



Ortaokul Öğrencilerinin Cebir Öğrenme Alanına Bakışları

Middle School Students' Perspectives on Algebra Learning Area

Aziz İLHAN ^{ID}, Doç. Dr., İnönü Üniversitesi, aziz.ilhan@inonu.edu.tr

Serdal POÇAN ^{ID}, Dr.Öğretim Üyesi, Bingöl Üniversitesi, spocan@bingol.edu.tr

Tayfun TUTAK ^{ID}, Doç. Dr., Fırat Üniversitesi, tayfuntutak@hotmail.com

Hafize Gamze KIRMIZIGÜL ^{ID}, MEB, hgamze232344@gmail.com

İlhan, A., Poçan, S., Tutak, T. ve Kırmızıgül, H.G. (2022). Ortaokul öğrencilerinin cebir öğrenme alanına bakışları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13(2), 1123-1143.

Geliş tarihi: 09.02.2022

Kabul tarihi: 03.12.2022

Yayımlanma tarihi: 28.12.2022

Öz. Aritmetikten cebire geçişte öğrencilerin sorun yaşadıkları bilinmektedir. İçeriğindeki soyut kavramlar, cebirin öğrenciler tarafından zor bir konu olarak görülmesine sebep olmaktadır. Bu bağlamda ortaokul öğrencilerinin gözünden cebir konusunun incelenmesi önemli görülmektedir. Bu çalışmanın amacı ortaokul öğrencilerinin cebir öğrenme alanına ilişkin metaforlarını ve görüşlerini incelemektir. Çalışma nitel türdedir. Araştırmanın katılımcılarını Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan bir ildeki ortaokullar içerisinde uygun örnekleme yöntemiyle seçilmiş bir ortaokulda öğrenim gören 132 (88 kız, 44 erkek) 8. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilmiş cebirsel ifadeler ve denklem konularına yönelik anket formu kullanılmıştır. Çalışma verileri içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışmada cebir öğrenme alanı cebirsel ifadeler ve denklemler teması altında incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin cebir öğrenme alanına yönelik oluşturmuş oldukları metaforların, çoğunlukla terazi, harfler topluluğu, apartman, teknolojik cihaz ve tahterevalli başlıkları altında toplandığı görülmektedir. Ayrıca çalışmada öğrencilerin cebir öğrenme alanına yönelik algıları, farkındalıkları ve hissettikleri tablolar ve doğrudan alıntılar ile okuyucuya aktarılmıştır. Araştırma bulguları çerçevesinde bu alanda çalışacak araştırmacılara cebirsel ifadeler ve denklem konularıyla ilgili çağrışım ve farkındalıkların artırılabilceği etkinliklerin geliştirilmesi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cebirsel ifadeler, Denklemler, Cebir öğrenme alanı, Ortaokul öğrencileri.

Abstract. It is known that students have problems in the transition from arithmetic to algebra. The abstract concepts in its content cause algebra to be seen as a difficult subject by students. In this context, it is important to examine algebra from the perspective of middle school students. The aim of this study is to examine middle school students' metaphors and views on algebra. The study is qualitative in nature. The participants of the study consisted of 132 (88 female, 44 male) 8th grade students studying in a middle school selected by convenience sampling method among the middle schools in a province located in the Eastern Anatolia Region of Turkey. A questionnaire form on algebraic expressions and equations developed by the researchers was used as a data collection tool in the study. The study data were analyzed by content analysis method. In the study, algebra learning domain was analyzed under the theme of algebraic expressions and equations. According to the results of the study, it is seen that the metaphors created by the students for algebra learning domain are mostly gathered under the titles of scales, community of letters, apartment, technological device and seesaw. In addition, in the study, students' perceptions, awareness and feelings towards algebra learning domain were conveyed to the reader with tables and direct quotations. Within the framework of the findings

of the study, it is suggested that researchers who will work in this field develop activities that can increase associations and awareness about algebraic expressions and equations.

Keywords: Algebraic expressions, Equations, Algebra learning area, Middle school students.

Extended Abstract

Introduction. Studies on algebra, which is one of the learning areas of mathematics and has a close relationship with other learning areas, are increasing day by day. Algebra is an area where quantities are represented by letters, but it is also an area of learning that allows calculations to be made with symbols (Kieran, 1992). It can be said that the concept underlying algebra teaching and learning in the field of algebra learning is the algebraic expression. Algebraic expressions are expressed as the first transition to algebra as a generalized form of arithmetic (Knuth et al., 2005; Samo, 2009). Equation and operation, two of the basic concepts of algebra, are closely related to algebraic expressions. Equation is defined as the concept that occurs when two algebraic expressions are equalized (Egodawatte, 2011). Acquisitions related to the 8th grade algebra learning area are taught with the topic of algebraic expressions starting from the sixth grade. In the context of the algebra learning domain, the subject of equations is started to be taught from the seventh grade, and it is considered important that students in the eighth grade have a certain level of readiness for both algebraic expressions and equations and are successful in learning the subject through various associations. The purpose of this study is to examine middle school students' perceptions, awareness, metaphors and perspectives on algebraic expressions and equations. In line with this general purpose, the following sub-problems were investigated:

1. What are middle school students' metaphors about algebra learning domain?
2. Under which categories and themes are middle school students' metaphors about algebra learning domain grouped in terms of similar characteristics?
3. What are middle school students' perspectives on algebra learning domain?

Method. This study, which aims to determine middle school students' perceptions, awareness, metaphors and perspectives on algebraic expressions and equations, was designed according to the qualitative method. Since it is important to obtain the views of the students in the school where the application is carried out in detail and to discover their suggestions on the subject (Creswell, 2003), qualitative research design was preferred in the study. The study has a phenomenological design, which is one of the qualitative research methods. This design is preferred to focus on phenomena that we are aware of but do not have deep and detailed information. The main data collection tool preferred and used in phenomenological research is interview forms (Yıldırım & Şimşek, 2016). In the study, a questionnaire form developed by the researchers on algebraic expressions and equation issues was used as a data collection tool. The participants of the study consisted of 132 (88 female, 44 male) 8th grade students studying in a middle school selected by convenience sampling method among middle schools in a province located in the eastern Anatolia region of Turkey.

Results. In the study, middle school students were asked to define and sample algebraic expression in order to determine their perceptions about the concept of algebraic expression. Two categories were formed under the algebraic expression theme: content and application. When the codes related to these categories were analyzed, students used constants or numbers together with letters, unknowns and variables. In their definitions, students also mentioned multiples, four operations, equality and measurement concepts. In order to determine the perceptions of middle school students with the concept of equation, they were asked to define and sample the equation. Two categories were formed under the equation theme: content and application. When the codes related to these categories were analyzed, students thought that equations contain only one unknown and defined equations as a concept consisting of verbal expressions. Students also expressed equation as equality and stated that it contains more than one variable and parenthesis operation. In order to determine the difference between middle school students' knowledge of algebraic expression and equation concepts, the differences of these concepts were asked. Two categories were formed under

the difference theme: algebraic expression and equation. When the codes related to these categories were analyzed, students expressed algebraic expression as a concept that contains only one unknown or has a single solution, while they see it as a concept that has no solution and think of it as a concept formed by verbal expressions. While the students found the equation as an algebraic expression containing equality, they stated that it contains more than one variable and has a solution. In addition, students stated that equation includes parenthesis operation unlike algebraic expressions. In order to determine middle school students' metaphors about the concept of algebraic expression, they were asked which object they likened algebraic expressions to and why. Under the association theme, two categories were formed as inanimate and living beings. When the codes related to these categories were analyzed, it was found that students likened algebraic expressions to technological devices, cabinets or boxes, alphabet/collection of letters, scales, books or safe, building/apartment, brain teasers, space/world, geometric shapes, vegetables, fruits and eraser as objects. Students likened algebraic expressions to people/scientists and animals. In order to determine middle school students' perspectives on the concept of algebraic expression, they were asked about their feelings. Two categories, positive and negative, were formed under the algebraic expression emotion theme. When the codes related to these categories were analyzed, it was determined that students with positive feelings towards algebraic expressions had feelings of happiness and peace, as well as interest and curiosity. On the other hand, it was concluded that students with negative emotions had fear, excitement, stress, indecision and prejudice.

Discussion and Conclusion. As in concepts related to mathematics, students' prior knowledge is important in making sense of letter symbols (Çelik & Güneş, 2013). In addition, although there is no definite definition of the concept of variable, it can be said that all of these definitions are correct depending on which of the definitions can be understood by the students the most and which one is the most useful (Dede, 2005). It is stated that most of the structures that make up the concepts have algebraic thinking and algebraic symbolization aspects, and students should definitely acquire these two skills that complement algebraic understanding (Gülpek, 2006). The better the concept of variable is taught, the easier this concept, which is difficult for students, can be understood and the success of students in subjects related to the concept of variable can increase at a certain level (Soylu, 2006). In expressing the generalizations in algebra, it is important to comprehend equality well and to use the equal sign correctly. Because the equality expression expresses the relationship between different parts of the equation (Falkner et al., 1999; Sert Çelik & Masal 2018). In addition, the correct perception of the equal sign indicates an important basis for the algebra courses that students will take later (Yaman et al., 2003). It was determined that students who developed negative emotions towards equations were fearful, excited, stressed, boring, hesitant or confused. The reasons for these results may be the emotions they have developed about equations in the courses they have taken, the methods and techniques used, and their relationships with teachers. There are many factors in the formation of students' attitudes towards mathematics. These include student-teacher relationships, peer relationships, expectation of academic success (Akey, 2006), learning environment (Binti Maat & Zakaria, 2010), feeling supported by teachers (Rawnsley & Fisher, 1998) and intrinsic motivation (Wigfield, 1997).

