



Yazarlar/Authors

Emine EREN* - Mustafa OBAY**

Makale Adı/Article Name

Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin, Öğrencilerin Sembolleştirme Becerisinin Matematik Öğrenme ve Başarılarına Etkisine İlişkin Görüşleri***

The Opinions of Secondary School Mathematics Teachers about The Effect Of Students' Symbolization Skills On Mathematics Learning And Success

ÖZ

Bu araştırmanın amacı, ortaokul matematik öğretmenlerinin 6. sınıf cebirsel ifadeler konusunda öğrencilerin sembolleştirme becerilerinin matematik öğrenme ve başarılarına etkisine ilişkin görüşlerinin incelenmesidir. Araştırmanın çalışma grubunu, 2020-2021 eğitim öğretim yılı Siirt ili merkez ilçesindeki ilköğretim okullarında görev yapan 25 ortaokul matematik öğretmeni oluşturmaktadır. Çalışma, nitel araştırma yöntemlerinden olgubilim (fenomenoloji) modelindedir. 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. Öğretmenlerle görüşmeler bir online görüşme programı üzerinden gerçekleştirilmiş ve görüşmeler kayıt altına alınmıştır. Elde edilen verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonucunda, ikinci grup öğretmenlerin sembolleştirmeye ilişkin bir algıları olmasına rağmen bilinçli bir seviyede bunu ifade edemedikleri görülmüştür. Sembolleştirme becerisinin; matematik konularını anlama ve öğrencinin kavrama düzeyi, matematik problemlerini anlama ve çözüme, harf sembollerini anlama ve kullanma, öğrenmenin kalıcılığını sağlama üzerinde etkili olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Öğrencilerin matematik başarılarının sembolleştirme becerisinden etkilendiği göz önünde bulundurularak, sözel problem durumlarını sembolleştirerek akıl yürütme konusunda çeşitli ders uygulamalarına yer verilmesi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cebir, Harf sembolü, Sembolleştirme becerisi

ABSTRACT

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. The study group consists of 25 secondary school math teachers working in primary schools in Siirt province for the 2020-2021 academic year. The study was designed with a phenomenology model which is one of the qualitative research methods. During the 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. Interviews with teachers were conducted through the zoom program and interviews were recorded. In the analysis of the obtained data, the content analysis method was used. As a result of the analysis, 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. Considering that students' mathematical achievements are affected by their ability to symbolize, it is recommended to include various course applications in reasoning by symbolizing verbal problem situations.

Keywords: Algebra, Letter symbol, Symbolization ability

* Öğretmen MEB 14 Eylül Ortaokulu emine005mat@gmail.com ORCID:0000-0001-6700-1938

** Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Anabilim Dalı mustafa.obay@gmail.com ORCID:0000-0002-2537-9438

*** Birinci yazarın yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

****Bu makalede kullanılan verilerin toplanması ve işlenmesi için Siirt Üniversitesi Etik Kurulunun 24.12.2020 tarih ve 99 sayılı sayılı toplantısında alınan kararla Etik Kurul İzni verilmiştir.

Extended Summary

Purpose of the Study

The aim of this study is to examine the views of secondary school mathematics teachers on the effect of students' symbolisation skills on mathematics learning and achievement in the 6th grade algebraic expressions subject.

Research Problem

The problem statement of this research was determined as "What are the views of secondary school mathematics teachers on the effect of students' symbolisation skills on mathematics learning and achievement in the 6th grade algebraic expressions subject?".

Literature

The use of symbols to express numbers is a minor feature of advanced mathematics, but it is the beginning of advanced mathematics in this context (Stewart, 2016). In the past, various number systems have been developed for the symbolic expression of numbers. Some of these are the number systems used by Babylonians, Egyptians, Arabs, Hebrews, Indians, and Greeks. The Greeks took their number system from the Hebrews and represented each number with a letter of their alphabet (Mazur, 2014).

Blanton and Kaput (2011) stated that a vital aspect of algebra is the transition from natural language to symbolic notational systems. Symbolisation occurs when a verbal mathematical expression is processed by the mind and generalised by abstraction, and the existing symbol moves away from its meaning and concrete expression. In algebra, students' ability to translate from verbal problem situations to mathematical symbols is related to letter symbols and symbolisation.

It can be said that the use of letter symbols or variables has an important place in symbolisation skills. In a related study, Rosnick (1981) investigated the extent to which students could make sense of the use of letters in equations. As a result, the fact that students had great difficulty in translating sentences into algebraic expressions was underlined.

