diophantus'un çalışmalarının matematikçiler tarafından incelenmesiyle bilinen ve bilinmeyenler nicelikler için sembollerin kullanılmaya başlandığı dönem.

Cebir, matematiği günlük hayatta faydalı ve kullanılır hale getiren unsurdur. Lacampagne (1995) cebiri “matematiğin dili” olarak ifade etmiş, temel cebirsel kavramların tam öğrenilmesi durumunda ileri matematiksel konular için kapıların açıldığını ancak cebirin öğrenilmemesi durumunda üniversite ve teknolojiye dayalı kariyer kapılarının kapanacağını ifade etmiştir (Aktaran: Dede ve ark., 2002). Cebirin öğrenilmesinin önemini bu ifadeleriyle belirtmiştir. Cai ve Knuth (2005), cebir hazırlığını, okul matematiğine “en önemli hizmet eden kavram” olarak nitelendirmişlerdir. Dede ve Argün (2003), cebirin işlevlerini; cebir bir dil, bir problem çözme aracı, bir düşünce aracı ve bir okul dersidir, şeklinde sıralamışlardır. NCTM (National Council of Teachers of Mathematics = Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi) cebiri; örüntüleri, ilişkileri ve işlevleri anlama, cebirsel sembolleri kullanarak matematiksel durumları ve yapıları temsil ve analiz etme olarak ifade etmiştir. NCTM;

örüntüleri, ilişkileri ve işlevleri anlamada 6, 7 ve 8. sınıflarda her öğrenci için beklentileri:

- Tablolar, grafikler, kelimeler ve mümkün olduğunda sembolik kurallarla çeşitli kalıpları temsil edin, analiz etme ve genelleştirme;
- Bir ilişki için farklı temsil biçimlerini ilişkilendirme ve karşılaştırma;
- İşlevleri doğrusal veya doğrusal olmayan olarak tanımlama ve özelliklerini tablolarda, grafiklerde veya denklemlerde karşılaştırma, şeklinde sıralamıştır.

Yeni bilgi ve becerilerin öğrenilmesinde önceki yaşantıların etkisi büyüktür. Önceki öğrenmeler yeni öğrenmeleri olumlu ya da olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Transfer (öğrenmenin aktarılması), pozitif transfer (olumlu aktarım) ve negatif transfer (olumsuz aktarım) olarak ikiye ayrılmaktadır (Seven ve Engin, 2010). Öğrenilen bir bilgi transfer edilip sonraki öğrenmenin yerine getirilmesine yardımcı oluyorsa pozitif transfer gerçekleşmiş olur. Ancak eğer öğrenilmiş olan sonradan öğrenilecek olan üzerinde olumsuz bir etkiye neden oluyorsa negatif transfer gerçekleşmiş olur. Negatif transfer, öğrenilen bilgilerin yanlış transferidir. Negatif transfer, ileriye ket vurma ve geriye ket vurma şeklinde ayrılır. Seven ve Engin (2010)'e göre, ileriye ket vurma; önceki öğrenmenin yeni öğrenmeyi karıştırması ve zorlaştırması; geriye ket vurma ise yeni öğrenmenin önceki öğrenmeyi karıştırması ve zorlaştırmasıdır. Bu bağlamda öğrencinin önceki öğrenmelerinin yeni öğrenmeleri üzerinde etkili olduğu düşünüldüğünde matematik başarısı üzerinde de olumlu veya olumsuz etkiye sahip olacağı görülmektedir.

Matematiğin diğer konularında olduğu gibi, cebirin anlamlı bir şekilde öğrenilmesini sağlamak için işlemsel ve kavramsal bilgi boyutu gereklidir. Kavramsal bilgi, sadece kavramın adını, tanımını bilmek değil, kavramlar arasındaki ilişkileri anlayabilmektir (Baki ve Kartal, 2004). Kavramsal bilgi, bağlantısal/ilişkisel bilgiyle ilgilidir: “matematiksel gerçekler, işlemler ve fikirler arasındaki zihinsel bağlantılar/ilişkiler” (Hiebert ve Grouws, 2007, aktaran: Van De Walle, Karp ve Bay-Williams, 2021). Kavramsal bilgi ilişki kurarak anlama üzerine temellendirilmiş olduğundan bilişsel düzeyde anlamayı sağlar. İşlemsel bilgi ise, bir algoritmanın veya işlemin nasıl sonuçlandırılacağıyla ilgilidir (Van De Walle ve ark., 2021). Aritmetiksel işlem yapma anlamına gelir. Birgin ve Gürbüz (2009) işlemsel için; matematik sembollerini ve gösterimlerini tanıma, kural ve formülleri bilme, verilen bir algoritmayı işlem basamaklarına uygun biçimde yürütebilme gibi becerileri gerektiren kavramaya

dayanmayan mekanik bir bilgi olarak açıklamışlardır. Yalnızca işlemsel bilgi boyutu anlama için yeterli değildir, işlemsel ve kavramsal bilgilerin birlikte öğrenilmesi gerekmektedir.

Cebir okul matematiğinde ilk olarak 6. sınıf düzeyinde yer almaktadır. Bunun öncesinde ilköğretim matematiği, cebir öğreniminde aritmetikten cebire geçişi sağlama açısından önemli görülmektedir. Cebir sıklıkla genelleştirilmiş aritmetik olarak adlandırılmaktadır (Van De Walle ve ark., 2021). Öğrencilerin cebirsel ifadeleri anlamlandırabilmeleri için aritmetiksel (sayılarla) işlemlerden cebire geçişi sağlayabilmeleri ve aritmetik ile cebiri ilişkilendirebilmeleri gerekmektedir. Aritmetikten cebire geçiş birçok öğrenci için zordur, çünkü aritmetikte oldukça yetkin olan öğrencilerin bile birçok uyum sağlama çalışması yapmalarını gerektirir (Cai ve Knuth, 2005). Örneğin öğrencilerin, $3+7=7+3$ olup olmadığını söylemeleri istenir ve ardından öğrencilerin bu durumu genelleştirmelerini sağlamak için değişkenleri kullanarak yazmaları sağlanır (Van De Walle ve ark., 2021). Bu örnekteki gibi aritmetikten (sayıdan) cebire geçiş sağlandığında değişkenler öğrenciler için kullanılabilir ve anlaşılabilir hale gelecektir. Kieran, aritmetikten cebire geçiş süreci için bazı önerilerde bulunmuştur: (1) Sadece sayısal bir cevabın hesaplanmasına değil, ilişkilere odaklanmak; (2) İşlemlere ve terslerine ve ilgili yapma/geri alma fikrine odaklanmak; (3) Bir sorunu sadece çözmek yerine hem temsil etmeye hem de çözmeye odaklanmak; (4) Sadece sayılara değil, hem sayılara hem de harflere odaklanma ve (5) Eşittir işaretinin anlamının yeniden odaklanması (Cai ve Knuth, 2005). Bunlar cebir için öğrencide temel fikirlerin oluşmasını sağlamaktadır. Van De Walle ve ark. (2021), “sayı kombinasyonları” ile öğrencilerin aritmetik ve cebiri ilişkilendirmelerinin sağlanabileceğini belirtmiş ve bunun yolunu aşağıdaki şekilde açıklamıştır:

Öğrencilerin sayıları parçalarına ayırarak ve toplama ve çıkarma stratejilerini kullanarak problem kümelerinde genellemeler aramaları sağlanır. Örneğin “*Arka bahçenize, bazıları ağaca bazıları da yemliğinize olmak üzere, yedi kuş kondu. Kaç kuş ağaçta, kaç kuş yemlikte olabilir?*” öğrencilere her olasılık gösterilerek karşılık gelen eşitliği yazmaları sağlanır. “*Eğer ağaçta a tane kuş varsa, yemlikte kaç kuş olduğunu nasıl açıklayabilirsiniz?*” şeklinde sorarak $7 - a$ ifadesine, ardından yemlikteki kuş sayısının temsili için öğrencinin ifade edeceği harf sembolü ile birlikte (örneğin y); $a + y = 7, 7 - y = a$ ve $7 - a = y$ eşitliklerini oluşturmaları sağlanır.

Cebir öğrenmenin başlangıcı olan altıncı sınıf seviyesinde öğrenciler cebirsel ifadeler konusuyla birlikte harf, değişken, bilinmeyen kavramları ile tanışmaktadır.

Matematiksel fikirlerin cebirsel ifadeler olarak temsil edilebilmesi için genellikle yeniden biçimlendirilmesi gerekir (MacGregor ve Stacey, 1997a). Harfli sembollerini kullanma bu durumda anahtar rol oynamaktadır. Harf sembollerinin öğreniminde çeşitli nedenlerden dolayı hata ve kavram yanlışları ortaya çıkabilmektedir. Literatürde kavram yanlışları ve bunları gidermeye ilişkin çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Kavram yanlışlığı için literatürde birçok tanım bulunmaktadır. Özmantar ve ark. (2008), kavram yanlışlığını basit hatadan çok sistemli bir şekilde insanı hataya teşvik eden algı biçimi olarak tanımlamışlardır. Erdem ve Gürbüz (2017) kavram yanlışlığını, öğrencinin uzun süreden beri birden fazla durumda tekrarladığı ve doğru olanla çelişen olarak tanımlamışlardır. Kavram yanlışları dört kategoride ele alınabilir, bunlar sırasıyla; aşırı genelleme, aşırı özelleme, yanlış tercüme, ve kısıtlı algılamadır (Özmantar ve ark., 2008).

Birçok araştırmacı, öğrencilerin harfli sembollerini kullanma ve yorumlama ile ilgili çeşitli zorluklara ve kavram yanlışlarına sahip olduğunu belirtmektedir (Sasman ve Olivier, 1997; MacGregor ve Stacey, 1997b; Dede ve ark., 2002; Akkaya ve Durmuş, 2006; Akkan ve ark., 2008; Soylu, 2008; Gürel ve Okur, 2017; Yıldızhan ve Şengül, 2017; Birgin ve Demirören, 2020). Sasman ve Olivier (1997), öğrencilerin cebirde öğrenme problemlerini üç alanda aramışlardır: 1) Epistemolojik bir sebep; cebirin yapısı gereği, özünde içerik doğası gereği zor olabilir, 2) Psiko-genetik bir sebep, öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri, öğrencinin “hazır” olmayabileceği sonucuna varılabilir, yani gerekli önkoşul bilişsel yapılara sahip olmayabilir, 3) Cebir öğretimindeki eksiklikler; örneğin, özellikle geleneksel olarak çocukların ilkokulda harf sembolleriyile ilk karşılaşmasının denklemleri çözme bağlamında olması, yani bilinmeyen bir harf sembolü olması. Hart (1981) öğrencilerin cebirsel harf yorumlarını iki ana bölüme ayırmıştır; 1) Harf yok sayılır, rasgele bir değer verilir veya bir nesnenin adı olarak kullanılır, 2) Harf, belirli bir bilinmeyen sayı veya genelleştirilmiş sayı olarak kullanılır (Aktaran: MacGregor ve Stacey, 1997b). Dede, Yalın ve Argün (2002), öğrencilerin değişken kavramının öğreniminde yaptıkları hata ve yanlış anlamaları şu şekilde sınıflandırmışlardır: 1) Değişkenin farklı kullanımlarını bilmeme, 2) Değişkenin genelleme yapmadaki rolünün ve öneminin farkında olmama, 3) Değişkenin matematiğin alt bilim dallarındaki temsil yeteneğini bilmeme ve yorumlayamama, 4) Matematikte daha önceden öğrenilen bilgilerin yanlış transferi, 5) Değişken kavramıyla ilgili işlem yapabilme yetersizliği. Bunun yanı sıra MacGregor ve Stacey (1997b), 11-15 yaşları arasındaki öğrencilerin cebirsel harfleri genelleştirilmiş

sayılar ve hatta belirli bilinmeyenler olarak yorumlayamadığını, bunun yerine i) harfleri görmezden gelme, ii) sayısal değerlerle değiştirme, iii) kısa gösterim adları olarak kabul etme, şeklinde bir algıya sahip olduklarını belirtmişlerdir.

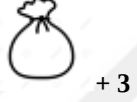
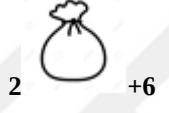
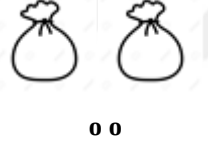
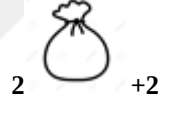
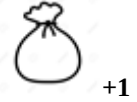
Tablo 1.3. Sınıf seviyelerine göre cebir alt öğrenme alanları

ÖĞRENME ALANI	ALT ÖĞRENME ALANI	5. sınıf	6. sınıf	7. sınıf	8. sınıf
CEBİR	Cebirsel ifadeler		x	x	
	Eşitlik ve denklem			x	
	Doğrusal denklemler				x
	Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler				x
	Eşitsizlikler				x

Tablo 1.3.'te sınıf seviyelerine göre cebir alt öğrenme alanları verilmiştir (MEB, 2018). Cebir öğrenme alanına ilişkin kazanımlar ilk olarak altıncı sınıf seviyesinde yer almakta ve bu sınıf seviyesinde işleme dayalı uygulamaların yanı sıra modellerle çalışmalar yapılarak öğrencilerden cebirsel ifadeleri anlamlandırmaları beklenmektedir (MEB, 2018). Yedinci sınıf seviyesinde beklenen, öğrencilerin cebirsel ifadelerle toplama ve çıkarma işlemlerini yaparken aynı zamanda uygun modeller kullanmaları, sayı ve şekil örüntülerinin kuralını harfle ifade etmeleri, eşitliğin korunumu ilkesini anlamaları ve birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri tanıma ve birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem kurmayı gerektiren problemleri çözmeleridir (MEB, 2018). Sekizinci sınıfta ise öğrencilerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler, doğrusal denklemler, eşitsizlikler ve çarpanlara ayırma kazanımlarını anlamlandırmaları beklenmektedir (MEB, 2018).

Harf semboller matematiğin ve cebirin en önemli yapıtaşlarından biridir. Harf semboller ortaokul altıncı sınıfta cebirsel ifadeler konusu ile başlar. Lise ve üniversite müfredatında da önemli bir yer tutar. Ayrıca doğrusal denklemleri temsil etmek ve çözmek için sembolik cebir kullanmak, Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM) 'Okul Matematiği İlkeleri ve Standartları'ndaki (2000) 6-8. sınıf grubu için Cebir içerik standardı içindeki beklentilerden biridir (Capraro ve Joffrion, 2006). Harf sembolleriyle temsil biçiminin anlaşılması öğrenciye matematiksel dili ve iletişimi

kazandırır. Cebirde öğrencilerin sözel problem durumlarından matematiksel sembollere anlamlandırarak çeviri yapabilmesi harf semboller ve sembolleştirme ile ilgilidir. Şekil 1.1., informal sembollerin ilk başta bağlamsal bir anlama ve daha sonra daha formal (soyut) bir anlama sahip olabileceği aşamalı sembolleştirme örneğini göstermektedir (Sawyer, 1964):

Kelimelerle ifade edilenler	Çizimler	Sadeleştirilmiş çizimler	Semboller kullanarak kısa biçimde yazma
Bir sayı düşün			x
3 ekle			$x+3$
İki katını al			$2x+6$
4 çıkar			$2x+2$
2'ye böl			$x+1$
İlk düşündüğün sayıyı çıkar			1

Şekil 1.1. Aşamalı sembolleştirme adımları

Altıncı sınıf seviyesinde yer alan “sözel olarak verilen bir duruma uygun cebirsel ifade yazar” kazanımı ile harf sembolü kullanılmaya başlanır. Öğrencilerin sürekli karşılaşacağı bu harf sembollerinin matematikte yer almaya başlamasıyla birlikte sembolleştirme becerisinin gerekliliği de önem kazanmaktadır. Sembolleştirme bir sözel matematiksel ifadeyi, zihnin işleme tabi tutup soyutlama yaparak genelleştirmesiyle var olan sembolün anlamından ve somut ifadesinden uzaklaşmasıyla gerçekleşir. Altıncı sınıf seviyesinde cebirsel ifadeler bu açılarından kritik bir konudur. Öğrenilmesi gereken seviyede harf sembollerinin anlamlandırılarak öğrenilmemesinin konular ilerledikçe

öğrenci için anlama ve öğrenme zorluklarına yol açması muhtemeldir. Bu nedenle harf sembollerin anlamlandırılarak öğrenilmesi ve bununla ilişkili olarak sembolleştirme becerisinin geliştirilmesi oldukça önemlidir.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, ortaokul matematik öğretmenlerinin 6. sınıf cebirsel ifadeler konusunda öğrencilerin sembolleştirme becerisinin matematik öğrenme ve başarılarına etkisine ilişkin görüşlerinin incelenmesidir.

1.2. Araştırmanın Problemi

Bu araştırmanın problem cümlesi “ortaokul matematik öğretmenlerinin 6. sınıf cebirsel ifadeler konusunda öğrencilerin sembolleştirme becerisinin matematik öğrenme ve başarılarına etkisine ilişkin görüşleri nelerdir?” olarak belirlenmiştir.

1.3. Araştırmanın Alt Problemleri

1. Öğretmenlerin cebirsel ifadeler konusu ile sembolleştirme becerisi arasındaki ilişki hakkında düşünceleri nelerdir?
2. Öğrencilerin sembolleştirme ile ilgili yaşadıkları problemlere ilişkin öğretmenin görüşleri nelerdir?
3. Öğrencilerin sembolleştirme becerisi hakkında öğretmenin görüşleri nelerdir?
4. Öğrencilerin sembolleştirmeyi doğru kullanıp kullanmadığına ilişkin öğretmenin düşünceleri nelerdir?
5. Öğrencilerin sembolleştirme becerisinin matematiği kavrama ve kalıcılığa etkisine ilişkin öğretmenin görüşleri nelerdir?

1.4. Araştırmanın Önemi

Bu araştırmayla ortaokul matematik öğretmenlerinin 6. sınıf cebirsel ifadeler konusunda öğrencilerin sembolleştirme becerisinin matematik öğrenme ve başarılarına etkisine ilişkin görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Cebirsel ifadeler konusu, matematikte değişkenlerin veya harf sembollerin en fazla kullanıldığı konular arasında yer almaktadır. Harf sembollerin matematik konularının öğreniminde ve matematik

başarısında önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Sembolleştirme becerisi bu noktada önem kazanmaktadır. 6. sınıfta cebirsel ifadeler konusu ile birlikte öğrenciler harf sembolleri anlamlandırmaya başlarlar ve 7. ve 8. sınıf seviyelerindeki cebir öğrenme alanları da bunun devamı niteliğindedir. 6. Sınıf seviyesinde harf sembollerin anlaşılabilmesi ve sembolleştirme becerisinin geliştirilememesi öğrencinin sonraki öğrenimini önemli derecede etkilemektedir. Bu bağlamda 6., 7. ve 8. sınıf derslerini okutan matematik öğretmenlerin; harf sembollerin ve buna bağlı olarak sembolleştirme becerisinin en fazla kullanıldığı cebir öğrenme alanında öğrencilerin sembolleştirme becerisinin matematik öğrenme ve başarıya etkisi hakkında görüşleri incelenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları; öğrencilerin cebir öğrenme alanında sembolleştirme becerisine ilişkin var olan durumlarının ortaya konması, sembolleştirme becerisine ilişkin karşılaştıkları zorluklar ve sembolleştirme becerisi eksikliğinin 6. ve sonraki sınıf seviyelerindeki matematik öğrenme ve başarıya etkisinin anlaşılabilmesi açısından önemlidir. Bunun dışında alan-yazın taraması yapıldığında ulusal düzeyde “matematikte sembolleştirme” konusuna ilişkin çalışmaya rastlanmamaktadır. Bu bağlamda bu çalışma sonucunda ortaya konulacak sonuçların alana katkı sağlayacağı ve yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

1.5. Varsayımlar

Araştırmada aşağıdaki durumlar varsayım olarak kabul edilecektir;

1. Öğretmenlerin uygulamalarda samimi yaklaşımlar içinde cevaplar verdikleri varsayılmaktadır.
2. Araştırma kapsamında ulaşılan katılımcıların sayısının araştırmanın yöntemi doğrultusunda yeterli olduğu varsayılmaktadır.

1.6. Sınırlılıklar

Araştırma aşağıdaki durumlar ile sınırlı olacaktır.

1. Bu çalışmada ele alınan konu öğrencilerin gördükleri cebir öğrenme alanı ile sınırlıdır.
2. Araştırmanın örneklemi Siirt ilinde, MEB’e bağlı ortaokullarda görev yapmakta olan 25 ortaokul matematik öğretmenidir. Yapılan yorumlama bu örnekleme sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Cebir: Bilinmeyen sayıların harflerle temsil edildiği, sayı ve semboller kullanılarak denklemlerin oluşturulduğu ve denklemleri kullanarak bilinmeyen değerin bulunduğu, matematiğin bir dalıdır (Akkaya ve Durmuş, 2006; Stewart, 2016).

Değişken: Değişken kavramının, farklı matematiksel içeriklerde farklı anlamlar yüklenmesinden dolayı tek bir tanımının olmadığı görülmektedir (Dede, 2005). Schoenfeld ve Arcavi (1988), “On The Meaning Of Variable” adlı çalışmalarında değişken kavramının aşağıdaki bazı tanımlarına yer vermişlerdir:

- a) Belirtilen değer kümesinden herhangi birini kabul edilebilen bir nicelik.
- b) Bir değişkeni temsil eden matematiksel formüldeki bir sembol: placeholder (yer tutucu).
- Değişkenin tanım kümesi olarak adlandırılan bazı sayı kümelerinin herhangi bir elemanı ile yer değiştirebilen bir sembol. Kümenin herhangi bir elemanı değişkenin bir değeridir. Kümenin yalnızca bir elemanı varsa, değişken bir sabit haline gelir. Matematiksel bir cümle, birinci değişkenin değerine göre ikinci değişkenin değeri belirlenecek şekilde, ilişkili iki değişken içeriyorsa, ilk değişkene bağımsız değişken, ikinci değişkene ise bağımlı değişken denir.
- Matematiksel bir hesaplama veya inceleme boyunca, değeri değişen veya değiştirebilen bir miktar.
- Değişkenler, genellikle harflerle temsil edilirler ve belirlenmiş kümeye ait her bir elemanı koyabileceğimiz boş bir yer gibi düşünülebilir.
- Bir sayıyı ifade etmek için kullanılan bir harf veya harflerin bir dizisidir. Herhangi bir özel anda, değişkenin değeri olarak adlandırılan ve zaman zaman değişebilen belirli bir sayı anlamına gelir.

Harf Semboller: Matematiksel içeriklerde değişken kavramının harflerle ifade edilmesi (Dede, 2005).

İşlemsel bilgi: Bir algoritmanın veya işlemin nasıl sonuçlandırılacağıyla ilgilidir (Van De Walle ve ark., 2021).

Kavramsal bilgi: Kavramsal bilgi, bağlantısal/ilişkisel bilgiyle ilgilidir: “matematiksel gerçekler, işlemler ve fikirler arasındaki zihinsel bağlantılar/ilişkiler” (Hiebert ve Grouws, 2007, aktaran: Van De Walle ve ark., 2021).

Mevcut literatürde sembolleştirmeye ilişkin doğrudan bir tanıma ulaşılamamıştır. Ancak taranan literatür ışığında araştırmacının sembolleştirmeye ilişkin aşağıdaki tanımı benimsenmiştir.

Sembolleştirme: Bir sözel matematiksel ifadeyi, zihnin işleme tabi tutup soyutlama yaparak genelleştirmesiyle var olan sembolün anlamından ve somut ifadesinden uzaklaşmasıyla gerçekleşir.

Soyutlama: Matematikçilerin büyük bir kısmı soyutlamayı esas olarak genelleme olarak görmektedir. Aşağıdaki tanım Wells'in (2002) çevrimiçi matematik sözlüğünden alınmıştır:

“C kavramının soyutlanması, C'nin tüm örneklerini içeren ve tüm C örnekleri için geçerli olan belirli ifadeler aksiyom olarak alınarak oluşturulan bir C kavramıdır.”

Bu tanım, genelliğe veya yeni C kavramının kapsayıcılığına odaklanır; çok sayıda matematikçinin tutumunu oldukça iyi temsil etmektedir (Ferrari, 2003).

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu araştırma ile ortaokul matematik öğretmenlerinin 6. sınıf cebirsel ifadeler konusunda öğrencilerin sembolleştirme becerisinin matematik öğrenme ve başarılarına etkisine ilişkin görüşleri belirlenmek istenmiştir. Konuya ilişkin olarak ulusal ve uluslararası alan yazında yapılan araştırmalar bu bölümde ele alınmıştır. Alan yazında cebir ve cebirsel ifadeler konusuna yönelik olarak, farklı açılardan ele alınan araştırmaların yapıldığı görülmektedir. Bunlar içerisinde farklı sınıf seviyelerindeki çalışmalara yer verilmiştir. Değişken kavramı ile ilgili yapılan araştırmalara da yer verilmiştir. Bunun dışında sembolleştirme kavramına ilişkin ulusal düzeyde çok az çalışmaya rastlanmaktadır. Bu kapsamlarda ele alınabilecek bazı araştırmalar aşağıda açıklanmıştır.

2.1. Cebir

Arcavi ve ark. (2017)'nin "The Learning and Teaching of Algebra Ideas, Insights and Activities" adlı kitabında cebir ile ilgili tanımlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

- Belirli sayı kümelerini, değerleri, vektörleri vb. temsil etmek için harfleri ve diğer sembolleri kullanan, ilişkilerin genel ifadeleri ile ilgilenen matematik dalı (Dictionary.reference.com, 2012).
- Genel sayısal ilişkileri ve matematiksel yapıları sembolleştirme ve bu yapılar üzerinde çalışma ile ilgilenen matematik dalı (Kieran, 1992).
- [tüm] sayıların toplamalarını, çarpımlarını ve kuvvetlerini işleme sanatı, işlemler sayılar yerine harflerle gerçekleştirilebilir. Cebirsel bir sistem herhangi bir tür elemanlar kümesi üzerinde, toplama ve çarpma, yalnızca bu işlemlerin belirli kuralları karşılaması koşuluyla çalışır (Mac Lane ve Birkhoff, 1967).
- Cebir, sayı sistemleri ve işlemlerini inceleme, değişkenlerle çalışma, denklem çözme, problem durumları için formüller oluşturma, formüller, tablolar ve grafikler açısından fonksiyonlarla çalışma, türev bulmayı içerir (Drijvers ve ark. 2011).

