

6- 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ONDALIK KESİRLERLE İLGİLİ SAHİP OLDUKLARI KAVRAM YANILGILARI ve NEDENLERİ

Grade 6, 7 and 8 Students' Misconceptions about Decimal Fractions and their Reasons

Hayal YAVUZ MUMCU¹

Öz

6, 7 ve 8. sınıf seviyesindeki öğrencilerin ondalık kesirler konusunda sahip oldukları kavram yanlışlarının türlerini ve nedenlerini ortaya çıkarmak, varsa bu türler arasındaki ilişkiyi analiz etmek, ayrıca farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin söz konusu yanlışlarla ilgili başarı durumlarını karşılaştırmak bu çalışmanın genel amacını ifade etmektedir. Bu çalışma betimsel türde nitel bir çalışmadır. Çalışmada mevcut olan durumu tespit amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması (örnek olay) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında, Ordu ilinde bulunan bir ilköğretim okulunun 6, 7 ve 8. sınıf seviyelerinde öğrenim görmekte olan toplam 269 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada veri toplama aracı olarak, araştırmacı tarafından oluşturulmuş on dört sorudan oluşan "kavram yanlışları testi" kullanılmıştır. Hazırlanan formda yer alan sorular için güvenilirlik katsayısı 0,87 olarak hesaplanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre örneklem grubunda yer alan öğrencilerin kavram yanlışları testi için ortalama başarı oranları %40 olarak hesaplanmış, öğrenci cevaplarına yansıyan kavram yanlışlarına dayanarak çeşitli çıkarım ve önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ondalık kesirler, kavram yanlışlığı, sınıf seviyesi

Abstract

The aim of the present study is to identify kinds and reasons of grade 6, 7 and 8 students' misconceptions about decimal fractions, to analyze the relationships between different kinds of misconceptions, also to compare different grade students' performances in subject misconceptions. This study is a descriptive qualitative study

¹ Yrd. Doç. Dr., Ordu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik Eğitimi A.B.D, 52200, Ordu, hayalym52@gmail.com

and case study was used in the study. The sample of the study is composed of 269 students who have been attending a primary school in 2012-2013 academic years in Ordu. The data collection tool of the study consisting of fourteen questions was developed by the researcher and the reliability coefficient was calculated as .87 for this tool. By the results of the study; the students' rate of success was calculated as 40% for the test. The results of the study make inferences and suggestions for the new studies by the students' answers including several different misconceptions.

Keywords: Decimal fractions, misconception, grade level

Giriş

Öğrenme, son yıllarda, öğrenilen yeni bilgilerin, bireyde önceden öğrenilmiş olan mevcut bilgilerle ilişkilendirilerek yapılandırılması süreci olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımın kaynağı yapısalcı öğrenme kuramıdır. Bu kurama göre yeni bilgiler bireyin zihnine aynen taşınarak depolanmaz, birey yeni bilgileri kendi ilişkilendirmelerine dayalı olarak özümser. Bu noktada, bireyin söz konusu ilişkilendirmeleri yanlış yapılandırması sonucu “kavram yanılgıları” ortaya çıkmaktadır. Kavram yanılgısı en genel ifadeyle, öğrencilerin bilimsel olarak doğru olmayan, kendilerine özgü yorumları ve anlamlandırmaları olarak ifade edilebilir. Bir kişinin bir kavramı kendisine mantıklı gelecek şekilde anlamlandırması fakat mevcut kavramanın uzman bir kişinin kavramsal anlamasıyla çelişmesine “kavram yanılgısı” denmektedir (Baki, 2008).

Matematik, yapısı itibarıyla yığılmalı bir bilim dalıdır ve matematik öğrenirken bireylerin, matematiksel kavramları birbiri ile ilişkili olarak anlamaları ve kullanmaları gerekmektedir. Bu süreçte mevcut ilişkilendirmelerin bireyin zihninde yanlış yapılandırılması sonucu kavram yanılgıları oluşmaktadır. İlkokul ve ortaokul matematiği için öğrencilerin, kavram yanılgılarına fazlaca sahip olduğu konulardan

birisi ondalık kesirlerdir (Ardahan ve Ersoy, 2002; Brown, 1981; Ersoy ve Başgün, 2000; Haser ve Ubuz, 2000; İşeri, 1997; Sulak, Ardahan vd., 1999; Sulak ve Cihangir, 2000; Thipkong & Davis, 1991). Bazı çalışmalar (Bulgar, 2003; Hartnett & Gelman, 1998; Mack, 1995; Saxe, Taylor, McIntosh, & Gearhart, 2005; Smith, Solomon, & Carey, 2005) ondalık kesirlerin ilköğretim ve ortaokul kademelerinde öğretilen en zor ve karmaşık konu olduğunu ve yetişkinlerin dahi ondalık kesir kavramını tam olarak anlamlandırmakta güçlük çektiğini söylemektedirler.

Bu durumun önemli nedenlerinden biri kesirlerin, doğal sayılardan ve tamsayılardan farklı olarak, karmaşık birçok özelliğe sahip olması ve bir kesrin çok farklı biçimlerde ifade edilebilmesidir. Kesirlerin sözel, sembolik, nesnel ve model olarak farklı gösterim biçimleri bulunmaktadır. Öğrencilerin; kesirlerin bu gösterimleri arasında ilişkilendirmeler ve geçişler yapabilmesi, genel olarak kesirleri, özelde de ondalık kesirleri kavraması anlamında oldukça önemlidir zira öğrencinin kesir kavramını öğrenirken ilk adım olarak bu ilişkilendirmeyi özümseyerek yola çıkmaları gerekmektedir. Fakat ilköğretim öğrencilerinin rasyonel sayıların farklı gösterimleri arasında geçiş yapmakta güçlük çektikleri yapılan çalışmalardan (Haser ve Ubuz, 2002; Şiap ve Duru, 2004; Yetim ve Alkan, 2010) elde edilen bulgular arasındadır. Bu yanılgının uzantısı olarak öğrenciler ondalık gösterimleri anlamlandırmakta ve rasyonel sayıların ilişkilendirmekte güçlük çekmektedirler. O'Connor (2001), öğrencilerin kesir ve ondalık kesirleri farklı türden sayılar olarak gördüklerini belirtirken, Aktaş (2012) öğrencilerin ondalık kesirler ile kesirlerin, rasyonel sayıların farklı gösterimleri olduğunu göz ardı ettiklerini söylemektedir.

Stafylidou ve Vosniadou (2004) çalışmalarında doğal sayılarla kesir sayılarının birbirinden birçok özelliği ile ayrıldığını ifade etmiş ve söz konusu farklılıklardan bahsetmişlerdir. Sözü edilen çalışmada da bahsedildiği üzere öncelikle bu iki sayı türünün gösterimleri oldukça farklıdır. Doğal sayılar tek bir sayı ile ifade edilirken, kesirler iki asal sayı ve aralarında bir kesir çizgisi ile ifade edilmektedirler. Ayrıca herhangi bir kesir sayısı birbirine denk sonsuz sayıda kesirle ifade edilebiliyor iken, herhangi bir doğal sayının gösterimi tektir. İkinci olarak kesir sayılarının sıralanması doğal sayılardan oldukça farklıdır zira doğal sayılarda olduğu gibi sayma temelli algoritmalarından yararlanmanız söz konusu değildir. Bir doğal sayının ardışığı olan tek bir tamsayı var iken iki kesir arasında sonsuz sayıda kesir sayısı bulunmaktadır. Üçüncü olarak ta doğal sayılar ve kesir sayılarıyla yapılan aritmetik işlemler birbirinden oldukça farklıdır. Tüm bu farklılıklar, kesirlerle ilgili olarak öğrencilerin, yeni bilgileri eski bilgileri ile ilişkili olarak özümsemelerinde engel teşkil etmektedir.

Yapılan çalışmalar öğrencilerin ondalık kesirler konusunda sağlam bir kavramsal anlamaya sahip olmadıklarını göstermektedir. Sackur-Grisvard & Leonard (1985) ve Resnick, Nesher, Leonard, Magone, Omanson & Peled (1989) öğrencilerin çoğunun ondalık bir kesrin gerçekte ne anlam ifade ettiğine dair oldukça fazla kavram yanılgısına sahip olduklarını söylemektedirler. İşeri (1997), Kerlake (1986), Stafylidou ve Vosniadou (2004) ile Olkun ve Toluk (2001) öğrencilerin, kesrin sembolik gösterimi olan a/b 'yi bir tek sayı olarak algılamakta güçlük çekip, farklı anlamları ve değerleri olan iki sayı olarak anlamlandırıldığını ortaya koymuşlardır. Stafylidou ve Vosniadou (2004) çalışmalarında 10-16 yaş arası öğrencilerin kesirleri, üç farklı

biçimde anlamlandırdıklarını söylemektedirler. Buna göre ilk gruptaki öğrenciler kesirleri birbirinden bağımsız iki farklı sayıdan oluşan farklı bir sayı olarak algılamakta, ikinci gruptaki öğrenciler kesirleri bir bütünün herhangi bir parçası olarak algılamakta, üçüncü gruptaki öğrenciler ise kesirleri iki sayı arasındaki ilişkiye dayalı farklı bir sayı olarak algılamaktadırlar. Söz konusu çalışmada yer alan her bir gruptaki öğrenciler için farklı kavram yanlışlarının varlığından bahsedilmektedir. Swan (1990), 15 yaşındaki öğrencilerin çoğunun ondalık sayılarla ilişkili büyüklükleri algılamada sıkıntı yaşadıklarını söylemektedir. Yetim ve Alkan (2010) çalışmalarında, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin rasyonel sayıları kavramsal olarak tanımlayamadıkları, konu ile ilgili kavramsal anlamayı geliştiremedikleri, rasyonel sayıları ifade edemedikleri, sayı sistemindeki diğer sayılardan ayırt edemedikleri ayrıca sayı doğrusunda gösteremedikleri sonucunu elde etmişlerdir. Haser ve Ubuz (2003) kesirlerdeki temel kavramları anlamada her sınıf seviyesinde öğrencilerin zorluk çektiklerini söylemişlerdir. Burada sözü edilen kavramsal anlamının gerçekleşmesinde öğretim süreçleri önemli bir yer tutmaktadır. Ardahan ve ark. (1999), ilk ve ortaokul öğrencilerinin sözel problemlerin çözümündeki yanlışları teşhis etmeyi amaçladıkları proje çalışmalarında; öğrencilerin sahip oldukları pek çok kavram yanlışının, yeterli kavram eğitimi yapılmamasından kaynaklandığını, ayrıca ilköğretim birinci kademedede sahip olunan kesir ve ondalık kesirlerle ilgili kavram yanlışlarının ilköğretim ikinci kademedede devam ettiğini ve kalıcı olduğunu belirtmişlerdir. Ersoy ve Ardahan (2003); ondalık kesirlerle ilgili sahip olunan yanlışların nedenleri

arasında kavram bilgisi ve matematiksel işlem bilgisinin birbirini tamamlayacak biçimde öğrenilmemesini göstermişlerdir.