Method

In this study, phenomenological design, one of the qualitative research designs, was used to examine the views of secondary school mathematics teachers on the effect of students' symbolisation skills on mathematics learning and achievement in the 6th grade algebraic expressions. Phenomenology is a form of qualitative research that tries to understand how one or more people make sense of a phenomenon (Johnson & Christensen, 2014).

Research Group

The study group of the research consists of 25 secondary school mathematics teachers working in primary schools in the central district of Siirt province in the 2020-2021 academic year.

In determining the teachers, it was paid attention that they had worked for at least three years and were teaching 6th, 7th and 8th grade students.

Data Collection Tools

Data collection methods mostly used in qualitative research can be listed as observation, structured or semi-structured interview, focus group interview, discourse and text analysis (Baltacı, 2019). Phenomenological research generally requires interviews (Creswell, 2017). In line with this method, the data of the research were collected through semi-structured interviews.

Data Collection Process

The data of the study were collected through semi-structured interviews. The interviews with the teachers were conducted through a special online interview programme and the interviews were recorded.

Data Analysis

Content analysis method was used to analyse the data obtained in this study. Content analysis requires examining the collected data in more detail and reaching concepts, categories and themes that explain these data (Baltacı, 2019). The data in this study were obtained by analysing the answers given by the teachers to the semi-structured interview questions prepared in accordance with the research questions.

Discussion and Conclusion

In the analysis of the results obtained from the answers of the first group mathematics teachers regarding the problems that students had with symbolisation, it is seen that one of the main reasons is the conceptual deficiency in symbolisation. From the teachers' statements, it is seen that students' lack of conceptual knowledge and their inability to understand algebraic symbols lead to this result.

Another result related to students' problems with symbolisation is the misuse of letter symbols. This problem experienced by the students in algebraic expressions is the common subcategory obtained from the answers expressed by both groups of teachers. While the first group mathematics teachers associated the incorrect use of letter symbols with symbolisation, the second group mathematics teachers did not associate it with symbolisation. It can be seen that although the second group of teachers had a perception about symbolisation, they could not express it at a conscious level. As a result of students' misuse of letter symbols, it was observed that they fell into negative transfer. From the teachers' statements, it is seen that students perceive letters as 'numbers'.

Another result obtained from the answers of the teachers regarding the problems students had with symbolisation was symbolic confusion. Teachers stated that students confused the letter symbol x with the product symbol. In their study, Akkan et al. (2012) stated that 6th, 7th and 8th grade students generally had arithmetic thinking instead of algebraic thinking. These perceptions of students cause them to experience symbolic confusion.

Another finding that emerged from the answers of the first group mathematics teachers regarding the problems that students experience with symbolisation is the transition from arithmetic to algebra. From the teachers' statements, it was determined that the students could not establish an association between arithmetic and algebra and that they generally tried to make arithmetic solutions instead of algebraic solutions in problems. Students' inability to use algebraic solutions may be due to their inability to make sense of the variable or letter symbol and symbolise the verbal problem situation. The fact that the students could not use the variable or letter symbol shows that they were insufficient in symbolisation. One of the reasons why students had difficulties in the transition from arithmetic to algebra may be due to the lack of sufficient adaptation work in the transition from arithmetic to algebra.

According to mathematics teachers, students' misconceptions about the use of letter symbols also cause them to have problems in symbolisation. As a result of the analyses, it was found that the first group of teachers stated that the students had the following misconceptions: 1) limiting the variable to certain letters, 2) Failure to comprehend the place of the letter symbol in algebra, 3) Not knowing the different uses of the variable, 4) Inability to perform operations with the letter symbol, 5) It was determined that they stated that they had five misconceptions such as "letters represent objects". From the answers of the second group of teachers, the misconception of "inability to perform operations with letter symbols" was identified.

From the answers of mathematics teachers in the analysis, it can be said that students' mental development and readiness levels affect symbolisation skills. Preparation for learning refers to the level of development of the learner's cognitive functioning (Driscoll, 2017). Therefore, the fact that some processes cannot be concretised in the mind causes students to have difficulties in the symbolisation process. Another result is the relationship between symbolisation skills and abstract thinking skills. Students with abstract thinking skills can make assumptions, draw logical conclusions and solve complex problems (Gander & Gardiner, 2007). This situation affects symbolisation skills.

When the answers given by the first group of mathematics teachers were analysed, it was seen that students' reading comprehension skills were effective on symbolisation skills. It can be said that the development of

reading habits in students will be effective on reading comprehension and comprehension, which in turn will be effective on the development of symbolisation skills.