- Okul cebirinin temel bileşenleri şunlardır: sayısal ve geometrik örüntüleri genelleme, problem çözme, fonksiyonel durumlar ve fiziksel ve matematiksel olguların modellenmesi (Kieran, 2004).

Mazur (2014) kitabında cebiri; sayıları, değişken nicelikleri ya da diğer matematiksel varlıkları –vektörler ve matrisler gibi- temsil etmek için saptanan kurallarla uyumlu olarak özellikle denklemlerin kurulmasında bir araya getirilen harf sembollerinin kullanımı yoluyla aritmetik bağıntıların genelleştirildiği ve araştırıldığı matematik dalı olarak tanımlamıştır.

Van De Walle ve ark. (2021) cebiri, aritmetiği genellemek ve dünyamızdaki örüntüleri temsil etmek için yararlı bir araç olarak ifade etmişlerdir. Cebir gelişimi MÖ 1700 civarında Babil ve Mısır'da başlamıştır (Stallings, 2000). Cebirin atası ya da kurucusu olarak tanımlanan Harezmi (780 – 847), “Al Kitab Fi Hisab Al Cabr wal Muqabalah” adlı kitabında bu alanda yaptığı çalışmaları toplamıştır (Baki, 2014). Buradaki “Al Cabr” terimi İngilizce ve Fransızcaya “algebra” olarak geçmiş ve Türkçede de “cebir” olarak kullanılmıştır.

Dede ve Argün (2003) cebirin tarihsel gelişimini üç basamakta açıklamışlardır, bunlar: Söz (Rhetorical) Basamağı, Sembol-Söz Karışımı (Syncopated) Cebir Basamağı, Sembol (Sembolic) Basamağı’dır. Stallings (2000) retorik cebirin; cebirin matematiksel semboller kullanılmadan kelimelerle yazıldığı aşamayı ifade ettiğini belirtmiştir. Matematiğin tamamen retorik olması, sembollerin olmaması çeşitli zorlukların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Örneğin;

“Onu iki parçaya böldüm. Ardından bunlardan birini diğeriyle çarptım ve sonuç yirmi bir oldu. Artık onun iki kısmından birinin bir şey olduğunu biliyorsun.”

(Mazur, 2014) ifadesi aslında $x \cdot (10 - x) = 21$ şeklinde kısa bir cebirsel yazımdan ibarettir. Bu ifadenin her adımı kelimelerle yazmak külfetlidir. İşlemi retorik olarak ifade etmek zaman ve emek gerektirmektedir. Retorik cebirdeki bu problemin okunmasında karşılaşılan zorluklar sebebiyle, matematikçiler notasyonları kısaltmaya ve iyileştirmeye çalışmışlardır.

Mazur (2014), Diophantos’un Arithmetika adlı kitabında iki bilinmeyenli özel doğrusal denklemlerin çözümlerini senkoplu gösterimle, yani kelimelerin ortasından bazı harfleri atma yoluyla başardığını ifade etmiştir. Eves (1983) Arithmetika’daki bu gösterimin, cebirsel gösterimin retorikten senkoplu gösterime geçmesine ve bazı sembollerin gelişimini etkilemesine yardımcı olduğunu belirtmiştir (Aktaran: Stallings,

2000). Senkoplu gösterim biçimi 3-16. yüzyıllar arasında devam etmiş ve 17. yüzyılın başlarına kadar sürmüştür (Dede ve Argün, 2003). Tablo 2.1. Diophantus'un senkoplu cebirinin bazı örneklerini göstermektedir (Stallings, 2000).

Tablo 2.1. Diophantus'un senkop cebirine örnekler

Sembol	ς	Δ^y	K^y	$\wedge$	$\circ$ M	$K^y a \Delta^y \delta \varsigma \beta$	$\Delta^y \epsilon \wedge \varsigma \gamma M t$
Modern gösterim	x	x^2	x^3	-	Sabit terim	$x^3 + 4x^2 + 2x$	$5x^2 - (3x + 10)$

Stallings (2000), sembolik cebirin 1500 civarında gelişmeye başladığını, ancak 17. yüzyıla kadar retorik ve senkoplanmış cebirin yerini tam olarak alamadığı ifade etmiştir. Diophantus'un çalışmalarının Avrupalı matematikçiler tarafından incelenmesiyle sembolik cebirde ilerleme kaydedilmiştir (Dede ve Argün, 2003). Sonrasında semboller zamanla gelişerek daha kullanışlı ve standart hale gelmiştir. Stallings (2000) makalesinde bu gelişmenin bir yönünü aktarmıştır; tablo 2.2.'de bu gösterimlere yer verilmiştir:

Tablo 2.2. Modern çevirileriyle birlikte eski sembolik ifadelerin bazı örnekleri

Yazar (yıl)	Eski notasyon	Modern cebir
Cardano (1545)	Cubus p 6 rebus aequalis 20	$x^3 + 6x = 20$
Bombelli (1572)	6 8 . İ.p.8.Egual a 20	$x^6 + 8x^3 = 20$
Viete (1591)	I QC -15 QQ +85C- 225Q+274 N aequatur 120	$x^6 - 15x^4 + 85x^3 - 225x^2 + 274x = 120$
Harriot (1631)	aaa-3bba= = +2.ccc	$x^3 - 3b^2x = 2c^3$
Descartes (1637)	$x^3 - 6xx + 13x - 10 \propto 0$	$x^3 - 6x^2 + 13x - 10 = 0$
Wallis (1693)	$x^4 + bx^3 + cxx + dx + e = 0$	$x^4 + bx^3 + cx^2 + dx + c = 0$

“Herkes için cebir” hedefine ulaşmak için, ilkokul ve ortaokuldaki öğrencilerin, daha sonraki sınıflarda cebirin daha iyi anlaşılmasını sağlayan deneyimlere sahip olmaları gerektiği yaygın olarak kabul edilmektedir (NCTM, 2000). Kieran (2004)’a

göre cebirsel düşünmenin gelişimi; miktarlar arasındaki ilişkileri analiz etmek, yapıyı fark etmek, değişimi incelemek, genelleştirmek, problem çözmek, modellemek, doğrulamak, kanıtlamak ve tahmin etmek de dâhil olmak üzere belirli düşünme biçimlerinin geliştirilmesini gerektirmektedir (Cai ve Knuth, 2005).

Öğrencilerin cebirdeki yetersiz anlayışları ve hazırlıkları konusunda artan endişeleri göz önüne alındığında, cebir müfredatı ve öğretimi, matematik eğitimi araştırmalarının odak noktaları haline gelmiştir (Cai ve Knuth, 2005). Maudy ve ark. (2017) öğretmenlerin, öğrencilerin cebiri nasıl öğrendiklerini ve anladıklarını anlamalarının önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Aşağıda cebir ile ilgili yapılan araştırmalardan bazılarına yer verilmiştir.

2.1.1. İlgili Araştırmalar

Sembolleştirme becerisinin, öğrencilerin cebir öğrenme alanındaki başarı düzeyi üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Cebir öğrenme alanındaki başarıya ilişkin Yenilmez ve Avcu (2009) yaptıkları araştırmada, ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki başarı düzeylerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu çalışmada yarı-yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Çalışmada bir ilköğretim okulunda altıncı sınıfta okuyan 6 öğrenci yer almıştır. Verilerin toplanması aşamasında, yarı-yapılandırılmış görüşme tekniğine uygun olarak öğrencilere denklem kurma ve çözme ile ilgili becerilerini yoklayan dört açık uçlu soru yöneltilmiştir. Araştırmada betimsel tarama modeli uygulanmış ve veriler içerik analizi yoluyla değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre; öğrencilerin eşitliğin gösterimi ve korunumu sorularında problem yaşamadığı ancak denklem kurma ve kurulan denklemi çözme problemlerinde zorluk çektikleri gözlenmiştir.

Cebir öğrenme alanındaki başarıya yönelik yapılan bir diğer araştırma Kaya (2017)'nin altıncı sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki başarı düzeylerini incelemeyi amaçladığı çalışmadır. Tarama modelinin benimsendiği çalışmada, altıncı sınıf düzeyinde rastgele seçilen toplam 143 öğrenci ile yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak 12 açık uçlu sorudan oluşan ölçme aracı kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, öğrencilerin cebir öğrenme alanına (cebirsel ifadeler) yönelik başarı düzeylerinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Kazanımlara göre elde edilen puan ortalamasında özellikle “basit cebirsel ifadelerin anlamını açıklar” ve “bir doğal sayı ile

bir cebirsel ifadeyi çarpar” kazanımları için oldukça düşük puan ortalaması elde edilmiştir.

Sembolleştirme becerisinin öğrencilerin cebir öğrenme alanındaki başarı düzeylerinde etkili olduğu gibi problem çözme süreçlerinde ve aritmetikten cebire geçiş sürecinde de önemli olduğu söylenebilir. Bununla ilgili Akkan ve ark. (2012), “5-8. Sınıf Öğrencilerinin Aritmetikten Cebire Geçiş Süreçlerinin Problem Çözme Bağlamında İncelenmesi” adlı çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu araştırma ile 5-8. Sınıf öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreci boyunca problem çözme süreçlerindeki farklılaşmaları değişim ve gelişim açısından incelemeyi ve karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Araştırma Trabzon ilindeki bir ilköğretim okulunda öğrenim gören 24 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı literatür yardımıyla hazırlanan aritmetik-sözel ve cebirsel-simgesel problemlerden oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin öğrenim seviyesi arttıkça aritmetik çözümlerden cebirsel çözümlere olan geçiş olumlu yönde değişmek ve gelişmekle birlikte, bu değişim ve gelişim çok az olmuş, farklı öğrenim seviyelerindeki öğrenciler genel olarak aritmetik çözümleri kullanmışlardır.

Aritmetikten cebire geçişe ilişkin Gürbüz ve Akkan (2008) gerçekleştirdikleri çalışmada, farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin denklem konusunda belirlenen problemlere ilişkin çözüm stratejilerini değerlendirerek aritmetikten cebire geçiş düzeylerini karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Araştırma, örnek olay yöntemiyle yürütülmüştür. Çalışmada, her biri 60 öğrenciden oluşan 5., 6., 7. ve 8. sınıfta öğrenim gören toplam 240 öğrenci yer almıştır. Literatür desteği ile çalışmada kullanılan problemlerin çözüm stratejilerine ilişkin kategoriler belirlenmiş ardından öğrencilerin problemlere ilişkin kullandıkları çözüm stratejileri değerlendirilerek, aritmetikten cebire geçişin hangi seviyesinde olduklarına karar verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin öğrenim seviyesi arttıkça aritmetikten cebire geçişin olumlu yönde geliştiği ancak öğrenme ortamlarında kullanılan sınırlı çözüm stratejilerinden dolayı hiçbir öğrenim seviyesinde beklenen geçişin gerçekleşmediği tespit edilmiştir.

Cebir öğrenme alanında sembolleştirme becerisinin matematiksel dil ve sembol kullanabilme ile ilişkili olduğu söylenebilir. Akarsu (2013) yüksek lisans tez çalışmasında, 7. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanında matematiksel dil kullanımlarını incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmada, 7. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanında matematiksel dili anlayabilme ve kullanabilme becerileri incelenmiş ve matematik başarıları ile cinsiyetleri arasındaki ilişki üzerinde durulmuştur.

Araştırmada 7. sınıfta öğrenim gören 160 öğrenci yer almıştır. Veri toplama aracı olarak, cebir öğrenme alanında matematiksel dil kullanımlarını belirlemeyi amaçlayan 19 sorudan oluşan bir başarı testi ve öğrencilerin matematiksel dile ilişkin görüşlerini belirlemeyi amaçlayan Çalikoğlu Bali (2002)' nin geliştirdiği ölçekten yararlanılarak araştırmacı tarafından hazırlanan likert tipi matematiksel dil ölçeği kullanılmıştır. Sonuç olarak, öğrencilerin cebir öğrenme alanında matematiksel dil kullanım becerilerinin yeterli düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerinin sözel bir ifadeyi matematiksel olarak ifade ederken ve matematiksel bir ifadeyi de sözel olarak ifade ederken zorlandıkları tespit edilmiştir. Matematiksel dili anlayabilme-kullanabilme düzeylerinin cinsiyetlerine göre önemli bir farklılık göstermediği sonucuna varılmıştır.

Matematiğin diğer konularında olduğu gibi cebir öğrenme alanında da kavramsal anlama önemli bir yer tutmaktadır. Cebir öğrenme alanında kavramsal anlamanın gerçekleşmesi sembolleştirme becerisini de olumlu yönde etkilemektedir. Kalkan (2014) yüksek lisans tez çalışmasında, cebir öğrenme alanında yer alan doğrusal denklemler alt öğrenme alanından doğrusal ilişki ve eğim kavramlarına ilişkin sekizinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama ve cebirsel muhakeme yapılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada iki ilköğretim okulundan seçilen toplam 103 sekizinci sınıf öğrencisi yer almıştır. Verilerin toplanması aşamasında hazırlanan açık uçlu cebir testinden ve klinik görüşmelerden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin çoğunun doğrusal ilişki, doğrunun grafiği ve eğimi hakkında zorluk yaşadıkları ve kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak da cebirsel muhakeme yapamadıkları görülmüştür.

Gülpek (2006) yaptığı çalışmada, ilköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerini araştırmıştır. Bu amaçla seçilen bir öğrenci grubu üzerine uygulanan bir testin sonuçlarının yorumlanması suretiyle yapılan deneysel bir araştırmadır. Araştırma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. 1.aşama 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme seviyelerinin tespitidir. 2. aşama ise aynı öğrencilere test üst üste iki yıl uygulanarak sınıflar arasında cebirsel düşüncelerinde gelişim olup olmadığı, oluyorsa hangi düzeyde geliştiğini öğrenmektir. Bu çalışmada kullanılan test 20 sorudan oluşturulmuştur. Testi oluşturan maddeler Küchemann (1981) sınıflandırdığı 6 tür *–harfin değerlendirildiği, harfin yok sayıldığı, harfin bir nesne olarak kullanıldığı, harfin belli bir bilinmeyen olarak kullanıldığı, harfin genelleştirilmiş bir sayı olarak kullanıldığı ve harfin bir değişken olarak kullanıldığı–* yorumu içerdiği belirtilmiştir. Önce öğrencilere uygulanan cebir testindeki soruların doğru yapıma sıklıklarına göre

cebirsel düşünme düzeyleri tespit edilmiştir. Sonrasında cebirsel düşünmedeki değişiklikler tespit edilmiştir. Sonuç olarak, 8.sınıf öğrencilerinin 7.sınıftakilere göre soruları yapma yüzdelerinde dikkate değer bir artış olduğu ortaya çıkmıştır. Bu ise yıllar içinde cebirsel düşünme düzeyinin gelişimini göstermiştir.

2.1.2. Cebirde Kavram Yanılgıları

Birçok araştırmacı, öğrencilerin harfli sembollerini kullanma ve yorumlama ile ilgili çeşitli zorluklara ve kavram yanılgılarına sahip olduğunu belirtmektedir. Maudy, ve ark. (2017), ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme ve cebiri anlama ile ilgili hataları, ortaokuldan lise son sınıfa kadar getirebileceğinden, cebir öğrenmedeki zorluğun göz ardı edilmemesi gerektiğini belirtmişlerdir. Cebir öğrenme alanında ortaya çıkan kavram yanılgılarının sembolleştirme sürecini de etkilediği söylenebilir. Aşağıda ilgili bazı araştırmalara yer verilmiştir.

Sasman ve Olivier (1997), çocukların öğrenmesinin sayısız faktörden etkilendiğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin cebirde öğrenme problemleri için bilişsel açıklamaları üç alanda aramışlardır. Bunlardan ilki epistemolojik bir sebep; cebirin yapısı gereği, özünde içerik doğası gereği zor olmasıdır. Bu nedenle, cebir temel kavramlarıyla başa çıkmadaki bilişsel zorluğun küçümsenmemesi gerektiği belirtilmiştir. İkincisi psiko-genetik bir sebep, öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleridir. Öğrencinin “hazır” olmayabileceği sonucuna varılabilir, yani gerekli önkoşul bilişsel yapılara sahip olmayabilir. Üçüncüsü ise cebir öğretimindeki eksiklikler; örneğin, özellikle geleneksel olarak çocukların ilkokulda harf sembolleriyle ilk karşılaşmasının denklemleri çözme bağlamında olması, yani bilinmeyen bir harf sembolü olması.

Şahin ve Soylu (2011) “Mistakes and misconceptions of elementary school students about the concept of ‘variable’” isimli çalışmalarında öğrencilerin ‘değişken’ kavramına ilişkin hata ve kavram yanılgılarını, bu hata ve kavram yanılgılarının nedenleri ile birlikte tespit ederek sınıflandırmışlardır. Bu araştırmanın örneklemini bir ilkokulda öğrenim gören 50 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Araştırmada veri toplamak amacıyla 8 açık uçlu sorudan oluşan bir test uygulanmıştır. Testten elde edilen verilerin analiziyle öğrencilerin 'değişken' kavramına ilişkin hata ve yanılgıları tespit edilmiş ve bu hata ve kavram yanılgıları çeşitli kategorilerde sınıflandırılmıştır. Bunlar; değişkeni görmezden gelme, farklı öğelerin aynı öge altında işlenmesi ($5x+4=9$), x , y

değişkenlerine odaklanma, sözel ifadeler ile değişkenler arasındaki bağlantıyı bulamama, değişkenleri sabitlere indirgeme, çarpmadaki değişkene basamak atfetme, bilinmeyen x'i çarpma işaretiyle (x) karıştırma, parantez kullanmama şeklindedir.

Şimşek (2017) “Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel İfadeler Konusunda Yaptıkları Hatalar ve Hataların Nedenlerinin İncelenmesi” konulu yüksek lisans tez çalışması gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeler konusunda yaptıkları hatalar ve hataların nedenlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 150, 7. Sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Öğrencilerin cebir konusunda hatalarını tespit edebilmek amacıyla cebir bilgi testi uygulanmış ve yapılan hataların nedenlerini tespit edebilmek için yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Araştırma sonucunda; uygulanan cebir bilgi testinde, öğrencinin değişkeni görmezden gelmesi, verilen cebirsel ifadeyi denkleme dönüştürerek çözmesi, soruda verilen değişken yerine x değişkenini kullanması ve verilen probleme uygun denklemi yanlış kurması gibi birçok hata yaptığı görülmüştür. Yapılan mülakatlardan da bu hataların nedenlerinin; öğrencinin işlem içindeki değişkene bir anlam yükleyememiş olması, bilinmeyen ile değişken kavramlarını ayırt edememesi, değişken ifadesini x ifadesi ile özdeşleştirmiş olması, aritmetiksel işlemlerdeki bilgi eksikliği ve cebir konusuna ayrılan zamanın yetersiz olması olarak tespit edilmiştir.

Akkaya ve Durmuş (2015) yaptıkları araştırmada, i) ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki olası güçlüklerini ve kavram yanlışlarını belirlemeyi ii) cebir öğrenme alanındaki konuları anlamada ve kavram yanlışlarını gidermede etkili olabilecek bir öğretim tasarımı sunmayı, amaçlamışlardır. Araştırmada, kontrol gruplu ön test-son test deney modeli kullanılmıştır. Deney grubuna, çalışma yaprakları kullanılarak eğitim verilirken, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yaklaşımına göre eğitim verilmiştir. Araştırmanın bulgularına göre öğrencilerin cebirdeki harflerin farklı kullanımlarını anlayamadıkları, harflerin sayıların yerine kullanılmasına bir anlam veremedikleri, harflerin basamak değerinin olduğunu, harflerin nesnelerin ilk harflerini ifade etmek için kullanıldıklarını düşündükleri sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca değişkenlerle ve eşitlik kavramı ile ilgili bir takım kavram yanlışlarının olduğu tespit edilmiştir. Çalışma yaprakları ile yapılan öğretimin belirlenen kavram yanlışlarını azaltmada geleneksel öğretime göre daha etkili olduğunu göstermiştir.

Yıldızhan ve Şengül (2017), gerçekleştirdikleri araştırmada, 6. sınıf öğrencilerinin harflerin anlamı ile ilgili düştükleri kavram yanlışlarını aritmetikten

cebire geçiş süreci bağlamında incelemeyi ve bu kavram yanlışlarını öğrencilerin matematik tutum ve öz yeterlikleri ile karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Araştırmanın rneklemine, 2016-2017 ğretim yılında İstanbul ili Avrupa yakasındaki bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 40 altıncı sınıf ğrencisi oluşturmuştur. Çalışmada veriler “Harflerin Anlamı Hakkında Kavram Yanılgısı Testi”, Tutum lği ve z Yeterlik lğinden toplanmıştır. Araştırma bulgularına göre, yapılan uygulama sonucunda öğrencilerde 7 adet kavram yanlışısı olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarında elde edilen kavram yanlışlarına aşağıda yer verilmiştir:

Tablo 2.3. Öğrenci cevaplarına göre belirlenen kavram yanlışları

Kavram yanlışısı	rnek
KY1: Harflerin matematikte bir anlamı yoktur.	“b harfi hiç bir şey ifade etmez, anlamsızdır”
KY2: Harfler alfabede olduğu gibi sıralanır.	“b alfabede ikinci sırada olduğu için $b = 2$ ’dir”
KY3: Harfler sayısal konum belirtir.	“ $a=5$, $b=6$ ise c’nin değeri 7’ye eşit olmalı”
KY4: Katsayısı 1 olan harfler 1’e eşittir.	“ $8+c$ ifadesinde c’nin yanında herhangi bir şey olmadığı için $c=1$ ’dir. Dolayısıyla $8+c = 9$ olur.”
KY5: Harfler nesneleri temsil etmektedir.	“ $8+c$, 8 ceviz demektir.”
KY6: Harfler sayılar gibi davranmaz.	“ $2a4 = 24$ is a’nın değeri 0 olmalı”
KY7: x değişkeni bir şeyin ‘kat’ını ifade eder.	“ ‘Cevizlerin sayısının 2 katının 5 fazlası’ ifadesinde katı dediği için $2x$, 5 fazlası dediği için $2x+5$ ”

Akkan ve ark. (2008) “ğrencilerin cebir öğrenme alanında sahip oldukları bazı hata ve kavram yanlışları” adlı çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, ilköğretim 7. ve 8. sınıf ğrencilerinin cebirin; harfleri anlamlandırma, notasyonların kullanımları, işlem kurallarının uygulanması ve genelleştirme yapma alanlarına yönelik yapabilecekleri hata ve yanlış anlamalar ile bu hata ve yanlış anlamaların olası nedenleri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmada zel durum metodolojisi kullanılmıştır. Örneklem farklı üç okuldaki 162 öğrenciden oluşmuştur. Veri toplama aracı olarak literatürdeki kaynaklardan yararlanılarak geliştirilen bir test kullanılmıştır. 7. ve 8. sınıf ğrencilerinin bu sorulara verdiği tüm yanıtlar incelenmiş ve öğrencilerin harflerin anlamı, notasyonların kullanımı, işlem kuralları ve genelleştirme ile ilgili yapmış oldukları hatalar ve kavram yanlışları belirlenmiştir. Sonuç olarak, öğrencilerin cebirin

belirtilen alanlar ile ilgili zayıf anlamalarının olduğu ve cebir ile ilgili soruların çözümlerinde yetersiz oldukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin harflerin anlamlarıyla ilgili hata ve yanlışların olası nedenleri; harflerin varlığını göz ardı etme, harflerin farklı kullanımlarını ayırt edememe, harflere farklı anlamlar yükleme, farklı harflerin mutlaka birbirinden farklı değer alacağını veya tek bir değer alabileceğini düşünme, farklı sorulardaki aynı harfin aynı değeri alacağını düşünme, olarak sıralanmıştır.

Dede ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin değişken kavramının öğreniminde yaptıkları hata ve yanlış anlamaları ortaya koymayı amaçlamışlardır. Araştırmanın örneklemini, 2001-2002 öğretim yılında Ankara'daki özel bir dershanenin Fen ve Anadolu Liseleri Giriş Sınavı Hazırlık Kurslarına giden ilköğretim 8. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Araştırmanın verileri, alt maddeleriyle birlikte toplam 26 adet açık uçlu soru ve bu sorulara ilişkin 15 öğrenci ile yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilmiştir. Verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin değişken kavramının öğreniminde yaptıkları hata ve yanlış anlamaları aşağıdaki şekilde sınıflandırmışlardır: 1) Değişkenin farklı kullanımlarını bilememe, 2) Değişkenin genelleme yapmadaki rolünün ve öneminin farkında olamama, 3) Değişkenin matematiğin alt bilim dallarındaki temsil yeteneğini bilememe ve yorumlayamama, 4) Matematikte daha önceden öğrenilen bilgilerin yanlış transferi, 5) Değişken kavramıyla ilgili işlem yapabilme yetersizliği.

Soylu (2006) “Öğrencilerin değişken Kavramına Vermiş Oldukları Anlamlar Ve Yapılan Hatalar” adlı araştırma çalışması gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, değişken kavramındaki öğrencilerin öğrenme güçlüklerinin ve hatalarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın örneklemini, bir üniversitenin eğitim fakültesinde eğitim gören 70 öğrenci oluşturmuştur. Veriler öğrencilerin kâğıtlarının incelenmesinden ve yapılan mülakatlardan elde edilmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin, değişken kavramını belli harflerle sınırlandırdıkları, değişkenin bir çokluğu veya değişen değerleri gösterme yerine bir varlığın etiketi olarak kullandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin değişkeni bir eşitlikle özdeşleştirdikleri görülmüştür.

Akkaya ve Durmuş (2006) çalışmalarında, ilköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki kavram yanlışlarını incelemişlerdir. Araştırmanın örneklemini, Bolu il merkezinde bulunan 15 ilköğretim okulundan rasgele seçilen üç ilköğretim okulunun 6, 7 ve 8. sınıflarından rasgele belirlenen 2’şer sınıftan toplam 280 öğrenci oluşturmuştur. Verileri toplamak amacıyla 30 soruluk “Cebir Testi” hazırlanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, her üç sınıf seviyesindeki öğrencilerin yaklaşık

%46'sının "harflerin alfabetik sıralamada olduğu gibi sayısal konum belirttiği" ni, yaklaşık %27'sinin harflerin sadece rakamlardan oluşması gerektiğini düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin, değişkenleri kullanırken işlemlerin sırasını dikkate almadıkları, parantezlerin işlemlerdeki önemini dikkate almadıkları ve harflerin kelimeler için bir etiket olduğunu düşündükleri sonucuna varılmıştır.