Buraya kadar sözü edilen farklı çalışmalar genellikle, ondalık kesirlerin öğrenciler tarafından neden anlaşılmakta güçlük çekilen ve kavram yanlışlığına fazlaca düşülen bir konu olduğunun nedenlerini ortaya koymaya çalışmışlardır. Peki ondalık kesirlerle ilgili olarak öğrencilerde, buraya kadar bahsedilen nedenlere bağlı olarak ortaya çıkabilecek kavram yanlışlıkları spesifik olarak nelerdir? Bu sorunun cevabını ortaya koymak adına yapılan çalışmalar (Alacaci, 2009; Bell ve Baki, 1997; Ersoy ve Ardahan, 2003; Gür ve Seyhan, 2004; İşeri, 1997; Steinle ve Stacey, 1998; Sulak ve Ardahan, 1996; Sulak ve Cihangir, 2000) incelendiğinde, genellikle benzer tanımlamaların kullanıldığı görülmektedir. Bu tanımlamalar genel olarak; ondalık kesrin anlamını kavrayamama, basamak değerini anlamlandıramama, ondalık virgölünü görmezden gelme, ondalık virgölünü farklı iki sayıyı ayıran bir ayıraç gibi algılama, çok basamaklı ondalık sayıların daha küçük/büyük olduğunu düşünme, sıfırı bir basamak değeri olarak görmeme, ondalık sayıların yoğunluğunu anlayamama, çarpma ve bölme işlemlerinin ondalık kesirlere etkisini anlayamama... v.b. biçimde ele alınmaktadır. Ondalık kesirlerin öğretimi ile ilgili çalışmalar söz konusu olduğunda ise, burada sözü edilen kavram yanlışlarının nedenleri üzerinde durulduğu ve durum tespitleri yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmaların, özellikle ilk ve ortaokul seviyesindeki öğrencilerde oluşabilecek muhtemel kavram yanlışlarının önüne geçebilmeyi amaçlayan yeni çalışmalara yön vermesi anlamında büyük öneme sahip oldukları düşünülmektedir. Baki (2008) öğrencilerin matematiksel bir kavram ile ilgili yanlışlarını değiştirmek ve

matematik öğretimini öğrenci anlamalarına göre yeniden düzenleyebilmek için ön bilgilerin tespit edilmesi gerektiğini, söz konusu yanlışlar teşhis edilmediği takdirde öğrencilerin yanlış anlamalarının önüne geçilemeyeceğini vurgulamıştır. Mevcut çalışmada ise 6, 7 ve 8.sınıf seviyelerindeki öğrencilerin ondalık kesir konusunda sahip oldukları kavram yanlışları ve nedenlerinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda öğrencilerin kavramsal bilgileri ile bağlantılı olarak sahip oldukları kavram yanlışlarının ayrıntılı analizi yapılacak ve aşağıdaki alt problemler cevaplanmaya çalışılacaktır.

- 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin ondalık kesirlerle ilgili kavram yanlışları hangi seviyededir?
- 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin ondalık kesirlerle ilgili kavram yanlışlarının, türlerine göre dağılımı nasıldır?
- 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin ondalık kesirlerle ilgili farklı türdeki kavram yanlışlarının ortak nedenleri nelerdir?

Yöntem

Bu çalışma betimsel türde nitel bir çalışmadır. Çalışmada mevcut olan durumu tespit amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması (örnek olay) yöntemi kullanılmıştır.

Örneklem

Çalışmanın örneklemini, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında Ordu ilinde bulunan bir ilköğretim okulunun 6, 7 ve 8. sınıf seviyelerinde öğrenim görmekte olan, sırasıyla 91, 89 ve 89 öğrenci olmak üzere toplamda 269 öğrenci oluşturmaktadır. Bu öğrenciler rastlantısal örnekleme yolu ile seçilmiştir.

Veri Toplama Aracı

Çalışmada veri toplama aracı olarak, öğrencilerin ondalık kesirler konusundaki kavram yanlışlarının gözlenmesi amacıyla araştırmacı tarafından oluşturulmuş on dört adet sorudan (22 soru maddesi) oluşan “kavram yanlışları testi” kullanılmıştır. Bu testte yer alan sorular, Bell ve Baki (1997) tarafından oluşturulmuş teşhis testinden faydalanılarak hazırlanmıştır. Kavram yanlışları testinde yer alan soruların kavram yanlışlarının türlerine göre dağılımı Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. *Kavram yanlışları testinde yer alan soruların kavram yanlışlarının türlerine göre dağılımı*

Kavram Yanlışları Türü	Soru No	Madde No
Basamak Değeri	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10
Ondalık Sayıların Sıralanması	6-7	11-12-13-14
Ondalık Sayıların Yoğunluğu	8-9	15-16-17
Çarpma ve Bölme İşleminin Ondalık Sayıların Büyüklüğüne Etkisi	10-11	18-19
Kesirlerle Ondalık Kesirler Arasındaki İlişki	12-13-14	20-21-22

Bu soruların iç geçerliğini sağlamak adına uzman görüşlerine başvurulmuştur. Ayrıca yapılan madde analizi sonucunda madde ayırt edicilik endeksleri 0,30’dan büyük ve madde güçlük endeksleri 0,35 ile 0,85 arasında olan toplam 22 madde formda yer almıştır. Diğer maddeler formdan çıkarılmıştır. Testin ortalama güçlüğü 0,55, ortalama ayırt etme endeksi ise 0,49 olarak hesaplanmıştır. Mevcut formda yer alan sorular farklı bir okulda öğrenim gören toplam 100 kişilik bir gruba uygulanarak iç tutarlık testine tabi tutulmuş ve iç tutarlık katsayısı Kuder-Richardson 20 (KR-20) formülü ile hesaplanarak 0,87 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre mevcut testin yüksek düzey

güvenirlige, orta düzeyde güçlüğe ve yüksek düzeyde ayırt etme gücüne sahip olduğu söylenebilir.

Verilerin Analizi

Elde edilen verilerin yorumlanmasında formda yer alan her bir soru için öğrenci cevapları betimsel olarak açıklanmış ve sahip olunan kavram yanlışlarının çözümler üzerindeki yansımaları üzerinde durulmuştur. Ayrıca betimsel istatistik yöntemi kullanılmış ve öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları, türlerine göre yüzde ve frekans değerleri ile ifade edilerek yorumlanmıştır. Yine çalışmanın amacına paralel olarak her bir öğrenci için “kavram yanlışları testi başarı puanı” belirlenmiştir. Bu puan belirlenirken öğrencinin doğru cevabı için “1” puan, yanlış ve boş cevapları için ise “0” puan verilerek değerlendirme yapılmıştır. Son olarak öğrencilerin ondalık kesirler ile ilgili olarak sahip oldukları kavram yanlışları sınıf seviyesine göre ele alınarak, sınıf seviyeleri arasında ne tür farklılıkların olduğu gözlenmeye çalışılmıştır.

Bulgular

Bu bölümde çalışmada yer alan her bir soru maddesi için öğrenci cevaplarının dağılımına yer verilerek, öğrencilerde gözlenen kavram yanlışlarının üzerinde durulacaktır.

1. Basamak Değeri

Soru 1: 3,98’e 0,1 ekleyince kaç eder?

Bu soruda, ondalık kesirlerde virgülden sonraki kısımda yer alan rakamların basamak değerlerinin tam olarak anlaşılmasına bağlı olarak ortaya çıkan kavram yanlışları gözlenebilir niteliktedir. Öğrencilerin çoğunluğu mevcut ondalık kesirlerin virgülden sonraki kısımlarını kendi aralarında toplayarak $(98+1=99)$ 3,99 cevabını

vermekte, basamak değerini göz ardı etmektedirler. Dolayısıyla bu soru için 3,99 cevabı, öğrencinin kavram yanlışlığına sahip olduğunun göstergesidir denilebilir. 3,99 cevabını veren öğrenci oranı %26,3'tür. Dolayısıyla yaklaşık olarak her 4 öğrenciden birinin bu soru için kavram yanlışlığı nedeniyle yanlış cevap verdiği görülmektedir. Bunun dışında verilen diğer yanlış cevapların işlem hatasından kaynaklandığı gözlenmiştir. Zira öğrencilerin çoğunluğu bu soru için mevcut ondalık kesirleri alt alta yazarak toplama yoluna gitmişlerdir.

Tablo 2. Soru 1 için öğrenci cevapları frekans tablosu

Soru 1	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde
			3,99 Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	71
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	32
			Diğer	18
	148	55	Toplam	121
				44,9

Bu cevaplardan farklı olarak bir öğrencinin doğru cevabı 4,08 olarak hesaplamış olmasına rağmen bunu 4,8 olarak ifade ettiği görülmüştür. Burada öğrencinin virgülden sonraki sıfırın değerinin olmadığını düşündüğü gözlenmektedir ki bu da basamak değerinin anlaşılmasından kaynaklanan bir kavram yanlışlığıdır. Yine bir öğrencinin ise 3,98 ile 0,1'in toplamını 40,8 olarak ifade ettiği gözlenmiştir ki bu da benzer türde bir kavram yanlışlığıdır. Mevcut soruya doğru yanıt veremeyen öğrencilerin oranı %44,9'dur.

Soru 2: Aşağıdaki boşlukları uygun sayılarla doldurunuz.

- a) 16 ; 8 ; 4 ; 2 ; 1 ; ... ;
- b) 0,2 ; 0,4 ; 0,8 ; ;
- c) 0,94 ; 0,96 ; 0,98 ; ;

Tablo 3. Soru 2 için öğrenci cevapları frekans tablosu

Soru 2- a	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı		Yüzde	
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	Diğer		
	139	51,6	61	22,6		
			69	25,6		
			Toplam	130	48,3	
Soru 2- b	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı		Yüzde	
			0,16; 0,32 Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	84		31,2
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	16		5,9
			Diğer	119		44,2
	50	18,6	Toplam	219	81,4	
Soru 2- c	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı		Yüzde	
			0,100; 0,102 Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	47		17,4
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	26		9,6
			Diğer	91		33,8
	105	39	Toplam	164	60,9	

Çalışmada yer alan 2. Sorunun a bölümünde öğrencilerin %48,3'ü doğru cevaba ulaşamazken, %25,6'sı ise yanlış cevaplar vermişlerdir. Verilen yanlış cevaplar incelendiğinde bazı öğrencilerin mevcut sıralamayı (1; 0,1; 0,01), (1; 0,1; 0,2), (1; 0,1; 0,3) veya (1; 0,98; 0,96) olarak devam ettirdiği gözlenmiştir. Bu cevabı veren öğrencilerin ondalık bir kesirdeki virgülün anlamını tam olarak kavrayamadıkları görülmektedir. Bunun dışında mevcut sıralamanın (1; 1; 1), (1; 0; 0), (1; 2; 3), (1; 3; 5), (1; 5; 7), (1; 2; 4), vb. şeklinde devam etmesi gerektiğini düşünen öğrenciler olmuştur. Bu öğrencilerin mevcut sıralamada "1" den küçük hangi sayının yer alabileceğini muhakeme edemeyerek bu sıralamada sayıların belirli bir noktadan sonra aynen tekrar etmesi veya tekrar artması gerektiğini düşündükleri görülmüştür. Bazı öğrenciler

mevcut sıralanın (1;-2;-4), (1; 0; -1), (1; -1; -3), (1; -8; -16), vb. şeklinde azalarak devam etmesi gerektiğini savunmuşlardır ki bu öğrencilerin mevcut sıralamanın algoritmasını çözemeyerek sayıların sadece küçüldüklerini dikkate aldıkları ve buna bağlı olarak negatif tamsayıları kullandıkları görülmüştür. Yine bazı öğrenciler mevcut sıralamada “1” sayısının yarısını “0,5” olarak yazabilmelerine karşın “0,5” ondalık kesrinin yarısını alamayarak (1; 0,5; 0,05), (1; 0,5; 0,50); (1; 0,5; 2,5), (1; 0,5; 0,025) veya (1; 0,5; 0,10) gibi cevaplar verdikleri gözlenmiştir. Mevcut soruya doğru yanıt veren öğrencilerin oranı %51,6 iken hiç cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %22,6’dır.