Regarding the answers of the first group of mathematics teachers about symbolisation skill, it can be claimed that this skill plays a determining role in students' mathematics achievement. Accordingly, while symbolisation skill is closely related to abstraction skill on the one hand, it can be seen that it is effective on understanding and comprehension in mathematics on the other hand. It is thought that the result that symbolisation skill is effective on understanding and comprehension in mathematics can be an answer to the determination that students do not understand the language of mathematics and therefore cannot solve problems, which is often expressed by mathematics teachers.

Giriş

Matematikte yerini almış çoğu sayılar, işaretler, bilinen sabit sayıları ve bilinmeyen değişken sayıları karşılayan harfler, cebir denklemleri geçmişe dayanmaktadır. İlk Babil ve Mısır cebirleri retoriktir (düzyazı) (Baumgart, 1969; Aktaran: Stallings, 2000). Sonrasında bunun yerini sembolik cebir almıştır. Diophantus sözel olarak çözdüğü denklemleri ilk defa sembolleştirmeye çalışan matematikçidir (Baki, 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 bu sembollerle soyut ve sözel olan matematik ifadeleri sembolleştirilerek anlaşılmalı ve açıklanmaya çalışılmıştır.





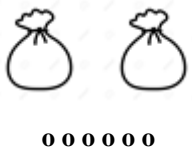

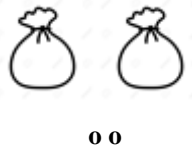


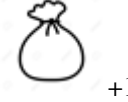

Sayıları ifade etmek için sembol kullanımı, ileri matematiğin küçük bir özelliği olmakla birlikte, ileri matematiğin bu bağlamda başlangıcıdır (Stewart, 2016). Geçmişte sayıların sembolik ifadesi için çeşitli sayı sistemleri geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları Babillerin, Mısırlıların, Arapların, İbranilerin, 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).

1	A	alpha	10	ι	iota	100	ρ	rho
2	B	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	Z	zeta	70	ο	omicron	700	ψ	psi
8	η	eta	80	π	pi	800	ω	omega
9	θ	theta	90	ϑ	koppa	900	Ϡ	sampi

Tablo 1. Yunan sayı sistemi

Blanton ve Kaput (2011), cebirin hayati bir yönünün, doğal dilden sembolik notasyonel sistemlere geçişi sağlaması olduğunu belirtmişlerdir. Sembolleştirme; bir sözel matematiksel ifadeyi, zihnin işleme tabi tutup soyutlama yaparak genelleştirilmesiyle var olan sembolün anlamından ve somut ifadesinden uzaklaşmasıyla gerçekleşir. 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	1

Şekil 1. Aşamalı sembolleştirme adımları

Cai ve Knuth (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 vd. (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 çalışmalıyız.”

ifadelerini kullanmışlardır (Aktaran: Radford, 2018).

Sembolleştirme kavramına ilişkin ulusal düzeyde çalışmaya rastlanmamaktadır. Bu makalede uluslararası yapılan bazı çalışmalara değinilmiştir. Ursini (1990) yaptığı çalışmada, 11-14 yaş

arası çocuklardan genelleme sürecini ve genelleştirilmiş sayı kavramını içeren durumların sembolleştirilmesi ile ilgili yazılı bir testle elde ettiği sonuçları raporlamıştır. Bu makalenin odak noktası, cebir çalışmasına başlayan çocukların, genelleme sürecini ve genelleştirilmiş sayı kavramını içeren durumları kendi başlarına nasıl sembolleştirebildikleri üzerinedir. Çalışmada çocukların, harf sembolleri içeren ifadelerle karşılaştıklarında büyük zorluklar ve güvensizlikler yaşadıkları tespit edilmiştir.

Sembolleştirme becerisinde 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. Sonuç olarak 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 makalede, 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.

Yapılan çalışmalardan farklı olarak bu araştırmada, öğretmenlerin görüşleri ışığında cebirsel ifadeler konusunda öğrencilerin sembolleştirme becerilerinin matematik öğrenme ve başarılarına etkisi incelenmeye çalışılmıştır.

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. Öğrencilerin sembolleştirme ile ilgili yaşadıkları problemlere ilişkin öğretmenlerin görüşleri nelerdir?
2. Öğrencilerin sembolleştirme becerisi hakkında öğretmenlerin görüşleri nelerdir?
3. Öğrencilerin sembolleştirme becerisinin matematiği kavrama ve kalıcılığa etkisine ilişkin öğretmenlerin görüşleri nelerdir?

1.4. Araştırmanın Önemi

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.