Giriş

Matematiğin öğrenme alanlarından biri olan ve diğer öğrenme alanları ile yakın ilişkisi olan cebir üzerine çalışmalar her geçen gün artmaktadır. Cebir, harflerle niceliklerin temsil edildiği bir alan olmakla beraber sembollerle hesaplamalar yapılmasına da imkân sağlayan bir öğrenme alanıdır (Kieran, 1992). Dolayısıyla cebir ülkemizde matematik öğretim programlarında yer alan beş temel öğrenme alanından biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018a). Ancak genel yapısı ve içeriği itibarıyla öğrencilerin zorlandığı bir öğrenme alanı olarak ele alınmaktadır. Cebir, öğrenciler tarafından soyut olarak algılanmakla birlikte öğrenmeler de bu öğrenme alanında hata ve güçlükler yaşanmaktadır (Carragher vd., 2006; Geller & Chart, 2011). Cebirsel ifade kavramının öğrenciler tarafından doğru anlaşılmasında öncelikle tanımının bilinmesi önemli görülmektedir (Long & DeTemple, 2003). Cebirsel ifade en genel anlamda değişken içeren ifadeler olarak tanımlanmıştır (Chalouh & Herscovics, 1988). Cebirsel ifade kavramı MEB ortaokul matematik ders kitabında ise, en az bir bilinmeyen ve işlem içeren ifade şeklinde yer almaktadır (Güven, 2018). Cebirsel ifadelerde bilinmeyenler harflerle veya sembollerle gösterilmekte ve bu harfler veya semboller değişken olarak adlandırılmaktadır (MEB, 2018a).

Cebir öğretiminde ve cebir öğrenme alanındaki öğrenmelerin temelindeki kavramın, cebirsel ifade olduğu söylenebilir. Cebirsel ifadeler aritmetiğin genelleştirilmiş biçimi olarak cebire ilk geçiş şeklinde ifade edilmiştir (Knuth vd., 2005; Samo, 2009). Cebirsel ifadeler ilköğretim matematik öğretimi programında altıncı sınıf düzeyinde ilk olarak yer alan ve yedinci ve sekizinci sınıf düzeylerinde de bulunan, birçok kazanımı ile cebir öğretiminin temelini atıldığı ilk basamak olarak görülmektedir (MEB, 2018a). Dolayısıyla yedinci ve sekizinci sınıfta öğrenim gören öğrenciler için ön koşul bilgi ve becerilerle beraber belirli bir hazırbulunuşluğun olması gerekmektedir. Özellikle cebirsel ifadeler, öğrencilerin ileride zorlanmaması adına değişken ve eşitliğe yönelik kavramsal ve işlemsel ön bilgilerin temelini oluşturulduğu önemli bir öğrenme alanı olarak görülmektedir (Wagner, 1981). Cebirsel ifadeler öğrenme alanı özellikle sekizinci sınıf düzeyinde daha kapsamlı bir şekilde ele alınmakta ve öğretim süreciyle beraber öğrencilerin akademik anlamda başarı göstermesi beklenmektedir (MEB, 2018a).

Cebirsel ifadeler ile yakın ilişkili ve cebirin temel kavramlarından olan bir diğer önemli nokta ise denklem ve işlemlerdir. Denklem, iki cebirsel ifadenin eşitlenmesi ile meydana gelen kavram olarak tanımlanmaktadır (Egodawatte, 2011). Denklem kavramı temelde bilinmeyenlerden veya değişkenlerden oluşmakta ve bu bağlamda öğrenciler tarafından öğrenmede zorluklar yaşanan bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır (MacGregor & Stacey, 1997). Denklem bir diğer tanımı harf, değişken veya bilinmeyen kavramlarını aynı anlamda barındıran ve öğrenciler tarafından karmaşıklık yaşanan cebirin yapıtaşları şeklindedir (English & Halford, 1995). MEB ortaokul matematik ders kitabında ise denklem kavramı 'en az bir bilinmeyen içeren ve bilinmeyen aldıkları özel değerler için doğruluğu sağlanan eşitlikler' biçiminde tanımlanmaktadır (MEB, 2018a). İçerisinde bir bilinmeyen bulunan ve bu bilinmeyen kuvvetinin bir olduğu denklemler birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem olarak ele alınmaktadır (MEB, 2018b). Ortaokul 1-8. sınıflar matematik dersi öğretim programı kapsamında ise birinci dereceden denklemlere geniş bir şekilde yer verilmektedir.

Cebir öğrenme alanı bağlamında denklemler konusu yedinci sınıftan itibaren öğrencilere öğretilmeye başlanmakta ve bu sınıf düzeyinde bir bilinmeyenli denklemler ile sınırlı tutulmaktadır. Ayrıca yedinci sınıf denklemler kazanımları kapsamında bir bilinmeyenli denklemleri tanıma, gerçek hayat durumlarına uygun bir bilinmeyenli denklemleri kurma ve çözme kazanımları yer almaktadır. Ortaokul sekizinci sınıf düzeyinde ise hem cebirsel ifadeler hem de denklemler ile ilgili altıncı ve yedinci sınıf bilgilerini kapsayan cebirsel ifadeler ve denklemler konuları ayrıntılı olarak önceki sınıflara göre genişletilmiş biçimde yer almaktadır (MEB, 2018a). Bu bağlamda cebir öğrenme alanının temelde cebirsel ifade ile değişken ve eşitlik ya da denklem gibi kavramlardan meydana geldiği ifade

edilmektedir (Knuth vd., 2005). Nitekim cebirsel ifadeler ile aynı şekilde denklemler ve denklem çözümleri öğrencilere zor gelmekte ve öğrenciler bu alanlarda birtakım güçlükler yaşamaktadır (MacGregor & Stacey, 1997).

Matematikte cebir öğrenme alanının zor gelmesi nedeniyle özellikle pek çok konunun öğretiminde öğrencilerin belli bir hazırbulunuşluğa sahip olması gerekmektedir (Altun, 2005). Dolayısıyla matematik öğrenme alanında hazırbulunuşluk önemli görülen bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Harman ve Çelikler (2012) tarafından hazırbulunuşluk, bireyin sinir sisteminin öğrenmeye hazır durumda olması, öğrenmenin gerçekleşebilmesi için gereken ön koşul bilgi, beceri ve tutumlara sahip olması ve belli bir görevi yapabilmek için bilişsel, duyuşsal, sosyal ve devinişsel yönlerden hazır duruma gelmesi olarak tanımlanmıştır. Bu doğrultuda ortaokul matematik derslerinde üç farklı sınıf düzeyinde ele alınan cebirsel ifade ve denklem konularında özellikle sekizinci sınıf düzeyinde bir öğrencinin belli bir hazırbulunuşlukta olması beklenmektedir. Öğrencilerin cebirsel ifade ve denklem konusunda sekizinci sınıf düzeyinde zorluk yaşamamaları adına eksik ve yanlış bilgilere sahip olmamaları önemli görülmektedir (Dickerson & Pitman, 2012). Özellikle yedinci sınıf düzeyinde cebirsel ifadeler ile eşitlik ve denklem konusu kazanımlarının edinilmiş olması 8. sınıf düzeyinde denklem çözümlerinin sağlıklı bir şekilde yapılması bakımından hazırbulunuşluğun önemli bir boyutu olarak ele alınmaktadır (Alibali vd., 2007; Knuth vd., 2005).

Hazırbulunuşluk durumu geçmiş bilgilerden yola çıkarak oluşmakta, dolayısıyla bu kavramın oluşumunda çağrışımlar (metaforlar) devreye girmektedir. Çağrışım kavramı, iki olgu arasında zihinsel olarak bir bağlantı kurmak şeklinde ifade edilmektedir ve çağrışımında üç temel kural bulunmaktadır. Bu kurallar yakınlık, benzerlik ve karşıtlık şeklindedir. Çağrışım ifadesinde bir konuyla ilgili bir sözcük, kavram ya da obje yazılmaktadır ve çağrıştırdığı nesne, sözcük veya kavram grupları irdelenmektedir (Öztürk, 2004). Çağrışımında öğrencilerin bir kavrama ya da olguya yönelik yaptığı benzetmeler ele alınmaktadır (Forcenville, 2002). Ayrıca çağrışım; öğrencilerin geçmişteki yaşanmışlıklarını ve mevcut fikirlerini, geleceğe dönük bakış açılarını ifade eden bir kavram olarakta ifade edilmektedir (Levine, 2005). Öğrenmenin bilişsel ve duyuşsal boyutlarını birleştiren ve bağ kuran, duygu ve düşünceyi buluşturan bir kavram olarak da çağrışım önemli görülmektedir (Duit, 1991).