2.sorunun b bölümünde öğrencilerin %81,4’ünün doğru cevaba ulaşamadığı, %31,2’sinin ise mevcut sıralamayı (0,16; 0,32) ile bitirdikleri gözlenmiştir. Burada doğru cevap (1,6; 3,2) iken öğrencilerin (0,16; 0,32) yanıtını vermelerinin nedeni, soruda yer alan sıralamada, bir önceki sayının iki katını almak yerine sadece virgülden sonraki kısmın iki katını almaktan kaynaklanan bir kavram yanılığıdır. Örneklem grubunda yer alan 84 öğrencinin bu yanıtı vermesi, yaklaşık her 3 öğrenciden birinin söz konusu yanılığa sahip olduğunu göstermektedir. Bunun dışında verilen diğer yanlış cevapların, mevcut sıralamanın algoritmasını yanlış tanımlamaya bağlı oldukları gözlenmiştir. Mevcut soruya doğru yanıt veren öğrencilerin oranı %18,6 iken hiç cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %5,9 dur.

2.sorunun c bölümünde öğrencilerin %60’ının doğru cevaba ulaşamadığı; %17,4’ünün ise (0,100; 0,102) yanıtını verdikleri gözlenmiştir. Bu yanıtı veren öğrencilerin mevcut kesirlerin sıralanmasında sadece virgülden sonraki kısmı önemseyerek sıralamanın 94, 96, 98, 100, 102 şeklinde olması gerektiğini düşünerek

kavram yanlışlığına düştükleri gözlenmektedir. Bunun dışında verilen yanlış cevaplar arasında frekansı oldukça yüksek olan (1; 1,2) cevabı yer almaktadır ki bu cevabı veren öğrencilerin mevcut sıralamanın algoritmasını doğru tanımladıkları fakat işlem hatası yaptıkları gözlenmektedir. Mevcut soruya doğru yanıt veren öğrencilerin oranı %39 iken hiç cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %9,6'dır. 2.Sorunun tamamı için öğrencilerin basamak değerlerini göz ardı ederek sonuçları sayma sayıları gibi oluşturdukları gözlenmektedir.

Soru 3: Aşağıdaki koşullara uyan sayıları yazınız (Uygun cevap olmadığını düşünüyorsanız böyle bir sayı yoktur yazın).

- a) 4'den BÜYÜK, 4,1 den KÜÇÜK
.....
- b) 2,9'dan BÜYÜK,2, 15 den KÜÇÜK
.....
- c) 0,23'den BÜYÜK, 0,24'ten KÜÇÜK
.....

3.sorunun a bölümüne öğrencilerin %66,1'i doğru yanıt verememiş, %34,9'u ise "böyle bir sayı yoktur" cevabını vermişlerdir. 4' ten büyük, 4,1'den küçük bir sayının olmadığını düşünmeleri, öğrencilerin, ondalık kesirlerde virgülden sonraki kısımda yer alan rakamların basamak değerlerini ve sayının büyüklüğüne olan etkilerini kavrayamadıklarının göstergesidir. Yanlış cevaplar arasında 4,9; 4,5; 4,2 gibi ondalık kesirler yer almaktadır. Bu cevabı veren öğrenciler "4,1" kesrini "4,10" olarak düşünüp, bu kesir için sadece virgülden sonraki kısmı dikkate aldıkları ve "10" dan küçük doğal sayıları düşünerek cevap verdikleri anlaşılmaktadır. Mevcut soruya doğru cevap

veren öğrenci oranı %33,8 iken cevap vermeyen öğrenci oranı ise % 14,1'dir.

3.sorunun b bölümünde öğrencilerin %76,5'i doğru cevaba ulaşamamış iken %22,3'ü ise mevcut soruya yanıt vermemişlerdir. Burada yanlış cevap veren öğrencilerin büyük bir çoğunluğu (tamamına yakını) mevcut ondalık kesirlerin virgülden sonraki kısımlarını dikkate alarak 9'dan büyük 15'ten küçük tamsayıları düşünmüş ve 2,10; 2,11; 2,12; 2,13..vb. yanıtlar vermişlerdir. Bu bölümde de 2.sorunun a ve b bölümlerindekilere benzer nedenlerden kaynaklanan kavram yanılgılarının varlığı dikkat çekmektedir. Öğrencilerin %23,4'ü bu soruya doğru yanıt vermişlerdir.

3.sorunun c bölümünde öğrencilerin %71,7'si mevcut soruya doğru yanıt veremezken, %37,9'u ise "böyle bir sayı yoktur" yanıtını vermişlerdir. "Böyle bir sayı yoktur" yanıtını veren öğrencilerin, mevcut ondalık kesirlerin virgülden sonraki kısımlarını dikkate alarak 23'ten büyük 24'ten küçük bir tam sayının mevcut olamayacağını düşündükleri ve kavram yanılgısına düştükleri görülmektedir. Bu bölümde doğru cevap veren öğrencilerin oranı %28,2 iken, mevcut soruya cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %21,1'dir.

Tablo 4. Soru 3 için öğrenci cevapları frekans tablosu

Soru 3-a	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	
			"Böyle Bir Sayı Yoktur" Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	94	34,9
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	38	14,1
			Diğer	46	17,1
	91	33,8	Toplam	178	66,1
Soru 3-b	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	
			"2,10-2,11-2,12-2,13-2,14" Cevaplarını Veren Öğrenci Sayısı	118	43,8
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	60	22,3

	63	23,4	Diğer	28	10,4
			Toplam	206	76,5
Soru 3-c	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	
			“Böyle Bir Sayı Yoktur” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	102	37,9
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	57	21,1
			Diğer	34	12,6
	76	28,2	Toplam	193	71,7

Soru 4: Aşağıdaki ifadelerde boş yerleri uygun sayılarla doldurunuz.

a) $2,08 = 2 + \dots$

b) $23,45 = 20 + 3 + 0,4 + \dots$

4.sorunun a bölümünde öğrencilerin %68,7’si doğru cevap verememişlerdir. Bu öğrencilerin %11’i ise “08” veya “8” cevabını vermişlerdir. Bu cevabı veren öğrencilerin mevcut sorudaki virgüli bir ayıraç gibi gördükleri anlaşılmaktadır. “0,8” yanıtını veren %20’lik bir bölüm ise virgüli görmezden gelmektedirler. Bu soruya öğrencilerin %31,2’si doğru yanıt verirken, %10,7’si ise cevap verememişlerdir.

4.sorunun b bölümünde öğrencilerin %60,9’u soruya doğru cevap verememişlerdir. Bu öğrencilerden ise “0,5” ve “0,41” yanıtını verenlerin virgüli bir ayıraç gibi gördükleri, “5” yanıtını verenlerin ise virgüli görmezden geldikleri anlaşılmaktadır. Öğrencilerin %39’u bu soruya doğru yanıt vermişlerdir.

Tablo 5. Soru 4 için öğrenci cevapları frekans tablosu

Soru 4-a	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde
			“08” veya “8” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	30 11,1
			“0,8” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	54 20
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	29 10,7

Soru	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	
	84	31,2	Diğer	72	26,7
			Toplam	185	68,7
Soru 4-b			“5” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	21	7,8
			“5” veya “0,5” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	27	10
			“41” veya “0,41” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	28	10,4
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	38	14,1
			Diğer	50	18,5
	105	39	Toplam	164	60,9

Soru 5: 9,76 sayısında 7 rakamının değeri (basamak değeri) nedir?

Tablo 6. Soru 5 için öğrenci cevapları frekans tablosu

Soru	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	
5			“Onlar” veya “Onlar Basamağı” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	29	10,7
			“Onda birler” veya “Onda Birler Basamağı” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	46	17,1
			“70” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	46	17,1
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	56	20,8
			Diğer	28	10,4
	64	23,7	Toplam	205	76,2

5.soruya öğrencilerin %76,2’si doğru yanıt veremezken %17,1’i “70” yanıtını vermişlerdir. Bu yanıtı veren öğrencilerin virgülü görmezden gelerek “7” rakamının onlar basamağında yer aldığını düşündükleri ve bu sebeple ($7 \times 10 = 70$) “70” yanıtını verdikleri düşünülmektedir. Dolayısıyla bu öğrencilerin kavram yanlışlığına sahip oldukları söylenebilir. 5.soruya verilen diğer yanlış cevaplar genellikle “onlar”, “onda birler”, “yüzde birler” türünde ifadelerden oluşmaktadır. Mevcut soruya öğrencilerin %23,7’si doğru cevap verirken %20,8’i ise cevap vermemiştir.

2. Ondalık Sayıların Sıralanması

Soru 6: Aşağıdaki sayıları küçükten büyüğe doğru sıralayınız.

- a) 0,5 0,50 0,500
 b) 3,11 2,98 4,01 3

6.sorunun a bölümünde öğrencilerin %64,3'ü doğru cevabı veremez iken %23,7'si ise mevcut sıralamayı " $0,5 < 0,50 < 0,500$ " biçiminde yapmışlardır. Bu cevabın nedeninin, ondalık kesirlerde yer alan virgülden gelerek virgülden sonraki kısımları tam sayı gibi sıralamak olduğu düşünülmektedir ki bu durum önceki sorularda yer alan kavram yanlışlarının bir benzeridir. Yanlış verilen diğer cevaplar arasında " $0,5 > 0,50 > 0,500$ " veya " $0,500 > 0,50 = 0,5$ " gibi ifadeler yer almaktadır. Mevcut soruya öğrencilerin %35,6'sı doğru cevap verirken, %15,2'si ise cevap vermemişlerdir.