Bu çalışmanın sonuçları; öğrencilerin cebir öğrenme alanında sembolleştirme becerisine ilişkin var olan durumlarının ortaya konması, sembolleştirme becerisine ilişkin karşılaştıkları zorluklar ve sembolleştirme becerisi eksikliğinin matematik öğrenme ve başarıya etkisinin anlaşılabilmesi açısından önemlidir. Ayrıca ulusal düzeyde “matematikte sembolleştirme” konusuna ilişkin

çalışmaya rastlanmamaktadır. Bu çalışma sonucunda ortaya konulacak sonuçların alana katkı sağlayacağı ve yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

2. Yöntem

Bu makalede kullanılan verilerin toplanması ve işlenmesi için Siirt Üniversitesi Etik Kurulunun 24.12.2020 tarih ve 99 sayılı sayılı toplantısında alınan kararla Etik Kurul İzni verilmiştir.

2.1. Araştırma Deseni

Bu çalışmada, 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. Fenomenoloji, bir veya daha fazla kişinin bir fenomeni nasıl anlamlandırdıklarını anlamaya çalışan nitel bir araştırma şeklidir (Johnson ve Christensen, 2014). 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).

2.2. Araştırma Grubu

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

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 2’de gösterilmiştir.

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

Tablo 2. Katılımcıların demografik özellikleri²

² Bazı öğretmenler aynı anda 6, 7 ve 8. sınıf seviyelerinde ders okutmaktadırlar.

2.3. Veri Toplama Araçları

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, 5 matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Görüşmeler, bir online görüşme programı ile gerçekleştirilmiştir. Önceden sorulması planlanan soruları içeren görüşme formuna bağlı kalınarak, ek sorular sorma esnekliği ile hareket edilmiştir. Pilot çalışmada, araştırma sürecinde gerçekleştirilecek görüşmelerin süresi ve olası problemler tespit edilmeye çalışılmıştır. Pilot çalışma esnasında görüşme yapılan öğretmenlerden ikisinin 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. 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. Hazırlanan araştırma soruları; iki matematik eğitimi alan uzmanı ve iki matematik öğretmenin görüşlerine sunulmuş ve soruların anlaşılır olup olmadığına yönelik görüşleri alınmıştır.

2.4. Veri Toplama Süreci

Çalışmanın yürütüleceği ilköğretim okulları için Siirt İl Milli Eğitim Müdürlüğünden gerekli izinler alınmıştır. Araştırmanın verileri yarı yapılandırılmış görüşmeler ile toplanmıştır.

Öğretmenlerle görüşmeler özel bir online görüşme programı üzerinden gerçekleştirilmiş ve görüşmeler kayıt altına alınmıştır. 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.

2.5. Verilerin Analizi

Bu araştırmada 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 sağlamaştırılması için öğretmenlerden görüşme esnasında sözel olarak ifade ettikleri örnekleri yazmaları istenmiştir.

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 aktarılmıştır. 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. 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.

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 problemine fayda sağlayacağı düşünülen öğretmen cevapları o öğretmenin adı verilmeksizin sunulmuştur.

3. 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 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.

3.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

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

Veri analizi sonucu, birinci 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.

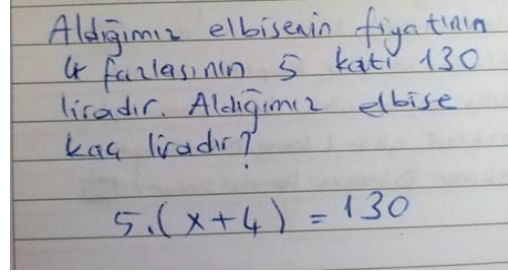
Kodlar	Kategori
Kavramsal bilgi eksikliği	
Cebirsel sembolleri anlamama	Sembolleştirmede kavramsal eksiklik

Tablo 3. Birinci grup öğretmenlerin sembolleştirmeye ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi

Tablo 3'te görülen kodlama verileri, birinci grup öğretmenlerin cevaplarından elde edilmiştir. 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.

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. Buna somut bir örnek, öğretmenlerin verdikleri cevaplardan seçilmiş ve aşağıda 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 öğrenci. Neye x diyeceğiz orada diyor.”