Soylu (2008), öğrencilerin değişken kavramındaki öğrenme güçlüklerinin ve hatalarının tespit edilmesiyle amacıyla bir araştırma gerçekleştirmiştir. Çalışmanın örneklemini; Ağrı merkezde bulunan Gazi İlköğretim okulundan 50 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Araştırmacı ve uzman kişilerin görüşleri doğrultusunda sekiz açık uçlu soru hazırlanmıştır. Öğrencilerin kâğıtlarının incelenmesinden elde edilen sonuçlar; a) Değişkene sayısal değer verme, b) İşlem yaparken değişkenleri (harfleri) dikkate almama, c) Değişkenleri belli harflerle sınırlandırma olarak özetlenmiştir.

2.2. Değişken

Van De Walle ve ark. (2021), öğrencilerin matematikte başarılı olabilmeleri için sembollere ilişkin güçlü bir kavrayışa sahip olmaları gerektiğini ifade etmişlerdir. Mazur (2014)'a göre sembol kelimesi bilinen şeyin bilinmeyen, yeni yaratılan bir şeyle bir araya getirilmesini anlatır. Van De Walle ve ark. (2021), sembollerin gerçek durumları temsil ettiğini ve gerçek hayat problemlerini çözmek (örneğin, x dolar kazanmak için ne kadar kurabiye satmamız gerektiğini hesaplamak veya belirli bir sayıda çalışanın projeyi zamanında bitirmeleri için hangi hızda çalışmalarını gerektiğini belirlemek gibi) ve durumları temsil etmek için faydalı araçlar olarak görülmeleri gerektiğini ifade etmişlerdir.

Dede (2005) 'harf sembolü'nü, matematiksel içeriklerde değişken kavramının harflerle ifade edilmesi olarak tanımlamıştır. Harf sembolü ve değişken kavramı arasındaki ilişki buradan anlaşılabilir. Buradan anlaşılabilir.

Matematiğin iki temel alanı olan aritmetik ve geometrinin kullandığı temel kavram sayılar iken aritmetikten cebire geçilmesiyle yerini değişken kavramına bırakmıştır (Argün ve Arıkan, 2014). Nunn (1919), değişkenlerin icadının belki de insan açılımının en önemli olayı olduğunu, onun kullanım hâkimiyetinin insanlık tarihinde en önemli başarı olmaya devam edeceğini söylemiştir (Sasman ve Olivier, 1997).

Değişen bir niceliği temsil eden değişken kavramı ilk olarak sonsuz küçük hesabını keşfeden Gottfried Wilhelm Leibnitz (1646-1716) ve Sir Isaac Newton (1643-

1727) mucitleri tarafından ortaya atılmıştır (Philipp, 1992). Cebirin gelişimine katkıda bulunan en önemli kavramın fonksiyon kavramı olduğu kabul edilmekle birlikte değişken kavramı, fonksiyon kavramı ile yakından ilişkilidir (Dede ve Argün, 2003). Kline (1972) 'ye göre aslında, fonksiyon ve değişken terimlerini tanıtan Leibnitz'di (Philipp, 1992). Değişken kavramı ile fonksiyon kavramı arasındaki yakın bağlantı, yirminci yüzyılın ilk yarısı boyunca sürmüştür (Akgün, 2009). Değişken ve fonksiyon kavramları arasındaki bağlantıyı Upton (1936) "Denklemdaki x ve y gibi birlikte değişen ilişkili sayılara değişken denir. Bir değişkenin değerini başka bir değişkene bağlı olduğunda bunun diğerinin bir fonksiyonu olduğunu söylüyoruz." tanımıyla açıklamıştır (Philipp, 1992). Bu dönemdeki çoğu ders kitabı, sabit olarak adlandırılan tek değerleri temsil eden nicelikler ile değişken olarak adlandırılan birçok değeri temsil eden nicelikler arasında ayrım yapmıştır (Philipp, 1992). Bu ayrımın tipik bir tanımı, Osborne (1909) tarafından verilen tanımdır: "Sınırsız sayıda değer alabilen bir niceliğe değişken denir. Değeri değişmeyen bir miktara sabit denir; örneğin, $x^2 + y^2 = a^2$, x ve y daire denkleminde değişkendir, ancak a sabittir." (Philipp, 1992).

1950'lerin sonu ve 1960'ların başındaki matematik-reform hareketi, günümüzde de baskın olmaya devam eden değişken tanımında önemli bir değişikliği beraberinde getirmiştir. Değişken artık fonksiyon yerine kümeyle ilişkilendirilmiştir. Bağımlı ve bağımsız değişken kavramlarını içeren fonksiyon kavramı Bourbaki tarafından iki küme arasındaki yapısal ilişkileri gösteren bir kavram olarak tanımlanmıştır (Dede ve Argün, 2003). 1950'lerin sonu ile 1980'lerin başında yayınlanan matematik ders kitapları üzerinde yapılan bir çalışmada, Tonnessen (1981), hemen hemen her ders kitabının değişkeni, en az iki elemandan oluşan bir kümeye ait olan sembol şeklinde açık veya örtük olarak tanımladığını ve harf sembollerin neredeyse tüm kullanımları değişken olduğunu tespit etmiştir (Philipp, 1992). Değişken olmayanların tek örnekleri, sayılar ve logaritma tabanı e ; ışık hızı, c ; ve π gibi özel sayıların sabit sembolleridir (Philipp, 1992).

Değişken kavramı birçok şekilde tanımlanmaya ve yorumlanmaya çalışılmıştır. Dede (2005) değişken kavramı üzerine yazdığı makalesinde, değişken kavramının farklı matematiksel içeriklerde farklı anlamlar kazanmasından dolayı bir kelime veya bir cümle ile ifade edilebilecek, tanımlanabilecek bir kavram olmadığını belirtmiştir.

Değişken kavramı, matematiksel içeriklerde O , $\square$, Δ , $*$ gibi geometrik şekillerle gösterilebilir, ancak genel kabul gören gösterimi harf sembolleridir (Dede, 2005). Harf

semboller matematikte farklı şekillerde kullanılabilir. Philipp (1992), harf sembollerin farklı kullanımlarını aşağıdaki şekilde göstermiştir:

Tablo 2.4. Harf sembollerin bazı farklı kullanımları

Sayı	Harf Sembol	Örnekler
1	Labels (Etiketleme)	$3f = 1y$; f, y
2	Sabitler	π, e, c
3	Bilinmeyenler	$5x - 9 = 91$; x
4	Genelleştirilen Sayılar	$a + b = b + a$; a, b
5	Değişen Nicelikler	$y = 9x - 2$; x, y
6	Parametreler	$y = mx + b$; m, b
7	Soyut Semboller	$x * e = e * x$; e, x

Schoenfeld ve Arcavi (1988), değişken kavramının bazı tanımlarını aşağıdaki şekilde sıralamışlardır:

- Değişen nicelikler... Sürekli olarak artması veya azalması gerektiği gibi, söz konusu artış veya azalma hareketiyle, çizgiler, alanlar oluşturur.
- Değişkenler, genellikle harflerle temsil edilirler ve belirlenmiş kümeye ait her bir elemanı koyabileceğimiz boş bir yer gibi düşünülebilir.
- Matematiksel bir hesaplama veya inceleme boyunca, değeri değişen veya değiştirebilen bir miktar.
- Belirli bir bağlamda bir varlık için çeşitli değerler alan, matematikte genel amaçlı bir terim. Değişkenin tanım kümesi belirli bir sayı kümesi veya cebirsel niceliklerle sınırlı olabilir.

Van De Walle ve ark. (2021), değişkenlerin, tek fakat bilinmeyen bir miktarı (örneğin, eksik sayı) veya değişen bir miktarı (örneğin, bir fonksiyonun çıktısını) temsil etmek için kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bilinmeyen değerler olarak kullanılan değişkenler; eksik değer incelemeleri, eşitliklerdeki bilinmeyen değişkenlerin örnekleridir, örneğin: *Gary 9 çilek yemiştir ve Jeremy de bir miktar yemiştir. 25 tane çilekten oluşan kutu boşalmıştır. Bu durumda Jeremy kaç tane yemiştir?* (Van De Walle ve ark., 2021). Değişen miktarlar olarak kullanılan değişkenlere ise “Gary 9 çilek yemiştir

ve Jeremy de bir miktar yemiştir. Yenen toplam çilek sayısını nasıl tanımlayabilirsiniz?” ifadesi örnek olarak verilebilir (Van De Walle ve ark. 2021).

‘Değişken’ kavramı matematik için çok önemli bir konu olduğundan, öğrencilerin bu kavramı tam olarak kavraması gerekir. Bu kavramın öğrenciler tarafından anlamlandırılmasının sembolleştirme becerisini olumlu yönde etkileyeceği söylenebilir.

Araştırmalar, öğrencilerin değişken kavramında zorluk yaşadıklarını ve bunun sebebinin matematik içinde değişkenlerin birçok farklı şekilde kullanılmasıyla açıklanabilecek bir zorluk olduğunu göstermektedir (Rosnick, 1981; Schoenfeld ve Arcavi, 1988; Dede, 2005). Van De Walle ve ark. (2021), öğrencilerin genellikle değişkeni “bilinmeyen bir miktarı temsil eden” olarak düşündüklerini ifade etmiştir. Öğrencilere matematiksel bağlamlarda harf sembollerin veya değişkenlerin farklı şekillerde kullanıldığını açıklamak gerekir. Bu şekilde öğrencilere harf sembolün veya değişkenin birçok farklı kullanımı hakkında düşünme fırsatı verilebilir.

Cebir öğrenme alanında değişken kavramının önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Harf sembolü veya değişken kavramının öğrenciler tarafından anlaşılmasının cebir öğrenme alanında sembolleştirme becerisi açısından önemli olduğu söylenebilir. Aşağıda harf sembolü veya değişken kavramı ile ilgili yapılan araştırmalardan bazılarına yer verilmiştir.

2.2.1. İlgili Araştırmalar

MacGregor ve Stacey (1997b), “Students’ Understanding Of Algebraic Notation: 11-15” –“Öğrencilerin Cebirsel Gösterimi Anlaması: 11-15” adlı araştırma çalışması gerçekleştirmişlerdir. Bu makalede bildirilen araştırma, ortaokulda cebir öğrenmenin bilişsel ve dilsel ihtiyaçlarını araştıran daha büyük bir projenin parçasıdır. Projede 24 Avustralya ortaokulunda öğrenim gören 11-15 yaş arası yaklaşık 2000 öğrenci yer almıştır. Veriler kalem ve kâğıt testlerinden elde edilmiştir. Bazı okullar aynı testi iki, üç veya dört yıllık seviyelerde kullanmış, böylece bu yıl seviyeleri için karşılaştırmalı veriler sağlanmış. Diğer bazı okullar aynı öğrenci grubunu iki veya üç kez test etmiş, böylece bireysel öğrencilerin ilerleyişi hakkında boylamsal veriler sağlanmıştır. Bu araştırmada, bu okullardan seçilen 14 öğrenciyle görüşmeler gerçekleştirilmiş ve daha sonra analiz etmek üzere görüşmelerde ses kaydı alınmıştır. Seçilen okullar; örnek boyutu, okul sayısı ve okul türleri (Devlet, Katolik ve özel, işçi

sınıfı ve orta sınıf) göz önüne alınarak seçilmiştir. Araştırmada, bilişsel düzeyle ilişkili olan ve olmayan belirli yanlış yorumlama kökenlerine dair kanıtlar sunulmuştur. Cebirsel gösterimi kullanmayı öğrenmedeki zorlukların çeşitli kökenleri olduğuna dair kanıtlar şu şekilde sıralanmıştır: Bilinmeyen bir gösterim sistemi hakkında sezgisel varsayımlar ve mantıklı, pragmatik akıl yürütme; günlük hayatta, matematiğin diğer konularında veya diğer okul derslerinde kullanılan sembol sistemleri ile benzetmeler; matematikte yeni öğrenmeden kaynaklanan engel; kötü tasarlanmış ve yanıltıcı öğretim materyalleri. Bu yanlış anlama kökenlerinin tanınması cebir öğretimini geliştirmek için gerekli görülmüştür. Sonuç olarak çalışma, 15 yaşına kadar öğrencilerin çoğunluğunun cebirdeki harfleri genelleştirilmiş sayılar ve hatta belirli bilinmeyenler olarak yorumlayamadığını ortaya koymuştur. Bunun yerine bu yaş seviyelerindeki öğrencilerin harfleri yok sayma, sayısal değerlerle değiştirme veya kısa gösterim adları olarak algıladıklarını tespit edilmiştir.

Akgün (2009), “8. Sınıf Öğrencilerinin Sözel Problemler ve Değişken Kavramı Arasında İlişki Kurabilme Becerileri” konulu araştırma çalışması yapmıştır. Çalışmada, ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin sözel problemler ve matematiğin temel kavramlarından biri olan değişken kavramı arasındaki ilişki kurabilme becerilerini belirlemeyi hedeflemiştir. Araştırmanın örneklemini 158 İlköğretim 8. sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Çalışmada nitel bir metot (durum çalışması) kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak öğrencilere bir kâğıt- kalem testi uygulanmıştır. Çalışmadaki veriler, öğrencilerin teste vermiş oldukları cevaplar ve öğrencilerle yapılan mülakatlar sonucu elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin büyük bir kısmının matematiksel bir ifadeyi, ya da bir denklemi, ya da matematiksel bir değişkeni bir problem cümlesine dönüştürmede oldukça zorlandıkları görülmüştür.

Dede (2005) “Değişken Kavramı Üzerine” adlı çalışmasında, değişken kavramının tanımı/tanımları ve bu tanımların her birinin kullanım alanlarına yönelik bilgiler vermiştir. Ayrıca, değişken kavramının öğretimi ve öğrenimindeki zorlukların aşılabilmesi için önerilen modeller üzerinde de durmuştur. Literatürde değişken kavramına ilişkin birçok tanımın olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin, değişken ile problem çözümleri ve örnekler içinde karşılaştıklarını bu nedenle, öğrenciler için en kullanışlı değişken tanımının, en kolay kavrayabilecekleri tanım olduğunu söylemiştir. Değişken kavramının öğretimine yönelik; a) Wagner’in Modeli, b) Usiskin’in Modeli, c) Denklemlerdeki harf sembolleri, bilinmeyen yerine değişken ve değişkenler arası ilişkiler olarak görme, modellerini önermiştir. Öğrencilerin matematiksel problemlere

farklı açılardan bakabilmeleri, farklı fikirler geliştirebilmeleri, çeşitli genellemeler yapabilmeleri ve bu düşüncelerini uygulayabilmeleri için değişken kavramını anlamaları gerektiğini belirtmiştir.

Akgün ve Özdemir (2006) “Students’ Understanding Of The Variable As General Number and Unknown: A Case Study”- “Öğrencilerin Değişkeni Genel Sayı ve Bilinmeyen Olarak Anlamaları: Durum Çalışması” isimli araştırma yürütmüşlerdir. Bu çalışma ile değişken kavramının kullanımının farklı yönleri olan genel sayı ve bilinmeyen ile ilgili öğrencilerin yaşadıkları yanlış algıları ve öğrenme zorluklarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla iki alt sorun incelenmiştir: birincisi öğrencilerin genel sayı hakkındaki yorumları, ikincisi ise bilinmeyen hakkındaki yorumlarıdır. Araştırmada nitel bir yöntem olan durum çalışması tasarımı kullanılmıştır. Veriler, öğrencilerin incelenen konulara uygun olarak tasarlanan testlere verdikleri cevapların analizi, sınav belgelerinde değişkenle ilgili sorular üzerinde yaptıkları çalışmalar ve bazılarıyla yapılan görüşmeler ile elde edilmiştir. Çalışmada 158 sekiz sınıf öğrencisi yer almıştır. Sonuç olarak, değişkenin kullanımlarından biri olan genel sayı hakkında, araştırmaya katılan 158 öğrenciden 25 tanesinin (%15) değişkeni genel sayı olarak değil de verilen bağıntıyı denklem olarak algıladıkları tespit edilmiştir. Öğrenciler değişkenlerin genel ifadelerin veya genel sayıların yerine kullanılabileceği konusunda sıkıntı çekmektedirler. Ayrıca, öğrencilerin değişken olarak kullanılan bilinmeyenlerle işlem yapmada ya da bir denklem içerisindeki bilinmeyenin değerini bulmada yani denklemi çözmede büyük zorluklar çektikleri görülmüştür.

Emirzeoğlu (1995), ilkokullarda matematik dersinde değişken ve bilinmeyen kavramının incelenmesi ile ilgili çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmanın amacı “Matematik dersinde içinde bilinmeyen ve değişken bulunan denklemler”i ilkokul öğrencilerinin yapısına uygun bir biçimde düzenlemek, problem kurmada ve çözümlemede yeni bir öğretim tekniği geliştirmek, bilinmeyenlerin ve değişkenlerin yerlerine önceden tespit edilmiş geometrik sembolleri kullanabilmektir. İlkokul matematik ders kitapları ve konu ile ilgili piyasadaki yayınlar incelenmiş, ilkokul öğretmenleri ve öğrencileri ile iletişim kurulmuş, ayrıca özel dershanelerde ilgili eğitimcilerle görüşülmüştür. Bu girişimlerden sonra elde edilen bilgiler değerlendirilmiş ve gelişigüzel yöntemler yerine yeni bir yöntem tekniği geliştirilmiştir. Problem kurmada ve çözümlemede bilinmeyenlerin ve değişkenlerin yerlerine geometrik sembollerin kullanılması öngörülmüştür. Bu çalışma iki ilkokulun 5. sınıflarında test edilmiştir. Her iki gruba öntest “Değerlendirme Testi” uygulanmış, öntestten sonra

deney grubuna ders anlatılmış, kontrol grubu serbest çalışmaya bırakılmıştır. Çalışma sonunda her iki gruba son test “değerlendirme testi” uygulanmıştır. İstatistiksel t-testi ile yapılan değerlendirmelerde bilgilendirilen deney gruplarının, serbest çalışmaya bırakılan kontrol gruplarından çok daha başarılı oldukları saptanmıştır.

2.3. Sembolleştirme

Sembolleştirme; bir sözel matematiksel ifadeyi, zihnin işleme tabi tutup soyutlama yaparak genelleştirmesiyle var olan sembolün anlamından ve somut ifadesinden uzaklaşmasıyla gerçekleşir. Betz (1930), cebirin sembolleşmesini onun şanı, ihtişamı, ancak aynı zamanda laneti olarak ifade etmiştir (Sasman ve Olivier, 1997).

Cebirin tarihsel gelişiminde, bir denklemde bilinmeyen harf sembolü fikrinden, keyfi bir sayı olarak kullanılan harf sembolüne veya bir formülde bir parametre olarak kullanılan harf sembolüne geçmenin insanlığın ya da en iyi matematikçilerin yüzyıllarını aldığını söyleyebiliriz. 16. yüzyılın başı gibi geç bir tarihe kadar Avrupa’da matematik yazımı, bazı kelimeler kısaltılıyor olmasına rağmen, esasen halen daha sözlüydü. Mazur (2014), kısaltmaların daha da kısalarak, sonraki yüzyıla gelindiğinde François Viete, Robert Recorde, Simon Stevin ve nihayet Descartes’in eserleriyle birlikte bu kısaltmaların daha önce görülebilen köken bağlantıları tamamen yok olacak şekilde küçüldüğünü belirtmiştir.

Blanton ve Kaput (2011), cebirin hayati bir yönünün, doğal dilden sembolik notasyonel sistemlere geçişi sağlaması olduğunu belirtmişlerdir. Mazur (2014), matematikte sözel bir ifadenin sembolik biçim olarak yazılmasının sağladığı yararı şu şekilde açıklamıştır:

- 1) Herhangi bir dile özel değildir; dünyadaki hemen hemen bütün diller farklı yazı biçimlerinde olsalar da aynı gösterimi kullanır,
- 2) Sembolik biçim, zihnin doğal dildeki yazılı kelimelerin taşıdığı belirsizlik ve yanlış anlaşılma olasılıklarını aşmasına yardımcı olur.

Cai ve ark. (2005), cebirsel düşüncenin önemli özelliklerinden biri olan cebirsel temsil biçiminin, genelleme ve sembolleştirme ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Mason (1996) matematiğin ve cebirin özünü “genellenmenin farkındalığını”, yani “özelde geneli görmek ve genelde özeli görmek” olarak tanımlar. Mason ve ark. (1985), matematikte genellenmenin önemi ile ilgili;

“Genellik matematiğin can damarıdır ve cebir genelliğin ifade edildiği dildir. Cebirde anlatmak istediğiniz şeyi ifade edebilmek için cebirin dilini öğrenmeniz gerekir. Bir örüntü veya düzenliliği algılamalı ve bu algınızı bir başkasına iletebilmeniz ve belirli soruları cevaplamada kullanabilmeniz için kısa ve öz bir şekilde ifade etmeye çalışmalısınız.”

ifadelerini kullanmışlardır (Aktaran: Radford, 2018).

Mazur (2014) zihnin bir sayının, örneğin ‘üç’ sayısının, modern kavranışını işleme tabi tutarak; tıpkı soyutlamada yapıldığı gibi, insan deneyimi içerisindeki belirli sayıda şeylerden başlayarak daha genele ulaşmak için birkaç basamak yukarıya tırmanarak: tarlada üç koyun, üç koyun, üç canlı şey, üç şey... böylece en üstte ‘üç olma’ya ulaştığını ifade etmiştir. Genellik arttıkça fiziksel cisimlerin akla gelmesi azalır. Bu nedenle sembolleştirme, özelden geneli kavrama sürecinde matematiksel sembol kullanarak zihne yardım etmektedir. Aşağıda sembolleştirme becerisi ile ilişki olabilecek araştırmalara yer verilmiştir.

2.3.1. İlgili Araştırmalar

Ursini (1990) “Generalization Processes In Elementary Algebra: Interpretation And Symbolization”- “Temel Cebirde Genelleme Süreçleri: Yorumlama Ve Sembolleştirme” adlı çalışma gerçekleştirmiştir. Yaptığı çalışmada, genelleme sürecini ve genelleştirilmiş sayı kavramını içeren durumların sembolleştirilmesi ile ilgili yazılı bir testle elde ettiği sonuçları raporlamıştır. Çalışmada 11-14 yaş arası 65 çocuk test edilmiştir. Bu çalışma, çocukların değişkenin farklı tanımlamaları ile ilgili zorluklarının araştırıldığı daha geniş projenin bir parçasıdır. Çocuklar, harf sembolleri içeren ifadelerle karşılaştıklarında büyük zorluklar ve güvensizlikler yaşamışlardır. Bu makalenin odak noktası, cebir çalışmasına başlayan çocukların, genelleme sürecini ve genelleştirilmiş sayı kavramını içeren durumları kendi başlarına nasıl sembolleştirebildikleri üzerinedir. Çalışmanın temel amaçlarından biri çocukların bu tür durumları nasıl sembolleştirdikleri ve bunun için harf sembolleri kullanıp kullanmadıklarıdır. Bu araştırılma için, çocuklardan cevaplarının istendiği bir anket tasarlanmıştır. Bu ankette, bilinmeyen veya genelleştirilmiş sayıları temsil eden harf sembollerini yorumlama ile ilgili 14 madde; bilinmeyenleri veya genelleştirilmiş sayıları içeren durumları sembolleştirme ile ilgili 16 madde yer almıştır. Mexico City ve diğer Meksika kasabalarında ortaokulun birinci sınıfına devam eden 11-14 yaş arası 65

öğrenciye uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, öğrencilerin bazı maddelerdeki ifadeleri cebirsel olarak sembolleştiremediklerini; yalnızca, harf sembole bir sayı eklemek veya bir sayıyla çarpmak zorunda oldukları bir denklem yazmayı gerektiren basit ifadeleri sembolleştirebildiklerini; öğrencilerin harfi ‘değer verme’ olarak yorumladıklarını ve rastgele ama belirli bir değer atadıklarını göstermiştir.

Sembolleştirmede harf sembolü veya değişken kullanımının önemli bir yere sahip olduğu söylenebilir. Bununla ilgili Rosnick (1981), gerçekleştirdiği çalışmada, öğrencilerin harflerin denklemlerde kullanımını ne ölçüde anlamlandırabildiğini araştırmıştır. Bu çalışma, Massachusetts Üniversitesi Bilişsel Gelişim Projesi tarafından yapılan bir araştırmanın uzantısıdır. Öğrencilerin İngilizce cümleleri cebirsel ifadelere çevirme yeteneğine odaklanılmıştır. Buna ek olarak, öğrencilerin denklemlerde harf kullanımındaki yanlış algıları da araştırılmıştır. Araştırmanın dayandığı problemlerden biri olan “öğrenci ve profesör” sorusu şu şekildedir: Aşağıdaki ifadeyi temsil etmek için S ve P değişkenlerini kullanarak bir denklem yazın:

“Bu üniversitede profesörlerin altı katı öğrenci vardır.” Öğrenci sayısı için S ve profesör sayısı için P kullanın.

Massachusetts Üniversitesi'ne giren 150 mühendislik öğrencisinden oluşan bir grubun % 37'si herhangi bir biçimde doğru denklem olan $S = 6P$ 'yi yazamadı. Öğrencilerin yaptığı en yaygın hata, ters hata olarak adlandırdığımız, denklemi $6S = P$ olarak yazmalarıydı. Daha sonra öğrencilere bu problemle ilgili bazı maddeler yöneltilmiştir:

A) Bu denklemde P harfi ne içindir?

Profesörler

Profesör

Profesörlerin sayısı

Yukarıdakilerin hiçbiri

Yukarıdakilerden birkaç tanesi

Bilinmiyor

B) Bu denklemde S harfi ne içindir?

Profesör

Öğrenci

Öğrenciler

Öğrencilerin sayısı

Yukarıdakilerin hiçbiri

Yukarıdakilerden birkaç tanesi

Bilinmiyor.

Sonucunda 152 öğrencinin % 40'ından fazlası A bölümünde tek uygun cevap olan “profesör sayısını” seçememişlerdir. Benzer şekilde % 43'ün üzerinde öğrenci, B kısmına doğru cevap verememiştir. Öğrencilerin denklemlerdeki harflerin kullanımını somut varlıkları temsil eden etiketler olarak görme eğiliminde oldukları hipotezini destekler nitelikte sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin cümleleri cebirsel ifadelerle çevirmede büyük zorluk çektiği gerçeğinin altı çizilmiştir.