6.sorunun b bölümünde öğrencilerin %54,6'sı doğru cevaba ulaşamamış, %4,8'i ise " $3 < 2,98 < 3,11 < 4,01$ " yanıtını vermişlerdir. Bu cevabı veren öğrencilerin sıralama yaparken virgülden gelmediği anlaşılmaktadır. Mevcut soruya doğru cevap veren öğrencilerin oranı %45,3 iken, cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %18,5'tir.

Tablo 7. Soru 6 için öğrenci cevapları frekans tablosu

Soru 6- a	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	
			" $0,5 < 0,50 < 0,500$ " Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	64	23,7
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	41	15,2
	96	35,6	Diğer Toplam	68 173	25,2 64,3
Soru 6-	Doğru	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci	Yüzde	

b	Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Sayısı		
		“3 < 2,98 < 3,11 < 4,01” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	13	4,8
		Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	50	18,5
		Diğer	84	31,2
	122	Toplam	147	54,6
				45,3

Soru 7: Sol başta verilen sayıya en yakın değeri yuvarlak içine alınız.

0,18	0,1	0,2	10	20
2				
0,62	0,5	0,6	0,7	1
61				

7.sorunun a bölümünde öğrencilerin %35,6’sı doğru cevap verememiştir. Özel olarak “20” ve “0,1” yanıtını veren öğrencilerin ondalık kesirdeki virgülü görmezden geldikleri veya basamak değerini anlamamaya bağlı kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmektedir. Bu soruda doğru cevap veren öğrenci oranı %64,3 iken, cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %8,1’dir.

Tablo 8. Soru 7 için öğrenci cevapları frekans tablosu

Soru	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde
7-a			“0,1” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	13 4,8
			“20” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	47 17,4
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	22 8,1
			Diğer	14 5,2

	173	64,3	Toplam	96	35,6
Soru 7-b	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	
			“0,7” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	44	16,3
			“61” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	39	14,4
			“1” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	23	8,5
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	23	8,5
			Diğer	3	1,1
	137	50	Toplam	132	49

7.sorunun b bölümünde öğrencilerin %49’u doğru cevap verememişlerdir. Bu öğrencilerden “0,7” ve “1” yanıtını verenlerin basamak değeri ile ilgili yanlışlara, “61” yanıtını veren öğrencilerin ise virgülden gelmelerine bağlı olan yanlışlara sahip oldukları görülmektedir. Mevcut soruya doğru cevap veren öğrenci oranı %50 iken, cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %18,5’tir.

3. Ondalık Sayıların Yoğunluğu

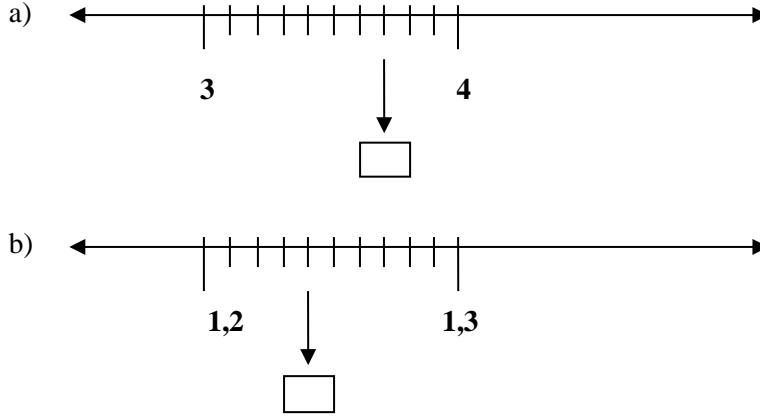
Soru 8: Aşağıya 0,23 ile 0,24 arasında bir sayı yazın, başka kaç tane daha sayı yazabilirsiniz?

Tablo 9. Soru 8 için öğrenci cevapları frekans tablosu

Soru 8	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde
	26	9,6	Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	81
			Diğer	162
			Toplam	243
				30,1
				60,2
				90,3

8.soruda öğrencilerin %90,3’ü doğru cevaba ulaşamamıştır. Bu soruda yanlış cevap veren öğrencilerde ondalık sayıların yoğunluğu ile ilgili kavram yanlışlarının mevcut olduğu anlaşılmaktadır. Mevcut soruya doğru cevap veren öğrencilerin oranı %9,6 iken cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %30,1’dir.

Soru 9: Aşağıdaki sayı doğrusu üzerinde okla gösterilen sayıları ondalık sayı olarak ifade ediniz.



Tablo 10. Soru 9 için öğrenci cevapları frekans tablosu

Soru 9- a	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde
			“3/7” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	4 1,4
			“3,8” veya “3,6” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	13 4,8
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	40 14,8
			Diğer	38 14,1
	174	64,6	Toplam	95 35,3
Soru 9- b	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde
			“1,6” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	39 14,4
			“1,2 4/10” veya “1,2 4/9” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	16 5,9
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	73 27,1
			Diğer	63 23,4
	78	28,9	Toplam	191 71

9. sorunun a bölümünde öğrencilerin %35,3'ünün doğru cevap veremediği gözlenmiştir. “3/7” yanıtını veren öğrencilerin (%1,4)

“kesir-ondalık kesir kargaşası” na sahip oldukları, “3,8” veya “3,6” cevabını veren öğrencilerin (%4,8) ise sayı doğrusunda aralıkları saymaya yanlış yerden başladıkları görülmektedir. Bu tür cevaplar kavram yanlışlarının göstergesidir. Mevcut soruya doğru cevap veren öğrencilerin oranı %64,6 iken, cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %14,8’dir.

9. sorunun b bölümünde öğrencilerin %71’i soruya doğru cevap verememişlerdir. Öğrencilerde gözlenen kavram yanlışlarının genel nedeni ise mevcut aralıkların “0,1” birim olarak algılanmasına bağlı olduğu gözlenmektedir. “Diğer” kategorisinde yer alan cevaplardan bazıları ise “0,4”, “1,4”, “1,04” tür. Bu cevaplar da yine benzer yanlışlara bağlı olarak verilen yanlış cevaplar arasındadır. Mevcut soruya doğru cevap veren öğrencilerin oranı %28,9 iken cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %27,1’dir.

4.Çarpma ve Bölmenin Sayılar Üzerindeki Etkisi

Soru 10: $12 \times 0,247$ işleminin sonucu için aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- İşlemin sonucu 12’den büyüktür.
- İşlemin sonucu 12’den küçüktür.

Tablo 11. Soru 10 için öğrenci cevapları frekans tablosu

Soru	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	
10			“a” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	111	41,2
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	39	14,4
	119 (6)	44,2	Toplam	150	55,7

10.soruya doğru cevap veremeyen öğrencilerin oranı %55,7'dir. Öğrencilerin %41,2'si ise "a seçeneği" yanıtını vermişlerdir. Bu cevabı veren öğrencilerin çarpma işleminin her zaman sayının değerini artıracığı şeklinde bir yanılgıya sahip oldukları gözlenmektedir. Mevcut soruya 119 (%44,2) öğrenci doğru cevap vermiş fakat bunların 6'sı uzun hesaplamalar sonucu doğru cevaba ulaşabilmiştir. Cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %14,4'tür.

Soru 11: $12 \div 0,247$ işleminin sonucu için aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- a) İşlemin sonucu 12 'den büyüktür.
- b) İşlemin sonucu 12'den küçüktür.

Tablo 12. Soru 11 için öğrenci cevapları frekans tablosu

Soru	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde
11			"b" Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	139 51,6
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	46 17,1
	84 (9)	31,2	Toplam	185 68,7

11.soruya öğrencilerin %68,7'si doğru cevap verememiştir. Öğrencilerin %51,6'si ise "b" yanıtını vermişlerdir. Bu cevabı veren öğrencilerin bölme işleminin her zaman sayının değerini azaltacağı şeklinde bir yanılgıya sahip oldukları gözlenmektedir. Mevcut soruya 84 öğrenci doğru cevap vermiş fakat bunların 9'u uzun hesaplamalar sonucu doğru cevaba ulaşabilmiştir. Cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %17,1'dir.

5.Kesirlerle Ondalık Kesirler Arasındaki İlişkinin Kurulması

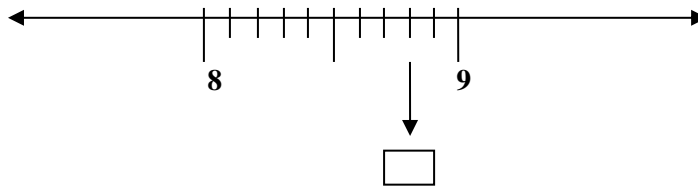
Soru 12: 0,4 sayısını kesir olarak (a/b biçiminde) ifade ediniz.

Tablo 13. Soru 12 için öğrenci cevapları frekans tablosu

Soru 12	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde
			“10/4” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	6 2,2
			“0/4” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	18 6,6
			“4/0” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	1 0,3
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	71 26,3
			Diğer	17 6,3
	156	57,9	Toplam	113 42

12. soruya öğrencilerin %42’si doğru cevap verememiştir. Yanlış verilen cevaplar arasında “10/4”, “0/4”ve “4/0” türündeki kavram yanlışları göze çarpmaktadır. Bu tür cevaplar öğrencilerin kesir-ondalık kesir ilişkisini kavrayamadığının göstergesidir. Mevcut soruya doğru cevap veren öğrencilerin oranı %57,9 iken cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %26,3’tür.

Soru 13: Aşağıda okla gösterilen sayı kaçtır?



13.soruda öğrencilerin %41,6’sı soruya doğru cevap verememişlerdir. Bu öğrencilerin cevapları incelendiğinde çeşitli

kavram yanlışları göze çarpmaktadır. Bunlardan “8 3/5” cevabını veren öğrencilerin mevcut aralığın yarısı için soruyu ele alarak düşündükleri, “8/10” cevabını veren öğrencilerin mevcut aralığın hangi sayılar arasında olduğunu dikkate almayarak cevap verdikleri, “8,7” ve “8 8/9” cevabını verenlerin yanlış yerden başlayarak aralıkları saymaya başladıkları ve “8/8” cevabını verenlerin ise kesir-ondalık kesir ilişkisini kuramamış öğrenciler oldukları görülmektedir. Öğrencilerin %58,3’ü soruya doğru cevap verirken, %57’si ise cevap vermemişlerdir.

Tablo 14. Soru 13 için öğrenci cevapları frekans tablosu

Soru	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde
13			“8 3/5” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	3 1,1
			“8/10” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	6 2,2
			“8,7” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	6 2,2
			“8 8/9” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	5 1,8
			“8/8” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	3 1,1
			Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	57 21,1
			Diğer	32 11,8
	157	58,3	Toplam	112 41,6

Soru 14: 2,4 sayısına 1/10 ekleyince kaç eder?