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

Tablo 4. Birinci grup öğretmenlerin sembollerin kullanımına ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi

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

Tablo 5. İkinci grup öğretmenlerin sembollerin kullanımına ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi

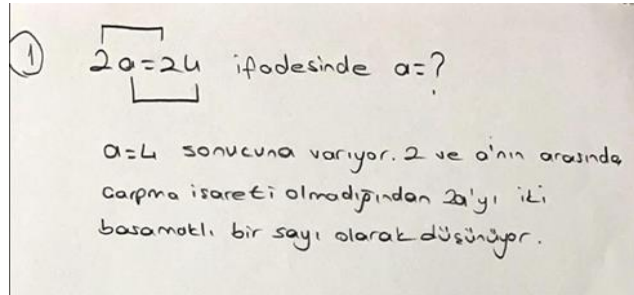
Tablo 4 birinci grup öğretmenlerin cevaplarına göre, öğrencilerin cebirde harf sembolleri yanlış kullanmalarından kaynaklı sembolleştirmede yaşadıkları problemleri ifade etmektedir.

Tablo 5, 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. Birinci grup öğretmenler cevaplarında harf sembollerin yanlış kullanımını sembolleştirme becerisi ile ilişkilendirerek açıklarken, ikinci grup öğretmenler sembolleştirme becerisi ile ilişkilendirmemişlerdir. Tablo 5’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. Bu

sebeple ikinci grup öğretmenlerle yapılan görüşmelerde aritmetikten cebire geçiş süreciyle ilgili herhangi bir bulgu elde edilememesi beklenen bir sonuçtur.

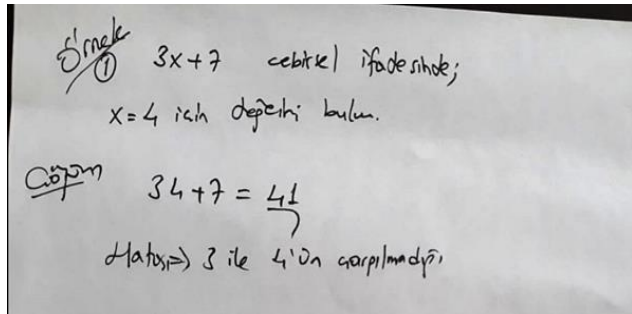
Tablo 4'te, yapılan analizde öğretmenlerin cevaplarından elde edilen; negatif transfer, aritmetikten cebire geçiş, sembolik karmaşa kodları yer almaktadır. Kategoriye ait ilk kod "negatif transfer"dir. Öğretmenlerin cevaplarından anlaşılabilceği gibi, öğrencilerin yaptığı hatalardan biri; harfli ifade ve katsayı arasındaki çarpma işlemini yapmak yerine, verilen ifadeyi iki basamaklı bir sayı gibi algılamalarıdır. Ayrıca öğrenciler, harflerin sadece rakamlardan oluşması gerektiğini düşünmektedirler. Görüşme yapılan birinci grup öğretmenlerin negatif transfer kodu ile ilgili cevaplarından biri örnek olarak aşağıda verilmiştir.

Ö13: "2a=24, a'nın direkt 4 olduğunu söylüyorlar. Orada 24'ü 2'ye böceklerini anlayamıyorlar, 2 basamaklı bir sayı gibi düşünüyorlar, orada çok takıldıklarını bunun da sembolleştirmeyi etkilediğini gördüm diyebilirim."



İkinci grup öğretmenlerin negatif transfer kodu ile ilgili verdikleri cevaplardan bir örnek alıntı aşağıda verilmiştir.

Ö6: "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."



Tablo 4'te birinci grup öğretmenlerin cevaplarından "aritmetikten cebire geçiş" kodunun elde edildiği görülebilir. 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. 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. 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. Öğretmenlerin verdiği cevaplardan bir örnek aşağıda verilmiştir.

Ö18: "Öğrenciler özellikle problemlerde verilen sayıları direk çarpıp bölüyorlar, yani öğrenmişler için 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."

Öğrencilerin harf sembollerin yanlış kullanımına ilişkin yaşadıkları bir diğer problem “sembolik karmaşa”dır. 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 bir örnek aşağıdaki sunulmuştur. 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.”

Gruplar	Kodlar	Alt Kategori	Kategori
Birinci grup öğretmenlere ait kodlar	Değişkeni belli harflerle sınırlandırma	Sembolleştirme becerisine etki	Harf sembollerin kullanımıyla ilgili kavram yanılgıları
	Harf sembolünün cebirde bir anlamı yoktur		
	Değişkenin farklı kullanımlarını bilmeme		
	Harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği		
	Harfler nesnelere temsil eder yanılgısı		
İkinci grup öğretmenlere ait kod	Harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği	Cebirsel ifadeler konusunu anlamaya etki	

Tablo 6. Birinci ve ikinci grup öğretmenlerin cevaplarının analizi sonucu elde edilen kavram yanılgısı ile ilgili kodlar

Tablo 6, birinci ve ikinci grup öğretmenlerin verdikleri cevapların analizi ile elde edilen harf sembollerin kullanımıyla ilgili kavram yanılgılarına ait bulguları içermektedir. 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 nesnelere temsil eder yanılgısı gibi kavram yanılgılarına sahip oldukları görülebilir.