MacGregor ve Stacey (1997a), “Ideas About Symbolism That Students Bring To Algebra” – “Öğrencilerin Cebir'e Getirdiği Sembolleştirme Hakkında Fikirler” adlı makale, yaşları 11 ila 15 arasında değişen 2000'den fazla öğrenci ile gerçekleştirilen projede ortaya çıkan fikirler üzerinedir. Araştırmada, cebirin başlangıcında olan öğrencilerin çeşitli deneyimlerine ve yorumlamalarına yer verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin cebirdeki ortak yanlış anlamalarının nedenleri;

- Öğrencilerin cebirsel sembolleştirme hakkındaki yorumları, diğer deneyimlere dayanmaktadır, yeterli deneyimlere sahip olmazlar ise cebirde zorlanacaklardır;
- Harflerin cebirdeki kullanımı, diğer bağlamlarda kullanımlarıyla aynı değildir;
- Cebirin dil kuralları, günlük hayattaki dil kuralları ile aynı değildir;

şeklinde sıralanmıştır. Bu araştırmada, aritmetik ve cebir testinde sorulan sorulardan biri aşağıdaki gibidir:

David, Con'dan 10 cm daha uzundur. Con h cm boyundadır. David'in boyu için ne yazabilirsiniz?

Başarı oranları beklenilenden çok daha düşük çıkmıştır. Bu oran cebir öğreniminin ilk yılında olan öğrenciler için % 50'den, üçüncü veya dördüncü yılında olan öğrenciler için % 75'e kadar değişmiştir. Çeşitli cevaplar, öğrencilerin harfleri birçok farklı şekilde kullandığını veya yorumladığını göstermiştir. En yaygın cevaplardan bazıları ve bunların varsayılan nedenleri tablo 2.5.'te gösterilmiştir.

Tablo 2.5. “David’s height” sorusuna verilen cevaplar

Cevap	Varsayılan neden
Dh	Bu “David’s height” kelimelerinin kısaltılmış halini ifade eder.
C + D = 10	C “Con’s height”, D ise “David’s height” anlamına

	geliyor.
$h = h + 10$	h, boy kavramını gösterir, dolayısıyla bu problemde her iki kişinin de boylarını belirtebilir.
8	h alfabenin sekizinci harfi olduğundan; $8 + 10 = 18$.
R	Alfabede h'den sonraki onuncu harf R'dir.
160	Con için kabul edilebilir bir boy düşünün (örneğin, 150 cm); 10 ekleyin.
11	Aksi belirtilmedikçe herhangi bir harf 1'e eşittir; bu nedenle, $10 + h = 10 + 1 = 11$
h10 ya da 10h	Sayının yanındaki harf eklemeyi gösterir.
h10	h'nin "pozitif" veya sağ tarafındaki 10, "10 daha fazla" anlamına gelir.

Test edilen öğrencilerin çoğunun "David'in height" demek için Dh, D veya h yazması şaşırtıcı bulunmamıştır. Öğrencilere cebirde harflerin sayılar anlamına geldiği söylenir. Ancak, başka anlamlarla kullanılan harfleri görürler. Harfler, matematiğin içinde ve dışında birçok bağlamda kısaltılmış kelimeler veya etiketler olarak kullanılır, örneğin: "s.6", "sayfa 6" anlamına gelir; cm, "santimetre" anlamına gelir. Bazı öğrenciler David'in boyu için "h artı 10" anlamına gelen h10 yazdılar, bitişikliğin ekleme anlamına geldiğini varsaymışlardır. Öğrenciler herhangi bir harfin tek başına 1 anlamına geldiğini düşünmüşlerdir. Bu inancın olası nedenlerinden biri, öğretmenlerin "katsayısız x, 1x anlamına gelir" derken ne anlama geldiğinin yanlış anlaşılması şeklinde açıklanmıştır. Sonuç olarak bu araştırmada öğrencilerin; cebirsel sembolleştirme hakkındaki yorumlarının, yeterli olmayan diğer deneyimlere dayandığı; harflerin diğer bağlamlardaki kullanımından etkilendiği; cebirin dil kurallarını, sıradan dil kuralları ile bir tuttukları üzerinde sonuçlar ele alınmıştır.

Öğrencilerin cebirsel genellemeleri, değişkenler ve ilişkileri hakkında gelişen anlamlandırmaları sembolleştirme becerisi açısından önemlidir. Radford (2018) "The Emergence of Symbolic Algebraic Thinking in Primary School" – "İlkokulda Sembolik Cebirsel Düşüncenin Ortaya Çıkışı" çalışmasında, dizi genellemesi bağlamında öğrencilerde sembolik cebirsel düşüncenin ortaya çıkışı üzerine boylamsal bir araştırmanın sonuçlarına yer vermiştir. Semiyotik sistemlere ve onların etkileşimine dikkat çekilmiş, öğrencilerin sembolik olmayan ve sembolik erken cebirsel genellemeleri, değişkenler ve ilişkileri hakkında gelişen anlamlandırmalarının

belirlenmesini sağlamıştır. Araştırma, cebirsel düşüncenin analitik doğasına dayalı bir tanımına ve öğrencilerin matematiksel değişkenleri ifade ettiği semiyotik sistemlere dikkat çekmektedir. Çalışma, 2. sınıf öğrencilerinin 2. sınıftan (7-8 yaş arası öğrenciler) 6. sınıfa (11-12 yaş arası öğrenciler) geçerken takip edildiği altı yıllık boylamsal bir araştırma programının parçasıdır. Araştırmanın birincil odağı, öğrencilerin cebirsel düşüncelerinin yerinde gelişimini anlamak olmuştur. İkinci olarak, öğrencilerin cebirsel düşüncelerinin ortaya çıkması ve gelişmesi, öğrencilerin cebir başlarken karşılaştıkları zorluklar ve bunların üstesinden gelmenin olası yolları konusunda çalışılmıştır. Katılımcılar, Ontario'daki bir devlet okulunda 5. sınıftan 29, 6. sınıftan 31 öğrencidir. Veriler, yılda bir haftalık iki videokaset oturumu aracılığıyla toplanmıştır. Ancak fikir alışverişinde bulunmak ve öğretmenin ve öğrencilerin cebirin öğretilmesi ve öğrenilmesiyle ilgili başarılarını ve zorluklarını tartışmak için yıl boyunca öğretmenle iletişim kurulmuştur. Sonuç olarak, 5. sınıf öğrencilerinin cebirsel formüllerinin sembolik düşünce şeklinde olmadığı, 6. sınıfın cebirsel sembolik düşüncenin ortaya çıktığı sınıf seviyesi olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar, sembolik olmayandan sembolik cebirsel düşünceye geçişe ışık tutmuştur.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Araştırma Deseni

Bu araştırmada, ortaokul matematik öğretmenlerinin 6. sınıf cebirsel ifadeler konusunda öğrencilerin sembolleştirme becerisinin matematik öğrenme ve başarılarına etkisine ilişkin görüşlerinin incelenmesi amacıyla, nitel araştırma desenlerinden fenomenolojik (olgu bilim) desen kullanılmıştır. Ayrıca, altıncı sınıf seviyesindeki sembolleştirme becerisinin 6. ve sonraki sınıf seviyelerindeki matematik öğrenme ve başarıya etkisinin anlaşılabilmesi amacıyla bu çalışmada 6., 7. ve 8. sınıf seviyelerindeki matematik derslerini okutan öğretmenlerinin de görüşleri incelenmiştir.

Akarsu (1975), felsefe terimleri sözlüğünde fenomen terimini “görüngü”, fenomenoloji terimini ise “görüngübilim” olarak tanımlamıştır. Fenomenoloji, bir veya daha fazla kişinin bir fenomeni nasıl anlamlandırdıklarını anlamaya çalışan nitel bir araştırma şeklidir (Johnson ve Christensen, 2014). Fenomenoloji yunanca, phainomenon = görünüş; logos = bilim, öğreti kelimelerinden türetilmiştir (Akarsu, 1975). Fenomenolojide amaç kişilerin bakış açılarını ve deneyimlerini anlamak için her katılımcının iç dünyasına girmek olmalıdır (Johnson ve Christensen, 2014). Araştırmacı, araştırma katılımcısının öyküsünün yansımaya ve yorumlanmasına dayanarak deneyimin yapısını açıklar (Moustakas, 1994).

Patton (2014) kitabında fenomenolojiyi, “Bir fenomenin gerçek doğasını –bir şeyi o şey yapan ve eksikliğinde onun o olamayacağı şeyi- araştırır” (Van Manen 1990:10) şeklinde tanımlamıştır. Fenomenolojik araştırmalar, kapsamlı açıklamalar elde etmek için deneyime geri döner ve bu açıklamalar daha sonra deneyimin özlerini tasvir etmek için yansıtıcı bir yapısal analize zemin hazırlar (Moustakas, 1994).

Fenomenolojik araştırmada en önemli unsur araştırmacının insanların kendi bakış açılarından bir fenomeni nasıl anlamlandırdıklarını anlamak için çalışmaktır (Johnson ve Christensen, 2014). Moustakas (1994) fenomenolojik araştırmalarda amacı, deneyime sahip olan insanlar için deneyimin ne anlama geldiğini belirlemek ve oradan genel anlamlar türetmek, olarak ifade etmiştir. Fenomenoloji araştırmalarında veri kaynakları araştırmanın odaklandığı olguyu yaşayan ve bu olguyu dışa vurabilecek veya yansıtabilecek bireyler ya da gruplardır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Orijinal veriler ilk olarak, açık uçlu sorular ve diyalog yoluyla elde edilen 'saf' açıklamalardan oluşur.

Daha sonra araştırmacı, araştırma katılımcısının öyküsünün yansımaya ve yorumlanmasına dayanarak deneyimin yapısını açıklar (Moustakas, 1994).

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2020-2021 eğitim öğretim yılı Siirt ili merkez ilçesindeki ilköğretim okullarında görev yapan 25 ortaokul matematik öğretmeni oluşturmaktadır.

6. sınıf seviyesindeki sembolleştirme becerisinin 6. ve sonraki sınıf seviyelerindeki matematik öğrenme ve başarıya etkisinin anlaşılabilmesi amacıyla bu çalışmada 6., 7. ve 8. sınıf seviyelerindeki matematik derslerini okutan öğretmenlerle görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Öğretmenlerin belirlenmesinde en az üç yıl çalışmış olmasına ve 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerini okutuyor olmasına dikkat edilmiştir. Böylelikle elde edilen veriler öğretmenlerin deneyimlerinden elde edilmiş olacak ve amaca hizmet edecektir. Çalışma grubu, gönüllülük esaslı amaçlı örnekleme yöntemiyle oluşturulmuştur. Çalışma grubunda bulunan öğretmenlerden ayrıca demografik bilgiler derlenmiştir. Bununla ilgili bilgiler Tablo 3.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Katılımcıların demografik özellikleri

Demografik özellikler	Değişkenler	Toplam
Cinsiyet	Kadın	11
	Erkek	14
Kıdem yılı	3-8	9
	9-14	9
	15-20	7
Eğitim düzeyi	Lisans	22
	Yüksek lisans	3
Okutulan sınıf seviyeleri	6.	12
	7.	11
	8.	12

Dipnot: Bazı öğretmenler aynı anda 6, 7 ve 8. sınıf seviyelerinde ders okutmaktadırlar.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırma, Siirt ili merkez ilçesindeki ilköğretim okullarında görev yapan 6., 7. ve 8. sınıf seviyelerinde ders okutan 25 ortaokul matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Nitel araştırma türlerinden fenomenolojik araştırma olarak yapılandırılan bu çalışmada öğretmenlerin, cebirsel ifadeler konusunda öğrencilerin sembolleştirme becerisinin matematik öğrenme ve başarılarına ilişkin görüşleri analiz edilmiştir. Nitel araştırmalarda çoğunlukla kullanılan veri toplama yöntemlerini; gözlem, yapılandırılmış veya yarı yapılandırılmış görüşme, odak grup görüşmesi, söylev ve metin analizi, şeklinde sıralayabiliriz (Baltacı, 2019). Fenomenolojik araştırmalar ise genellikle mülakatlar yapmayı gerektirmektedir (Creswell, 2017). Bu yöntem doğrultusunda araştırmanın verileri yarı yapılandırılmış görüşmeler ile toplanmıştır.

Pilot çalışma esnasında bazı öğretmenlerin sembolleştirme becerisi hakkında herhangi bir açıklamalarının olmadığı görülmüştür. Bu sebeple yarı yapılandırılmış görüşmelerde kullanılmak üzere hazırlanan görüşme sorularının iki form şeklinde hazırlanması gerektiğine karar verilmiştir. Verilerin toplanması için; “Birinci Grup Görüşme Formu” ve “İkinci Grup Görüşme Formu” olmak üzere iki görüşme formu hazırlanmıştır. Birinci grup görüşme formu, sembolleştirme algısına sahip öğretmenlere sorulacak soruları, ikinci grup görüşme formu ise bu algıya sahip olmayan öğretmenlere sorulacak soruları içermektedir. Hazırlanan görüşme formları alan uzmanlarının görüşlerine sunulmuştur. Uzmanların önerileri doğrultusunda görüşme formları düzenlenmiş ve uygulama için hazırlanmıştır.

3.3.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Eğitimbilim alanında yapılan çalışmalarda genelde; yapılandırılmamış görüşme, yapılandırılmış görüşme ve yarı yapılandırılmış görüşme olmak üzere üç tür görüşme tekniği kullanılmaktadır (Türnüklü, 2000). Görüşme, bir araştırma örnekleminde yer alan araştırma katılımcısının, araştırma konusu hakkında bilgi, duygu ve düşüncelerini aktif olarak açıkladığı, yaşam öyküsünü anlattığı veri toplama tekniği olarak adlandırılır (Baltacı, 2019). Yüksel (2020) görüşmeyi, daha önceden belirlenmiş olan ve herhangi bir amaca yönelik gerçekleştirilen, karşıdaki kişiye yöneltilen soru sorma yöntemiyle yanıtlar alarak gerçekleştirilen etkileşime dayalı bir iletişim süreci olarak tanımlamıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinde, araştırmacı önceden sormayı planladığı soruları içeren görüşme formunu hazırlar (Türnüklü, 2000). Buna karşın araştırmacı, önceden hazırladığı görüşme formuna bağlı kalarak, ek sorular sorma esnekliği ile hareket edebilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2005, s.95). Yapılandırılmış görüşme tekniğine göre daha esnektir. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği, daha sistematik ve karşılaştırılabilir bilgi sunması, sahip olduğu belirli düzeyde standartlık ve aynı zamanda esneklik nedeniyle araştırmacıya kolaylık sağlamaktadır (Türnüklü, 2000). Bu sebeplerden bu araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinin kullanılması uygun bulunmuştur.

Araştırmada verilerin toplanması için; “Birinci Grup Görüşme Formu” ve “İkinci Grup Görüşme Formu” olmak üzere iki görüşme formu hazırlanmıştır. Bunun sebebi bazı öğretmenlerin sembolleştirme becerisi hakkında herhangi bir açıklamalarının olmamasıdır. Bu bağlamda sembolleştirme algısına sahip öğretmenlere sorulan sorular, diğer grup öğretmenlere göre farklılık gösterecektir.

Birinci ve ikinci grup formların ilk dört sorusu aynı, sonraki soruları farklılaşmaktadır. İlk dört soruya öğretmenin vermiş olduğu cevaplar doğrultusunda, araştırmacı tarafından hangi görüşme formundaki sorularla devam edileceği tespit edilmiştir. Birinci grup görüşme formu, sembolleştirme algısına sahip öğretmenlere sorulacak soruları, ikinci grup görüşme formu ise bu algıya sahip olmayan öğretmenlere sorulacak soruları içermektedir.

3.4. Veri Toplama Süreci

Bu çalışma, 2020-2021 eğitim öğretim yılı Siirt ili merkez ilçesindeki ilköğretim okullarında görev yapan 25 ortaokul matematik öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yürütüleceği ilköğretim okulları için Siirt İl Milli Eğitim Müdürlüğünden gerekli izinler alınmıştır.

Araştırmanın verileri yarı yapılandırılmış görüşmeler ile toplanmıştır. Öğretmenlerle görüşmeler zoom programı üzerinden gerçekleştirilmiş ve görüşmeler kayıt altına alınmıştır. Yapılan görüşmelerde zoom programı ile görüşmeyi kaydetmeden önce görüşülen kişiden izin alınıp, görüşmelerin yalnızca araştırma amacıyla kullanılacağı güvencesi verilmiştir. Araştırmanın verileri, katılımcıların kendilerini rahat ifade edebileceği ve program ile ses kaydı yapılabilecek ortamlarda, kendilerinin randevu verdikleri zaman dilimlerinde toplanmıştır. Görüşme soruları her

bir katılımcıya, aynı sözcüklerle ve aynı anlamı çağrıştıracak tonlamalarla yöneltilmiştir. Görüşmeler tek oturumda yapılmış, ara verilmemiştir. Öğretmenlerle yapılan birebir görüşmelerde, görüşme süresi her bir öğretmen için yaklaşık 25 dakika sürmüştür. Yapılan görüşmelerde ses kaydı ve not alma tekniği birlikte kullanılmıştır. Ayrıca öğretmenlerden görüşme esnasında sözel olarak ifade ettikleri örnekleri yazmaları istenmiştir.

3.5. Verilerin Analizi

Görüşme tekniğinde elde edilen nitel veriler sözeldir. Dolayısıyla analizler, nicel araştırmalarda elde edilen rakamlar yerine sözcükler, cümleler ve paragraflar ile gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada, ortaokul matematik öğretmenlerinin 6. sınıf cebirsel ifadeler konusunda öğrencilerin sembolleştirme becerisinin matematik öğrenme ve başarılarına etkisine ilişkin görüşlerini incelemek amacıyla elde edilen verileri analiz etmek için içerik analizi yöntemi kullanılmıştır.

İçerik analizi, toplanan verilerin daha ayrıntılı incelenmesini ve bu verileri açıklayan kavram, kategori ve temalara ulaşılmasını gerektirir (Baltacı, 2019). Bu çalışmadaki veriler, belirlenen araştırma sorularına uygun olarak hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme sorularına öğretmenlerin vermiş oldukları cevaplar analiz edilerek elde edilmiştir. Ayrıca bulguların geçerliğinin artırılması ve sağlamlaştırılması için öğretmenlerden görüşme esnasında sözel olarak ifade ettikleri örnekleri yazmaları istenmiştir.

Öğretmenlerle görüşmeler zoom programı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler sonucunda elde edilen veriler analiz için hazırlanmış ve düzenlenmiştir. Ses kayıtları transkript edilerek ham veriler elde edilmiş, öğretmenlerin görüşme esnasında yazdıkları örnekler taranmış, gözleme dayalı alan notları bilgisayara yazılmıştır. İlk olarak transkript sonucu elde edilen ham verilerin tamamı okunup incelenmiştir. Verilerin tamamını okuma ve inceleme, genel olarak bilginin ve anlamının ne olduğuna yönelik derinlemesine düşünme imkânı verir (Creswell, 2017). Sonrasında her soru için her bir öğretmenin verdiği cevaplarla ilişkili olduğu düşünülen kodlar oluşturulmuştur.

Verilerin analizinde “elle kodlama” yöntemi tercih edilmiştir. Saldana (2019) “Nitel Araştırmacılar İçin Kodlama El Kitabı”nda, araştırmacının kâğıtta yer alan nitel verileri elle işlerken ya da kodları kalemle doğrudan kâğıda yazarken yaptığı işe daha hâkim olduğunu ve işi sahiplendiğini ifade etmiştir. Kodlama, elde edilen verileri

bölmelere ayırma, inceleme, karşılaştırma, veriler arasında bağlantı kurmayı gerektirir (Baltacı, 2019). Nitel veri analizinde kod, eldeki veriyi temsil ya da tercüme etmek suretiyle ileride örüntüler saptamak, veriyi kategorize etmek, iddia ya da önerme geliştirmek, veriye yorumlanmış anlamlar yüklemek amacıyla araştırmacı tarafından üretilmiş yapılardır (Saldana, 2019).

Kodlama, veri toplama süresince toplanan veri resimlerin metne aktarımını, kategorilerin imgelere veya cümlelere ayrıştırılmasını ve genellikle katılımcının güncel diline (in vivo terimi olarak isimlendirilir) dayalı bir terim ile bu kategorilerin isimlendirilmesini içermektedir (Creswell, 2017). Kodlama araştırmacının benzer şekilde kodlanmış verileri organize ederek bazı ortak özelliklerinden dolayı belirli kategoriler ya da aileler altında gruplandırmasını sağlar (Saldana, 2019). Veri analizi aşamasında araştırmacı tarafından kodlar oluşturulduktan sonra kodlardan yola çıkılarak alt kategoriler ve ana kategoriler oluşturulmuştur. Bulgular bölümünde elde edilen kod, alt kategori ve ana kategorilere yer verilmiştir.

Öğretmenlerin cevaplarından örnek alıntılar yapılarak bulgular bölümünde gösterilmiştir. Her bir öğretmenin sorulara vermiş oldukları cevapları bu bölümde göstermek ya da vermek imkânsız olduğundan dolayı özellikle araştırmanın problemleri gereği ilginç olan ve araştırmanın problemine fayda sağlayacağı düşünülen öğretmen cevapları o öğretmenin adı verilmeksizin sunulmuştur.

3.6. Araştırmanın Geçerliği ya da Güvenirliği

Nitel araştırmacılar araştırmanın geçerliğinden söz ettiklerinde, genellikle nitel araştırmanın mantıklı, inandırıcı, güvenilir ve dolayısıyla savunulabilir olduğunu kastetmektedirler (Johnson ve Christensen, 2014).

Nitel araştırmalarda geçerliği en üst düzeye çıkaracak ve iç geçerliği arttıracak bazı stratejiler kullanılır. Bu araştırmada “veri üçlemesi” stratejisi kullanılmıştır. Üçleme, çoklu süreçlerin ya da kaynakların kullanımına yönelik bilgilerin ve sonuçların çapraz kontrolüdür (Johnson ve Christensen, 2014). Araştırmada farklı süreçler ve kaynaklar olduğunda araştırmacının doğrulanması sağlanır. Veri üçlemesi ise bir olgunun anlaşılmasına yardım etmek için çoklu verilerin kullanımınıdır (Johnson ve Christensen, 2014). Bu araştırmada öğretmenlerden görüşme esnasında ifade ettikleri örnekleri yazmaları istenmiştir. Daha sonra bu örnekler taranarak bilgisayar ortamına

aktarılmış ve bulgular kısmında öğretmenlerin ifadeleri ile birlikte bu örneklere de yer verilmiştir.

Bu araştırmada geçerliği arttırmak için kullanılan bir diğer strateji “düşük-çıkartım tanımlayıcıları”dır. Öğretmenlerin ‘ifade’lerinin aktarımında araştırmacının müdahalesi azaltılarak, öğretmenlerin söylediği her kelime doğrudan alıntı olarak verilmeye çalışılmıştır. Bu şekilde okuyucu katılımcıların bazı sorunlar ve deneyimler ile ilgili olarak ne düşündükleri ve ne hissettiklerini anlayabilir (Johnson ve Christensen, 2014).



4. BULGULAR

Bu bölümde alt problemlerin araştırılması sonucunda elde edilen bulgulara ve yorumlara yer verilmiştir. Elde edilen bu bulgular içerisinde öğretmen cevaplarından yapılan bazı alıntılar bilgisayar ortamında taranarak hiçbir değişiklik yapılmadan sunulmuştur.

Bu araştırmada iki görüşme formu kullanılmıştır. İki görüşme formu kullanılmasının sebebi, sembolleştirmeye ilişkin algıya sahip olan öğretmenlerin yorumlarının bu algıya sahip olmayan öğretmenlerin yorumlarından ayırt etmektir. Bu bağlamda sembolleştirme algısına sahip öğretmenlere sorulan sorular, diğer grup öğretmenlere göre farklılık gösterecektir. Birinci ve ikinci grup formların ilk dört sorusu aynı, sonraki soruları farklılaşmaktadır. İlk dört soruya öğretmenin vermiş olduğu cevaplar doğrultusunda, araştırmacı tarafından hangi görüşme formundaki sorularla devam edileceği tespit edilmiştir. Birinci grup form, sembolleştirme algısına sahip öğretmenlere sorulacak soruları, ikinci grup form ise bu algıya sahip olmayan öğretmenlere sorulacak soruları içermektedir.

Bu nitel araştırmada öğretmenlerin görüşme formunda kendilerine yöneltilen sorulara verdikleri cevaplardan elde edilen bulgular, araştırmanın amacına uygun bir şekilde oluşturulan kodlar ve kategoriler altında tablolarda ele alınmıştır. Öğretmenlerin isimlerinin verilmesi etik açıdan doğru kabul edilmediğinden görüşleri aktarılırken her öğretmenin görüşü için Ö1, Ö2... şeklinde kısaltmalar kullanılmıştır.

4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

- Öğretmenlerin cebirsel ifadeler konusu ile sembolleştirme becerisi arasındaki ilişki hakkında düşünceleri nelerdir?

Tablo 4.1. Birinci grup öğretmenlerin cebirsel ifade-sembolleştirmeye ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi

Kodlar	Kategori
Sözel problemleri matematik diline çevirme	Cebirsel ifade-Sembolleştirme becerisi ilişkisi
Sözel probleme uygun denklem kurma	
Cebirle ilişkili konulara etkisi	
Cebiri anlamaya etkisi	

Tablo 4.1.'de elde edilen bilgiler, birinci grup öğretmenlerin cebirsel ifadeler konusu ile sembolleştirme becerisi arasındaki ilişkiye yönelik cevaplarının analizinden oluşturulan kodları içermektedir. Tablo 4.1.'de görüldüğü gibi öğretmenlerin cebirsel ifade sembolleştirme becerisi ilişkisini; sözel problemleri matematik diline çevirme, sözel probleme uygun denklem kurma, cebirle ilişkili konulara etki, cebiri anlama ile açıkladıkları görülebilir. İkinci grup öğretmenlerin cevaplarından, beklendiği üzere, cebirsel ifadeler ile sembolleştirme becerisi arasındaki ilişki hakkında herhangi bir kod oluşturulamamıştır.

Bu kategoriye ilişkin kodlar, sözel problemleri matematik diline çevirme ve sözel probleme uygun denklem kurmadır. Öğretmenlerin, cebirsel ifadeler konusunda sembolleştirme becerisinin önemini ifade ettikleri görülebilir. Cebirsel ifadeler konusunda sembolleştirmenin gerekli olduğunu, öğrencilerin sembolleştirmeyi gerçekleştirmesinin, sözel ifadeyi cebirsel ifadeye ya da denkleme dönüştürmede olumlu etki yarattığını ifade etmişlerdir. Sözel ifadeyi, cebirsel ifadeye ya da denkleme dönüştürme noktasında sembolleştirmenin gerekliliği üzerinde durmuşlardır. Birinci grup öğretmenlerin cebirsel ifade-sembolleştirme becerisi ilişkisi kategorisine ait, sözel problemleri matematik diline çevirme ve sözel probleme uygun denklem kurma kodlarına ilişkin cevap olarak ifade ettikleri örneklerden bazıları aşağıda verilmiştir.