Tablo 15. Soru 14 için öğrenci cevapları frekans tablosu

Soru	Doğru Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde	Yanlış Cevap Veren Öğrenci Sayısı	Yüzde
14			“3,5” veya “3,50” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	14 5,2
			“3,14” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	23 8,5
			“24/40” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	3 1,1

		“2,14” veya “3,4” Yanıtını Veren Öğrenci Sayısı	9	3,3
		Cevap Vermeyen Öğrenci Sayısı	55	20,4
		Diğer	38	14,1
127	47,2	Toplam	142	52,7

14. ve son soruda öğrencilerin %52,7’si doğru cevap verememişlerdir. Öğrenci cevapları incelendiğinde çeşitli kavram yanlışları göze çarpmıştır. Öğrencilerin bir kısmı “1/10” kesrini “1,1” olarak ondalık kesre çevirmiş dolayısıyla “3,5” cevabına ulaşmışlardır. Bazı öğrenciler mevcut kesrin payı ile ondalık kesrin tam kısmını kendi arasında, kesrin paydası ile ondalık kesrin ondalık kısmını kendi arasında toplayarak “3,14” cevabına ulaşmışlardır. Bazı öğrenciler “2,4” ondalık kesrini “2/4” olarak kesre çevirmiş dolayısıyla “24/40” cevabını bulmuşlardır. Bu tür yanlışların kesir-ondalık kesir ilişkisini kavrayamamaktan kaynaklandığı söylenebilir. “2,14” ve “3,4” cevapları da benzer yanlışlardan kaynaklanan yanlış cevaplar arasındadır. Bu soruda “diğer” kategorisinde yer alan cevaplar arasında 5 öğrencinin verdiği “2,64” cevabı dikkati çekmiş fakat bu cevabın kavram yanlışından değil, soruyu yanlış anlamaktan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Zira bu cevabı veren öğrencilerin açıklayıcı çözümleri öğrencilerin soruyu “2,4 sayısına 1/10’u eklenirse kaç eder?” şeklinde algıladıklarını ortaya koymuştur. Bu soruda doğru cevap veren öğrencilerin oranı %47,2 iken cevap vermeyen öğrencilerin oranı ise %20,4’tür.

Buraya kadar çalışmada yer alan her bir soru için öğrenci cevapları, kavram yanlışına işaret eden bulgular dikkate alınarak ayrıntılı olarak analiz edilmiş ve mevcut yanlışların temelinde yer alan

nedenler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmanın bu bölümünde yapılan analizlerden yararlanılarak, benzer yanılırlara işaret eden bulgular bir araya getirilmiştir.

1. Bazı öğrenciler ondalık ayırıcını, iki farklı tamsayıyı birbirinden ayıran bir ayıraç gibi kullanmışlardır. Bu durum aşağıdaki öğrenci cevapları ile örneklenebilir.
 - a) “ $3,98+0,1$ ” işleminde “ $98+1=99$ ” işlemi ile “ $3,99$ ” yanıtının verilmesi
 - b) $0,2$ $0,4$ $0,8$ sıralamasında bir sonraki sayı için “ $8 \times 2=16$ ” işlemi ile “ $0,16$ ” yanıtının verilmesi
 - c) $23,45=20+3+0,4+$ Sorusunda “ $45-4=41$ ” işlemi ile “ $0,41$ ” yanıtının verilmesi
 - d) $2,9$ 'dan büyük $2,15$ 'ten küçük sayı olarak $9<10<15$ sıralamasını göz önüne alarak “ $2,10$ ” yanıtının verilmesi
 - e) $2,08=2+$... sorusunda “ 08 ” yanıtının verilmesi
 - f) “ $9,76$ ” ondalık kesrindeki “ 7 ” rakamının basamak değeri için “ 70 ” yanıtının verilmesi
2. Bazı öğrenciler ondalık kesirlerde yer alan virgülden görmezden gelerek mevcut sorulara yanıt vermişlerdir. Bu durum aşağıdaki öğrenci cevapları ile örneklenebilir.
 - a) $3,11$; $2,98$; $4,01$; 3 sayılarının sıralanmasını gerektiren soruda virgülden görmezden gelinerek mevcut sıralama için; $3 < 2,98 < 3,11 < 4,01$ yanıtının verilmesi
 - b) $0,18$ 'e en yakın sayı olarak “ 20 ” yanıtının verilmesi
3. Bazı öğrenciler bir ondalık kesri, kesre çevirirken, virgülden önceki kısmı paya, virgülden sonraki kısmı ise paydaya yazmış veya bunun tam tersini yapmışlardır. Veya bu öğrenciler doğru

cevapta yer alan pay ve paydanın yerlerini değiştirmişlerdir. Bu duruma örnek olarak aşağıdaki soru ve cevapları gösterilebilir.

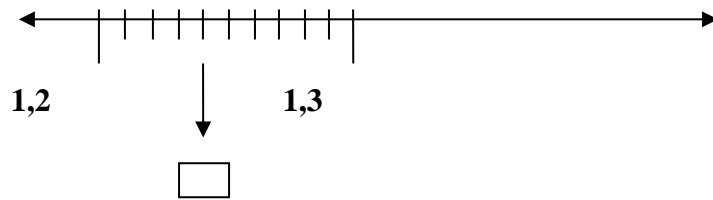
- a) 0,4 ondalık kesrinin $0/4$ veya $4/0$ ya da $10/4$ biçiminde kesre çevrilmesi
- b) $2,4+1/10$ işleminde “ $1/10=1,10$ ” olarak ele alarak “3,14” cevabının verilmesi
- c) $2,4+1/10$ işleminde “ $2,4=2/4$ ” olarak ele alıp “ $24/40$ ” cevabının verilmesi

4. Bazı öğrenciler basamak değerinin sorulduğu sorularda söz konusu basamağın adını kullanarak cevap vermişlerdir. Bu duruma örnek olarak aşağıdaki soru ve cevabı gösterilebilir.

- a) 9,76 ondalık kesrindeki “7” rakamının basamak değeri için “onda birler” veya “onda birler basamağı” yanıtının verilmesi

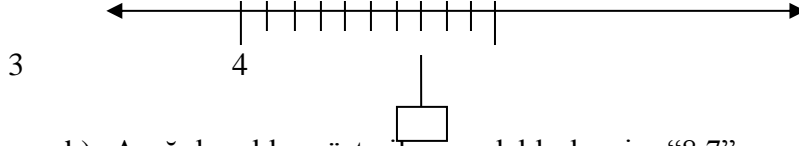
5. Bazı öğrenciler sayı doğrusu üzerindeki herhangi iki sayı arasındaki mesafeyi her durumda “1” birim olarak kabul etmişlerdir. Bu durum aşağıdaki öğrenci cevabı ile örneklenebilir.

Aşağıdaki sayı doğrusu üzerinde işaretlenmiş olan sayının “1,6” olarak adlandırılması.

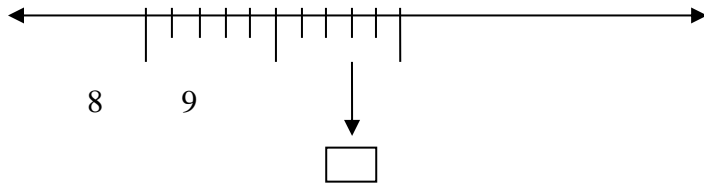


6. Bazı öğrenciler, sayı doğrusu üzerinde yer alan mevcut aralıkların içerisinde kalan nokta sayısını aralık sayısı olarak ele almış veya aralıkları saymaya yanlış yerden başlamışlardır. Bu duruma örnek olarak aşağıdaki soru ve cevapları gösterilebilir.

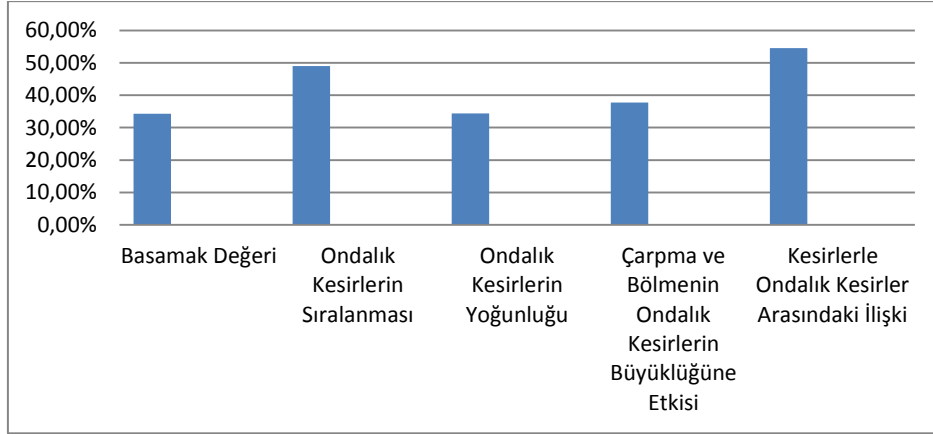
- a) Aşağıda okla gösterilen ondalık kesrin “3,6” veya “3,8” olarak ifade edilmesi



- b) Aşağıda okla gösterilen ondalık kesrin “8,7” veya “8 8/9” olarak ifade edilmesi



Çalışmada kullanılan “ondalık kesirler kavram yanlışları testi” ne verilen öğrenci cevapları incelendiğinde çalışmada yer alan tüm öğrencilerin ortalama başarı puanı 23 puan üzerinden 9,21; başarı oranı ise %40 olarak hesaplanmıştır. Özel olarak 6. sınıfa devam eden öğrencilerin başarı puan ortalamaları 8,64 (%37,5), 7. sınıfa devam eden öğrencilerin başarı puan ortalamaları 8,19 (%35,6), 8. sınıfa devam eden öğrencilerin başarı puan ortalamaları ise 10,82 (%47) olarak hesaplanmıştır. Kavram yanlışlarının türlerine göre öğrenci cevapları incelendiğinde ise, öğrencilerin %34,3’ünün basamak değeri, %49’unun ondalık kesirlerin sıralanması, %34,4’ünün ondalık kesirlerin yoğunluğu, %37,7’sinin çarpma ve bölmenin ondalık kesirlerin büyüklüğüne etkisi ve % 54,5’inin ise kesirlerle ondalık kesirler arasındaki ilişki ile ilgili olarak doğru cevaplara ulaşabildikleri gözlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Kavram yanlışları türlerine göre öğrenci başarı puanları

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Mevcut çalışmada elde edilen bulgulara dayanarak aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Bazı öğrenciler ondalık kesirlerde yer alan virgüli “ayıraç” gibi algılamaktadırlar.
2. Bazı öğrenciler ondalık kesirlerde yer alan virgüli görmezden gelmektedirler.
3. Bazı öğrenciler kesirleri ondalık kesre veya ondalık kesirleri kesre çevirirken kesir çizgisi ile virgüle aynı anlamı yüklemektedirler.
4. Bazı öğrenciler “basamak değeri” kavramı yerine “basamak” kavramını kullanmaktadırlar.
5. Bazı öğrenciler sayı doğrusu üzerinde herhangi iki sayı arasındaki mesafeyi her durumda 1 birim olarak kabul etmektedirler.