Tabloda yer alan ikinci grup öğretmenlere ait kod, öğretmenlerin harf sembolü ile işlem yapabilme yetersizliği kavram yanılgısının cebirsel ifadeler konusunu öğrenmeye olumsuz etki edeceği hakkındaki görüşlerini ifade etmektedir. İkinci grup öğretmenlerle yapılan görüşmelerde yeterli bir düzeyde veri toplanamaması nedeniyle bazı kategorilerde kod boşluğu oluşması araştırmacı tarafından doğal kabul edilmiştir.

Tablo 6’ya göre birinci grup öğretmenlerin cevaplarından; harf sembollerin kullanımı ile ilgili kavram yanılgılarının, öğrencilerin sembolleştirme sürecinde problem yaşamalarına sebep olduğu söylenebilir. Öğretmenlere göre öğrenciler cebiri öğrenirken ortaya çıkan kavram yanılgıları 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 biri örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

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.”

Tablo 6’den öğretmenlerin öğrencilerin sembolleştirme becerisine etki eden bir diğer kavram yanlışlığının “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 biri örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

Ö13: “Denklemlerde biz bir sayının bilinmeyen olduğunu gösteriyoruz ama değişken olduğunu ifade edince bununla karıştırıyorlar 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.”

Tablo 6 incelendiğinde bir diğer kavram yanlışlığının “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 biri örnek olarak aşağıda verilmiştir.

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 perreketipini düşünerek $5 + c = 5c$ sonucuna ulaşılıyor.

Tablo 6’da öğretmenlerin cevaplarından elde edilen bir diğer bulgu “harfler nesnelere temsil eder” yanlışlığıdır. 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 yanlışlığının ortaya çıkmasına sebep olduğu söylenebilir. Bu kavram yanlışlığı ile ilgili öğretmenlerin cevaplarından biri örnek olarak aşağıda sunulmuştur.

Ö3: “Mesela $2c+3c=5c$ oradaki c ’yi cevizin kısaltılmışı olarak gören öğrenciler de var ya da atıyorum c ’ye santim diyenler var.”

3.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

- Öğrencilerin sembolleştirme becerisi hakkında, öğretmenlerin görüşleri nelerdir?

Kodlar

Kategori

Soyut düşünme becerisi

Okuduğunu anlama becerisi	
Öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazırbulunuşluk düzeyleri	
Görsel şekillerden harf sembolüne geçiş	Sembolleştirme becerisi

Tablo 8. İkinci grup öğretmenlerin cebirsel ifadelerle ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi

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

Tablo 7. Birinci grup öğretmenlerin sembolleştirme becerisine ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi

Tablo 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 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.

Öğretmenlerin cevaplarının analizi sonucu elde edilen kodlar tablo 7 ve 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 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. Öğretmenlerin verdikleri cevaplardan bir örnek alıntı aşağıda verilmiştir.

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 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. Öğretmenlerin cevaplarından bir örnek aşağıda verilmiştir.

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.”

Tablo 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 ifadelere 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 bir örnek aşağıda verilmiştir.

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.”

Tablo 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. Yine tablo 8’ de 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 bir örnek aşağıda verilmiştir.

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.”

Tablo 8 incelendiğinde birinci grup öğretmenlerden farklı olarak ikinci grup öğretmenlerin, öğrencilerin cebiri öğrenmelerinde sembolleştirme becerisinin etkisi yerine işlemsel bilginin etkisine değindikleri görülebilir. Öğretmenler öğrencilerin genellikle cebirsel ifadelerle işlemlerde kural karışıklığı yaşadıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca negatif katsayılı ifadelerle işlem yaparken eksi işaretini kullanmada öğrencilerin hata yaptıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin cevaplarından bir örnek aşağıda verilmiştir.