Ö15: “İleriki seviyelerde, matematiğin ileriki seviyelerinde, biz açıkçası bir bilinmeyenden ziyade, iki bilinmeyenli sorular oluyor, örnek veriyorum; biz bunu sembolleştirmezsek, denklemleri çözmezsek hiçbir şekilde üstesinden gelemeyiz açıkçası.”

Ö14: “Aslında bütün problemlerin çözümünün ben denklemlerden ve cebirsel ifadelerden geçtiğini düşünüyorum. Yani denklem kurularak çözülmeyecek bir problem yok bana göre. O yüzden de çocuk eğer sembolleştirmeyi kolayca yapabiliyorsa çözemeyeceği soru da yoktur diye düşünüyorum. Çünkü ilk adım denklemi veya cebirsel ifadeyi kurmaktan geçiyor.”

Ö5: “İlkokul matematiğine kadar hatta 6'ya kadar sembolleştirme yapmadan her şeyi hemen hemen çözebilirsiniz, sıkıntı yok. Ama ben özellikle denklem, eşitlik ve problemler yönünden konuşuyorum. Hatta ileriki seviyelerde tüm konularda zaten denklemler şarttır, tüm konularda da problemi çözünce en son basamakta bir denklem oluyor denklemi çözüyoruz, sonuçta denklem de bir sembolle oluşuyor.”

Tablo 4.1.'deki veriler dikkate alındığında öğretmenler öğrencilerin cebirsel ifade-sembolleştirme becerisi ilişkisini cebirle ilişkili konulara etkisi açısından

değerlendirdikleri görülebilir. Öğretmenler, öğrencilerin cebirde sembolleştirmede birtakım zorluklara sahip olduklarında, cebirle ilişkili diğer konularda da zorluk yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin cevaplarından, 6. sınıf cebirsel ifadeler konusunda sembolleştirme becerisi geliştirmenin sonraki sınıf seviyelerindeki matematik konularını öğrenmede etkili olduğunu söylemek mümkündür. Örneğin, 6. sınıfta cebirsel ifadeler konusunda sembolleştirmeyi gerçekleştiremeyen öğrencinin, 7. ve 8. sınıfta cebir öğrenme alanına ait; eşitlik ve denklem, doğrusal denklemler, özdeşlikler gibi alt öğrenme alanlarında zorluk yaşamaları. Bu koda ait öğretmenlerin cevaplarından bazılarına aşağıda yer verilmiştir.

Ö17: “Şunu söyleyeyim sembolleştirme yapamayan öğrenci bir sonraki konuları anlamakta zorlanıyor. Mesela 6’da cebirsel ifadelerde anlamamış sembolleştirme yapamıyor, e 7 ve 8. sınıfta eşitlik denklem, çarpanlara ayırma konusu, bunlar daha çok problem tarzı sorular, oraları hiç yapamıyor. Hani problemlili olan sorularda bu sefer iyice işler kopuyor. O yüzden ilk başta sembolleştirme yapabilmesi tabi ki ileriki düzeylerdekinin ana noktası, kilit noktası, temelidir.”

Ö1: “Sembolleştirebilen öğrenciler, soyut düşünebilen öğrenciler, sembolleştirmeden kastım açıkçası, soyut olan bir durumu somut hale dönüştürmesi yani. Bunu yapabilen bir öğrenci konuları daha rahat kavrayabiliyor”

Ö13: “Sembolleştirmeyi daha çok cebir konusunda yapıyoruz. Sembolleştirme yapabilen öğrenci diğer konularda çok iyi oluyor. Cebir biraz daha soyut bir konu olduğu için, soyut konuyu anlayan öğrenci diğer konuları daha da kolay anlayabiliyor. Örneğin denklem konusu daha kolay geliyor ona, onun dışında 8. sınıfta bilinmeyen ifade verildiği zaman bunu daha kolay yapabiliyor öğrenci.”

Bu kategoriye ilişkin elde edilen bir diğer kod, cebiri anlamaya etkisidir. Öğretmenler, sembolleştirmenin öğrencilerin cebirsel ifadeler konusunu anlamalarını sağladığını ifade etmişlerdir. Sembolleştirmenin, öğrencilerin harf sembolleri anlamlandırarak öğrenmelerini sağladığı söylenebilir. Bu koda ilişkin öğretmenlerin cevaplarından bazı örneklerle aşağıda yer verilmiştir.

Ö1: “Sembolleştirebilen öğrenciler konunun giriş kısmında yani daha çok ilerlemeden bile hemen konuyu kavrayabiliyorlar, çokta sıkıntı yaşamıyorsunuz direk konunun bir sonraki kazanımına rahat bir şekilde geçebiliyorsunuz ama zorlanan öğrenciler açısından maalesef birden fazla örnek ya da yöntem kullanmak zorunda kalıyorsunuz öğrencilerin kavraması için.”

Ö17: “Bence sembolleştirme cebir konusunu daha iyi anlamasını sağlıyor. Şu mesela atıyorum, bir sayının beş fazlası diyoruz ama o, onun yerine $x+5$ yazabiliyor ya da $kutu+5$ ya da $a+5$; sembolleştirebiliyorlar.”

Ö12: “Sembolleştirme özellikle cebirsel ifadeler konusu için bence çok önemli bir adımdır. Öğrenciler buradaki sembolleri değişkenlerle bağdaştırdığı zaman konuya olan bakış açısı tamamen değişiyor. Orada düşünüyor ki x , y aslında yabancı bir şey değil, onlar da aslında bizim birinci sınıfta; mesela biz sayı saymasını öğrendiğimiz zaman nasıl sayıyorduk, abaküsle sayıyorduk bir, iki, üç, dört veya fasulye sayıyorduk, aslında oradaki sayıların şekillerle, sembollerle nasıl ilişkisini kuruyorsak bunların tamamen değişkenlerle de aynı ilişki olduğu kanısına varıyor. Ve bu da öğrencilerin konuya olan bakış açısını ve konuyu anlama gücünün daha da arttığını düşünüyorum.”

4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

- Öğrencilerin sembolleştirme ile ilgili yaşadıkları problemlere ilişkin öğretmenlerin görüşleri nelerdir?

Veri analizi sonucu, ikinci alt probleme ilişkin birinci grup öğretmenlerin cevaplarından elde edilen kod ve kategoriler aşağıdaki tabloda verilmiştir. İkinci grup öğretmenlerin cevaplarından, beklendiği üzere, öğrencilerin sembolleştirme ile ilgili yaşadıkları problemlere ilişkin herhangi bir kod oluşturulamamıştır.

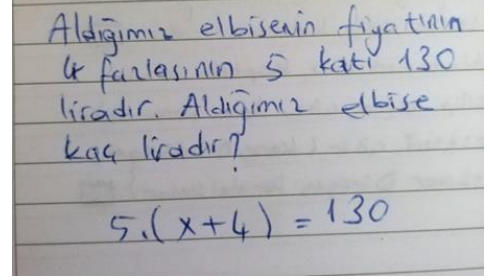
Tablo 4.2. Birinci grup öğretmenlerin sembolleştirmeye ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi

Kodlar	Kategori
Kavramsal bilgi eksikliği	
Cebirsel sembolleri anlamama	Sembolleştirmede kavramsal eksiklik

Tablo 4.2.’de görülen kodlama verileri, birinci grup öğretmenlerin cevaplarından elde edilmiştir. Tablodaki veriler, öğrencilerin kavramsal bilgi eksikliğinden ve cebirsel sembolleri anlayamamalarından kaynaklı sembolleştirme ile ilgili yaşadıkları problemleri ifade etmektedir. Öğretmenlerin cevaplarının analizi sonucu, öğrencilerin sembolleştirme ile ilgili yaşadıkları problemlerden birinin kavramsal bilgi eksikliğinden kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerdeki kavramsal bilgi eksikliği ele alındığında ise sembolleri kullanmakta yeterli bir güven göstermedikleri görülmüştür.

Bu noktada kavramların ne anlama geldiğini bilmedikleri söylenebilir. Öğretmenlerin ifadelerinden, öğrencilerin sözel bir ifadeyi sembolleştirmede zorlandıkları ve bu aşamada harf sembolleri kullanma konusunda problem yaşadıkları anlaşılmaktadır. Kavramsal bilgi eksikliği ile ilgili öğretmenlerin cevaplarından bazılarına aşağıda yer verilmiştir.

Ö7: “Her hangi bir problem mesela; aldığımız bir elbisenin dört fazlasının beş katı yüz otuz liradır acaba bu elbisenin fiyatı ne kadardır, hani orada neye x diyeceğini algılamakta zorluk çekiyor hocam başarısız öğrenci. Neye x diyeceğiz orada diyor.”



Aldığımız elbisenin fiyatının 4 fazlasının 5 katı 130 liradır. Aldığımız elbise kaç liradır?

$$5 \cdot (x + 4) = 130$$

Ö10: “8. sınıfta inanın soruya bakar bakmaz cevap beştir diyen var ama açıklayamıyor. Yani toplama çıkarma yapıyor. Aslında o yaptığı toplama çıkarmayı açıklamak bana kalıyor. Çok zor oluyor, neden burada topladı, neden burada çıkardı, neden çarptı, neden ekledi, neden böldü.”

Ö11: “Bilinmeyi belirleme konusunda bazen sıkıntı yaşıyorlar. Mesela bazen özellikle yeni müfredatta, denklemi çözmeden ziyade, bu problemin çözümünü veren denklem hangisidir, gibi sorular çıkıyor. Orada bilinmeyenin ne olacağını belirleme konusunda, onlar hep kolay olanı tercih ediyorlar. Kolay olanı tercih ettikleri zaman örneğin diyelim, diyor ki işte ‘iki sayının toplamı altıdır, büyük sayı küçük sayının iki katından şu kadar fazladır, küçük sayıyı veren denklem nedir’ dediği zaman onlar küçük sayıyı veren denklem yerine büyük sayıyı vereni kurmuş olabiliyorlar ya da büyük sayıyı vereni kurmuş olabiliyorlar. Burada sıkıntı yaşıyorlar, kendilerine kolay geleni tercih ediyorlar ama aslında istenenin bilinmeyene denk geldiğini anlamakta sıkıntı yaşıyorlar.”

Tablo 4.2. incelendiğinde, öğretmenler öğrencilerin sembolleştirme ile ilgili yaşadıkları bir diğer problemin cebirsel sembolleri anlayamamalarından kaynaklı olduğunu ifade etmişlerdir. Verilen cevaplardan öğretmenlerin matematik dilini, sembol dilini anlamaya önem verdikleri söylenebilir. Öğretmenlerin, öğrencilerin matematik dilini bilmedikleri için zihinlerinde matematiksel kavramları somutlaştıramadıklarını ifade ettikleri görülmektedir. Bazı öğrencilerde matematik dilinin yetersizliği nedeni ile sembolleştirmenin gerçekleştirilemediği söylenebilir. Cebirsel sembolleri anlayamama koduna ilişkin öğretmenlerin verdikleri cevaplardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Ö2: “Okuduğunu anlaması gerekiyor, özümsemesi gerekiyor, problemde ne diyor onu matematik diline aktarması gerekiyor. Ama çocuk zaten matematik dilini bilmiyor, hani onu somutlaştıramıyor.”

Ö6: “Matematiğin kendine ait bir dili var, sembollerle anlatılıyor ve öğrenci bu sembolleri bilmediği sürece matematik dilini asla konuşamıyor asla anlayamıyor. O yüzden sembol demek matematik demek, matematik demek sembol demek.”

Ö9: “Matematiği soyuttan somuta dönüştürmek yani o kavramlar onlara biraz farklı, ilk defa görüyorlar çünkü. Farklı bir boyuta geçiyorlar matematikte. Haliyle o yüzden zorlanıyor çocuklar. Yani değişken ne demek canlandıramıyor kafasında o yüzden. 7. sınıfta, 8. sınıfta problem konusunu dönüştüremiyorlar mesela hani tam o cümleyi matematiksel olarak yazıp sonuca getiremiyorlar geneli.”

Tablo 4.3. Birinci grup öğretmenlerin sembollerin kullanımına ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi

Kodlar	Alt Kategori	Kategori
Negatif transfer		
Aritmetikten cebire geçiş	Harf sembollerin yanlış kullanımı	Sembollerin kullanımı
Sembolik karmaşa		

Tablo 4.4. İkinci grup öğretmenlerin sembollerin kullanımına ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi

Kodlar	Alt Kategori	Kategori
Negatif transfer		
Sembolik karmaşa	Harf sembollerin yanlış kullanımı	Sembollerin kullanımı

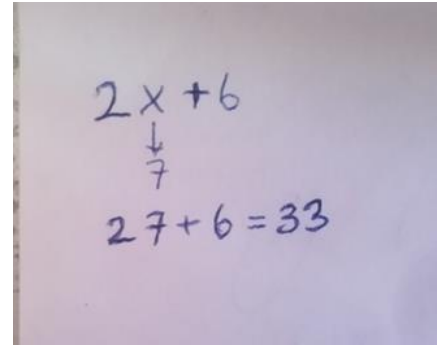
Tablo 4.3.’te görülen veriler, birinci grup öğretmenlerin cevaplarının analizi sonucunda, sembollerin kullanımı kategorisine ait alt kategori ve kodları göstermektedir.

Tablo 4.4., ikinci grup öğretmenlerin cevaplarının analizi sonucunda, sembollerin kullanımı kategorisine ait alt kategori ve kodları göstermektedir. Harf sembollerin yanlış kullanımı ile ilgili bulgular ele alındığında birinci ve ikinci grup öğretmenlerin cevaplarından “negatif transfer” ve “sembolik karmaşa” olmak üzere iki benzer sonuç elde edildiği görülmektedir. Tablo 4.4.’te görülebileceği gibi ikinci grup öğretmenlerin cevaplarından, “aritmetikten cebire geçiş” koduna ilişkin veri elde edilememiştir. Aritmetikten cebire geçiş süreci değişken veya harf sembollerin

kullanımı ve sembolleştirmeyi içeren bir süreçtir. İkinci grup öğretmenlerle yapılan görüşmelerde aritmetikten cebire geçiş süreciyle ilgili herhangi bir bulgu elde edilememiştir.

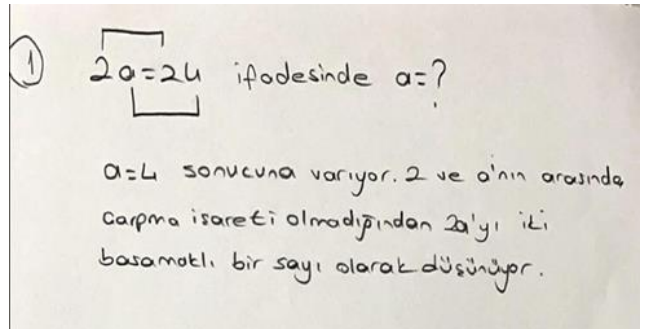
Tablo 4.3. öğrencilerin cebirsel ifadelerde harf sembolleri yanlış kullanmalarından kaynaklı yaşadıkları problemleri ifade etmektedir. Öğrencilerin sembolleştirme ile ilgili yaşadıkları problemlerin bir kısmı, sembollerin kullanımı kategorisinde ele alınmıştır. Öğrencilerin harf sembolleri yanlış kullanmalarının, sembolleştirme sürecinde problem yaşamalarına sebep olduğu söylenebilir. Yapılan analizde öğretmenlerin cevaplarından; negatif transfer, aritmetikten cebire geçiş, sembolik karmaşa kodları oluşturulmuştur. Bu kategoriye ait ilk kod “negatif transfer”dir. Bu kod ile ilgili öğretmenlerin cevaplarından anlaşılabileceği gibi, öğrencilerin en çok yaptığı hatalardan biri; harfli ifade ve katsayı arasındaki çarpma işlemini yapmak yerine, verilen ifadeyi iki basamaklı bir sayı gibi algılamalarıdır. Ayrıca öğrenciler, harflerin sadece rakamlardan oluşması gerektiğini düşünmektedirler. Örneğin, $2a = 24$ gibi bir ifadede $a = 4$ olduğunu düşünmektedirler, onlara göre a, 4 rakamına eşit olmalıdır. Ya da $2x$ şeklinde verilen bir cebirsel ifadede $x = 7$ için 27 sonucunu elde etmektedirler. Görüşme yapılan birinci grup öğretmenlerin negatif transfer kodu ile ilgili cevaplarından bazılarına aşağıda yer verilmiştir:

Ö11: “ $2x+6$ gibi bir cebirsel ifade verildi ve x yerine bir sayı yazmamız isteniyor. Biz burada, artık hani 6. sınıfta çarpmada bu x harfi yerine artık noktayı kullanıyoruz. E şimdi $2x$ yazdığımızda araya noktayı kullanmıyoruz. Buraya 7 yaz, dediğimiz zaman çocuk $27+6$ ’nın 33 olduğunu söylüyor. Hani kalkıp iki çarpı yedi diye yazmıyor direk sayıyı birleştirip iki basamaklı sayı gibi görüyor.”



Handwritten student work showing the expression $2x+6$, a downward arrow pointing to 7, and the calculation $27+6=33$.

Ö13: “ $2a=24$, a’nın direkt 4 olduğunu söylüyorlar. Orada 24’ü 2’ye böleceklerini anlayamıyorlar, 2 basamaklı bir sayı gibi düşünüyorlar, orada çok takıldıklarını gördüm.”

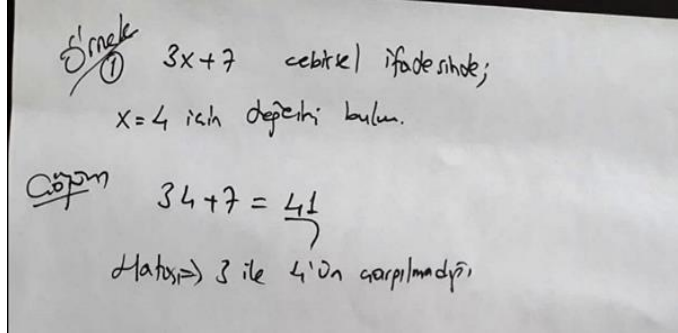


Handwritten student work showing the equation $2a=24$, a question mark, and a handwritten note explaining the student's confusion about the division of 24 by 2.

Tablo 4.4. İkinci grup öğretmenlerin sembollerin kullanımına ilişkin vermiş oldukları cevapların analizinden elde edilen sonuçları içermektedir. İkinci grup

öğretmenlerin negatif transfer kodu ile ilgili verdikleri cevaplardan bir örnek alıntı aşağıda verilmiştir:

Ö6: “Mesela $2x$ ’i, x yerine üç yazdığımız zaman yirmi üç diye okuyabildiklerini görebiliyoruz. Mesela $3x+7$ ifadesinde $x=4$ için değeri kaçtır, diye sorduğumuz zaman o üç çarpı dört değil de otuz dört olarak ele alır, yani iki basamaklı bir sayı olarak görebiliyorlar bazen.”



Örnek
Mesela $3x+7$ cebirsel ifadesinde;
 $x=4$ için değeri bulun.
Çözüm
 $3 \cdot 4 + 7 = 11$
Hata! 3 ile 4'ün çarpılmadı.

Tablo 4.3.’te öğretmenlerin sembollerin kullanımını “aritmetikten cebire geçiş” süreci ile ifade ettikleri görülebilir. Birinci grup öğretmenler, öğrencilerin toplama, çıkarma, çarpma, bölme yani sayılarla dört işlem üzerine yoğunlaştıklarını, harfli ifadeleri yeterince anlamlandıramadıkları için karşılaştıkları sözel problem durumlarında harfli ifadeleri dikkate almayıp problemde verilen sayılarla aritmetiksel işlemler yaparak sonuca ulaşmaya çalıştıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin, aritmetik ile cebir arasında ilişkilendirme kuramadıkları söylenebilir. Öğrencilerin bir sözel ifadeyi veya örüntüyü sembolleştirebilmesi için harf semboller hakkında yeterli bilgiye sahip olması ve problemlerde kullanımını fark etmesi gerekir. Öğretmenler cevaplarında, öğrencilerin cebirsel çözüm gerektiren problemlerde, cebirsel çözümler kullanmak yerine verilen sayılarla “toplama, çıkarma, çarpma, bölme” işlemlerini yaparak aritmetik çözümleri kullanmaya çalıştıklarını ifade etmişlerdir. Bu durumda öğrencilerin cebirsel çözüm kullanamaması; değişken veya harf sembolünü anlamlandıramadıkları ve problem durumunu sembolleştiremedikleri anlamına gelmektedir. Ayrıca öğrencilerin cebirsel fikirler ile daha önce öğrendikleri aritmetik fikirleri ilişkilendirmekte yetersiz kaldıkları anlaşılmaktadır. Oluşturulan bu kod ile ilgili öğretmenlerin verdiği cevaplardan bazılarını aşağıda yer verilmiştir:

Ö2: “Çarpma, bölme, toplama, çıkarma bunun üzerine yoğunlaşmışlar. Hani olayın özünü, konunun özünü anlamıyorlar. Yine onlar kendilerine göre toplama, çıkarma yapıyorlar. Ortaokul bitene kadar büyük ihtimalle sembollerin gerekliliğini ve önemini hiç fark edemiyor çocuklar. Hani bir soruyu okurken sadece oradaki sayıları okuyorlar. Çünkü onlara göre matematik sadece sayılardan ibaret, çarpacak, bölecek. Hani sözel şeyler matematikte onlara göre yok.”

Ö6: “6. sınıfın o konusuna kadar sürekli bir sayıyla işlemsel düzeyde kaldığı için hani biliyorsunuz daha iki üç sene öncesine kadar öğrencilerimiz hep işlemsel bilgi üzerinden deneme sınavlarına veya sınavlara yazılılara giriyorlardı. Ama şu an daha böyle kavramsal bilgi daha böyle üst düzey ne bileyim analizdir sentezdir gibi basamakları kavratıcı, onları ölçen sorular sormaya başladılar. Ve öğrenciler işlemsel düzeyde kaldıkları için sürekli, cebirsel ifadeler konusunda yetersiz kalabiliyorlar.”

Ö18: “Öğrenciler özellikle problemlerde verilen sayıları direk çarpıp bölüyorlar, yani öğrenmişler işin mantığını anlayamadıkları için direk verilen sayıları çarp, topla, böl illa bir sonuç çıkar. İlk, yani 6. sınıftaki öğrencilerimizin genelde problemlerde veya denklemlerde verdiği tepkiler bu. Orada x varmış, y varmış veya başka bir harf varmış, genelde o verilen, orada geçen rakam, yani doğal sayıları birbirleriyle çarpıp bölerek çıkan sonucu direk söylerler, en büyük problem de o zaten, soruyu anlamamaları.”

Tablo 4.3. ve 4.4.’teki veriler dikkate alındığında öğretmenler öğrencilerin harf sembollerin yanlış kullanımına ilişkin yaşadıkları bir diğer problemin “sembolik karmaşa” olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmenler, öğrencilerin matematiksel işlemlerde kullanılan çarpım sembolünü (x), değişken olarak kullanılan harf sembolü ile karıştırdıklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin bir cebirsel ifadede x ’i değişken yerine çarpma sembolü olarak algıladıkları ve buna göre çözüm yapmaya çalıştıkları söylenebilir. Öğretmenlerin cevaplarından bazıları aşağıdaki gibidir:

Ö3: “Biz genelde cebirsel ifadeler konusunda x ’i kullanıyoruz fakat çocuk o yaşa kadar x ’i sadece çarpma konusunda görmüş. Çocuk x ’in aslında bir harf olduğunu, bir rakamın yerine, bir sayının yerine geçici olarak kullanıldığını anlamıyor başta.”

Ö14: “Özellikle x ’i çarpma işlemi ile çok karıştırıyorlar. Mesela o x harfinden ziyade ben önce a, b, c’yle veya işte ilk olarak isimlerle hitap ediyorsam mesela Kaan’ın şöyle falan diye başladıysam ‘k’ harfini kullanıyorum. X ’te bence çok zorlanıyorlar. Onun için ben daha çok a, b, c ya da oradaki canlı veya bir materyal varsa, şu kadar kalem sayısından falan bahsediyorsa onların ilk harfini kullanıyorum ki oradaki kavramın aslında kalem olduğunu anlasın diye. Yani hani direk x , y , z hiç kullanmam.”

Tablo 4.4. ikinci grup öğretmenlerin sembollerin kullanımına ilişkin vermiş oldukları cevapların analizinde elde edilen sonuçları içermektedir. İkinci grup öğretmenlerin sembolik karmaşa kodu ile ilgili verdikleri cevaplardan bir örnek alıntı aşağıda verilmiştir:

Ö2: “Mesela 6. sınıf için söyleyeyim mesela, x ’i y ’yi yeni öğrendikleri için x ’in işaretiyle çarpma işleminin işaretini karıştırıyorlar.”

Tablo 4.5. Birinci grup öğretmenlerin cevaplarının analizi sonucu kavram yanlışlığı ile ilgili kodlar

Kodlar	Alt Kategori	Kategori
Değişkeni belli harflerle sınırlandırma		
Harf sembolünün cebirde bir anlamı yoktur	Harf sembollerin kullanımıyla ilgili kavram yanlışları	Sembolleştirme becerisine etki
Değişkenin farklı kullanımlarını bilmeme		
Harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği		
Harfler nesneleri temsil eder yanlışlığı		

Tablo 4.6. İkinci grup öğretmenlerin cevaplarının analizi sonucu kavram yanlışlığı ile ilgili kod

Kodlar	Alt Kategori	Kategori
Harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği	Harf sembollerin kullanımıyla ilgili kavram yanlışları	Cebirsel ifadeler konusunu anlamaya etki

Tablo 4.5.'te birinci grup öğretmenlerin verdikleri cevapların analizine ait bulgular yer almaktadır. Tablo 4.5.'teki veriler dikkate alındığında, öğrencilerin harf sembollerin kullanımıyla ilgili; değişkeni belli harflerle sınırlandırma, harf sembolünün cebirde bir anlamı yoktur, değişkenin farklı kullanımlarını bilmeme, harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği, harfler nesneleri temsil eder yanlışlığı gibi kavram yanlışlıklarına sahip oldukları görülebilir.