6. Bazı öğrenciler sayı doğrusu üzerinde yer alan ondalık kesirleri, kesir olarak ifade ederken mevcut aralık sayısını doğru değerlendirememektedirler.

Burada elde edilen sonuçlar incelendiğinde öğrencilerin ondalık kesirlerde yer alan virgüli anlamlandıramadıkları ve bazı durumlarda kesir çizgisi yerine kullandıkları, ondalık kesirleri büyüklük olarak sayı doğrusu ile ilişkilendirip gösteremedikleri, basamak değerini anlamlandıramadıkları görülmektedir. Benzer sonuçlar literatürde yer alan farklı çalışmalarda elde edilmiştir (Bell ve Baki, 1997; Gür ve Seyhan, 2004; Thompson, 2003; Yılmaz ve Yenilmez, 2008). Söz konusu yanlışların ondalık kesirlerin temel kavramları ile ilişkili olduğu görülmektedir (Liu, 2002). Başka bir ifade ile sahip olunan kavram yanlışlarının temel nedeninin öğrencilerin ondalık kesirleri doğru olarak anlamlandıramamaları olduğu söylenebilir. Burada elde edilen sonuç ülkemizdeki yapılan birçok araştırma sonuçları ile benzerdir. Söz konusu çalışmalar (Ardahan ve ark., 1999; Gür ve Seyhan, 2004; Gürbüz ve Birgin, 2008; Haser ve Ubuz, 2003; Sulak ve Cihangir, 2000; Yetim ve Alkan, 2010) ülkemizde öğrenim gören öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun kesir-ondalık kesir kavramlarını tam olarak öğrenemediklerini ve buna bağlı olarak ileri öğrenim seviyelerine taşıyacakları birçok kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir.

Çalışmanın bu noktasında elde edilen sonuçların nedenlerinin tartışılması amaçlanmaktadır ve bu bağlamda öğrenim süreçlerinin önemli bir parçası olan ders kitapları üzerinde durulacaktır. Çünkü yapılan çalışmalar ülkemizde ders kitaplarının öğretme ve öğrenmeyi desteklemek amacıyla oldukça fazla oranda (%72,64) kullanıldığını

göstermektedir (Seven, 2001). Bu bağlamda öğrencilerin öğrenme süreçlerinde oldukça fazla sıkıntı yaşadıkları ondalık kesir kavramı, ders kitaplarında nasıl ele alınmaktadır sorusu önem kazanmaktadır.

Ülkemizde uygulanan müfredat dâhilinde ondalık kesir kavramı ile öğrenci ilk kez 4. sınıfta karşılaşmaktadır. Bu sınıf seviyesinde müfredatta ilk olarak “1/10” ve “1/100” kesirleri sayı doğrusunda gösterilmekte ve bu kesirlerin ondalık kesir olduğu vurgulanmaktadır (MEB, 2009). Ders kitabında (MEB, 2013) ise ondalık kesirlerin öğretimine müfredattan farklı olarak $2\frac{3}{10}$ tam sayılı kesrinin kare ve şeritler yöntemi ile modellenerek gösterilmesi ile başlanmıştır. Bu noktada kavram ile yeni karşılaşan bir öğrencinin ondalık kesir kavramının ne anlama geldiğini anlayabilmesi ve bu kavramın kesir kavramından farkını ayırt edebilmesi için geçerli bir tanıma ihtiyacı olduğu düşünülmektedir. Fakat ders kitabında (MEB, 2013) böyle bir tanıma rastlanmamıştır. İlköğretim 4. Sınıf matematik ders kitabı ondalık kesirlerin öğretiminde herhangi bir tanıma yer vermeden direkt olarak tamsayılı kesir örnekleri ile başlamaktadır. Burada amaç öğrencinin keşfederek öğrenmesini sağlamak ise de özellikle somut işlemler döneminde olan çocuklara soyut kavramlara giriş aşamasında verilecek basit tanımlamaların öğrenci açısından önemli ve gerekli olduğu düşünülmektedir. Ersoy (2006) keşfederek öğrenmeye dayalı yaklaşımların ötesinde gerekli bilgilerin bir biçimde çocuğa ulaştırılmasının ders kitaplarının amaçlarından biri olması gerektiğini vurgulamaktadır.

Baykul (2012) ondalık kesirlerin öğretimine $1/10$ kesri ile başlanması ve daha sonra sırasıyla $2/10$, $3/10$, ..., $9/10$ sayıları ile ilgili çalışmalara geçilmesi gerektiğini söylemektedir. Aynı çalışmada yazar

tam kısmı “0” olan ondalık sayılar üzerinde yapılan çalışmalardan sonra tam kısmı sıfırdan büyük olan ondalık sayılar üzerinde kavram çalışmalarına geçilebileceğini söylemektedir. Mevcut çalışma için üzerinde durulan bu nokta farklı zamanlarda yapılan ve ders kitaplarını ele alan farklı çalışmalarda da ortaya konulan gerçekler arasındadır. Bu çalışmalarda incelenen kitaplar farklı olsa da konuyu ele alış yöntemleri ve çözümlü örneklerin niteliği açısından ders kitaplarının birbiri ile benzerlik taşıdığı görülmektedir. Karakelleoğlu (2007) ilköğretim 4. sınıf matematik ders kitaplarına ilişkin öğretmen, öğrenci ve uzman görüşlerini incelediği çalışmasında, örneklem grubunda yer alan öğrencilerin %50,5’inin ders kitabında yer alan sorular için basitten zora sıralanmadığı biçiminde görüş bildirdiklerini söylemiştir. Benzer şekilde Çakır (2006) ilköğretim dördüncü sınıf matematik ders kitaplarını ele aldığı çalışmasında kitaplarda yer alan örneklerin öğrenci seviyesine uygun olmadığı görüşünü savunmuştur. Arslan ve Özpınar (2009)’ın ilköğretim 6. sınıf matematik ders kitaplarını öğretmen görüşleri doğrultusunda inceledikleri çalışmalarında yer alan öğretmenler genel olarak içeriğin öğrenci seviyesiyle uyumlu olmadığını, zaman zaman öğrenci seviyesinin çok üstüne çıkıldığını yer yer de seviyenin altına inildiğini söylemişlerdir. Aynı çalışmada ders kitabında yer alan etkinlikler için bazen öğrencinin ilgi alanına girmediği veya seviyesinin üstünde olduğu, bazen de zaman alacak nitelikte oldukları söylenmektedir. Benzer bir şekilde Karakelleoğlu (2007)’nin çalışmasında yer alan öğrencilerin %40,6’sı ders kitabında yer alan örnek ve kavramları kısmen anlayabildiklerini ifade etmişlerdir.

Van De Walle, Karp ve Bay-Williams (2013) ondalık kesir kavramı ile ilk kez karşılaşan öğrenci için öncelikle onda birler ile

yüzde birler bakımından çoklukları düşünebilmeleri üzerinde durmaktadır. Böylece soyut kavramların daha somut hale getirilmesi amaçlanmaktadır. Bu duruma örnek olarak öğrencilere “65/100 kesri $\frac{1}{2}$ 'den büyük müdür veya küçük müdür?” şeklinde bir soru yönlendirilebileceği örneklenmektedir. Bu ve benzeri uygulamalar tek bir örnek üzerinde parça-bütün ilişkisine bağlı kalmadan öğrencilerin ondalık kesirleri büyüklük olarak zihinlerinde daha somut şekillendirebilmelerine yardımcı olacaktır. Bu noktada ülkemizde kullanılan ders kitaplarının, ondalık kesirlerin parça-bütün ilişkisine ağırlık verdiği ve modelleme gerektiren benzer soru tiplerini kullandığı gözlenmektedir. Gürbüz ve Birgin (2008) çalışmalarında mevcut çalışma ile benzer noktaya dikkat çekerek, rasyonel sayıların öğretiminde parça-bütün anlamlarına ve cebirsel gösterimlere ağırlık verilerek diğer anlamlara ve diğer gösterim biçimlerine çok fazla yer verilmemesinin, öğrencilerin kavramsal anlamalarını güçleştirdiğini ortaya koymuşlardır. Çakır (2009) 5. Sınıf matematik ders kitabını incelediği çalışmasında öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirici yeterli sayıda soru bulunmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Mevcut çalışma sonucunda ve benzer farklı çalışmalarda (Alacaci, 2009; Bell ve Baki, 1997; Ersoy ve Ardahan, 2003; Gür ve Seyhan, 2004; İşeri, 1997; Steinle ve Stacey, 1998; Sulak ve Ardahan, 1996; Sulak ve Cihangir, 2000) öğrencilerin çoğunun ondalık gösterimlerde yer alan virgüli anlamlandıramadıkları ve buna bağlı olarak ondalık kesirleri yanlış sıraladıkları gözlenmiştir. Ülkemizde öğrenciler ondalık kesirlerin virgül kullanılarak yazılmasını ilk olarak 4. sınıfta görmektedirler. Bu sınıf seviyesinde söz konusu kazanıma yönelik olarak müfredatta yer alan ilk örnekler $\frac{1}{10}$ ve $\frac{1}{100}$ ondalık

kesirleridir. Müfredatta yer alan etkinlik örneklerinde $1/10=0,1$ ve $1/100=0,01$ olduğu ifade edilmektedir. Bu kazanıma yönelik olarak ders kitabında tamsayı bir kesrin karesel bölgelerle modellenmesi ve basamak sistemine vurgu yapılarak virgül ile ifade edilmesi gösterilmekte ve ardından benzer çeşitli örnekler verilmektedir. Bu uygulamalarla denilebilir ki öğrencinin yine parça-bütün ilişkisi ile anlaması öne çıkarılmaktadır. $1/10$ kesrinin neden $0,1$ biçiminde yazılabileceği cevaplanması gereken elzem bir sorudur. Bu sorunun cevap bulması soyut kavramların öğrencinin zihninden uzaklaşmasına yardımcı olarak, tam ve etkili öğrenmeyi sağlayacaktır. Bu noktada mevcut ondalık kesirlerin matematiksel anlamlarını daha somut gözlemlemek ve söz konusu karşılaştırmaları daha etkili yapabilmek adına kesir kavramının bölme anlamına vurgu yapılarak hesap makinelerinden yararlanılabileceği düşünülmektedir. “ $1/10 = 0,1$ ” olarak ifade edilir denildiğinde öğrenci ister istemez bir ezber sürecine yönelmektedir. Hâlbuki $1/10=1\div 10$ eşitliği vurgulandıktan sonra öğrencilerin hesap makinesi ile $1\div 10$ işlemini yapmaları, bazı kavramların daha somut hale gelmesini sağlayacaktır. Bu yanlış türüne örnek olarak mevcut çalışmada yer alan yaklaşık her dört öğrenciden birinin $0,5<0,50<0,500$ durumunun doğru olduğunu savunmaları gösterilebilir. Van De Walle, Karp ve Bay-Williams (2013) çalışmalarında hesap makinesinin ondalık kesirleri anlama süreçlerindeki rolü ve kesirlerin bölme olarak vurgulanmasının önemi üzerinde durmaktadırlar. Ülkemizde uygulanan müfredatta ise bölme işlemi ile kesir kavramı arasındaki ilişki kazanım olarak ancak 6. sınıf seviyesinde yer almaktadır. $1/10=1\div 10$ eşitliğini bilmeyen bir öğrenci için siz ne kadar modelleme etkinliği yaparsanız yapın $1/10$ ifadesi