Alanyazında cebir öğrenme alanıyla yapılan çalışmalarda; büyük çoğunlukla öğrencilere ait kavram yanlışlarının ve hataların araştırıldığı görülmektedir (Akkaya & Durmuş, 2010; Çavuş Erdem & Gürbüz, 2017; Dede & Argün, 2003; Egodawatte, 2011; English & Halford, 1995; Kieran, 1992; Knuth vd., 2005; MacGregor & Stacey, 1993; Perso, 1992; Sert Çelik & Masal, 2018; Soylu, 2008; Ryan & Williams, 2007). Öğrencilerin cebirsel ifade ve denklem gibi cebirin temel kavramlarını doğru bir şekilde anlayıp öğrenmesi cebirsel işlem yapma açısından önem taşımaktadır (Akkaya & Durmuş, 2006). Nitekim ortaokul düzeyinde farklı sınıf seviyelerinde yer alan cebir konularında yapılan çalışmalar öğrencilerin cebiri anlamada zorlandıklarını, cebire karşı önyargılı olduklarını ve başarılarının düşük olduğunu göstermektedir (Kieran, 1992; Stacey & MacGregor, 1997; Dede, 2004; Norton & Irvin, 2007; Erbaş vd., 2010). Özellikle son dönemlerde cebirsel düşünme düzeyi ön plana çıkmış ve bu kavram çerçevesinde cebirsel düşünme düzeylerinin araştırıldığı pek çok çalışma alanyazına dahil olmuştur (Bağdat & Anapa Saban, 2014; Blanton vd., 2015; Geller & Chard, 2011; Kaya, 2017; Usta & Gökkurt Özdemir, 2018; Warren, 2005). Cebir öğrenme alanında kavram yanlışlarıyla beraber kavram imajları da araştırılmış, öğrenciler tarafından yaşanan zorluklar ele alınmıştır. Sitrava (2017) ortaokul matematik öğretmen adaylarının cebirsel ifade ve denklem kavramlarına yönelik kavram imajlarını araştırmış ve öğrencilerin büyük çoğunluğunun bu kavramların tanımlarına yönelik eksik ve hatalı bilgilerinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Çavuş Erdem ve Gürbüz (2017) ile Sert Çelik ve Masal (2018) tarafından denklem konusunun ele alındığı ve yedinci sınıf düzeyinde gerçekleştirilen çalışmalarda; öğrencilerin konuyu öğrenmede zorlandıkları, kavramsal ve işlemsel bilgilerinin yeterli düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Egodawatte (2011) öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği araştırmada öğretmen adaylarının cebirsel ifade ile denklem ve eşitlik kavramları

arasında bağ kurduklarını vurgulamıştır. Denklem ve eşitlik arasında bağ kurmanın denklem çözümlenmede önemli olduğu birçok çalışmada vurgulanmıştır (Alibali vd., 2007; Kieran, 1992; Knuth vd., 2005). Cebir öğrenme alanıyla beraber denklem konusunda hazırbulunuşluk ve çağrışım kavramları da araştırılan önemli bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır. Yenilmez ve Kakmacı (2008) ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki hazırbulunuşluk düzeylerini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerinin düşük olduğu sonucuna ulaşımlardır. Matematik dersi kapsamında çağrışım konusuna yönelik yapılan nitel çalışmalarda çağrışım kavramının; metafor (Horzum & Yıldırım, 2016), kavram imajı (Sitrava, 2017), düşünce oluşumu (Aktaş, 2016) şeklinde ele alındığı görülmüştür. Ayhan ve Sinecen (2019) çalışmasında, matematik öğretmen adaylarının matematik kavramıyla ilgili çağrışımını metafor analizi sonucunda belirlemleridir. İlgili alanyazın incelemesi doğrultusunda; ortaokul sekizinci sınıf düzeyinde cebirsel ifadeler ve denklem konularında öğrencilere ait hazırbulunuşluk durumlarını ve bu konuların öğrencilerde meydana getirdiği çağrışımın (metaforların) neler olduğunu tespit etmeye yönelik herhangi bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Ortaokul sekizinci sınıf cebir öğrenme alanı ile ilgili kazanımlar altıncı sınıftan itibaren cebirsel ifadeler konu başlığıyla öğretilmektedir. Cebir öğrenme alanı bağlamında denklemler konusu ise yedinci sınıftan itibaren öğretilmeye başlatılmakta, sekizinci sınıfa gelen öğrencilerin hem cebirsel ifadeler hem de denklemler konularına ilişkin belirli bir hazırbulunuşluk seviyesinde olmaları ve çeşitli çağrışım (metaforlar) yoluyla konuyu öğrenmede başarılı olmaları önemli görülmektedir. Nitekim bireylerin yaşamış olduğu deneyimler çağrışımını (metaforlarını) etkileyebilmektedir. Bu bağlamda ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeler ve denklemler konularına yönelik algılarının, farkındalıklarının, çağrışım (metaforlarının) ve konuya ilişkin duygularının incelenmesi ihtiyaç duyulan bir alan olarak düşünölmüş ve araştırılmıştır.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı ortaokul öğrencilerinin cebirsel ifadeler ve denklem konularına yönelik algılarını, farkındalıklarını, metaforlarını ve bakış açılarını incelemektir. Bu genel amaç doğrultusunda şu alt problemler araştırılmıştır:

1. Ortaokul öğrencilerinin cebir öğrenme alanına ilişkin metaforları nelerdir?
2. Ortaokul öğrencilerinin cebir öğrenme alanına ilişkin oluşturulan metaforlar, benzer özellikler bakımından hangi kategoriler ve temalar altında toplanmaktadır?
3. Ortaokul öğrencilerinin cebir öğrenme alanına yönelik bakış açıları nasıldır?

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Ortaokul öğrencilerinin cebirsel ifadeler ve denklem konularına yönelik algılarını, farkındalıklarını, metaforlarını ve bakış açılarını tespit etmeyi amaçlayan bu çalışma, nitel yönetime göre tasarlanmıştır. Uygulamanın yapıldığı okuldaki öğrencilerin görüşlerini detaylı bir şekilde elde etmek ve konuyla ilgili önerilerini keşfetmek (Creswell, 2003) önemli olduğu için çalışmada nitel araştırma deseni tercih edilmiştir. Çalışma nitel araştırma yöntemlerinden olgubilim desenindedir. Bu desen farkında olunan fakat derin ve ayrıntılı bilgiye sahip olmadığımız olgulara odaklanmak amacıyla tercih edilmektedir. Olgubilim araştırmalarında başlıca tercih edilen ve kullanılan veri toplama aracı görüşme formlarıdır (Yıldırım & Şimşek, 2016). Dolayısıyla araştırmada bu desen tercih edilmiş ve görüşme formuyla veriler toplanmıştır.

Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını Türkiye'nin doğu Anadolu bölgesinde bulunan bir ildeki ortaokullar içerisinde uygun örnekleme yöntemiyle seçilmiş bir ortaokulda öğrenim gören 132 (88 kız, 44 erkek) ortaokul 8. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmada örneklem seçilirken zamanlama ve var olan işgücü imkânlarının kısıtlılığı sebepleriyle uygun örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Uygun örnekleme yöntemi zaman, para veya işgücü gibi koşulların kısıtlı olduğu durumlarda tercih edilen bir örnekleme türüdür (Büyüköztürk, 2015).

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak yazarlar tarafından geliştirilmiş cebirsel ifadeler ve denklem konularına yönelik anket formu kullanılmıştır. İlgili form oluşturulurken öncelikle 11 sorudan oluşan taslak form hazırlanmıştır. Hazırlanan formdaki soruların anlaşılabilirliği ve araştırmanın hedefine uygun olma durumunu tespit etmek amacıyla form matematik eğitimi alanında üç, Türkçe eğitimi alanında iki uzman akademisyenin incelemesine sunulmuş ve uzmanların görüşleri değerlendirildikten sonra araştırma örneklemini dışından seçkisiz bir şekilde seçilen bir okulda öğrenim gören 15 öğrenciye uygulanmıştır. Uzman dönütleri ve pilot uygulama sonrasında dil ve anlama yönelik küçük teknik düzeltmeler yapılmıştır. Pilot uygulama neticesinde anket formunun güvenilirliği desteklenirken amaca dönük örneklemin seçimi ile çalışmanın genellenebilirliği gerçekleştirilmiştir (Silverman, 2000; 2005).

Veri Analizi

Çalışma verileri içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. İçerik analizi yöntemi kuram anlamında belirli olmayan konuların temalar veya alt temalar meydana getirilerek değerlendirilmesinde kullanılabilir (Yıldırım & Şimşek, 2016). Çalışmanın içerik analizi uygulamasında: "1. Adlandırma ve Eleme Aşaması, 2. Tasnif Etme Aşaması, 3. Kategori ve Tema Geliştirme Aşaması, 4. Geçerlik ve Güvenirliği Sağlama Aşaması, 5. Nicel Veri Analizi için Verilerin Düzenlenmesi" şeklinde beş basamaklı değerlendirme durumu (Creswell, 2017; Saban, 2008) tercih edilmiştir. Bulunan metaforların okuyucuya sunulmasında, yazılı cevapların görsel hale getirilmesi yoluyla anlaşılabilirlikle birlikte erişilebilirliği arttırmak amacıyla "Kelime Bulutları" kullanılmıştır. Görsel hale getirmede kullanılan kelimelerin boyutu, kelimelerin metindeki frekansları ile orantılı bir şekilde verilmiştir. Bir diğer ifadeyle tekrar etme sıklığı yüksek olan metaforun, kelime bulutundaki boyutu da orantılı bir şekilde büyütülerek sunulmuştur (Bletzer, 2015).