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

3.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular

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

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	
Öğrenmenin kalıcılığını sağlama	

Tablo 9. Birinci grup öğretmenlerin sembolleştirme becerisinin matematiği kavrama ve kalıcılığa etkisine ilişkin vermiş oldukları cevapların analizi

Tablo 9’deki 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 kalıcılığın etkilediğine ilişkin cevaplarından bazıları örnek olarak sunulmuştur. “Matematik konularını anlama ve öğrencinin kavrama düzeyi” ile ilgili cevaplara bir örnek:

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. “Matematik problemlerini anlama ve çözme” ile ilgili cevaplarına bir örnek:

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 yapabildir, soruyu çözerken sembollerini kullanabilen öğrencidir.”

Öğretmenlerin bakış açısına göre öğrencilerin sembolleri doğru bir şekilde anlama ve kullanma becerileri geliştikçe problemleri anlama düzeylerinin geliştiği ve bunun da problemleri çözmeye ve bunun için gerekli olan kavrama becerilerini geliştirdiği görülebilir. “Sembolleri anlama ve kullanma” ile ilgili öğretmenlerin verdikleri cevaplardan bir örnek alıntı aşağıda verilmiştir.

Ö6: “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 verdiğimiz bilmediğimiz zaman yapamıyoruz, o soruyu da çözemiyoruz ve matematikte başarılı da olamıyoruz.”

Ayrıca öğretmenler, cebir öğrenme alanında öğrencilerin başarı sağlayabilmesi için sembolleştirme becerisine sahip olmasının kritik öneme sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Tartışma ve Sonuç

Yapılan analizde 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 sembolleri anlayamamalarının bu sonucu doğurduğu görülmektedir. MacGregor ve Stacey (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. Cebirsel ifadeler konusunda öğrencilerin yaşadığı bu problem her iki grup öğretmenlerin ifade ettiği cevaplardan elde edilen ortak alt kategoridir. Birinci grup matematik öğretmenleri harf sembollerin yanlış kullanımını sembolleştirme ile ilişkilendirirken, ikinci grup matematik öğretmenleri 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. Öğretmenlerin ifadelerinden, öğrencilerin harfleri ‘rakam’ olarak algıladıkları görülmektedir. Bu sonuca benzer olarak Dede vd. (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 vd. (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 vd. (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 makalelerinde, aritmetikten cebire geçişin birçok öğrenci için zor olduğunu ve birçok hazırlık yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca Van De Walle vd. (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 yanılgıları 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 nesnelere temsil eder, şeklinde beş kavram yanılgısına sahip olduklarını belirttikleri tespit edilmiştir. İkinci grup öğretmenlerin cevaplarından “harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği” kavram yanılgısı tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan bazıları literatürdeki; Soylu (2006) ve Şahin ve Soylu (2011) “değişkeni belli harflerle sınırlandırma”, Macgregor ve Stacey (1997b) “harf sembolünün cebirdeki yerini kavrayamama”, Dede vd. (2002) ve Akkan vd. (2008) “değişkenin farklı kullanımlarını bilmeme”, Dede vd. (2002) “harf sembolüyle işlem yapabilme yetersizliği”, Yıldızhan ve Şengül (2017) ve Akkan vd. (2008) “harfler nesnelere temsil eder yanılgısı” sonuçlarıyla örtüşüyor görülmektedir. Bu hata ve kavram yanılgılarının 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 vd. (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 söylenebilir. Öğrenmeye hazırlık, öğrenenin bilişsel işleyişinin gelişmişlik düzeyini ifade etmektedir (Driscoll, 2017). Öğrencilerin “hazır” olmayabileceği sonucuna varılabilir, yani gerekli önkoşul bilişsel yapılar sahip olmayabilirler. Piaget’in düşüncesinin 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 somutlaştırılmaması 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 anlaşılmasının 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 vd. (2021) yaptıkları çalışmada, 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.

Öneriler

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. 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 sembollerinin 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 belirtmesi ve cebirde öğretimin öğrencileri sembolleştirme becerisini kullanmaya yönlerecek şekilde yapılması gerekir. 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 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.