soyut bir kavram olarak kalacaktır. Öğrenci büyük bir kesirle karşılaştığında (örneğin 754/1000) bu kesri çizerek modellemekte zorlanacağı için büyüklük olarak zihninde canlandırmakta zorlanacaktır. Yine bu eşitliği bilmeyen bir öğrenci için bileşik kesirleri anlamlandırmak ve ondalık kesir olarak ifade etmek oldukça güç olacaktır. Dolayısıyla sözü edilen durumun mevcut kavramlar için öğrenmeyi kısıtlayan bir durum olduğu söylenebilir. Bu durum yapılan farklı çalışmalarda da ifade edilmiştir. Arslan ve Özpinar (2009) ilköğretim 6. sınıf matematik ders kitaplarını öğretmen görüşleri doğrultusunda inceledikleri çalışmalarında, incelenen kitapların öğrencilerin ön bilgilerini yer yer göz ardı ettiği, üniteler arasında kopukluk olduğu ve özellikle önceki bilgiler ile yeni bilgiler arasındaki ilişkilerin kurulmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Çakır (2009) 5. sınıf matematik ders kitaplarının çoğu zaman ilgili ünite ile sınırlı kaldığını ve diğer ünitelerle ilişkilendirme yapılmadığını ortaya koymuştur.

Mevcut çalışma sonucunda örneklem grubunda yer alan öğrencilerin ortalama başarı oranları (%40) olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu, ondalık kesirler konusu ile ilgili olarak öğrencilerin %60'ının çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduğunun göstergesidir ve şimdiki yapılan tartışmaları destekler niteliktedir. Ayrıca yürütülen betimsel analizler sonucu gözlenmiştir ki; çalışmada yer alan her bir soru için kavram yanlışına sahip olan öğrencilerin oranları küçümsenmeyecek büyüklüktedir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, başarı ortalaması 7. sınıf seviyesindeki öğrencilerde en düşük, 8. sınıf seviyesindeki öğrencilerde ise en yüksek değerini almaktadır. Burada, 8. sınıfa devam eden öğrencilerin başarı puanlarının bu iki sınıf seviyesine nazaran daha yüksek olduğu dikkat çekicidir. Gürbüz ve Birgin (2008) farklı öğrenim

seviyesindeki (6, 7 ve 8. sınıf) öğrencilerin öğrenim seviyeleri arttıkça rasyonel sayıların cebirsel, geometrik model ve sayı doğrusu gösterim biçimlerini kullanarak işlem yapma becerilerinin arttığı sonucunu elde etmişlerdir. Yılmaz (2007) ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin ondalık sayılar konusundaki kavram yanlışlarını incelediği çalışmasında ondalık sayılar konusunda 7. sınıf öğrencilerinin, 8. sınıf öğrencilerine oranla daha çok kavram yanlışlığına sahip oldukları sonucunu elde etmiştir. Bu anlamda sonuçların benzerlik gösterdiği söylenebilir. Burada elde edilen sonuç, hem yaşla birlikte bilişsel gelişimin daha yüksek olması hem de mevcut matematiksel konuları tekrar görmüş olmaları nedeniyle, 8. sınıfa devam eden öğrenciler açısından anlamlıdır. 7. sınıfa devam eden öğrencilerin en düşük başarı seviyesine sahip olmalarının nedeninin, mevcut müfredat programının uygulanış biçiminden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Şekil 1 incelendiğinde öğrencilerin en yüksek oranda sahip oldukları kavram yanlışlığı türünün “basamak değeri” olduğu ortaya çıkmaktadır. Elde edilen bu sonuç oldukça anlamlıdır çünkü ondalık kesirlerle ilgili sahip olunan kavram yanlışlıklarının temelinde kavramı tam olarak anlayamama durumu yatmaktadır. Buradaki eksikliğin temel nedeni ise, öğrencilerin, ondalık kesirde yer alan virgülden anlamlandıramamalarıdır. Dolayısıyla bu çalışmada ele alınan kavram yanlışlıkları türlerinin çekirdeğini “basamak değeri” oluşturmaktadır denilebilir. Çünkü mevcut çalışmada ele alınan tüm kavram yanlışlığı türleri bu yanlışlığa bağlı olarak ortaya çıkmaktadır.

Chick, Baker, Pham ve Cheng (2006) çalışmalarında, ondalık kesir kavramını öğretme süreçlerinin zorluğundan ve bu süreçte basamak değeri kavramının öneminden bahsetmektedirler. Literatürde

yapılan çeşitli deneysel çalışmalar (Bell, Swan ve Taylor, 1981; Brown, 1981; Hart, 1981; Ward, 1979) basamak değeri kavramının öğrenciler tarafından her zaman anlaşılması güç kavramlardan biri olduğunu söylemektedirler.

Bundan sonra kavram yanlışlığının en fazla olduğu tür, “ondalık kesirlerin yoğunluğu” dur ki bu iki kavram yanlışlığı türündeki sorularda öğrenci başarı puanlarının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Vamvakoussi ve Vosniadou (2004), yoğunluk kavramının anlaşılması için, rasyonel sayıların ondalık kesir, kesir ve tamsayılarla ilişkili olarak kavramsallaştırılmasına ihtiyaç olduğunu ve öğrenci açısından bu süreçlerin oldukça ağır ilerleyen önemli ve zor süreçler (Carpenter v.d, 1993; Gelman, 2000; Moskal ve Magone, 2000) olduğunu söylemektedir. Aynı çalışmada kavramsal değişim yaklaşımına göre 9. sınıf öğrencilerinin rasyonel sayıları anlamaları üzerinde durulmuştur. Söz konusu çalışma sonuçlarına göre örnekleme yer alan en üst düzey öğrencilerin dahi rasyonel sayıların yoğunluğu ile ilgili olarak değişmeyen kavram yanlışlıklarına sahip oldukları gözlenmiştir. Benzer çalışmalar sadece ilk ve ortaöğretimde (Hartnett & Gelman, 1998; Malara, 2001; Merenluoto & Lehtinen, 2002; Neumann, 2001; Pehkonen, Hannula, Maijala, & Soro, 2006; Vamvakoussi & Vosniadou, 2004, 2007) değil, yükseköğretimde (Giannakoulis, Souyoul, & Zachariades, 2007; Tirosh, Fischbein, Graeber, & Wilson, 1999) de öğrencilerin rasyonel ve reel sayıların doğal sayılar gibi ayrık olduğunu (bir ardışıklarının bulunduğunu) düşündüklerini ortaya koymaktadır (akt, Vamvakoussi and Vosniadou, 2010: 181). Dolayısıyla söz konusu çalışma sonuçlarının mevcut çalışma sonuçları ile tutarlı olduğu söylenebilir.

Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlara ve yapılan tartışmalara bağlı olarak, ondalık kesirler konusunda öğrencilerde yer alan kavram yanlışlarının en aza indirgenmesi adına aşağıdaki önlemlerin alınması önerilmektedir.

1. Ondalık kesir kavramı öğrencilere rasyonel sayılarla ilişkili olarak verilmeli, kesir-ondalık kesir ilişkisi vurgulanmalı ve öğrenci ondalık bir kesrin, rasyonel bir sayının farklı bir gösterim biçimi olduğunu tüm yanlış anlamalardan arınmış olarak anlamalıdır.
2. Ondalık Kesirler konusu öğrencilere, ondalık bir kesirde yer alan virgülün ne anlama geldiği noktasından başlanarak ve bu nokta üzerinde süreç boyunca durularak öğretilmelidir. Bu virgülün rasyonel sayılarda yer alan kesir çizgisi ile karıştırılmaması için öğretim ortamlarında gerekli vurgular yapılabilir.
3. Ondalık kesirlerin farklı model gösterimleri günlük yaşamdan örneklerle öğrencilerin gözleri önüne serilebilir, böylece öğrenci bir ondalık kesrin birbirinden farklı gösterimlerini birbiri ile ilişkili olarak anlamlandırabilecektir. Zira bir simidin 0,5'i ile bir ekmeğin 0,5'inin aynı büyüklükler anlamına gelmediği kavranmalıdır.
4. Ondalık kesirlerin sayı doğrusu üzerinde gösterimi üzerinde durularak, farklı sayı aralıklarında (1 birimden büyük ve 1 birimden küçük) bu gösterimlerin nasıl farklılaşacağı nedenleriyle birlikte gösterilebilir.
5. Ondalık kesirlerde yer alan “basamak”, “basamak değeri” kavramları üzerinde durularak bu iki kavram arasındaki farklılıklar vurgulanabilir.

6. Öğretmenler öğrencilerinin söz konusu kavram yanlışlarını tespit etmek ve önüne geçebilmek amacıyla geliştirilmiş teşhis testleri kullanabilir veya söz konusu yanlışları içerecek türden sorularla öğretim yılı boyunca ara değerlendirmeler yapabilirler.
7. Öğretim ortamlarında hesap makineleri kullanılabilir ve ondalık kesirlerin virgül ile gösteriminin yanında ondalık kesirlerle işlemler konusunda da hesap makinelerinden yararlanılabilir.

Kaynaklar

- Aktaş, D.Y. ve Cansız-Aktaş, M. (2012). Öğrencilerin Rasyonel Sayılar Kümesinin Yoğunluğunu Anlamaları, *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 103-110.
- Alacaci, C. (2009). Öğrencilerin Kesirler Konusundaki Kavram Yanlışları. Bingölbali, E ve Özmantar M. F. (Ed.), *Matematiksel Zorluklar ve Çözüm Önerileri*, Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Ardahan, H. ve Ersoy, Y. (2002). *İlköğretim Okullarında Kesirlerin Öğretimi I: Öğrencilerin Öğrenme Güçlükleri ve Ortak Yanlışlıkları*. Matematik etkinlikleri-2002 Bildiri Kitabı, Ankara: Matematikçiler Derneği Yayınları.
- Arslan, S. ve Özpınar, İ. (2009). Yeni İlköğretim 6. Sınıf Matematik Ders Kitaplarının Öğretim Programına Uygunluğunun İncelenmesi, *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(36), 26-38.
- Baki, A., (2008). *Kuramdan Uygulamaya Matematik Eğitimi* (Genişletilmiş 4. baskı) Ankara: Harf Eğitim Yayıncılığı.
- Başgün, M. ve Ersoy, Y. (2000). *Sayılar ve Aritmetik-I: Kesir ve Ondalık Sayıların Öğretilmesinde Bazı Güçlükler ve Yanlışlar*. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi (ss.604-608). Ankara: MEB Yay.
- Baykul, Y. (2012). *İlkokulda Matematik Öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Bell, A. ve Baki, A. (1997). Ortaöğretim Matematik Öğretimi (Cilt I). Ankara: Yüksek Öğretim Kurumu yayınları.