Geçerlik ve güvenirlilik analizi

Yıldırım ve Şimşek (2016), nitel araştırmalarda geçerliliğin önemli görülen ölçütler arasında yer bulması sebebiyle araştırma örnekleminde elde edilen bulgular bir şekilde raporlaştırılmış, elde edilen bulgulara ne şekilde ulaşıldığı detaylı bir şekilde ifade edilmiş ve katılımcıların onayı ile uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında oluşturulan raporlar uzman görüşüne başvurabilmek amacıyla matematik eğitimi alanında metafor çalışmaları yapmış bir akademisyene uzman görüşü almak üzere gönderilmiştir. Bu uzmandan, oluşturduğu kategoriler ve temaların altında belirginleşen metaforları herhangi biri dışta kalmayacak şekilde kategori ve temalara yerleştirmesi istenmiştir. Bununla birlikte, kategorilerin ve temaların altında ortaya çıkan metaforların, ilgili kategorileri veya temaları temsil edip etmemeye durumunu tasdiklemek gayesiyle uzmandan birtakım geribildirimler alınmıştır. Sonrasında uzman akademisyen tarafından meydana getirilen sınıflandırmalarla araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen sınıflandırmalar karşılaştırılmıştır. Oluşturulan bu karşılaştırılma işlemiyle görüş birliği ve görüş ayrılığı sayıları tespit edilmiş ve çalışmanın güvenirliliğinin sağlanması hedeflenmiştir. Bu tür nitel çalışmalarda, uzman görüşüyle

araştırmacıların değerlendirmeleri arasında bulunan uyumun %90 ve üzerinde olması istenilen düzeyde bir güvenilirlik olarak ifade edilmektedir (Saban, 2008). Çalışmanın güvenilirliği; Miles ve Huberman'ın (1994) formülü; $[Güvenirlık=Görüş Birliği(GB)/(Görüş birliği(GB)+ Görüş ayrılığı(GA)*100]$ kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışma için güvenilirlik %91 olarak hesaplanmış ve uygunluğu sağlanmış. Çalışmada son olarak, verilerin frekansları (f) belirlenmiştir. Çalışmayı yürüten yazarlar birlikte uyuşmanın sağlanamadığı noktalar için tartışmış ve uzlaşma doğrultusunda yeniden kodlamalar yapılarak bulgular oluşturulmuştur. Bu doğrultuda öğrenci görüşlerine ilişkin temalar, kategoriler ve kodlar elde edilmiş, elde edilen bulgulara ilişkin frekans ve yüzdeler tablolaştırılarak okuyucuya sunulmuştur. Ayrıca temalara ilişkin seçici cevaplar betimlenerek tablolar desteklenmiştir.

Araştırmanın Etik Konuları

Bütün katılımcılara araştırmayla ilgili bilgilendirilmeler yapılmış ve araştırmanın verileri gönüllü katılım ilkesi doğrultusunda katılımcılardan alınmıştır. Araştırmada, Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiđi Yönergesinde ifade edilen bütün kurallara uyularak hareket edilmiştir.

Bulgular

Bu bölümde araştırmacıların oluşturduğu form ile elde edilen verilerin analizleri sonucunda meydana gelen bulgulara yer verilmiştir. Bu doğrultuda oluşturulan bulgular, araştırmanın soruları göz önünde bulundurularak meydana getirilen alt başlıklar yardımıyla ifade edilmiştir.

1. Öğrenciler tarafından oluşturulan metaforlar

Ortaokul öğrencilerinin cebir öğrenme alanına yönelik ifade etmiş oldukları metaforlar, kelime bulutu yardımıyla aşağıda verilen Şekil 1'de belirtilmiştir.



Şekil 1. Ortaokul öğrencilerinin cebir öğrenme alanına yönelik ürettikleri metaforlar

Şekil 1’ de öğrenciler tarafından “cebir öğrenme alanına” kavramına ilişkin toplam 16 farklı metafor üretildiği görülmektedir. Cebir öğrenme alanına yönelik en fazla üretilen metaforlar terazi (f=31), harfler topluluğu (f = 30), apartman (f = 19), teknolojik cihaz (f = 16), tahterevalli (f=16), kitap (f=16), kutu (f = 15), bilim insanları (f = 14), hayvanlar (f = 12), zekâ oyunları (f = 11), uzay (f = 11), kasa (f = 8), ayna (f=8), bitki (f=8), geometrik şekil (f = 6) ve silgi (f = 5) şeklinde olmuştur.

2. Oluşturulan temalar ve kavramsal kategoriler

Bu bölümde, öğrencilerin cebir öğrenme alanına ilişkin oluşturdukları metaforlara ait oluşturulan temalar ve kavramsal kategoriler sunulmaktadır.

Tablo 1.
Cebirsel İfadeler Konusuna Yönelik Metaforlar

Tema	Kategori	Kod	Frekans	%	
Cebirsel İfadelere İlişkin Metafor	Cansız varlık	Alfabe/Harfler Topluluğu	18	60,2	
		Teknolojik Cihazlar	16		
		Dolaplar/Kutular	15		
		Terazi	10		
		Kitap	9		
		Kasa	8		
		Bina/Apartman	7		
		Oyunlar/Zeka Oyunları	7		
		Uzay/Dünya	7		
		Geometrik Şekiller	6		
		Bitkiler	6		
		Silgi	5		
		Canlı varlık	İnsanlar/Bilim İnsanları		14
			Hayvanlar		8
Denklemlere İlişkin Metafor	Cansız varlık	Terazi/Adalet	21	39,8	
		Tahterevalli	16		
		Bina/Apartman	12		
		Harfler	12		
		Ayna	8		
		Kitap	7		
		Oyunlar/Zeka Oyunları	4		
		Uzay/Dünya	4		
		Canlı varlık	Hayvanlar		4
			Bitkiler		2

Cebir öğrenme alanına yönelik cebirsel ifadelerle ilişkin metafor ve denklemlere ilişkin metafor temaları elde edilmiştir. Tablo 1’ de “cebirsel ifadelerle yönelik metafor” teması altında nesnelere ve canlılar şeklinde 2 kategori oluştuğu görülmektedir. Cebirsel ifadeleri cansız nesnelere benzeten öğrenciler; harfler topluluğu (f=18), teknolojik cihazlara (f=16) ve dolaplara ya da kutulara (f=15), teraziye (10), kitap (f=9), kasaya (f=8), bina/apartmana (f=7), zeka oyunlarına (f=7),

uzay/dünyaya (f=7), geometrik şekillere (f=6), bitkilere (f=6) ve silgiye (f=5) benzetmiştir. Öğrencileri cebirsel ifadeleri canlı olarak ise insanlar/bilim insanları (f=14) ve hayvanlara (f=8) benzetmişlerdir. Bu konuda K19, K56, K61, K95 ve K106 şu ifadelerde bulunmuştur:

K19: *“Cebirsel ifade denilince aklıma Harezmi gelir çünkü cebirsel ifadeyi o buldu ve 0 rakamını da o buldu”*

K56: *“Bir nesneye benzetecek olursam tablet telefon gibi teknolojiler gelir. Çünkü onlarda da bilinmeyenler vardır”*

K61: *“Cebirsel ifade denilince aklıma x, y, z gibi harfler geliyor ve cebiri beşgene benzetiyorum”*

K95: *“Cebirsel ifade de x bir hayvandır bizde avcıyız. Onu bulmaya çalışıyoruz”*

K106: *“Teraziye benzetirim. Ama içinde bilinmeyen olmalı”*

Tablo 1’de “Denklem kavrama ilişkin metafor” teması altında nesnelere ve canlılar olmayan şekilde 2 kategori oluştuğu görülmektedir. Denklemi cansız varlıklara benzeten öğrencilerin terazi ya da adalete (f=21), tahterevalliyeye (f=16), binalara ya da apartmanlara (f=12), harflere (f=12), ayna (f=8), kitap (f=7), oyunlara, zeka oyunlarına (f=4), uzaya / dünyaya (f=4) ve benzetmektedir. Denklemleri canlı olarak gören öğrencilerin hayvanlara (f=4) ve bitkilere (f=2) benzetmişlerdir. Bu konuda K21, K34, K47, K69, K94 ve K96 şu ifadelerde bulunmuştur:

K21: *“Denklemi dünyaya benzetiyorum. Çünkü içerisinde farklı ülkeler ve kıtalar var”*

K34: *“İkiz olan insanlar geliyor aklıma. Aynı zamanda denklemi teraziye benzetiyorum çünkü teraziye aynı ağırlıkta farklı cisimler koyarsak iki tarafta eşit olabilir”*

K47: *“Zekâ küpüne benzer. Çünkü zekâ küpü de zor çözülür uğraş ister”*

K69: *“Bir nesneye benzetecek olursam bilgisayar olurdu”*

K94: *“Aynaya benzetirim. Çünkü aynada kendimizin normal görünüşümüzle aynı görürüz”*

K96: *“Ben denklemi ağacın köküne benzetiyorum. Çünkü kök uzayıp bitmiyor”*

3.Ortaokul öğrencilerinin cebir öğrenme alanına yönelik bakış açıları

Ortaokul öğrencilerinin cebir öğrenme alanına ilişkin; algıları, farkındalıkları ve hissettikleri tablolar ve doğrudan alıntılar ile sırasıyla verilmiştir.

3.1. Öğrencilerin Cebir Öğrenme Alanına Yönelik Algıları

Bu bölümde, öğrencilerin cebir öğrenme alanına ilişkin algılarına ait oluşturulan temalar ve kavramsal kategoriler sunulmaktadır.