Tablo 4.6.'da ikinci grup öğretmenlerin verdikleri cevapların analizine ait bulgular görülmektedir. Harf sembolü ile işlem yapabilme yetersizliği kavram yanlışlığının cebirsel ifadeler konusunu öğrenmeye olumsuz etki edeceği hakkındaki görüşleri ifade etmektedir. İkinci grup öğretmenlerle yapılan görüşmelerde yeterli bir düzeyde veri toplanamaması nedeniyle bazı kategorilerde kod boşluğu oluşması araştırmacı tarafından doğal kabul edilmiştir.

Tablo 4.5.'e göre birinci grup öğretmenlerin cevaplarından; harf sembollerin kullanımı ile ilgili kavram yanlışlıklarının, öğrencilerin sembolleştirme sürecinde problem yaşamalarına sebep olduğu söylenebilir. Öğretmenlere göre öğrenciler cebiri öğrenirken ortaya çıkan kavram yanlışlıkları sembolleştirme becerisini olumsuz yönde etkilemektedir. Bunun sonucu olarak da öğrencinin cebiri öğrenme ve başarısı olumsuz etkilenmektedir. Değişkeni belli harflerle sınırlandırma ile ilgili öğretmenler, öğrencilerin sadece belirli harfleri, özellikle x harfini değişken olarak gördüklerini

belirtmişlerdir. Öğrenciler değişkeni x harfi ile ilişkilendirmişlerdir. Öğretmenlerin değişken olarak x harfini sık kullanmaları ve öğrencilerin x değişkeni ile işlem yapmaya alışmaları, diğer harfleri değişken kavramları olarak algılamamalarına sebep olabilir. Öğretmenlerin verdikleri cevaplardan bazıları örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

➤ “Değişkenleri belli harflerle sınırlandırma” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö17: “ X ’e değişken diyoruz ya, sonrasında mesela y çıkınca ona değişken diyemeyenler oluyor, o aradaki bağlantıyı kuramıyorlar. Mesela sadece değişken sanki x ’miş gibi düşünüyor. Hâlbuki x, y, z, a, b, c hepsi değişken.”

Ö15: ‘Ya hocam niye x diyoruz’, hatta bazen x diyoruz, bir sonraki soruda y dediğin zaman ‘hocam niye burada x dedik burada y dedik ne fark ediyor’, mesela çocuk düşünemiyor.”

Tablo 4.5. incelendiğinde, öğretmenler öğrencilerin harf sembolünün cebirde bir anlamının olmadığını düşündüklerini ifade etmişlerdir. Öğrenciler harflerin cebirdeki yerini kavrayamamışlardır. Öğrencilerin harf sembolleri anlamlandıramamalarının bu durumu ortaya çıkardığı görülebilir. Bununla ilgili öğretmenlerin cevaplarından bazı örneklerle aşağıda yer verilmiştir.

➤ “Harf sembolünün cebirde bir anlamı yoktur” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö3: “Çocuk 6. Sınıfta cebirsel ifadeler konusuna geçene kadar daha önceden hiç bilinmeyi kullanmıyor. X gibi y gibi bir ifadeyle ilk defa 6. sınıfta tanışıyor. Daha öncesinde çocuk bilinmeyen yerine kutucuk koyuyor veya soru işareti koyuyor. Ama biz x ve y yazdığımız zaman çocukta harfle matematik arasındaki ilişkiyi kurma konusunda sıkıntılar çıkıyor.”

Ö7: “Biz x dediğimiz zaman onlar x ’in nasıl bir şey olduğunu, sürekli bunu soruyorlar yani x nedir, nasıl bir şeydir, yani soyut bir şey olduğu için. Biz denklemi kurduğumuz zaman işte, hangi sayının üç katının beş fazlası otuz altıdır, x ’e geçtiğimiz zaman tam soruyu algıladı diyoruz ama onu denkleme döktüğümüz zaman biz x diyoruz, diyor x nedir, mesela.

Tablo 4.5.’ten öğretmenlerin öğrencilerin sembolleştirme becerisine etki eden bir diğer kavram yanılgısının “değişkenin farklı kullanımlarını bilmeme” olarak ifade ettiklerini görmek mümkündür. Öğrencilerin “değişken” kelimesinin anlamı ve matematikte nasıl kullanıldığı ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları anlaşılmaktadır. İlköğretim 7. sınıf “Eşitlik ve Denklem” alt öğrenme alanında harf semboller “bilinmeyen” ile ifade edilmekte ve bu şekilde öğretilmektedir. Öğretmenler

öğrencilerin bu iki kavramı birbirine karıştırdıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin verdikleri cevaplardan bazıları örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

➤ “Değişkenin farklı kullanımlarını bilmeme” ile ilgili cevaplara örnekler:

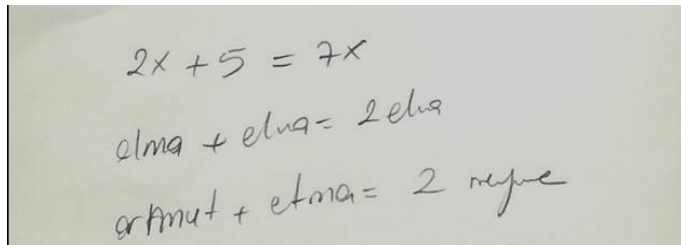
Ö13: “Denklemlerde biz bir sayının bilinmeyen olduğunu gösteriyoruz ama değişken olduğunu ifade edince bununla karıştıyorlar mesela. O sıkıntı oluyor. Atıyorum $x + y = 5$, $x=1$ iken $y=4$ ’tür, $x=2$ iken $y=3$ ’tür, burada değişken olduğunu ifade edebiliyoruz ama denklem konusunda bilinmeyen olduğunu ifade ediyoruz, bunlar tabii karışıyor haliyle.”

Ö15: “Mesela ‘Ayşe’nin kalemlerinin iki katının beş fazlası yirmi dördtür’ hani bu ifadede bilinmeyen var. Ama az önce verdiğim örnekte atıyorum, $x+y=5$, $x=1$ ise $y=4$ ’tür, $x=2$ ise $y=3$ ’tür, burada değişken olduğunu görebiliyoruz. Ya da $a+b+c$ ifadesi a , b , c rakam ise hangi değerleri alabilir, burada da yine neyi görebiliyoruz, değişken olduklarını görebiliyoruz. Hani bu değişkenle bilinmeyeni karıştırdıklarından dolayı biraz da zorlanıyorlar sanırsam.”

Tablo 4.5. incelendiğinde bir diğer kavram yanılgısının “harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği” olduğu görülmektedir. Harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği ile ilgili; öğrencilerin cebirsel ifadeleri yorumlamalarının, önceki aritmetik bilgilerinden etkilendiği görülmektedir. Aritmetikte eşittir işareti “3 artı 5, 8’i verir” gibi “verir” veya “yapar” anlamına gelen bir temel üzerine inşa edilmiştir. Öğretmenler, öğrencilerin eşittir işaretinin bu kullanımını cebirsel ifadelerde de uygulamaya çalıştıklarını belirtmişlerdir. Öğretmenlerin cevaplarından bazıları örnek olarak aşağıda verilmiştir.

➤ “Harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö6: “mesela diyelim ki $2x+5$, şimdi toplayın dediğim vakit, arkadaşlar bunları toplayın dediğim vakit hemen $7x$ diyorlar. Niçin $7x$ diyorlar çünkü onların



$2x + 5 = 7x$
 $2\text{elma} + 5\text{elma} = 2\text{elma}$
 $2\text{armut} + 5\text{elma} = 2\text{meyve}$

zihin şemalarında, $2x+5$ toplandığı vakit, çünkü önünde 2 olduğu için katsayı topluyorlar $7x$ diyorlar. Hâlbuki bilmiyorlar ki bunlar farklı sayı grupları, biri cebirsel ifade diğeri normal bir doğal sayı veya sabit terim olarak geçiyor. Ve hani mesela elma artı elma eşittir iki elma iken, bir elma artı bir armut, bir elma artı bir armuttur. Çünkü bunlar farklı türdeki meyvelerdir. O yüzden bunlar toplanmaz.”

Ö13: “ $5+c$ denildiği zaman direk buna $5c$ diyen öğrenciler olabiliyor. Hani bunların aslında c ’nin bilinmeyen bir sayı olduğunu, toplanamayacağını; yapamayan, düşünemeyen öğrenciler oluyor.”

2 $5+c=?$ ifadesinde eşitlik sembolünün sonucu üretmesi gerektiğini düşünerek $5+c=5c$ sonucuna ulaşıyor.

Tablo 4.5.’te öğretmenlerin cevaplarından elde edilen bir diğer bulgu “harfler nesneleri temsil eder” yanılgısıdır. Öğretmenler, öğrencilerin harf sembollerini herhangi bir nesnenin kısaltması olarak gördüklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin harfleri somut bir objenin kısaltılmışı ya da kendisi olarak düşünmeleri onlarda bu tür bir kavram yanılgısının ortaya çıkmasına sebep olduğu söylenebilir. Bu kavram yanılgısı ile ilgili öğretmenlerin cevaplarından bazıları örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

➤ “Harfler nesneleri temsil eder yanılgısı” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö6: “Harfli ifadeleri bir kelimenin kısaltılmış hali gibi düşünebiliyor.”

Ö13: “Mesela $2c+3c=5c$ oradaki c ’yi cevizin kısaltılmışı olarak gören öğrenciler de var ya da atıyorum c ’ye santim diyenler var.”

Tablo 4.6.’da ikinci grup öğretmenlerin verdikleri cevapların analizine ait bulgular görülmektedir. Tablo 4.6. incelendiğinde, ikinci grup öğretmenlerin cevaplarından harf sembolü ile işlem yapabilme yetersizliği kavram yanılgısının cebirsel ifadeler konusunu öğrenmeye olumsuz etki edeceğini ifade ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin, cebir konusunda harf sembolleri ile işlemler yaparken aritmetiksel işlemler yapmaya yöneldikleri söylenebilir. Öğretmenlerin harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği kodu ile ilgili verdikleri cevaplardan bir örnek alıntı aşağıda verilmiştir:

➤ “Harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği” ile ilgili cevaplara örnek:

Ö4: “Mesela bir örnekle açıklayacak olursak. Öğrenciler bu cebirsel ifadelerdeki harfleri, bağımsızları, değişkenleri, bunlara tam hâkim olamadıkları için, yani onları daha önce gördüğü mesela sayılarla aynı buluyorlar, aynı düşünüyorlar. Hani onları toplarken veya çıkarırken bir işlem yaparken, herhangi bir işlem; çarpma, bölme, dört işleminden birini; sayı ve o değişkeni aynı düşünüp onlarla işlem yapıyorlar. Onların farkını tam olarak kavrayamadıkları için böyle hataları gözlemleyebiliyoruz.”

4.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular

- Öğrencilerin sembolleştirme becerisi hakkında, öğretmenlerin görüşleri nelerdir?

Tablo 4.7. Birinci grup öğretmenlerin sembolleştirme becerisine ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi

Kodlar	Kategori
Soyut düşünme becerisi	Sembolleştirme becerisi
Okuduğunu anlama becerisi	
Öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri	
Görsel şekillerden harf sembolüne geçiş	

Tablo 4.8. İkinci grup öğretmenlerin cebirsel ifadelerle ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi

Kodlar	Kategori
Soyut düşünme becerisi	Cebirsel ifadeler
Öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri	
İşlemsel bilgi eksikliği	

Tablo 4.7. incelendiğinde, birinci grup öğretmenlerin öğrencilerin sembolleştirme becerisi hakkında görüşlerini; soyut düşünme becerisi, okuduğunu anlama becerisi, öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri, görsel şekillerden harf sembolüne geçiş ile açıkladıkları görülmektedir.

Tablo 4.8.'de görüldüğü gibi, ikinci grup öğretmenler cevaplarını öğrencilerin sembolleştirme becerisiyle ilişkilendirmemişlerdir. Tabloda yer alan kodlar, ikinci grup öğretmenlerin cebirsel ifadelerle ilişkilendirerek açıkladıkları cevaplarından elde edilen bulguları ifade etmektedir. Buna göre öğretmenlerin cevaplarının analizinden; soyut düşünme becerisi, öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri, işlemsel bilgi eksikliği kodları elde edilmiştir.

Öğretmenlerin cevaplarının analizi sonucu elde edilen kodlar tablo 4.7. ve 4.8.'de görüldüğü gibidir. Gruplardan elde edilen verilerin analizi sonucunda “soyut düşünme becerisi” ve “öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri” şeklinde benzer iki kod oluşmuştur. Birinci grup öğretmenler bu kodları öğrencilerin sembolleştirme becerisi ile ilişkilendirerek açıklarken, ikinci grup öğretmenler öğrencilerin sembolleştirme becerisi ile ilişkilendirmemişlerdir.

Tablo 4.7.'de görülebileceği gibi, birinci grup öğretmenlerin cevaplarından; sembolleştirme becerisi yüksek olan öğrencilerin soyut düşünme becerilerinin de gelişmiş olduğu ve soyut düşünme becerisi gelişmiş olan öğrencilerin sembolleştirme becerisinin de yüksek olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Diğer bir deyişle öğretmenler soyut düşünme becerisinin sembolleştirme becerisi üzerinde olumlu etkilere sahip olduğunu ifade etmektedirler. Soyut düşünme becerisi gelişmiş olan öğrencilerin sembolleştirme becerilerinin yüksek olduğu dolayısıyla sözel problem durumlarını sembolleştirerek çözebildikleri söylenebilir. Öğretmenlerin cevaplarından, bu durumun öğrencinin başarısını da etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu koda ait öğretmenlerin cevaplarından bazılarını örnek olarak aşağıda yer verilmiştir.

➤ “Soyut düşünme becerisi” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö1: “Eğer öğrenci soyut düşünemiyorsa kafasında bir şeyleri canlandıramıyorsa soruları çözemiyor. Ama sembolleştirebilen, kafasında somutlaştırabilen öğrenciler, soyut düşünebilen öğrenciler bu konuda çokta zorlanmıyorlar. Ne yapması gerektiği konusunda sıkıntı yaşamıyorlar.”

Ö3: “Sembolleştirme becerisi yüksek olan öğrenciler daha fazla soyut düşünebildikleri için daha fazla başarı sağladıklarına inanıyorum. Diğerleri ise somutlaştıramıyorlar, hani onu kafalarında canlandıramıyorlar”

Ö14: “Soyut düşünme becerisi ile de ilgili. Eğer onun soyut düşünme becerisi eksikse hakikaten sembolleştirmede de güçlük çekiyorlar. Çünkü aslında sayılar da bir yerde soyut sayılır bana göre, yani doğada hiç 1, 2, 3, 4 göremiyoruz. Tamamen bunun üzerine bence.”

Tablo 4.7.'de öğretmenlerin, öğrencilerin sembolleştirme sürecinde okuduğunu anlama becerisinin etkili olduğunu ifade ettiklerini görmek mümkündür. Okuduğunu anlama becerisi yüksek olan öğrencilerin zihinde anlam oluşturmalarının daha kolay olduğu söylenebilir. Okuduğunu anlama becerisinin sembolleştirme becerisini olumlu yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin bununla ilgili ifadeleri sembolleştirme becerisi ile okuduğunu anlama becerisi arasında bir ilişki olarak ifade edilmiştir. Bunun ile ilgili öğretmenlerin cevaplarından bazıları örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

➤ “Okuduğunu anlama becerisi” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö2: “Sınıflarda genelde çok az öğrenci sembolleştirmeyi yapabiliyor. Çünkü çocuklarda okuduğunu anlama becerisi çok düşük. Bunu matematiksel sembollere hiç dönüştüremiyorlar. Çünkü ilk başta soruyu anlayamıyorlar.”

Ö6: “Bizim okuduğumuz harfler bile bir semboldür aslında, yani okumaktan geçiyor her şey. Matematiğin canı aslında hem sembolleri bilmek hem de bazen sözel olarak verilen soruları anlamaktan geçiyor. Şimdi ben anlamadığımı ben sembole dökemem.”

Ö10: “Okuduğunu iyi anlaması gerekiyor, bu da önemli tabi. Geri dönüp baktığımız zaman soruyu çok iyi tahlil edebiliyor olması lazım. Oradaki her kelimeye karşılık gelen işlemi, her kelimeye karşılık gelen sembolü, bilinmeyen ne olduğunu algılamayı; bu okuduğunu anlamakla ilgili, okuduğunu iyi anlaması ve ne işe yarayacağını iyi bilmesi gerekir.”

Tablo 4.7.’ye göre öğretmenlerin cevaplarından, öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeylerinin yeterliliği, sembolleştirme becerisini olumlu yönde etkilemektedir. Zihinsel gelişim ve hazırbulunuşluk düzeyinde yeterliliğin, öğrencilerin sembolleştirme sürecini daha kolay anlamalarını sağladığını çünkü zihinsel gelişim ve hazırbulunuşluluğun yeterli düzeyde olmasının aynı zamanda soyut olan konuları anlama üzerinde etkili olduğunu görmek mümkündür. Öğretmenlerin ifadelerine göre, zihinsel gelişim ve hazırbulunuşluk düzeyindeki yeterlilik sembolleştirme becerisini olumlu yönde etkilemekte ve bu durum öğrencilerin başarılarını da olumlu yönde etkilemektedir. Bu koda ilişkin öğretmenlerin cevaplarından bazıları aşağıda verilmiştir.

➤ “Öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö1: “Kesinlikle zihinsel açıdan buna hazır olması bir de alt yapı bu konu, sembolleştirilen konular ya da soyut olan konular için alt yapının önemli olduğunu düşünüyorum. Belli bir alt yapıyı alan öğrenciler zorlanmadan yapıyor.”

Ö2: “Matematik yeteneği olan, sayısal yeteneği olan öğrenciler daha bilinçli olarak yapıyorlar sembolleştirmeyi. Ki sembolleştirmeyi yapabilen öğrenci de tabi ki çok daha başarılı oluyor.”

Ö15: “Matematiksel zekâsı olanlar zaten bir ön plandadır. Siz ona sembolleştirmeyi anlattığınız zaman saniyesinde sembolleştirmeyi alıyor, o soyut kavramı zihninde de somutlaştırıyor. Daha hızlı konuyu öğreniyor, daha hızlı çözümlemelere ulaşıyor.”

Tablo 4.7. incelendiğinde elde edilen bir diğer bulgu “görsel şekillerden harf sembolüne geçiş”tir. Bazı öğretmenlerin, öğrencilerin aritmetikten cebire geçişe uyum sağlayabilmesi için cebir öğretiminin başlangıcında O, □, Δ, * gibi şekil sembollerinden yararlandıklarını ifade ettikleri bulgusuna ulaşılmıştır. Öğretmenler, öğrencilerin cebirsel ifadelerle geçişte harf sembolünü kullanabilmeleri ve sözel problem durumlarını sembolleştirebilmeleri için aritmetikten cebire kademeli geçişi ve uyum sağlama çalışmalarını bu şekilde gerçekleştirdiklerini ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin ifadelerine bağlı olarak bu durumun harf sembollerini öğrenme için elverişli koşullar sağladığını ve aynı zamanda sembolleştirme için de bir zemin hazırladığını görmek mümkündür. Öğretmenlerin cevaplarından bazı örnekler aşağıda yer verilmiştir.

➤ “Görsel şekillerden harf sembolüne geçiş” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö2: “5. sınıfta ‘çocuklar, bir boşluk bırakıyoruz’; hani bilinmeyi bulma etkinlikleri, toplama çıkarmada yaptığımız gibi; ilk başta ben sembollerle başlıyorum, yani karedir, üçgendir o şekilde başlıyorum daha sonra harfe geçiyorum. Çünkü ilk harfle verdiğimiz zaman çocuklar hep 5. sınıfa kadar hep sayılarla bir şeyler olarak düşünüyor matematiği; toplama, çıkarma, çarpma, bölme sadece bundan ibaret görüyor. Ama önce harflere ısındırabilmek için onları matematikte işte harflerin de olabileceğini göstermek için, önce bir üçgen, kare işte bilinmeyen onlarla anlatıyorum daha sonra harflere geçiyorum, bu şekilde yani yavaş yavaş kademeli olarak.”

Ö14: “Mesela eğer ben 5’ten veya 6’dan aldıysam sınıfları, bu tür problem soruları çözerken, o aşamaya geçmeden, a, b, c ya da x, y, z’ye geçmeden önce hep bu kareleri, üçgenleri, bilinmeyenler için kullanıyorum ki çocuklarda bir tanıklık olsun bir sonraki aşamaya geçildiğinde. Sanki harfler yerine böyle semboller daha akılda kalıcı ya da anlaşılır oluyor çocuklar için.”

Tablo 4.8. ikinci grup öğretmenlerin cebirsel ifadelerle ilişkilendirerek açıkladıkları cevaplarından elde edilen bulguları ifade etmektedir. Öğretmenler soyut düşünme becerisi gelişmiş olan öğrencilerin cebirsel ifadeler konusunu daha iyi anlayabildiklerini ve bunun da öğrencinin başarısını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Öğretmenlerin cevaplarından bazılarını aşağıda yer verilmiştir.

➤ “Soyut düşünme becerisi” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö2: “Tamamen bilişsel zekâ. Yaş ilerledikçe algı çok artıyor yani soyut düşünebilme kabiliyeti artıyor. Soyut düşünme gelişince cebirsel ifadeleri daha kolay anlıyor ve başarılı oluyor. Bu becerisi düşük olunca da yapamıyor çocuk.”

Ö4: “Yani öğrencilere soyut düşünmeyi anlatmak, öğretmek gerçekten zor oluyor. Yani o yüzden soyut düşünemedikleri için, öğrencilerin yüzde olarak büyük çoğunluğunun anlamadığını düşünüyorum.”

Tablo 4.8.’e göre öğretmenlerin cevaplarının analizi sonucunda elde edilen bir diğer bulgu, öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri ile cebirsel ifadeler konusu arasındaki ilişkidir. Öğrencilerin zihinsel gelişimlerinin ve konu ile ilgili hazırbulunuşluğunun yeterli düzeyde olması cebirsel ifadeler konusunu daha kolay ve doğru anlamayı sağladığını söylemek mümkündür. Öğretmenlerin cevaplarından bazı örnekler aşağıda yer verilmiştir.

- “Öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö2: “Bilişsel olarak yaşları küçük olduğu için olabilir. Bilişsel olarak biraz büyüdüklerinde anlıyorlar, yani tamamen bilişsel zekâyla alakalı. Doğru anlamamalarının sebebi temelden eksik gelmeleri ya da bilişsel algı düzeylerinin düşük olması olabilir.”

Ö4: “Öğrencinin hazırbulunuşluğu diyebilirim. Yani başarısız dediğimiz öğrenci, konularda eksik olan, diğer konularda eksik olan bir öğrenci hani cebirsel ifadelerde zorlanıyor. Yani bunu defalarca yaşamışızdır hepimiz. Diğer konularda eksiği olmayan öğrenciler, diğer konuları tam olarak kavramış, doğru olarak kavramış olan öğrencilerin daha başarılı olduğunu görüyoruz. Yani diğer konularda eksik olan öğrencilerin de kavramada zorluklar çektiğini görüyoruz. Diğer konularla ilişkili oluyor konuyu anlayıp anlayamaması.”

Tablo 4.8. incelendiğinde işlemsel bilgi eksikliğinin öğrencilerin cebirsel ifadeler konusunda öğrenmelerini olumsuz yönde etkilediği söylenebilir. Öğretmenler öğrencilerin genellikle cebirsel ifadelerle işlemlerde kural karışıklığı yaşadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca negatif katsayılı ifadelerle işlem yaparken eksi işaretini kullanmada öğrencilerin hata yaptıklarını ifade etmişlerdir. Aşağıda öğretmenlerin cevaplarından bazılarına yer verilmiştir.

- “İşlemsel bilgi eksikliği” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö1: “Cebirsel ifadelerde özellikle işaret kısımlarında öğrencilerin hata yaptıklarını görüyoruz ya da çarpma işlemlerinde, üslü ifadelerde hata yaptıklarını yine görebiliyoruz. Bazen işte benzer ifadeler toplanır çıkarılır ifadesini çarpmada da bunu

yaptığını yani diğer işlemlerle karıştırdıklarını gözlemleyebiliyoruz. Özellikle de sınavlarda bunları daha net görebiliyoruz.”

Ö3: “Kuralı karıştırıyorlar sadece. İşte toplamaları gereken yerde işareti çarpma gibi düşünüp işaretleri çarpmayı düşünüyorlar. İşareti karıştırıyorlar genelde,

işaretle işlemleri yapmayı karıştırıyorlar. Özellikle parantezin önünde eksi işareti olduğunda, siz de biliyorsunuzdur, o konuda öğrenci sıkıntı yaşayabiliyor. Çoğu zaman parantez dışına o cebirsel ifadeyi nasıl çıkaracağını unutuyor veya es geçiyor. Dolayısıyla işlem de yanlış devam ediyor, sonuçta yanlış oluyor.”

4.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular

- Öğrencilerin sembolleştirmeyi doğru kullanıp kullanmadığına ilişkin öğretmenlerin düşünceleri nelerdir?

Tablo 4.9. Birinci grup öğretmenlerin sembolleştirmenin doğru kullanılamamasına ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi

Kodlar	Alt Kategoriler	Kategori
Harf sembolünün temsil yeteneğini bilmeme		
Farklı sorulardaki aynı harfin aynı değeri alacağını düşünme	Değişken ya da harf sembolü kullanımında yanılğı ve ezber	Doğru kullanmama
İşlemsel ezber		

Tablo 4.9.’dan elde edilen bilgiler birinci grup öğretmenlerin, öğrencilerin sembolleştirmeyi doğru kullanamadıklarına ilişkin düşüncelerinden elde edilen kodları, alt kategorileri ve ana kategoriyi ifade etmektedir. Harf sembolünün temsil yeteneğini bilmeme, farklı sorulardaki aynı harfin aynı değeri alacağını düşünme, işlemsel ezber, sembolleştirmenin doğru kullanılamamasına yol açan görüşleri ifade etmektedir. Elde edilen veriler kodlandığında ortaya çıkan durum, değişken ya da harf sembolü kullanımında yanılğı ve ezber şeklinde genel olarak anlaşılabilmektedir. İkinci grup öğretmenlerin cevaplarından, beklendiği üzere öğrencilerin sembolleştirmeyi doğru kullanıp kullanmadığına ilişkin herhangi bir kod oluşturulamamıştır.