Kaynakça

- Akkan, Y., Baki, A. ve 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. ve Güven, B. (2008). Öğrencilerin cebir öğrenme alanında sahip oldukları bazı hata ve kavram yanlışları. *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.
- Baki, A. (2014). *Matematik Tarihi ve Felsefesi* (1. Baskı). Pegem Akademi.
- 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, NCTM.
- Blanton, M. L. ve Kaput, J. J. (2011). *Early Algebraization A Global Dialogue From Multiple Perspectives: Functional Thinking as a Route Into Algebra in the Elementary Grades*. Springer.
- Cai, J. ve Knuth, E. J. (2005). Introduction: The development of students' algebraic thinking in earlier grades from curricular, instructional and learning perspective. *ZDM*, 37(1).
- Creswell, J. W. (2017). *Araştırma Deseni: Nitel, Nicel ve Karma Yöntem Yaklaşımları* (S. B. Demir, Çev.). Eğiten Kitap Yayınları.
- Dede, Y. ve Argün, Z. (2003). Cebir öğrencilere niçin zor gelmektedir?. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 180-185.
- Dede, Y., Yalın, H. İ. ve Argün, Z. (2002). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin değişken kavramının öğrenimindeki hataları ve kavram yanlışları. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18.
- Driscoll, M. P. (2017). *Öğretim Süreçleri ve Öğrenme Psikolojisi* (Ö. F. Tutkun, S. Okay ve E. Şahin, Çev.). Anı Yayıncılık.
- Gander, M. J. ve Gardiner, H. W. (2007). *Çocuk ve Ergen Gelişimi* (A. Dönmez, N. Çelen ve B. Onur, Çev.). İmge Kitabevi.

- Gürbüz, R. ve Akkan, Y. (2008). Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin aritmetikten cebire geçiş düzeylerinin karşılaştırılması: Denklem örneği. *Eğitim ve Bilim*, 33(148), 64-76.
- Johnson, B. ve Christensen, L. (2014). *Eğitim Araştırmaları: Nicel, Nitel Ve Karma Yaklaşımlar* (S. B. Demir, Çev.). Eğiten Kitap Yayınları.
- MacGregor, M. ve Stacey, K. (1997a). Ideas about symbolism that students bring to algebra. *The Mathematics Teacher*, 308-312.
- MacGregor, M. ve Stacey, K. (1997b). Students' understanding of algebraic notation: 11-15. *Educational Studies in Mathematics*, 33: 1-19.
- Mason, J., Graham, A., Pimm, D. ve Gowar, N. (1985). *Routes to/ roots of algebra*. UK: Open University Press, Milton Keynes.
- Mason, J. (1996). Expressing generality and roots of algebra. N. Bednarz, C. Kieran ve L. Lee (Eds.), *Approaches to Algebra – Perspectives for Research and Teaching* içinde (ss. 65-86). Kluwer Academic Publishers.
- Mazur, J. (2014). *Matematik Sembollerinin Kısa Tarihi* (B. Gönülşen, Çev.). İş Bankası Kültür Yayınları.
- Moustakas, C. E. (1994). *Phenomenological research methods*. Thousand Oaks California: Sage Publications.
- Obay, M., Demir, E. ve Pesen, C. (2021). Matematik öğretmenlerinin görüşleri çerçevesinde lise geçiş sınavının (LGS) hazırlık sürecindeki güçlükler ve eğitime yansımaları. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(1), 221-243.
- 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* içinde (ss. 3-25). Springer.
- 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* (A. T. Akcan ve S. N. Şad, Çev.). Pegem A Akademi.
- Sasman, M. L. L. ve Olivier, A. (1997). Reconceptualising school algebra, *Algebra Rationale*. <http://academic.sun.ac.za/mathed/malati/Rational.pdf> (Erişim Tarihi: 07.09.2021).
- Sawyer, W. W. (1964). *Vision In Elementary Mathematics*. Harmondsworth: Penguin Books Ltd.
- Soylu, Y. (2006). Öğrencilerin değişken kavramına vermiş oldukları anlamlar ve yapılan hatalar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 211-219.
- Stallings, L. (2000). A brief history of algebraic notation. *School Science and Mathematics*, 100 (5), 230-235.
- Stewart, I. (2016). *Matematiğin Kısa Tarihi* (S. Sevinç, Çev.). ALFA Basım Yayım Dağıtım San. ve Tic. Ltd. Şti.
- Şahin, Ö. ve Soylu, Y. (2011). Mistakes and misconceptions of elementary school students about the concept of ' variable. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 3322-3327.
- 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, Mexico.
- Van de Walle, J., Karp, K. ve Bay-Williams, J. (2021). *İlkokul ve Ortaokul Matematiği: Gelişimsel Yaklaşımla Öğretim* (S. Durmuş, Çev.). Nobel Akademik.

Yıldızhan, B. ve Şengül, S. (2017). 6. sınıf öğrencilerinin harflerin anlamına yönelik kavram yanılgılarının 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.

Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sunmuşlardır.

Çatışma Beyanı

Makalenin yazarları, bu çalışma ile ilgili taraf olabilecek herhangi bir kişi ya da finansal ilişkileri bulunmadığını dolayısıyla herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

Destek ve teşekkür

Çalışmada herhangi bir kurum ya da kuruluştan destek alınmamıştır.