Tablo 2.

Öğrencilerin Cebir Öğrenme Alanına Yönelik Algıları

Tema	Kategori	Kod	Frekans	%
Cebirsel İfadelere Yönelik Algı	İçerik	Harf/Bilinmeyen/Değişken	128	58.6
		Sabit/Sayı	9	
		Kat Sayılar	7	
	Uygulama	Dört İşlem	50	
		Eşitlik	6	
Denklemlere	İçerik	Ölçü(m)	4	41.4
		Yalnız Bir Bilinmeyen	12	

Yönelik Algı	Sözel İfadelerle Oluşma	8
	Eşitlik	66
Uygulama	Birden Fazla Değişken	49
	Parantez İşlemi	9

Tablo 2' de "cebirsal ifadelere yönelik algı" teması altında içerik ve uygulama şeklinde 2 kategori oluştuğu görülmektedir. Cebirsal ifadeleri tanımlayan öğrencilerin %63'ü (f=128) cebiri harf, bilinmeyen ve değişkenlerle tanımlarken, yaklaşık %5'i (f=9) cebiri tanımlamada sabitleri ve sayıları kullanmıştır. Yine öğrencilerin yaklaşık %4'ü (f=7) kat sayılardan bahsetmiştir. Bununla birlikte uygulama kategorisi altında öğrencilerin tanımlarında dört işlem (f=50, %=24,509), eşitlik (f=6, %=2,941) ve ölçü(m) (f=4, %=1,960) kavramları yer almıştır. Bu konuda K4, K17, K54, K81 ve K116 şu ifadelerde bulunmuştur:

K4: "Cebirsal ifade bir bilinmeyen ve sayı ile oluşturulan işlemlerdir. Bir bilinmeyeni bulunan ifadelerdir. Örnek $2x + 8$. veya kalemlerin sayısının 3 katının 5 eksiği"

K17: "Bir cebirsal ifade içerisinde benzer terimler toplanıp çarpılarak en sade haline getirilebilir. Parantezler önlerindeki işaret ve sayılarla çarpılarak ortadan kaldırılabilir. Cebirsal ifade üzerinde işlem yapılır. Örneğin: $(-2x+3)-(x+1)$ "

K54: "Cebirsal ifade içerisinde en az bir bilinmeyen bulunan işlemlerdir. Bazı sayıların yerini harfler alır"

K81: "En az bir bilinmeyen olan x , y ve z değişkenleri olan katsayı ve terim barındıran ifadelerdir"

K116: "İçinde en az bir bilinmeyen bulunan ve işlem içeren ifadelere cebirsal ifadeler denir"

Tablo 2' de "denklem" teması altında içerik ve uygulama şeklinde 2 kategori oluştuğu görülmektedir. Öğrencilerin %8'i (f=12) denklemin yalnız bir bilinmeyen içerdiğini düşünürken, yaklaşık %6'sı (f=8) sözel ifadelerden oluşan bir kavram olarak görmektedir. Öğrencilerin %46'sı (f=66) denklemi eşitlik olarak ifade ederken, %34'ü (f=49) birden fazla değişken, %8'i parantez işlemi olarak ifade etmiştir. Bu konuda K45, K65, K74, K101 ve K116 şu ifadelerde bulunmuştur:

K45: "Denklem, cebirsal ifadenin eşiti şeklinde yazılan daha çok bilinmeyen değeri bulmaya yönelik olan matematik işlemidir"

K65: "Denklem bir Cebir ifadesinin kurala göre parantezli işlemle açılmış halidir. Örneğin $(2x+3)^2=4x+9$ "

K74: "Cebirsal ifadelerle kurulan eşitliklere denklem denir"

K101: "Denklem iki cebirsal ifadenin birbirine eşit olmasıdır"

K116: "İçerisinde en az bir bilinmeyen bulunan eşitliklere denklem denir"

Ortaokul öğrencilerinin cebirsal ifade ve denklem kavramlarına ilişkin bilgileri arasındaki farkı belirlemek amacıyla "Cebirsal ifade ve denklem arasındaki farklar nelerdir? Örneklerle açıklayınız." şeklinde bir soru yöneltilmiştir. Bu soruya ilişkin cevaplara göre elde edilen tema, kategori, kod, frekans ve yüzde değerleri aşağıdaki gibidir.

3.2. Öğrencilerin Cebirsal İfade ve Denklem Kavramlarına İlişkin Farkındalıkları

Bu bölümde, cebirsal ifade ve denklem kavramlarına ilişkin farkındalıklarına ait oluşturulan temalar ve kavramsal kategoriler sunulmaktadır.

Tablo 3.

Öğrencilerin Cebirsel İfade ve Denklem Kavramlarına İlişkin Farkındalıkları

Tema	Kategori	Kod	Frekans	%
Cebirsel İfade ve Denklem Kavramlarına İlişkin Farkındalık	Cebirsel İfade	Yalnız Bir Bilinmeyen/Çözüm	29	19,9
		Çözümü Yok	16	11
		Sözel İfadelerle Oluşma	13	9
	Denklem	Eşitlik	46	31,5
		Birden Fazla Değişken/Çözüm	30	20,5
		Parantez İşlemi	12	8,2

Tablo 3' te "cebirsel ifade ve denklem kavramlarına ilişkin farkındalık" teması altında cebirsel ifade ve denklem şeklinde 2 kategori oluştuğu görülmektedir. Öğrencilerin yaklaşık %20'si (f=29) cebirsel ifadeyi yalnız bir bilinmeyen ihtiva eden veya tek çözümü olan bir kavram olarak ifade ederken, yaklaşık %11'i (f=16) çözümü olmayan bir kavram olarak görmekte, Yaklaşık %9'u (f=13) ise sözel ifadelerle oluşan bir kavram olarak görmektedir. Öğrencilerin yaklaşık %32'si (f=46) denklemi eşitlik içeren bir cebirsel ifade olarak bulurken, %21'i (f=30) birden fazla değişken ihtiva ettiğini ve çözümünün olduğunu ifade etmiştir. Öğrencilerin yaklaşık %8'i (f=12) denklemin cebirsel ifadelerden farklı olarak parantez işlemi içerdiğini belirtmiştir. Bu konuda K27, K36, K109, K110 ve K132 şu ifadelerde bulunmuştur:

K27: "Cebirsel ifade bilinmeyen ile yapılan sözel işlemlerdir. Denklem ise bilinmeyi bulma işlemidir.

K36: "Cebirsel ifadelerin sonuçları yok denklemlerin ise sonuçları vardır"

K109: "Cebirsel ifadede bilinmeyenlere ihtiyacımız varken denklemde iki cebirsel ifadenin eşit olma durumudur"

K110: "Cebirsel ifadede herhangi bir eşitlik yoktur ancak denklemde eşitlik vardır"

K132: "Cebirsel ifadeler bir araya gelerek denklemi oluşturur"

Ortaokul öğrencilerinin cebirsel ifade kavramıyla ilgili metaforlarını belirlemek amacıyla "Cebirsel ifade denilince zihninizde neler canlanmaktadır? Cebirsel ifadeyi bir nesneye benzetmek isteseyiz neye ve niçin benzetirdiniz? Açıklayınız." şeklinde bir soru yöneltilmiştir. Bu soruya ilişkin cevaplara göre elde edilen tema, kategori, kod, frekans ve yüzde değerleri aşağıdaki gibidir.

3.3. Öğrencilerin Cebir Öğrenme Alanına Yönelik Hissettikleri

Bu bölümde, cebir öğrenme alanına yönelik hissettiklerine ilişkin oluşturulan temalar ve kavramsal kategoriler sunulmaktadır.

Tablo 4.

Öğrencilerin Cebirsel İfade Kavramına İlişkin Hissettikleri

Tema	Kategori	Kod	Frekans	%
Cebirsel İfadeye İlişkin Bakış Açısı	Olumlu	Mutluluk/Huzur	54	36
		İlgi/Merak	9	6
	Olumsuz	Korku	52	34,7
		Heyecan	23	15,3
		Stres	5	3,3
		Kararsızlık	4	2,7

		Ön Yargı	3	2
Denkleme İlişkin Bakış Açısı	Olumlu	Mutluluk/Huzur	52	31,6
		İlgi/Merak	12	7,3
	Olumsuz	Korku	57	34,5
		Heyecan	19	11,5
		Stres	11	6,7
		Ön Yargı	9	5,5
		Sıkıcı	5	3
		Tereddüt/Kafa Karışıklığı	5	3

Tablo 4' te "Cebirsel ifadeye ilişkin bakış açısı" teması altında olumlu ve olumsuz şeklinde 2 kategori oluştuğu görülmektedir. Cebirsel ifadelere karşı olumlu duyguları olan öğrencilerin %36'sı mutluluk ve huzur (f=54) duygusuna sahipken %6'sı ilgi ve merak (f=9) duygusuna sahiptir. Olumsuz duygulara sahip öğrencilerin %35'i korku (f=52), %15'i heyecan (f=23), %3'ü stres (f=5) ve kararsızlık (f=4) ve %2'si ön yargı (f=3) düşüncesindedir. Bu konuda K13, K14, K21, K38, K62 ve K81 şu ifadelerde bulunmuştur:

K13: *"Hissettiğim duygu meraktı. Nasıl geçeceğini düşünmüştüm"*

K14: *"Önce o kadar bilinmeyenli ifade görünce strese girdim"*

K21: *"Heyecanlandım işlerken de ilgi duydum"*

K38: *"Kararsızlık, soruları çözerken genellikle iki şık arasında kalıyorum"*

K62: *"Önyargı, çünkü çok zor"*

K81: *"İlk başta çok zor olacağını düşündüm ve korktum ama sonradan çok eğlenceli ve basit olduğunu anladım"*

Ortaokul öğrencilerinin denklem kavramıyla ilgili duygularını belirlemek amacıyla "denklem konusu işlenirken veya konu başlangıcında hissettiğiniz duyguyu tanımlarsanız o duygu nedir? Açıklayınız." şeklinde bir soru yöneltilmiştir. Bu soruya ilişkin cevaplara göre elde edilen tema, kategori, kod, frekans ve yüzde değerleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 4'te "denklem duygu" teması altında olumlu ve olumsuz şeklinde 2 kategori oluştuğu görülmektedir. Denklemlere karşı olumlu duygu geliştiren öğrencilerin %32'si mutluluk ve huzur (f=52) duygusuna sahipken %7'si ilgi ve merak (f=12) duygusuna sahiptir. Denklemlere karşı olumsuz duygu geliştiren öğrencilerin %35'i korkulu (f=57), %12'si heyecanlı (f=19), %7'si stresli (f=9), %5'i sıkıcı (f=5), tereddütlü veya kafa karışıklığına (f=5) sahiptir. Bu konuda K2, K14, K21, K62 ve K115 şu ifadelerde bulunmuştur:

K2: *"Heyecan, kaygı üzüntü üzüldüm. Çünkü arkadaşlarım çözerken ben çözemiyorum ama sonradan alıştım ve mutlu bir şekilde sorularımı çözüyorum"*

K14: *"Önce stres vardı ama konuyu işlerken mutlu oldum"*

K21: *"Açıkçası denklemi görünce tereddüt ettim ve kafam karıştı"*

K62: *"Önyargılıydım çünkü çok zor"*

K115: *"Merak ve eğlence duygusu ama bazen sıkıcı"*

Sonuç ve Tartışma

Araştırmada ortaokul öğrencilerinin cebirsel ifade kavramıyla ilgili algılarını belirlemek amacıyla cebirsel ifadeyi tanımlamaları ve örneklemeleri istenmiştir. Elde edilen cebirsel ifade teması altında içerik ve uygulama şeklinde iki kategori oluşmuştur. Bu kategorilere ilişkin kodlar incelendiğinde öğrenciler cebiri harf, bilinmeyen ve değişkenlerle beraber sabitleri ya da sayıları kullanmıştır. Öğrenciler tanımlarında aynı zamanda kat sayılardan, dört işlemde, eşitlik ve ölçü(m) kavramlarından bahsetmiştir. Bu sonuçların nedenleri olarak öğrencilerin literatürdeki tanımlarla ders ortamlarında karşılaşmış olmaları, öğretmenlerinin tanımlarla beraber terimsel ifadelere değinmeleri ve öğretim programının bu çerçevede yapılandırılmış olması olabilir. Nitekim diğer matematik ile ilgili kavramlarda olduğu gibi öğrencilerin harfli semboller ile ilgili anlamlandırmalarında sahip oldukları ön bilgiler önemli görülmektedir (Çelik & Güneş, 2013). Ayrıca değişken kavramının kesin bir tanımı olmamakla birlikte, yapılan tanımların hangisinin öğrenciler tarafından en fazla anlaşılabilmesine ve hangisinin en kullanışlı olmasına bağlı olarak bu tanımların hepsinin doğru olduğu söylenebilir (Dede, 2005). Kavramları oluşturan yapıların çoğunda cebirsel düşünme ve cebirsel sembolleştirme yönlerinin olduğu, öğrencilerin cebirsel anlayışı tamamlayan bu iki yeteneği mutlaka kazanmaları gerektiği belirtilmektedir (Gülpek, 2006). Değişken kavramı ne kadar iyi öğretilirse öğrencilere zor gelen bu kavram daha kolay anlaşılabilir ve öğrencilerin değişken kavramına bağlı konulardaki başarıları belli bir düzeyde artabilir (Soylu, 2006). Öğrenme ortamı tasarlanırken öğrencilerin aritmetikten cebire kademeli olarak geçişini kolaylaştıracak ders planları tasarlanmalıdır. Böylece cebire tam olarak girmeden önce aritmetikle cebir arasındaki ilişkinin uygun bir şekilde öğrencilere aktarılması kolaylaşacaktır (Yıldızhan & Şengül, 2017).

Ortaokul öğrencilerinin denklem kavramıyla algılarını belirlemek amacıyla denklemi tanımlamaları ve örneklemeleri istenmiştir. Elde edilen denklem teması altında içerik ve uygulama şeklinde iki kategori oluşmuştur. Bu kategorilere ilişkin kodlar incelendiğinde öğrenciler denklemleri yalnız bir bilinmeyen içerdiğini düşünürken, sözel ifadelerden oluşan bir kavram olarak tanımlamıştır. Öğrenciler ayrıca denklemi eşitlik olarak ifade etmiş, birden fazla değişken ve parantez işlemi içerdiğini belirtmiştir. Bu sonuçların sebepleri olarak öğrencilerin denklemin içeriğine ve uygulama süreçlerine hâkim olmaları olabilir. Cebirde var olan genellemeleri ifade etmede eşitliğin iyi kavranması ve eşit işaretinin doğru kullanılması önemlidir. Çünkü eşitlik ifadesi denklemin farklı kısımları arasında ilişkiyi ifade eder (Falkner vd., 1999; Sert Çelik & Masal 2018). Ayrıca eşit işaretinin doğru algılanması öğrencilerinin sonrasında göreceği cebir dersleri için önemli bir temel belirtmektedir (Yaman vd., 2003). Bununla birlikte öğrencilerin cebir öğrenme alanında başarılı olmaları noktasında eşitlik ve değişkenleri ihtiva eden semboller ile gösterimlerin kavramsal şekilde anlaşılması önemli görülmektedir (Van de Walle vd., 2012).

Ortaokul öğrencilerinin cebirsel ifade ve denklem kavramlarına ilişkin bilgileri arasındaki farkı belirlemek amacıyla bu kavramların farkları sorulmuştur. Elde edilen farklılık teması altında cebirsel ifade ve denklem şeklinde iki kategori oluşmuştur. Bu kategorilere ilişkin kodlar incelendiğinde öğrenciler cebirsel ifadeyi yalnız bir bilinmeyen ihtiva eden veya tek çözümü olan bir kavram olarak ifade ederken, çözümü olmayan bir kavram olarak görmekte, sözel ifadelerle oluşan bir kavram olarak düşünmektedir. Öğrenciler denklemi eşitlik içeren bir cebirsel ifade olarak bulurken, birden fazla değişken ihtiva ettiğini ve çözümünün olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca öğrenciler denklemin cebirsel ifadelerden farklı olarak parantez işlemi içerdiğini belirtmiştir. Bu sonuçların sebepleri olarak öğrencilerin cebirsel ifade ve denklemler arasındaki farklılıklar hakkında farkındalık düzeylerinin iyi olması olabilir. Zira öğrencilerin çoğu farkları doğru bir şekilde tanımlayabilmişlerdir. Ancak cebir öğrenme alanına ilişkin araştırmalarda genellikle öğrencilerin cebirsel ifadeler ve denklem konularını anlamlandırmada problemler yaşadıkları ifade edilmektedir (Stafylidou & Vosniadou, 2004; Tsamir & Bazzini, 2004; Vlassis, 2004). Bu noktada öğretmenlerin cebirsel ifade ve denklem konularında kavramsal şekilde elde ettikleri bilgiler, öğrencilerinin etkin olarak cebiri öğrenmelerini

kolaylaştırıcaktır (Ünlü & Aktaş, 2017). Nitekim Sitrava (2017) yaptığı çalışmasında öğretmen adaylarından büyük çoğunluğunun denklemi eşitlik olarak tanımladıklarını ifade etmiştir. Bu doğrultuda denklemle eşitlik arasında bulunan bağı kurulmasının denklem çözümünün doğru şekilde yapılması noktasında önemli olduğunu ifade eden çalışmalara da rastlamak mümkündür (Knuth vd., 2006).

Ortaokul öğrencilerinin cebirsel ifade kavramıyla ilgili ve metaforlarını belirlemek amacıyla cebirsel ifadeleri hangi nesneye benzettikleri ve nedenleri sorulmuştur. Elde edilen çağrışım teması altında cansız ve canlı varlıklar şeklinde iki kategori oluşmuştur. Bu kategorilere ilişkin kodlar incelendiğinde öğrencilerin cebirsel ifadeleri nesne olarak teknolojik cihazlara, dolaplara ya da kutulara, alfabeye/harfler topluluğuna, teraziye, kitaplara ya da kasaya bina/apartmana, zekâ oyunlarına, uzay/dünyaya, geometrik şekillere, sebzelere, meyvelere ve silgiye benzetmiştir. Öğrencileri cebirsel ifadeleri canlı olarak ise insanlar/bilim insanları ve hayvanlara benzetmişlerdir. Bu sonuçların sebepleri olarak öğrencilerin çevrelerinden metaforlar seçmeleri olabilir. Ortaokul öğrencilerinin denklem kavramıyla ilgili metaforlarını belirlemek amacıyla denklemi hangi nesneye benzettikleri ve nedenleri sorulmuştur. Elde edilen çağrışım teması altında nesnelere ve canlılar şeklinde iki kategori oluşmuştur. Bu kategorilere ilişkin kodlar incelendiğinde öğrencilerin denklemi nesne olarak gören öğrenciler denklemleri teknolojik cihazlara, terazi ya da adalet, tahterevalliye, binalar ya da apartmanlara, harflere oyunlara ya da zekâ oyunlarına, uzaya ya da dünyaya, aynaya, alfabeye, harflere ya da kitaplara benzetmektedir. Denklemleri canlı olarak gören öğrenciler ise insanlara ya da bilim insanlarına, bitkilere ya da hayvanlara benzetmişlerdir. Bu sonuçların sebepleri olarak öğrencilerin günlük yaşantılarından metaforlar seçmeleri olabilir. Bekdemir ve Işık (2007) kavramsal öğrenmenin öğrencilerin günlük yaşam ve okul hayatlarında matematiksel anlamları oluşturmada, soyutlama ve genelleme yapabilmeye yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir.