Tablo 4.9.’da değişken ya da harf sembolü kullanımında yanılğı ile ilgili öğretmenlerin cevaplarından bazı örneklere aşağıda yer verilmiştir.

- “Harf sembolünün temsil yeteneğini bilmeme” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö3: “Çocuk bir harfle bir rakamın nasıl aynı olabileceğini düşünemiyor. Sembolleştirilen sayılar meydana geldikten sonra denklemler çözüldükten sonra çözüm aşamasından sonraki sağlama aşamasında, çocuk aslında gerçekten de bilinmeyen bir rakam olduğunu görebiliyor. Sağlama aşamasında bilinmeyen yerine verdiğimiz sayıları sağladığımız zaman çocukta daha fazla bir kanaat oluşuyor ve gerçekten bir bilinmeyen aslında sayının yerine kullanılan geçici bir ifade olduğunu algılayabiliyor.”

Aşağıda, öğretmenlerin cevaplarından anlaşılabileceği üzere değişken kavramı öğrenciler tarafından anlaşılmamıştır. Bir harfin bir problemde almış olduğu değer, başka bir problemde de yine aynı değeri alacağı yanılgısı öğrencide görülmektedir. Bu da öğrencilerin değişken kavramını veya harf sembolünü yeterince algılayamadıklarını veya eksik algıladıklarını göstermektedir. Öğretmenlerin cevaplarından bazılarına yer verilmiştir.

- “Farklı sorulardaki aynı harfin aynı değeri alacağını düşünme” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö6: “Öğrenciler bir harfi belli bir sayıymış gibi düşünebiliyor. Bir soruda diyelim ki x , 5 başka bir soruya geçtiğimiz vakit, hocam x , 5’i o yüzden yerine koyuyorum hocam sonuç bu çıkıyor, diyor. Ve hani bir genelleme yapıyor bu genelleme sonucunda soruların sonuçlarını yanlış bulabiliyor. Bir soruda beş bulursam x ’i diğer soru için de beş olduğunu söyleyebiliyor.”

Ö16: “ X ’i bir seferinde iki buluyoruz, başka bir soruda farklı şeyler verildiği için misal beş buluyoruz, çocukların karışıklık yaşamasına neden oluyor bu durum aslında. Bunu bazen oturtamayabiliyorlar, temelde başlangıç olarak. Soyut olarak düşünmeyip karışıklık yaşıyorlar ve bilinmeyen bütünü ifadelerde aynı şey olduğunu düşünebiliyorlar.”

Tablo 4.9. incelendiğinde öğretmenlerin cevaplarından bazı öğrencilerin sembolleştirmeyi işlemsel ezber ile gerçekleştirdiğini ifade ettikleri anlaşılmaktadır. Öğretmenler sembolleştirmeyi ezber ile gerçekleştirmeye çalışan öğrencilerin başarı düzeylerinin de düşük olduğunu ifade ettikleri görülmektedir. Aşağıda öğretmenlerin cevaplarından bazıları örnek olarak sunulmuştur.

- “İşlemsel ezber” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö2: “Ezber kullanıyorlar daha çok. Hani ben eğer bir önceki problemi nasıl çözmüşsem onlar da aynı şey: mesela toplama yapmışsam hiç alakası olmayan bir durumda onlar da ezber yöntemle toplama yapıyorlar. Ama niye toplama yapılacak, niye çarpma yapılacak bunu çok anlamaya odaklanmıyorlar.”

Ö5: “Sembolleştirmeyi bence zaten başarılı öğrenciler yapabiliyor. Başarısız dediğimiz ya da böyle hani çok matematik becerisi olmayıp sadece işte günü kurtarmak için çalışan öğrenciler ezberliyor bence. Mesela bir problemi işte sembolleştirirken ‘şu cümleyi görünce şunu yapacağım, bu cümleyi görünce bunu yapacağım’ gibi, onlar bence ezberliyorlar, soru üzerinden ezberliyorlar hani özümsemiyorlar.”

4.5. Araştırmanın Beşinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

- Öğrencilerin sembolleştirme becerisinin matematiği kavrama ve kalıcılığa etkisine ilişkin öğretmenlerin görüşleri nelerdir?

Tablo 4.10. Birinci grup öğretmenlerin sembolleştirme becerisinin matematiği kavrama ve kalıcılığa etkisine ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi

Kodlar	Kategori
Matematik konularını anlama ve öğrencinin kavrama düzeyi	Sembolleştirme becerisi matematiği kavrama ve kalıcılığı etkiler
Matematik problemlerini anlama ve çözme	
Sembollerini anlama ve kullanma	
Başarı için kritik nokta	
Öğrencinin kalıcılığını sağlama	

Tablo 4.10.’daki bulgular dikkate alındığında birinci grup öğretmenlerin vermiş oldukları cevapların analizinden elde edilen kategori ve kodlar görülmektedir. Buna göre matematik öğretmenlerinin sembolleştirme becerisine ilişkin olarak matematiği kavrama ve kalıcılığın bu beceriden önemli ölçüde etkilendiği görülebilir. Elde edilen bulgulardan bazıları değerlendirildiğinde öğrencinin anlama kavrama, problem çözme, öğrenmede kalıcılığı etkilediği görülmektedir.

Aşağıda öğretmenlerin sembolleştirme becerisinin matematiği kavrama ve kalıcılığı etkilediğine ilişkin cevaplarından bazıları örnek olarak sunulmuştur.

- “Matematik konularını anlama ve öğrencinin kavrama düzeyi” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö3: “Sembolleştirebilen öğrenciler konuyu daha iyi anlıyorlar. Çünkü aslında konunun tam soyut değil de yarı soyut olduğunu yarı somut olduğunu algılıyor. Çocuk için sayılar, rakamlar ilkokuldan bu yana öğrendiği basit örneklerle hep somut olarak verildi. Aslında mesela biz çocuğun söylediği birden kastının, bir elma olduğunu veya ikiden kastını iki armut olduğunu görebiliyoruz. Daha sonra çocukta bu öğrenilen soyut öğrenmelerle, soyut olan kavramlar somut olan kavramlara dönüştüğü zaman, çocuk somut olan rakamlarla birlikte soyut olan öğrenmeleri de gerçekleştirebiliyor.”

Ö9: “Çocukların müfredat konularını iyi anlayabilmeleri için, hemen hemen zaten bütün konularda problem soruyorlar, konunun temel kavramlarını öğrendikten sonra problemleştiriyorlar o soruları, onu çözebilmeleri için sembolleştirme gerekiyor, sembolleştirmeyi yapabilmeleri gerekiyor, denklem kurabilmeyi çözmeyi bilmeleri gerekiyor. Yoksa zaten matematik dersinde belli bir başarı kazanamıyorlar, elde edemiyorlar. Matematik başarısı için gerekli olan bir şey.”

Birinci grup matematik öğretmenlerinin, sembolleştirme becerisi gelişmiş öğrencilerin matematik problemlerini anlama ve çözme konusunda diğer öğrencilere göre daha başarılı olduklarını ifade ettikleri söylenebilir. Aşağıda öğretmenlerin cevaplarından bazılarını örnek olarak yer verilmiştir.

➤ “Matematik problemlerini anlama ve çözme” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö14: “Yani soruları bir kere daha rahat çözüyorlar. Yani aslında şöyle söyleyeyim, soruları çözerken ben bazen yöntemler kullanıyorum, işte şöyle yaparsınız diye, sembolleştirebilen öğrenciler hemen o yöntemi kavrayabiliyor. Ama başarısız olan çocuklar bir yere kadar taklit ediyorlar öğretmeni ama bir yerden sonra kopuyor. Bir de direk aynı tarz soru sorulduğu zaman yapabiliyor ama biraz daha değiştirdiğin zaman başarısız öğrenciler sembolleştiremeyen öğrenciler yapamıyorlar.”

Ö18: “Zaten sembolleştirmeyi başarabilen bir öğrenci, özellikle problemleri yeni nesil sorularda çok rahat gidebiliyor zaten milli eğitimin yeni nesil sorularında soruyu çözebilen kişi aslında o sembolleştirmeyi yapabilmelidir, soruyu çözerken sembollerini kullanabilen öğrencidir. Başarısız öğrenci aslında belki işlemsel olarak başarılı bir öğrencidir ama sembolleştirmeyi yapamadığı için başarısız olarak nitelendiriliyor aslında belki o çocukta başarısız biri değildir. En önemli farkta zaten yeni nesil soruları bilmesindedir.”

Tablo 4.10.’da öğretmenlerin cevaplarından elde edilen sembolleştirme becerisinin matematiği kavrama ve kalıcılığa etkisi ile ilgili önemli kodlardan biri

sembolleri anlama ve kullanmadır. Öğretmenlerin, öğrencilerin sözel problem durumlarındaki ‘kelime’ ifadelerinden sembollere geçişi sağlayabilmesinin başarı için gerekli olduğunu ifade ettikleri söylenebilir. Aşağıda bazı öğretmenlerin ifadelerine örnek olarak yer verilmiştir.

➤ “Sembolleri anlama ve kullanma” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö6: “Bir öğrenci mesela deneme sınavına girdi ve öğrenci matematikteki sembolleri ya da kendince oluşturduğu sembolleri okumasını biliyor, yazmasını biliyor ve anlıyor ve anladığından deneme kâğıdının üzerine aktarıp soruyu çözebiliyor, işte fark buradan kaynaklanıyor. Eğer bir öğrenci sembolleştirebiliyorsa yani anladığını sembollerle ifade edebiliyorsa, anlamayan veya sembollerle ifade edemeyen öğrencinin kat ve kat üstüne geçiyor. Çünkü niye, bir öğrenci sembolleştirip anlayabiliyor ve anladığını anlatabiliyorsa o öğrenci analiz ve sentez düzeyinde, kavrama düzeyinde baya gelişmiş, öteki öğrenci ise sadece bilgi düzeyinde veya işlemsel bilgi düzeyinde kalmış demektir.”

Ö18: “Eskiden hep işlemsel olduğu için hani çokta sembole takılmıyorduk. Aslında o bulduğumuz x’in ne olduğu bizim için çok önemli değildi, biz sadece x’i buluyorduk veya sembolün karşılığını buluyorduk ama şuanda o sembolleştirmeyi, neye x dediğimizi veya o sembolü neye karşılık olarak verdiğimizi bilmediğimiz zaman yapamıyoruz, o soruyu da çözemiyoruz ve matematikte başarılı da olamıyoruz.”

Öğretmenler, cebir öğrenme alanında öğrencilerin başarı sağlayabilmesi için sembolleştirme becerisine sahip olmasının kritik öneme sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin cevaplarından biri örnek olarak sunulmuştur.

➤ “Başarı için kritik nokta” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö2: “Sembolleştirme aslında çok önemli ama öğrenciler bunu yapamadığı için, yani birçok öğrenci bunu yapamıyor zaten, hani özellikle ortaokul 5, 6’da zaten hiç yapamıyorlar bence, 7’de işte yavaş yavaş yapmaya başlıyorlar, işte 8’de eğer yapabilen öğrenciyse 8’de tam olarak oturuyor bu. Yani sembolleştirmeyi yapabilseler bence çözemeyecekleri hiçbir soru hiçbir sorun kalmayacak önlerinde. Zaten bence sembolleştirme matematiğin en en önemli kısmı, bunu yapabilseler zaten çok başarılı olurlar.”

Tablo 4.10.’da görülebileceği gibi birinci grup öğretmenlerin cevaplarının analizinden, öğrencilerin sembolleştirme becerisinin öğrenmenin kalıcılığını etkilediği

bulgusuna ulaşılmıştır. Öğretmenlerin cevaplarından bazılarına örnek olarak yer verilmiştir.

➤ “Öğrenmenin kalıcılığını sağlama” ile ilgili cevaplara örnekler:

Ö3: “Bazı konular somuttur, somut olduğu için sembolleştirmeye somutlaştırmaya ihtiyaç duyulmaz bazı konularda. Fakat bazı konularda ise konunun soyut kısmı daha ağır bastığı için soyut olan konularda sembolleştirmelere ihtiyaç duyarız. Sembolleştirilmeyen soyut kavramlar çocuk için biraz daha havada kalır. Havada kalan bir konuyu da çocuğun öğrenmesi somut konuya göre daha zor olabiliyor.”

Ö16: “Bazı sözel ifadelerin sembolle ifade edilmesi, bazılarının uzun süreli hatırında kalmasını sağlıyor kimi öğrencilerde. Yani direk sözel olarak söylemektense sembolleştirmek, yani çocukların bilgilerinin kalıcı olmasını sağlıyor.”

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada, ortaokul matematik öğretmenlerinin 6. sınıf cebirsel ifadeler konusunda öğrencilerin sembolleştirme becerisinin matematik öğrenme ve başarılarına etkisine ilişkin görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 25 ortaokul matematik öğretmeni ile görüşmeler gerçekleştirilmiş ve veriler nitel olarak analiz edilmiştir.

Yapılan analizde birinci grup matematik öğretmenlerinin cebirsel ifade, sembolleştirme becerisi arasındaki ilişki hakkında ne düşündükleri ele alındığında bunlar arasındaki ilişkiyi üç farklı boyutta değerlendirdikleri görülmüştür. Birinci grup öğretmenlere göre, öğrencilerin sözel ifadeyi cebirsel ifadeye dönüştürme konusunda sıkıntılar yaşadığı, bu durumun cebirle ilişkili konuları anlamayı etkilediği görülebilir. Rosnick (1981)'in ulaştığı, öğrencilerin cümleleri cebirsel ifadelere çevirmede büyük zorluk çektiği, sonucuyla tutarlı görülmektedir. Bununla birlikte, bu değerlendirme doğrultusunda, sembolleştirme becerisinin cebir konularını anlama üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Bu durumun öğrenci başarısı üzerinde de önemli etkilere sahip olduğu kabul edilebilir.

Birinci grup matematik öğretmenlerinin, öğrencilerin sembolleştirme ile ilgili yaşadıkları problemlere ilişkin ifade ettikleri cevaplardan elde edilen sonuçlar incelendiğinde temel sebeplerden birinin sembolleştirmede kavramsal eksiklik olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin ifadelerinden, öğrencilerin kavramsal bilgi eksiliği ve cebirsel sembollerini anlayamamalarının bu sonucu doğurduğu görülmektedir. Stacey ve MacGregor (1997a)'ın ulaştığı, cebir öğrenme problemlerinin sebepleri arasında öğrencilerin cebirin keline özgü bir dilinin olduğunu anlayamamaları, sonucu ile tutarlılık göstermektedir.

Öğrencilerin sembolleştirme ile ilgili yaşadıkları problemlere ilişkin bir diğer sonuç harf sembollerin yanlış kullanımınıdır. İkinci grup öğretmenler harf sembollerin yanlış kullanımını sembolleştirme ile ilişkilendirmemişlerdir. İkinci grup öğretmenlerin sembolleştirmeye ilişkin bir algıları olmasına rağmen bilinçli bir seviyede bunu ifade edemedikleri görülebilir. Öğrencilerin harf sembollerini yanlış kullanmalarının sonucu olarak negatif transfere düştükleri görülmüştür. Buradan öğrencilerin harfleri rakam olarak algıladıkları görülmektedir. Bu sonuca benzer olarak Dede ve ark. (2002)'nin, yaptıkları çalışmada ulaştıkları, “matematikte daha önceden öğrenilen bilgilerin yanlış

transferi” sonucu ile tutarlılık göstermektedir. Bir diğer çalışmada Şahin ve Soylu (2011) 7. Sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmada, öğrencilerin cevapları incelendiğinde, kat sayı ile değişkenini iki basamaklı sayı olarak algıladıkları ve değişkeni rakam olarak değerlendirdikleri sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde Akkaya ve Durmuş (2006), öğrencilerin, cebirde kullanılan harflerin basamak değerinin olduğuna inandıklarını ve harflerin rakamdan başka bir değer alamayacağını düşündükleri sonucuna ulaşmışlardır. Öğrencilerin bu hatayı yapmalarının sebebi bölünebilme kuralları verilirken $5x$ veya $2ab$ gibi ifadeler iki veya üç basamaklı sayılar olarak kullanılmasıdır. Bu da öğrencilerin cebirde $5.x$, $2.a.b$ gibi ifadelerdeki çarpım şeklinde kullanımı doğru algılayamamalarına neden olmaktadır. Öğrencilerin sembolleştirme ile ilgili yaşadıkları problemlere ilişkin, öğretmenlerin cevaplarından elde edilen bir diğer sonuç sembolik karmaşadır. Öğretmenler, öğrencilerin x harf sembolü ile çarpım sembolünü karıştırdıklarını ifade etmişlerdir. Bu sonuca benzer Şahin ve Soylu (2011), öğrencilerin x 'i değişken yerine çarpma işareti olarak algıladıklarını tespit etmişlerdir. Yine benzer şekilde Yıldızhan ve Şengül (2017) çalışmalarında, öğrencilerin ‘ x ’ değişkeni ile ‘kat’ ifadesini temsil eden çarpma sembolünü (x) tam olarak ayırt edemedikleri sonucuna ulaşmışlardır. Akkan ve ark., (2012) yaptıkları çalışmada, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme yerine genel olarak aritmetik düşünceye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin bu algıları sembolik karmaşa yaşamalarına sebep olmaktadır.

Birinci grup matematik öğretmenlerinin cevaplarından, öğrencilerin sembolleştirme ile ilgili yaşadıkları problemlere ilişkin ortaya çıkan bir diğer bulgu aritmetikten cebire geçiş boyutudur. Öğretmenlerin ifadelerinden, öğrencilerin aritmetik ile cebir arasında ilişkilendirme kuramadıkları ve problemlerde cebirsel çözüm yerine genel olarak aritmetiksel çözüm yapmaya çalıştıkları tespit edilmiştir. Bu bulgu Yıldızhan ve Şengül (2017), Akkan ve ark. (2012), Gürbüz ve Akkan (2008)’ın sonuçları ile örtüşmektedir. Öğrencilerin cebirsel çözüm kullanamaması, değişken veya harf sembolünü anlamlandıramadıklarından ve sözel problem durumunu sembolleştiremediklerinden kaynaklanabilir. Öğrencilerin değişken veya harf sembolünü kullanamamaları sembolleştirmede yetersiz kaldıklarını göstermektedir. Öğrencilerin aritmetikten cebire geçişte zorlanmalarının sebeplerinden biri, aritmetikten cebire geçişte yeterli uyum sağlama çalışması yapılmamasından kaynaklı olabilir. Cai ve Knuth (2005) “The development of students’ algebraic thinking in earlier grades from curricular, instructional and learning perspective- Öğrencilerin daha önceki

sınıflarda müfredat, öğretim ve öğrenme perspektifinden cebirsel düşüncelerinin gelişimi” adlı makalede, aritmetikten cebire geçişin birçok öğrenci için zor olduğunu ve birçok hazırlık yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca Van De Walle ve ark. (2021), ders kitaplarındaki cebir anlatımının öğrencilerde yeterli uyumu geliştirmeden sembolleştirme işlemlerini uygulamaya geçtiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada, bahsedilen çalışmalardan farklı olarak; bazı öğretmenlerin, öğrencilerin aritmetikten cebire geçişe uyum sağlayabilmesi için cebir öğretiminin başlangıcında O, $\square$, Δ , * gibi şekil sembollerinden yararlandıklarını ifade ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenler cebir öğretiminin başlangıcında “görsel şekillerden harf sembolüne geçiş” ile harf sembolü kullanımını gerçekleştirmişlerdir. Bu kullanımların aritmetikten cebire geçiş sürecinde öğrencilerin uyum çalışmalarına fayda sağlayacağı, bununla birlikte sembolleştirmeye ilişkin yaşadıkları problemlerin ortadan kalkmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Matematik öğretmenlerine göre, öğrencilerin harf sembollerin kullanımı ile ilgili yaptıkları kavram yanlışları da sembolleştirme konusunda problem yaşamalarına sebep olmaktadır. Yapılan analiz sonucunda birinci grup öğretmenlerin, öğrencilerin; 1) Değişkeni belli harflerle sınırlandırma, 2) Harf sembolünün cebirdeki yerini kavrayamama, 3) Değişkenin farklı kullanımlarını bilmeme, 4) Harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği, 5) Harfler nesneleri temsil eder, şeklinde beş kavram yanlışına sahip olduklarını belirttikleri tespit edilmiştir. İkinci grup öğretmenlerin cevaplarından “harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği” kavram yanlışısı tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan bazıları literatürdeki; Soylu (2006) ve Soylu ve Şahin (2011) “değişkeni belli harflerle sınırlandırma”, Macgregor ve Stacey (1997b) “harf sembolünün cebirdeki yerini kavrayamama”, Dede ve ark. (2002) ve Akkan ve ark. (2008) “değişkenin farklı kullanımlarını bilmeme”, Dede ve ark. (2002) “harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği”, Yıldızhan ve Şengül (2017) ve Akkan ve ark. (2008) “harfler nesneleri temsil eder yanlışısı” sonuçlarıyla örtüştüğü görülmektedir. Bu hata ve kavram yanlışlarının olası nedenleri arasında öğrencilerin cebirselin temel fikri olan değişkeni (harf sembolü) tam olarak kavrayamamaları ve dolayısıyla değişkenin kullanılmasını gerektiren problemlerde yeterli performans gösterememeleri olabilir. Van De Walle ve ark. (2021), öğrencilerin matematikte başarılı olabilmeleri için harf sembollere dair güçlü bir kavrayışa sahip olmaları gerektiğini belirtmişlerdir.

Yapılan analizde matematik öğretmenlerinin cevaplarından, öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeylerinin sembolleştirme becerisini etkilediği

söylenbilir. Öğrenmeye hazırlık, öğrenenin bilişsel işleyişinin gelişmişlik düzeyini ifade etmektedir (Driscoll, 2017). Öğrencilerin “hazır” olmayabileceği sonucuna varılabilir, yani gerekli önkoşul bilişsel yapılara sahip olmayabilirler. Piaget’nin düşüncenin gelişimine ilişkin dönemleri incelendiğinde 7-12 yaş grubunun somut işlemler dönemine denk geldiği görülmektedir. Çocuklar bu dönemde bilgiyi sistemli ve mantıklı biçimde işleyebilirler, ama bunu yalnızca bilgi somut biçimde verildiği zaman yapabilirler, soyut bilgiler verildiğinde yetersiz görünürler (Gander ve Gardiner, 2007). Dolayısıyla bazı süreçlerin zihinde somutlaştırılamaması öğrencilerin sembolleştirme sürecinde zorluk yaşamalarına yol açmaktadır. Sasman ve Olivier (1997), öğrencilerin cebirde öğrenme problemlerinden birinin öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde Dede ve Argün (2003) cebirin öğrenciler tarafından anlaşılamamasının nedenlerinden birinin, öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri olduğunu ifade etmişlerdir. Bir diğer sonuç, sembolleştirme becerisi ile soyut düşünme becerisi arasındaki ilişkidir. Soyut düşünme becerisine sahip olan öğrenciler varsayımlar kurabilmekte, mantıksal sonuçlar çıkarabilmekte ve karmaşık sorunları çözebilmektedirler (Gander ve Gardiner, 2007). Bu durum sembolleştirme becerisini etkilemektedir.

Birinci grup matematik öğretmenlerinin verdikleri cevaplar analiz edildiğinde, öğrencilerin okuduğunu anlama becerisinin sembolleştirme becerisi üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Öğrencilerde okuma alışkanlığının geliştirilmesi, okuduğunu anlama ve kavrama üzerinde ve bunun da sembolleştirme becerisinin gelişiminde etkili olacağı söylenebilir. Obay ve ark. (2021) yaptıkları araştırmada, öğrencilerin okuma alışkanlığının geliştirilmesinin matematik problemlerini anlama ve yorumlama becerilerinin geliştirilmesini de etkileyeceği sonucuna ulaşmışlardır.

Birinci grup matematik öğretmenlerinin sembolleştirme becerisi ile ilgili cevaplarına ilişkin olarak bu becerinin öğrencinin matematik başarısında belirleyici bir rol oynadığı iddia edilebilir. Buna göre sembolleştirme becerisi bir taraftan soyutlama becerisi ile yakın ilişkili iken diğer taraftan matematikte anlama ve kavrama üzerinde etkin olduğu görülebilir. Sıklıkla matematik öğretmenleri tarafından ifade edilen, öğrencilerin matematiğin dilini anlamadıkları ve bu yüzden problemleri çözemediklerine yönelik belirlemiş oldukları saptamaya, sembolleştirme becerisinin matematikte anlama ve kavrama üzerinde etkin olması sonucunun bir cevap oluşturabileceği düşünülmektedir.

6. ÖNERİLER

Öğrencilerin cebirin ve denklemin temel kavramı olan harf sembolünü (değişken) daha iyi anlamaları gerekir. Harflerin denklemlerde kullanılabileceği farklı yolları ayırt edebilmelidirler. Öğretmenlerin, öğrencilerin etiketleri, değişkenleri, sabitleri, parametreleri ve harflerin geri kalan tüm kullanımlarını anlamaya çalışırken yaşadığı zorlukların farkında olmaları gerekir. Öğretmenlerin değişken veya harf sembolünü, bu kavramın farklı kullanımlarını dikkate alarak öğrenciye sunmaları önemlidir. Öğrencilerin bu kavramlarla ilgili kavramsal bilgi eksikliğinin giderilmesi sembolleştirme becerisinin geliştirilmesini ve cebir başarısını olumlu yönde etkileyecektir.

Öğrenciler matematikte yıldan yıla ilerledikçe, öğrendikleri kavramlar gibi kullandıkları harfler de giderek soyutlaşır ve onlar için belirsizleşir. 6. Sınıf cebirsel ifadeler konusu ile başlayan harf sembollerin kullanımı 7. ve 8. sınıfta da devam etmektedir. Öğrencilerde bir belirsizliğin oluşmaması için harf sembolü veya değişken kavramını anlamaları sağlanmalıdır.

Öğrencilerin sözel problem durumlarını sembolleştirememeleri onları aritmetiksel çözüm kullanmaya yöneltmektedir. Matematikte sözel problem durumlarının çözümünün her zaman aritmetik işlemler yapmaktan geçmediğini ve her zaman doğru sonuca aritmetik işlemlerle ulaşılamayacağını belirtilmesi ve cebirde öğretimin öğrencileri sembolleştirme becerisini kullanmaya yöneltecek şekilde yapılması gerekir.

Cebir üzerinde çalışmaya başlarken çeşitli etkinliklerle öğrencilerden kelimelerle harf sembolü arasında gördükleri ilişkileri açıklamaları istenebilir. Bu şekilde öğrencilerin kelimeleri cebirsel ifadeye çevirebilmeleri için yeniden yapılandırılmalarına yardımcı olunabilir.