Ortaokul öğrencilerinin cebirsel ifade kavramıyla ilgili bakış açılarını belirlemek amacıyla hissettikleri duygular sorulmuştur. Elde edilen cebirsel ifade duygu teması altında olumlu ve olumsuz şeklinde iki kategori oluşmuştur. Bu kategorilere ilişkin kodlar incelendiğinde cebirsel ifadelerle karşı olumlu duyguları olan öğrencilerin mutluluk ve huzur duygusuyla beraber ilgi ve merak duygusuna sahip olduğu belirlenmiştir. Olumsuz duygulara sahip öğrencilerin ise korku, heyecan, stres, kararsızlık ve ön yargı düşüncesinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçların sebepleri olarak öğrencilerin cebirsel ifadelerle ilişkin mutluluk gibi olumlu duygularla beraber korku gibi olumsuz duygular da geliştirmiş olmaları olabilir. Sekizinci sınıfta bulunan öğrencilerin cebirsel düşünme becerilerinin daha fazla çabalama içerdiğini söylenebilir. Bireylerin cebir düşüncelerinde daha fazla çabalama gerektiren inanç ve duygular beslemeleri, öğrenme ortamlarında bulunan çabalarının desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda matematik öğretmenleri öğretim süreçlerini iyi bir şekilde düzenlemeli ve soyut düşünce yapısını içeren cebir öğrenme alanına karşı öğrencilerin ön yargılı olmaları engellenmelidir (Kaya, 2019). Ortaokul öğrencilerinin denklem kavramıyla ilgili duygularını belirlemek amacıyla hissettikleri duygular sorulmuştur. Elde edilen denklem duygu teması altında olumlu ve olumsuz şeklinde iki kategori oluşmuştur. Bu kategorilere ilişkin kodlar incelendiğinde denklemlere karşı olumlu duygu geliştiren öğrencilerin mutluluk ve huzur duygusuna sahipken ilgi ve merak duygusuna sahip olduğu da görülmektedir. Denklemlere karşı olumsuz duygu geliştiren öğrencilerin korkulu, heyecanlı, stresli, sıkıcı, tereddütlü veya kafa karışıklığına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçların sebepleri olarak almış olduğu derslerde denklem konusuna ilişkin geliştirmiş oldukları duygular, kullanılan yöntem ve tekniklerle beraber öğretmenlerle olan ilişkiler olabilir. Öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarının oluşmasında birçok etken vardır. Bunlar arasında öğrenci-öğretmen ilişkileri, akran ilişkileri, akademik başarı beklentisi (Akey, 2006), öğrenme ortamı (Binti Maat & Zakaria, 2010), öğretmen tarafından desteklenme duygusu (Rawnsley & Fisher, 1998) ve içsel motivasyon (Wigfield, 1997) gösterilebilir.

Sınırlılıklar ve Öneriler

Araştırmada var olan sınırlılıklar ve elde edilen bulgular çerçevesinde şu önerilerde bulunulmuştur:

1. Araştırma kapsamındaki öğrencilerin cebirsel ifadeler ve denklemler konularında hazırbulunuşlukları ve çağrışımları iyi olmakla beraber bu konuda eksik yanıtlar veren öğrencilerin bulunduğu da görülmektedir. Bu doğrultuda cebirsel ifadeler ve denklemler ile ilgili hazırbulunuşluk ve çağrışımların artırılabilceği etkinlikler geliştirilebilir.
2. Araştırma kapsamındaki öğrencilerin farkındalıkları konusunda iyi olmakla beraber bu konuda yeteri kadar yanıt veremeyen öğrencilerin bulunduğu da görülmektedir. Bu kavramlar arasındaki farkındalığı detaylandırmak adına öğrenciler için öğrenme ortamları oluşturulabilir ya da öğreticilerin farkındalık düzeylerini geliştirecek seminerler verilebilir.
3. Öğrencilerin cebirsel ifade ve denklemlere ilişkin olumlu duygular geliştirdikleri tespit edilmekle beraber olumsuz düşüncelere de sahip olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin bu olumsuz duygularının nedenlerini açığa çıkaracak yeni çalışmalar yapılabilir.
4. Çalışma ortaokul sekizinci sınıf öğrencileriyle sınırlı tutulmuştur. Farklı düzeydeki kitleleri kapsayan yeni örneklem gruplarıyla cebirsel ifadeler ve denklemlere ilişkin çağrışımlar, hazırbulunuşluk düzeyleri, farkındalıklar ve duygular değerlendirilebilir.

Kaynakça

- Akey, T. M. (2006). *School context, student attitudes and behavior, and academic achievement: An exploratory analysis*. MDRC.
- Akkaya, R., & Durmuş, S. (2006). İlköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(1), 1-12. <https://dergipark.org.tr/en/pub/hunefd/issue/7807/102390>
- Akkaya, R., & Durmuş, S. (2010). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki kavram yanlışlarının giderilmesinde çalışma yapılarının etkililiği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27(1), 1-16. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dpusbe/issue/4769/65594>
- Aktaş, M. (2016). İlköğretim matematik ve Türkçe öğretmen adaylarının matematik terimlerine yönelik düşünce oluşumları. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(2), 425-439. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ataunisobil/issue/26968/283458>
- Alibali, M. W., Knuth, E. J., Hattikudur, S., McNeil, N. M., & Stephens, A. C. (2007). A longitudinal examination of middle school students' understanding of the equal sign and equivalent equations. *Mathematical Thinking and Learning*, 9(3), 221-247. <https://doi.org/10.1080/10986060701360902>
- Altun, M. (2005). *İlköğretim ikinci kademedeki matematik öğretimi*. Aktüel Yayıncılık.
- Ayhan, İ., & Sinecen, O. (2019). A metaphor analysis of mathematics teacher candidates' connotations about the concept of mathematics. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 47(1), 395-421. <https://doi.org/10.9779/pauefd.580110>
- Bağdat, O., & Anapa-Saban, P. (2014). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme becerilerinin solo taksonomisi ile incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 26(2), 473-496. <http://hdl.handle.net/11684/998>
- Bekdemir, M., & Işık, A. (2007). İlköğretim öğrencilerinin cebir öğrenme alanında kavram ve işlem bilgilerinin değerlendirilmesi. *Eurasian Journal of Educational Research (EJER)*, 28(1), 9-18.
- Binti Maat, S. M., & Zakaria, E. (2010). The learning environment, teacher's factor and students attitude towards mathematics amongst engineering technology students. *International Journal of Academic Research*, 2(2), 16-20.
- Blanton, M., Stephens, A., Knuth, E., Gardiner, A. M., Isler, I., & Kim, J. S. (2015). The development of children's algebraic thinking: The impact of a comprehensive early algebra intervention in third grade. *Journal for Research in Mathematics Education*, 46(1), 39-87. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.46.1.0039>
- Bletzer, K. V. (2015). Visualizing the qualitative: Making sense of written comments from an evaluative satisfaction survey. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 12(1), 12.
- Büyüköztürk, Ş. (2015). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (10. Baskı). Pegem Akademi.
- Carraher, D. N., Schliemann, A. D., Brizuela, B. M., & Earnest, D. (2006). Arithmetic and algebra in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 37(2), 87-115. <https://doi.org/10.2307/30034843>
- Chalouh, L., & Herscovics, N. (1988). Teaching algebraic expressions in a meaningful way. In A.F. Coxford ve A.P. Shulte (Eds), *The ideas of algebra, K-12*, (pp. 33-42). NCTM, Reston, VA.
- Creswell, J. W. (2003). *Research Design Qualitative and Quantitative Approaches*. (2nd Ed.). Sage Publication.
- Creswell, J. W. (2017). *Araştırma deseni nitel nicel ve karma yöntem yaklaşımları* (Çev. Ed., S. B. Demir). Eğiten Kitap.
- Çavuş-Erdem Z., & Gürbüz R. (2017). Öğrencilerin hata ve kavram yanlışları üzerine bir inceleme: Denklem örneği. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 640-670. <https://dergipark.org.tr/en/pub/yyuefd/issue/28496/340179>
- Çelik, D., & Güneş, G. (2013). Farklı sınıf düzeyindeki öğrencilerin harfli sembolleri kullanma ve yorumlama seviyeleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13(2), 1157-1175.
- Dede, Y. (2004). Değişken kavramı ve öğrenimindeki zorlukların belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4(1),24-56.
- Dede, Y. (2005). Değişken kavramı üzerine. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(1),139-148.
- Dede, Y., & Argün, Z. (2003). Cebir, öğrencilere niçin zor gelmektedir? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 180-185.

- Dickerson, D. S., & Pitman, D. (2012). Advanced college-level students' categorization and use of mathematical definitions. In *Proceedings of the 36th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Volume 2, pp. 187-193.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(1), 649-672.
- Egodawatte, G. (2011). *Secondary school students' misconceptions in algebra*. [Doctoral Theses], University of Toronto, Kanada.
- English, L. D., & Halford, G. S. (1995). *Mathematics education*. LEA.
- Erbaş, A. K., Çetinkaya, B., & Ersoy, Y. (2010). Öğrencilerin basit doğrusal denklemlerin çözümünde karşılaştıkları güçlükler ve kavram yanlışları. *Eğitim ve Bilim*, 34(152), 44-59. <http://eb.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/7/844>
- Falkner, K., Levi, L., & Carpenter, T. (1999). Children's Understanding of Equality: A Foundation For Algebra. *Teaching Children Mathematics*, December, 232-236.
- Forcenville, C. (2002). The identification of target and source in pictorial metaphors. *Journal of Pragmatics*, 34(1), 1-14. [https://doi.org/10.1016/S0378-2166\(01\)00007-8](https://doi.org/10.1016/S0378-2166(01)00007-8)
- Geller, L. R. K., & Chard, D. J. (2011). Algebra readiness for students with learning difficulties in grades 4-8: Support through the study of number. *Australian Journal of Learning Difficulties*, 16(1), 65-78. <https://doi.org/10.1080/19404158.2011.563478>
- Gülpek, P. (2006). *İlköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin gelişimi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Güven, D. (2018). *Ortaokul matematik ders kitabı 6. sınıf*. Mega yayıncılık.
- Harman, G., & Çelikler, D. (2012). Eğitimde hazırbulunuşluğun önemi üzerine bir derleme çalışması. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(3),140-149.
- Horzum, T., & Yıldırım, G. (2016). Lise öğrencilerinin geometri hakkında oluşturdukları metaforlar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(1), 357-374. <https://hdl.handle.net/20.500.12452/2077>
- Kaya, D. (2017). Yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeyleri ile becerilerinin incelenmesi. *Bartın Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 657-675. <https://doi.org/10.14686/buefad.309000>
- Kaya, D. (2019). Sekizinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme becerilerinin matematik odaklı epistemolojik inançlar bağlamında açıklanması. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 12(2), 576-600. <https://doi.org/10.30831/akukeg.449387>
- Kieran, C. (1992). The learning and teaching of school algebra. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 390-419). Macmillan.
- Knuth, E. J., Alibali, M. W., McNeil, N. M., Weinberg, A., & Stephens, A. C. (2005). Middle school students' understanding of core algebraic concepts: Equivalence & variable. *ZDM*, 37(1), 68-76. <https://doi.org/10.1007/BF02655899>
- Knuth, E. J., Stephens, A. C., McNeil, N. M., & Alibali, M. W. (2006). Does understanding the equal sign matter? Evidence from solving equations. *Journal for research in Mathematics Education*, 37(4) 297-312. <https://doi.org/10.2307/30034852>
- Levine, P. M. (2005). Metaphors and images of classrooms. *Kappa delta Pi Record*, 41(4), 172-175. <https://doi.org/10.1080/00228958.2005.10532066>
- Long, C. T., & DeTemple, D. W. (2003). *Mathematical reasoning for elementary teachers* (3th Ed.). Addison Wesley.
- MacGregor, M., & Stacey, K. (1993). Cognitive models underlying students' formulation of simple linear equations. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24(3), 217-232. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.24.3.0217>
- MacGregor, M. & Stacey, K. (1997). Students' understanding of algebraic notation: 11–15. *Educational Studies in Mathematics*, 33(1), 1-19.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis* (Second edition). Sage Publication.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018a). *Matematik Dersi Öğretim Programı* (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar).
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018b). *Ortaokul ve imam hatip ortaokulu matematik ders kitabı 8. sınıf*. Ada yayıncılık.

- Norton, S., & Irvin, J. (2007). A concrete approach to teaching symbolic algebra. In J. Watson & K. Beswick (Eds.) *Proceedings of the 30th Annual Conference of Mathematics Education Group of Australasia*, MERGA Inc.
- Öztürk, S. (2004). Eğitimde yaratıcı düşünme. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 77-84.
- Perso, T. (1992). *Using diagnostic teaching to overcome misconceptions in algebra*. The Mathematical Association of Western Australia.
- Rawnsley, D., & Fisher, D. L. (1998). Learning environments in mathematics classrooms and their associations with students' attitudes and learning. In *annual conference of the Australian Association for Research in Education*, Adelaide, Australia
- Ryan, J., & Williams, J. (2007). *Children's mathematics, 4-15: Learning from errors and misconceptions*. Open University Press.
- Saban, A. (2008). Okula ilişkin metaforlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 14(3), 459-496.
- Samo, M. A. (2009). Students' perceptions about the symbols, letters and signs in algebra and how do these affect their learning of algebra: A case study in a government girls secondary school Karachi. *International Journal for SMathematics Teaching and Learning* 10(1), 35-70.
- Sert Çelik, H., & Masal, E. (2018). Yedinci sınıf öğrencilerinin denklem ve eşitlik konusundaki öğrenmelerine öğrenci bileşeni açısından bir bakış. *Sakarya University Journal of Education*, 8(2), 168-186. <https://doi.org/10.19126/suje.418532>
- Silverman, D. (2000). *Interpreting qualitative data: Methods for analysing talk, text and interaction*. Sage.
- Silverman, D. (2005). *Doing qualitative research*. Sage Publication.
- Sitrava, R. T. (2017). Matematik öğretmeni adaylarının cebirsel ifadeler ve denklemlere ilişkin kavram imajları. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 6(2), 249-268. <https://doi.org/10.30703/cije.331098>
- Stacey, K., & MacGregor, M. (1997). Ideas about symbolism that students bring to algebra. *The Mathematics Teacher*, 90(2), 110-113. <https://doi.org/10.5951/MT.90.2.0110>
- Stafylidou, S., & Vosniadou, S. (2004). The development of students' understanding of the numerical value of fractions. *Learning and Instruction*, 14, 503-518. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.06.015>
- Soylu, Y. (2006). Öğrencilerin değişken kavramına vermiş oldukları anlamlar ve yapılan hatalar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(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(1), 237-248.
- Tsamir P., & Bazzini, L. (2004). Consistencies and inconsistencies in students' solutions to algebraic 'single-value' inequalities. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35(6), 793-812. <https://doi.org/10.1080/00207390412331271357>
- Usta, N., & Gökçurt-Özdemir, B. (2018). Ortaokul öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin incelenmesi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 6(3), 427-453. <https://dergipark.org.tr/en/pub/enad/issue/40655/490139>
- Ünlü, M., & Aktaş, G. S. (2017). Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının cebirsel ifade ve denklemlere yönelik kurdukları problemlerin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 8(1), 161-187. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.303966>
- Van de Walle, J., Karp, K., & Bay-Williams, J. (2012). *İlkokul ve ortaokul matematiği: gelişimsel yaklaşımla öğretim*. (S. Durmuş, Çev. Ed.). Nobel Yayıncılık.
- Vlassis, J. (2004). Making sense of the minus sign or becoming flexible in 'negativity'. *Learning and Instruction*, 14(1), 469-484. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.06.012>
- Wagner, S. (1981). An analytical framework for mathematical variables. In *Proceedings of the Fifth Conference by of the Psychology of Mathematics Education*. Grenoble, France. (pp. 165-170).
- Warren, E. A. (2005). Patterns supporting the development of early algebraic thinking. In P. Clarkson, A. Downton, D. Gronn, M. Horne, A. McDonough, R. Pierce and A. Roche (Eds.), *Building Connections: Research, Theory and Practice*. (Proceedings of the 28th Conference of Mathematics Education Research Group of Australasia. 2, (pp. 759-766). Merga.
- Wigfield, A. (1997). Reading motivation: A domain-specific approach to motivation. *Educational Psychologist*, 32(2), 59-68. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3202_1

- Yaman, H., Toluk, Z., & Olkun, S. (2003). İlköğretim öğrencileri eşit işaretini nasıl algılamaktadırlar? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 142-151. <http://efdergi.hacettepe.edu.tr/yonetim/icerik/makaleler/878-published.pdf>
- Yenilmez, K., & Kakmacı, Ö. (2008). İlköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin matematikteki hazırbulunuşluk düzeyi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(2), 529-542. <https://dergipark.org.tr/en/pub/kefdergi/issue/49100/626536>
- Yıldırım, A., & Şimşek H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. Baskı). Seçkin Yayınevi.
- Yıldızhan, B., & Şengül, S. (2017). 6. sınıf öğrencilerinin harflerin anlamına yönelik kavram yanılgılarının aritmetikten cebire geçiş süreci bağlamında incelenmesi ve öğrencilerin matematik tutumları ve öz yeterlikleri ile karşılaştırılması. *The Journal of International Lingual Social and Educational Sciences*, 3(2), 249-268. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jilses/issue/33265/336251>
- Etik Kurul İzin Bilgisi:** Bu araştırma, Fırat Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulunun 22/07/2020 tarihli 402787 sayılı kararı ile alınan izinle yürütülmüştür.