Öğrenmede transferin sembolleştirme becerisi üzerinde etkili olduğu düşünüldüğünde, öğrencilerin geçmiş deneyimlerinden hangisinin sembolleştirme becerisini kullanmaya engel olduğu ve hangisinin desteklediği anlaşılmalıdır. Böylece öğrencilerin cebirde sembolleştirme becerisinin geliştirilmesi ve cebir öğrenme ve başarısının artırılması sağlanabilir.

Öğrencilerin cebirsel yeterliliklerini ve başarılarını geliştirmek için sembolleştirme becerisinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bunun için de aritmetikten cebire geçiş uygulamalarına gerekli önemin verilmesi önerilmektedir.

Öğrencilerin okuduğunu anlama becerisinin sembolleştirme becerisi üzerinde etkili olduğu düşünüldüğünde, öğrencilerde anlama ve kavrama becerilerinin geliştirilmesinin önemli olduğu görülmektedir. Bunun için öğrencilerde okuma alışkanlığının geliştirilmesi önerilmektedir.

Öğrencilerin cebirde başarılarının sembolleştirme becerisinden etkilendiği göz önünde bulundurularak, sözel problem durumlarını sembolleştirerek akıl yürütme konusunda çeşitli ders uygulamalarına yer verilmelidir. Kelimelerle verilen ifadeden sembollere geçişin sağlanabilmesi matematiğin dilini anlamalarını yeni nesil problemleri çözmelerini olumlu yönde etkileyecektir.



7. KAYNAKLAR

- Akarsu, B., 1975. Felsefe Terimleri Sözlüğü. Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Akarsu, E., 2013. 7. Sınıf Öğrencilerinin Cebir Öğrenme Alanında Matematiksel Dil Kullanımlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Akgün, L. and Özdemir, M. E., 2006. Students' understanding of the variable as general number and unknown: a case study, *The Teaching Of Mathematics*, 1(9), 45-51.
- Akgün, L., 2009. 8. sınıf öğrencilerinin sözel problemler ve değişken kavramı arasında ilişki kurabilme becerileri, *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 275-284.
- Akkan, Y., Baki, A., Çakıroğlu, Ü., 2012. 5-8. sınıf öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreçlerinin problem çözme bağlamında incelenmesi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43, 01-13.
- Akkan, Y., Çakıroğlu, Ü., Güven B., 2008. Öğrencilerin cebir öğrenme alanında sahip oldukları bazı hata ve kavram yanlışları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 7 (13), 55-74.
- Akkaya, R. ve Durmuş, S., 2006. İlköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki kavram yanlışları, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 1-12.
- Akkaya, R. ve Durmuş, S., 2015. İlköğretim 6.sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki kavram yanlışlarının giderilmesinde çalışma yapraklarının etkililiği, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(27).
- Amerom, B. A. V., 2002. Reinvention Of Early Algebra: Developmental Research On The Transition From Arithmetic To Algebra, *Thesis Utrecht University*, Utrecht.

- Arcavi, A., Drijvers, P., Stacey, K., 2017. The Learning And Teaching Of Algebra Ideas, Insights And Activities, *Interweaving Mathematics Pedagogy and Content for Teaching (IMPACT)*, Routledge, New York.
- Argün, Z., Arıkan, A., 2014. Temel Matematik Kavramların Künyesi, *Gazi Kitabevi*, Ankara.
- Baki, A., 2014. Matematik Tarihi ve Felsefesi (1. Baskı), *Pegem Akademi*, Ankara.
- Baki, A. ve Kartal, T., 2004. Kavramsal ve işlemsel bilgi bağlamında lise öğrencilerinin cebir bilgilerinin karakterizasyonu, *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2 (1) , 27-50.
- Baltacı, A., 2019. Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır?. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 368-388.
- Baumgart, J. K., 1969. The history of algebra: An overview. In Historical topics for the mathematics classroom. 31st National Council of Teachers of Mathematics Yearbook. Washington, DC: NCTM.
- Betz, W., 1930. Whither algebra? – A challenge and a plea, *Mathematics Teacher*, 23, 104-125.
- Birgin, O. ve Demirören, K., 2020. Sekizinci sınıf öğrencilerinin basit görsel ve cebirsel ifadeler konusundaki hata ve kavram yanlışlarının incelenmesi, *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(14).
- Birgin, O. ve Gürbüz, R., 2009. İlköğretim II. kademe öğrencilerinin rasyonel sayılar konusundaki işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerinin incelenmesi, *Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(2), 529-550.
- Blanton, M. L., Kaput, J. J., 2011. Early Algebraization A Global Dialogue From Multiple Perspectives: Functional Thinking as a Route Into Algebra in the Elementary Grades, *Springer*, 5-21.
- Bütünler, S. Ö., 2008. 8. sınıf denklemler konusunun matematik tarihi kullanılarak öğretimi, *Elementary Education Online*, 7(3), 6-10.

- Cai, J., Knuth, E. J., 2005. Introduction: The development of students' algebraic thinking in earlier grades from curricular, instructional and learning perspective, *ZDM*, Vol. 37 (1), USA.
- Cai, J., Lew, H. C., Morris, A., Moyer, J. C., Fong, S., Schmittau, J., 2005. The development of students' algebraic thinking in earlier grades: a cross-cultural comparative perspective, *ZDM*, 37 (1), USA.
- Capraro, M. M. and Joffrion, H., 2006. Algebraic equations: can middle-school students meaningfully translate from words to mathematical symbols?, *Routledge Taylor & Francis Group*, 27, 147–164.
- Creswell, J. W., 2017. Araştırma Deseni Nitel, Nicel ve Karma Yöntem Yaklaşımları (3. Baskı), Çeviri Editörü: Selçuk Beşir Demir, *Eğiten Kitap Yayınları*, Ankara.
- Çalikoğlu Bali, G., 2002. Matematik Öğretiminde Dil Ölçeği, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 57-61.
- Çelebi, Ö. G., 2018. Tarih öncesi dönemlerde iletişim, Üsküdar Üniversitesi, *İletişim Fakültesi Akademik Dergisi*. 1(2).
- Çelik, D. ve Güneş, G., 2013. Farklı sınıf düzeyindeki öğrencilerin harfli sembollerini kullanma ve yorumlama seviyeleri, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri (Educational Sciences: Theory & Practice)*, 13(2), 1157-1175.
- Dede, Y., 2005. Değişken kavramı üzerine, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(1), 139-148.
- Dede, Y. ve Argün, Z., 2003. Cebir öğrencilere niçin zor gelmektedir?, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 : 180-185.
- Dede, Y., Yalın, H. İ., Argün, Z., 2002. İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin değişken kavramının öğrenimindeki hataları ve kavram yanlışları, *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 16-18.
- Drijvers, P., Goddijn, A., Kindt, M., 2011. Algebra education: Exploring topics and themes. In P. Drijvers (Ed.), *Secondary Algebra Education, Revisiting Topics and Themes and Exploring the Unknown*, 5–26.

- Driscoll, M. P., 2017. Öğretim Süreçleri ve Öğrenme Psikolojisi (2. Baskı), Çevirmenler: Ömer F. Tutkun, Seçil Okay, Evrim Şahin, *Anı Yayıncılık*, Ankara.
- Emirzeoğlu, H., 1995. İlkokullarda Matematik Dersinde Değişken ve Bilinmeyen Kavramının İncelenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Erdem, Z. Ç. ve Gürbüz, R., 2017. Öğrencilerin hata ve kavram yanılgıları üzerine bir inceleme: denklem örneği, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 640-670.
- Eves, H., 1983. An introduction to the history of mathematics, (5th ed.), Philadelphia: Saunders.
- Ferrari, P. L., 2003. Abstraction in mathematics, *Philosophical Transactions The Royal Society Lond. B*, 358(1435), 1225–1230.
- Gander, M. J. ve Gardiner, H. W., 2007. Çocuk ve Ergen Gelişimi (6. Baskı), Çeviri Editörleri: Ali Dönmez, Nermin Çelen ve Bekir Onur, *İmge Kitabevi*, Ankara.
- Gülpek, P., 2006. İlköğretim 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Düzeylerinin Gelişimi, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Bursa.
- Gürbüz, R. ve Akkan, Y., 2008. Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin aritmetikten cebire geçiş düzeylerinin karşılaştırılması: Denklem örneği, *Eğitim ve Bilim*, 33(148), 64-76.
- Gürel, Z. Ç. ve Okur, M., 2017. 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin eşitlik ve denklem konusundaki kavram yanılgıları, *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 6(4), 479-507.
- Hart, K., 1981. Children's understanding of mathematics: 11-16, *Murray*, London.
- Hiebert, J. and Grouws, D.A., 2007. The effects of classroom mathematics teaching on students' learning, *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 371-404.

- Johnson, B. ve Christensen, L., 2014. Eğitim Araştırmaları: Nicel, Nitel Ve Karma Yaklaşımlar (4. Baskıdan Çeviri), Çeviri Editörü: Selçuk Beşir Demir, *Eğiten Kitap Yayınları*, Ankara.
- Kalkan, D. B., 2014. Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlama ve Cebirsel Muhakeme Yapıları, Yüksek Lisans Tezi, *Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.
- Kaya, D., 2017. Altıncı sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki başarı düzeylerinin incelenmesi, *International e-Journal of Educational Studies (IEJES)*, 1 (1), 47-59.
- Kieran, C., 1992. The learning and teaching of school algebra. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 390–419.
- Lacampagne, C., Blair, W., Kaput, J., 1995. Conceptual framework for the algebra initiative of the national institute on student achievement, curriculum and assesment. The algebra initiative colloquium. 2, 237-242.
- MacGregor, M. and Stacey, K., 1997a. Ideas about symbolism that students bring to algebra, *The Mathematics Teacher*, 308-312.
- MacGregor, M. and Stacey, K., 1997b. Students' understanding of algebraic notation: 11–15, *Educational Studies in Mathematics*, 33: 1-19.
- Mac Lane, S. and Birkhoff, G., 1967. Algebra. New York: MacMillan.
- Mason, J., Graham, A., Pimm, D., Gower, N., 1985. Routes to/ roots of algebra, UK: *Open University Press*, Milton Keynes.
- Mason, J., 1996. Expressing generality and roots of algebra, In N. Bednarz, C. Kieran, L. Lee (Eds.), *Approaches to Algebra – Perspectives for Research and Teaching*, *Kluwer Academic Publishers*, 65-86.
- Maudy, S. Y., Suryadi, D., Mulyana, E., 2017. Contextualizing symbol, symbolizing context, *The 4th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Science*, 1-10.

- Mazur, J., 2014. Matematik Sembollerinin Kısa Tarihi (4. basım), Çeviri: Barış Gönülşen, *İş Bankası Kültür Yayınları*, İstanbul.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018. PISA 2018 Türkiye Ön Raporu. <https://pisa.meb.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi: 7 Ağustos 2021].
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018. İlköğretim Matematik Dersi 1-8. Sınıflar Öğretim Programı ve Kılavuzu, *MEB Yayınları*, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2019. TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) 2015 tanıtım kitapçığı. <http://timss.meb.gov.tr/www/timss-nedir/icerik/4> [Ziyaret Tarihi: 3 Ekim 2021].
- Moustakas, C. E., 1994. Phenomenological research methods, *Sage Publications*, Thousand Oaks California.
- NCTM, URL: <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards/Algebra/> [Ziyaret Tarihi: 2 Ekim 2021].
- Obay, M., Demir, E., Pesen, C., 2021. Matematik öğretmenlerinin görüşleri çerçevesinde lise geçiş sınavının (LGS) hazırlık sürecindeki güçlükler ve eğitime yansımaları, *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, Vol. 12(1), 221-243.
- OECD, 2006. Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy, *A Framework for PISA*, https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa_19963777?page=4 [Ziyaret Tarihi: 09.10.2021].
- Osborne, G. A., 1909. Differential and Integral Calculus, Boston: *D. C. Heath and Co.*
- Özmantar, M. F., Bingölbali, E., Akkoç, H., 2008. Matematiksel Kavram Yanılgıları ve Çözüm Önerileri (1. Baskı), *Pegem Akademi*, Ankara.
- Patton, M. Q., 2014. Nitel Araştırma ve Değerlendirme Yöntemleri (3. Baskıdan Çeviri), Çeviri Editörleri: Mesut Bütün- Selçuk Beşir Demir, *Pegem Akademi*, Ankara.

- Philipp, R. A., 1992. The many uses of algebraic variables, *The Mathematics Teacher*, 85(7), 557-561.
- Radford, L., 2018. The emergence of symbolic algebraic thinking in primary school, C. Kieran (Ed.), *Teaching and learning algebraic thinking with 5- to 12-year-olds: The global evolution of an emerging field of research and practice*, New York: Springer, 3-25.
- Rosnick, P., 1981. Some Misconceptions Concerning the Concept of Variable, *The Mathematics Teacher*, 74(6), 418-420.
- Saldana, J., 2019. Nitel Araştırmacılar için Kodlama El Kitabı (3. Baskı), Çeviri Editörleri: Aysel Tüfekci Akcan-Süleyman Nihat Şad, *Pegem A Akademi*, Ankara.
- Sasman, M. L. L. and Olivier, A., 1997. Reconceptualising school algebra, *Algebra Rationale*. <http://academic.sun.ac.za/mathed/malati/Rational.pdf> [Ziyaret Tarihi: 07.09.2021].
- Sawyer, W. W., 1964. Vision İn Elementary Mathematics, *Harmondsworth: Penguin Books Ltd.*
- Schoenfeld, A. H. and Arcavi, A., 1988. On the meaning of variable, *The Mathematics Teacher*, 81(6), 420-427.
- Seven, M. A. ve Engin, A. O., 2010. Öğrenmeyi etkileyen faktörler, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12 (2) , 189-212.
- Soylu, Y., 2006. Öğrencilerin değişken kavramına vermiş oldukları anlamlar ve yapılan hatalar, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 211-219.
- Soylu, Y., 2008. 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeleri ve harf sembollerini (değişkenleri) yorumlamaları ve bu yorumlamada yapılan hatalar, Selçuk Üniversitesi, *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 237 -248.
- Stallings, L., 2000. A brief history of algebraic notation, *School Science and Mathematics*, 100 (5), 230-235.

- Stewart, I., 2016. Matematik'in Kısa Tarihi, Çeviri: Sibel Sevinç, *ALFA Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.*, İstanbul.
- Şahin, Ö. and Soylu, Y., 2011. Mistakes and misconceptions of elementary school students about the concept of 'variable, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 3322-3327.
- Şimşek, B., 2017. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel İfadeler Konusunda Yaptıkları Hatalar ve Hataların Nedenlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Tonnessen, L. H., 1981. Measurement of the Levels of Attainment by College Students of the Concept Variable, Ph.D. diss., *University of Wisconsin Madison*.
- Türnüklü, A., 2000. Eğitimbilim araştırmalarında etkin olarak kullanılabilecek nitel bir araştırma tekniği: görüşme, Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 24.
- Upton, C. B., 1936. Practical Algebra: Introductory Course, New York: *American Book Co.*
- Ursini, S., 1990. Generalization processes in elementary algebra: interpretation and symbolization, *Proceedings of the Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education with the North American Chapter 12th PME-NA Conference* (14th, Mexico, 15-20 July), Vol. 2.
- Van de Walle, J., Karp, K., Bay-Williams, J., 2012. İlkokul ve Ortaokul Matematik'i: Gelişimsel Yaklaşımla Öğretim, Çeviri Editörü: S. Durmuş (10. Basımdan Çeviri), *Nobel Akademik*, Ankara.
- Yenilmez, K. ve Avcu, T., 2009. Altıncı sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki başarı düzeyleri, *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 37-45.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H., 2013. Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri (9.baskı), *Seçkin Yayıncılık*, Ankara.
- Yıldızhan, B. ve Şengül, S., 2017. 6. sınıf öğrencilerinin harflerin anlamına yönelik kavram yanlışlarının aritmetikten cebire geçiş süreci bağlamında incelenmesi ve

öğrencilerin matematik tutum ve öz yeterlikleri ile karşılaştırılması, *The Journal of International Lingual, Social and Educational Sciences (JILSES)*, 3(2), 249-268.

Yüksel, A. N., 2020. Nitel bir araştırma tekniği olarak: görüşme, *International Social Sciences Studies Journal*, 6(56); 547-552.



EKLER

EK-1: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu 1

Birinci Grup Sorular

1. Ortaokul matematik öğretim programının altıncı sınıf seviyesinde bulunan “cebirsal ifadeler” öğrenme alanında kazanımlar bulunmaktadır. Bu kazanımların öğrencilerin matematiği öğrenmesinde rolü olduğunu düşünüyor musunuz? Böyle düşünmenizin nedenlerini açıklayabilir misiniz?
2. Matematik dersinde cebirsal ifadeler konusunu nasıl işlediğiniz hakkında bize bilgi verebilir misiniz?
3. Derste cebirsal ifadeler konusunu ele aldığınızda öğrencilerinizin sizi doğru anladığına nasıl kanaat getiriyorsunuz?
4. Size göre öğrenciler cebirsal ifadeler konusunu anlamakta zorlanıyorlar mı? Sizce bunun nedenleri neler olabilir?
5. Sizce öğrenciler cebirsal ifadeler konusunu öğrenmeye çalışırken hangi noktalarda problem ya da problemler yaşıyor?
6. Size göre öğrenciler denklemler konusunu anlamakta zorlanıyorlar mı? Sizce bunun nedenleri neler olabilir?
7. Cebirsal ifadeler açısından ele alacak olursak, sizin vermek istediğiniz kavram biçimi ile öğrenciler anladıkları biçim arasında ne gibi farklılıklar vardır?
8. Bir genelleştirme yaparsak, size göre öğrenciler “sembolleştirmeyi” nasıl algılıyor? Bunun hakkında gözlemlerinizi ve düşüncelerinizi bizim için önemlidir. Sembolleştirme algısı ile ilgili önem verdiğiniz noktalar varsa bunları bizimle paylaşır mısınız?
9. Sizce öğrenciler sembolleri anlamakta zorlanıyorlar mı? Zorlanıyorlar ise bu durumun nedenleri neler olabilir?
a) Nasıl giderilebilir? Ne önerirsiniz?
10. Sembolleştirme becerisi açısından başarılı öğrencilerin durumu ile başarısız öğrencilerin durumunu karşılaştırırsanız ne gibi farklılıklar olduğunu söyleyebilirsiniz?
11. Sembolleştirme becerisi yüksek olan öğrencilerle karşılaştınız mı? Size göre bu öğrencilerin bu beceriyi daha iyi kullanabilmeleri nelerle ilgilidir?
12. Size göre öğrencilerin matematik dersindeki başarılarında sembolleştirmenin rolü nedir? Bir örnek verebilir misiniz?

EK-2: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu 2

İkinci Grup Sorular

1. Ortaokul matematik öğretim programının altıncı sınıf seviyesinde bulunan “cebirsal ifadeler” öğrenme alanında kazanımlar bulunmaktadır. Bu kazanımların öğrencilerin matematiği öğrenmesinde rolü olduğunu düşünüyor musunuz? Böyle düşünmenizın nedenlerini açıklayabilir misiniz?
2. Matematik dersinde cebirsal ifadeler konusunu nasıl işlediğiniz hakkında bize bilgi verebilir misiniz?
3. Derste cebirsal ifadeler konusunu ele aldığınızda öğrencilerinizin sizi doğru anladığına nasıl kanaat getiriyorsunuz?
4. Size göre öğrenciler cebirsal ifadeler konusunu anlamakta zorlanıyorlar mı? Sizce bunun nedenleri neler olabilir?
5. Öğrencilerin cebirsal ifadeler ile ilgili problem çözerken başarılı olabilmesi için cebirsal ifadeler konusunda neyi kavramış olmaları önemlidir?
6. Size göre öğrencilerin cebirsal ifadeleri öğrenmesinde hazırbulunuşluk açısından hangi konular önemli rol oynamaktadır?
7. Size göre öğrencilerin cebirsal ifadeler konusundaki başarı farklılıklarının sebepleri ele alındığında etken faktörler neler olabilir? Bu konuda bizi bilgilendirmeniz mümkün mü?
8. Cebirsal ifadeler konusunu işlerken öğrencilerin sizi doğru anladıklarını düşünüyor musunuz?
 - a) Doğru anlamıyorlarsa sizce nedenleri neler olabilir?
9. Sizce cebirsal ifadeler konusunun daha kolay anlaşılması için neler yapılabilir? Önerileriniz nelerdir?
10. Cebirsal ifadeler konusunda öğrencilerin yaptığı hataları gözlemleyebiliyor musunuz? Bu gözlemlerinizde belirgin olarak öğrencilerin yapmış olduğu hangi hatalar göze çarpmaktadır?
 - a) Bu hatanın veya hataların sebebi sizce ne olabilir?
11. Öğrencilerin cebirsal ifadeler konusunda başarılı olabilmesi için gerekli sebepler sizce nelerdir?
12. Sizce cebirsal ifadeler ve denklemlerin ortak noktası nedir?

EK-3: Etik Kurul Raporu



T.C.
SİİRT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
ETİK KURULU KARARLARI



Oturum Tarihi
24/12/2020

Oturum Saati
10:00

Oturum Sayısı
99

Üniversitemiz Etik Kurulu 24/12/2020 tarihinde saat 10:00'da Kurul Başkanı Prof. Dr. Cemalettin ERDEMÇİ başkanlığında, aşağıda imzaları bulunan üyelerin katılımıyla toplanarak gündemdeki konuları görüşmüş ve aşağıdaki kararları almıştır.

ETİK KURUL KARARI

(Siirt Üniversitesi Etik Kurulu'nun aşağıdaki görüşü tavsiye niteliğinde olup, üniversitemizle ilgili etik ilkelerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi amacını taşımaktadır.)

ETİK İNCELEME KONUSU

Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim dalı, yüksek lisans öğrencisi Emine EREN tarafından Dr. Öğretim Üyesi Mustafa OBAY danışmanlığında yapılacak olan "Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin, Öğrencilerin Sembolleştirme Becerisinin Matematik Öğrenme ve Başarılarına Etkisine İlişkin Görüşleri" başlıklı yüksek lisans çalışmasının etik olarak uygunluğu.

İNCELEME

Araştırmanın Konusu "Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin, Öğrencilerin Sembolleştirme Becerisinin Matematik Öğrenme ve Başarılarına Etkisine İlişkin Görüşleri" olarak ifade edilmiştir. Amacını ise "Ortaokul matematik öğretmenlerinin 6. Sınıf cebirsel ifadeler konusunda öğrencilerin sembolleştirme becerisinin matematik öğrenme ve başarılarına etkisine ilişkin görüşleri incelemek" olarak belirtmişlerdir. Söz konusu araştırmada, Etik Kurulun görevi kapsamında değerlendirilen husus, araştırma etiğiyle ilgilidir. Başvurusu yapılan çalışma, insan katılımına dayalı bir araştırmadır. Araştırma etiği bakımından yürütülecek olan programın katılımcıların yararına olması ve onları herhangi bir zarara uğratma riski taşımaması gerekmektedir. Araştırma etiği bakımından ikinci olarak, rıza unsurunun gözetildiğine dair bilgi olmalıdır.

SONUÇ

Sonuç olarak bilimsel araştırmaların yayın etiği bakımından, insan katılımına dayalı olanların da araştırma etiği bakımından etik ilkelere uygun olması gerekmektedir. Bu nedenle araştırmanın uygulanmasında katılımcıların hiçbir şekilde zarara uğratılmamaları ve rızalarının olması esastır. Bu şartlar yerine getirildiğinde elde edilen verilerin raporlaştırılmasında araştırma etiği bakımından bir sakınca bulunmamaktadır.

Kurul Üyeleri:

Prof. Dr. Cemalettin ERDEMÇİ Kurul Başkanı	Doç. Dr. Adnan MEMDUHOĞLU Kurul Üyesi
Prof. Dr. Ayhan YILMAZ Kurul Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Burçak ASLAN ÇELİK Kurul Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Arif GÜLLER Kurul Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Varol TURAL Kurul Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Simla ADAGİDE YILMAZ Kurul Üyesi	



EK-5: Araştırma İzin Yazısı-2



T.C.
SİİRT VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-32790399-355.01-18966971
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı
Öğrenci Emine EREN

08.01.2021

DAĞITIM YERLERİNE

- İlgi : a) Siirt Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'nün 06.01.2021 tarihli ve E.166 Sayılı yazıları
b) Valilik Makamının 08.01.2021 tarihli ve 18954188 sayılı oluru

Siirt Üniversitesi Matematik Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Emine EREN' nin yürütmekte olduğu "**Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin, Öğrencilerin Sembolleştirme Becerisinin Matematik Öğrenme ve Başarılarına Etkisine İlişkin Görüşleri**" adlı anket/ölçek çalışmasını okulunuzda ve ilçenizde görev yapan ortaokul matematik öğretmenlerine uygulayabilmesi ile ilgili Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nün ilgi (a) yazıları ile Valilik Makamının ilgi (b) olur 'u ilişikte gönderilmiştir.

Bilgilerinize ve gereğini arz / rica ederim.

M. Orhan DANIŞ
Müdür a.
İl Millî Eğitim Müdür Yrd.

Ekler:

- 1-İlgi (a) yazılar (15 sayfa)
2-İlgi (b) Valilik Oluru (1 sayfa)

Dağıtım:

Gereği;
- 6 İlçe Kaymakamlığına
(İlçe Millî Eğitim Müdürlüğü)

Bilgi:

-Siirt Üniversitesi,
(Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü)

- Merkez Resmi ve Özel Tüm Ortaokul
Okul Müdürlüklerine

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Adres : Yeni Mahalle Hz.Fakırrullah Cad. No:78/D Kat:3-4-5 Siirt/Merkez Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>
Telefon No : 0 (484) 223 10 28 Bilgi için: M.ÖĞDÜR (Memur) M.AYDIN(Şef)
E-Posta: hizmetci56@meb.gov.tr Unvan : Memur
Kep Adresi : meb@sa01.kep.tr İnternet Adresi: siirtmem.gov.tr Faks:4842232298

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 3d49-1724-365d-b96e-42a2 kodu ile teyit edilebilir.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Emine EREN
Doğum Yeri ve Tarihi :
Telefon :
E posta :

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Selami Değer Anadolu Lisesi	2013
Üniversite	: Siirt Üniversitesi	2017
Yüksek Lisans	: Siirt Üniversitesi	
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2017-2018	75. Yıl Ortaokulu	Öğretmen
2018-...	14 Eylül Ortaokulu	Öğretmen

YABANCI DİLLER: İngilizce