- Bell, A., Swan, M. & Taylor, M. (1981). Choice of Operation in Verbal Problems with Decimal Numbers. *Educational Studies in Mathematics*, 12(3), 399–420.
- Brown, M. (1981). Place Value and Decimals. In K. Hart (Ed.), *Children's Understanding of Mathematics: 11-16*. London: John Murray.
- Bulgar, S. (2003). Children's Sense-Making of Division of Fractions. *Journal of Mathematical Behavior*, 22, 319-334.
- Carpenter, T. P., Fennema, E., & Romberg, T. A. (Eds.) (1993). *Rational numbers: An integration of research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chick, H. L., Baker, M., Pham, T., & Cheng, H. (2006). Aspects of Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Decimals. In J. Novotná, H. Moraová, M. Krátká, & N. Stehlíková (Eds.), *Proceedings of the 30th annual conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 297-304. Prague: PME.
- Çakır, İ. (2009). "İlköğretim 5. Sınıf Matematik Ders Kitaplarının Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri Doğrultusunda Değerlendirilmesi", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Çakır, A. (2006). "İlköğretim Dördüncü Sınıf Matematik Ders Kitapları ile İlgili Öğretmen Görüşleri", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Ersoy, Y., Ardahan, H. (2003). *İlköğretim Okullarında Kesirlerin Öğretimi-II Taniya Yönelik Etkinlikler Düzenleme*. [online]: <http://www.matder.org.tr/adresinden> Mayıs 2009 da indirilmiştir.
- Ersoy, Y. (2006). İlköğretim Matematik Öğretim Programındaki Yenilikler-I: Amaç, İçerik ve Kazanımlar. *İlköğretim Online*, 5(1), 30-44.
- Gelman, R. (2000). The Epigenesis of Mathematical Thinking. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21, 27–37.
- Giannakoulis, E., Souyoul, A., & Zachariades, T. (2007). *Students' Thinking about Fundamental Real Numbers Properties*. In D. Pitta-Pantazi & G. Philippou (Eds.), *Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 426–425). Cyprus: ERME, Department of Education, University of Cyprus.

- Gür, H., Seyhan, G. (2004). İlköğretim 7 ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Ondalık Sayılar Konusundaki Hataları ve Kavram Yanılgıları. [online]: <http://www.matematiksbs.com/matematik-ogretimi/7-ve-8-siniftaki-ogrencilerin-ondalik-kesir-kavramindaki-yanilgilari> adresinden 11.06.2014 tarihinde indirilmiştir.
- Gürbüz, R. ve Birgin, O. (2008). Farklı Öğrenim Seviyesindeki Öğrencilerin Rasyonel Sayıların Farklı Gösterim Şekilleriyle İşlem Yapma Performanslarının Karşılaştırılması, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(1), 85-94.
- Hartnett, P., & Gelman, R. (1998). Early understandings of numbers: Paths or barriers to the construction of new understanding? *Learning and Instruction*, 8, 341-374.
- Hart, K. M. (1981). *Children's Understanding of Mathematics*, London: John Murray.
- Haser, Ç. ve Ubuz, B. (2000). *İlköğretim 5.Sınıf Öğrencilerin Kesirler Konusunda Kavramsal Anlama ve İşlem Yapma Becerileri*. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 609-612. Ankara: MEB Yay.
- Haser, Ç. ve Ubuz, B. (2002). Kesirlerle Kavramsal ve İşlemsel Beceriler. *Eğitim ve Bilim*, 27(126), 53-61.
- Haser, Ç. ve Ubuz, B. (2003). Students' Conception of Fractions: A Study of 5th Grade Students, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 64-69.
- İşeri, A. İ. (1997). "Öğrencilerin Ondalık Kesirleri Yorumlarken ve Uygularken Sahip Oldukları Kavram Yanılgılarının Tanısı", Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, O.D.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karakelleoğlu, S. (2007). "İlköğretim 4. Sınıf Matematik Ders Kitaplarına İlişkin Öğretmen, Öğrenci ve Uzman Görüşleri", Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Kerslake, D. (1986). *Fractions: Children's Strategies and Errors: A Report of the Strategies and Errors in Secondary Mathematics Project*. Windsor:NFER-Nelson.
- Kılıç, A. ve Seven, S. (2006). *Konu Alanı Ders Kitabı İncelemesi*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Liu, Man-Li. (2002). *Studies of Decimal Concepts of Elementary Students of Taiwan (II): Studies of Decimal Computation Concepts of Elementary Students*, 2001Executive Yuan National Science Commission Research Project Achievement Report,

- National Science Commission Science Education Development Bureau (NSC90-2521-S-153-003)
- Mack, N.K. (1995). Confounding Whole-Number and Fraction Concepts When Building on Informal Knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26, 422-441.
- Malara, N. (2001). *From Fractions to Rational Numbers in Their Structure: Outlines for An Innovative Didactical Strategy and The Question of Density*. In J. Novotn'a (Ed.), Proceedings of the 2nd Conference of the European Society for Research Mathematics Education II (pp. 35-46). Praga: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogick'a Faculta.
- Merenluoto, K., & Lehtinen, E. (2002). *Conceptual change in mathematics: Understanding the real numbers*. In M. Limon & L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice*, 233-258, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Moskal, B. M., & Magone, M. E. (2000). Making Sense of What Students Know: Examining The Referents, Relationships And Modes Students Displayed In Response to a Decimal Task. *Educational Studies in Mathematics*, 43, 313-335.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2009). *İlköğretim Matematik Dersi 1-5. Sınıflar Öğretim Programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013). *İlköğretim Matematik 4 Ders ve Öğrenci Çalışma Kitabı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va: Author.
- Neumann, R. (2001). Students' ideas on the density of fractions. In H. G. Weigand, A. Peter-Koop, N. Neil, K. Reiss, G. Torner, & B. Wollring (Eds.), *Developments in mathematics education in German-speaking countries: Selected papers from the Annual Conference on Didactics of Mathematics, Munich, 1998* (pp. 97-104). Hildesheim, Germany: Gesellschaft für Didaktik der Mathematik.
- O'Connor, M. C. (2001). Can any fraction turned into a decimal? A case study of a mathematical group discussion, *Educational Studies in Mathematics*, 46, 143-185.

- Olkun, S. ve Toluk, Z. (2001). *İlköğretimde Matematik Öğretimi:1-5 Sınıflar*. Ankara: Artım Yay.
- Pehkonen, E., Hannula, M., Maijala, H., & Soro, R. (2006). *Infinity of Numbers: How Students Understand It*. In J. Novotn'a, H. Moraov'a, M. Kr'atk'a, & N. Stehl'ikov'a (Eds.), Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education: 4, 345–352. Prague: PME.
- Resnick, L. B., Nesher, P., Leonard, F., Magone, M., Omanson, S., & Peled, I. (1989). Conceptual Bases of Arithmetic Errors: The Case of Decimal Fractions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(1), 8-27.
- Sackur-Grisvard, C., & Leonard, F. (1985). Intermediate Cognitive Organizations in the Process of Learning a Mathematical Concept: The Order of Positive Decimal Numbers. *Cognition and Instruction*, 2(2), 157-174.
- Saxe, G. B., Taylor, E. V., McIntosh, C., & Gearhart, M. (2005). Representing Fractions with Standard Notation: A Developmental Analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36, 137-157.
- Smith, C. L., Solomon, G. E. A., & Carey, S. (2005). Never Getting to Zero: Elementary School Students' Understanding of the Infinite Divisibility of Number and Matter. *Cognitive Psychology*, 51, 101-140.
- Stafylidou, S. ve Vosniadou, S. (2004). The Development of Students Understanding of The Numerical Value of Fractions, *Learning and Instruction*, 14, 503–518.
- Steinle, V., & Stacey, K. (1998) *Students and decimal notation: Do they see what we see?*. Proceedings of the Thirty-Fifth Annual Conference of the Mathematical Association of Victoria, Brunswick, 415-422.
- Sulak, H., Ardahan, H. (18-20 Eylül 1996). *Sayılar Öğretiminde Yanılguların Teşhisi ve Alınması Gereken Tedbirler*, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesince Düzenlenen II. Ulusal Eğitim Sempozyumunda Sunulmuş Bildiri, İstanbul.
- Sulak, H., Cihangir, A. (6-8 Ekim 2000). *Ondalık Sayıların Öğretimindeki Yanılgular*, 4. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresinde sunulmuş bildiri, Ankara.

- Sulak, H.; Ardahan H.; Avcıoğlu, A. (1999). Sayıların Öğretiminde Yanılgıların Teşhisi ve Alınması Gereken Tedbirler, Selçuk Üniv. Araştırma Vakfı Projesi, Konya.
- Swan, M. (1990). Becoming Numerate: developing conceptual structures. In S. Willis (Ed.), *Being Numerate: What counts?* Hawthorn, Vic: Australian Council of Educational Research.
- Şiap, İ. ve Duru, A. (2004). Kesirlerde Geometrik Modelleri Kullanabilme Becerisi, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 89-96.
- Thipkong, S., & Davis, E. J. (1991). Preservice Elementary Teachers' Misconceptions in Interpreting and Applying Decimals. *School Science and Mathematics*, 91(3), 93-99.
- Thompson, I. (2003). Putting place value in its place, *Mathematics Teaching*, 184, 14-15.
- Tirosh, D., Fischbein, E., Graeber, A. O., & Wilson, J.W. (1999). Prospective Elementary Teachers' Conceptions of Rational Numbers. Retrieved July 25, 2014 from <http://jwilson.coe.uga.edu/texts.folder/tirosh/pros.el.tchrs.html>
- Toptaş, V., Elkatmış, M. ve Karaca, E. T. (2012) İlköğretim 4. Sınıf Matematik Programının Öğrenme Alanları ile Matematik Öğrenci Çalışma Kitabındaki Soruların Zihinsel Alanlarının TIMSS'e Göre İncelenmesi, *KEFAD*, 13(1), 17-29.
- Van De Walle, J. A., Karp, K. S., and Bay-Williams, J. M. (2013). İlkokul ve Ortaokul Matematiği (Çev. Edt. S. Durmuş), Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Vamvakoussi, X., & Vosniadou, S. (2004). Understanding the Structure of the Set of Rational Numbers: A Conceptual Change Approach. *Learning and Instruction*, 14, 453-467.
- Vamvakoussi, X., & Vosniadou, S. (2007). *How Many Numbers are There in an Interval? Presuppositions, Synthetic Models and the Effect of The Number Line*. In S. Vosniadou, A. Baltas, & X. Vamvakoussi (Eds.), *Reframing the conceptual change approach in learning and instruction*, 267-283. Oxford, UK: Elsevier.
- Vamvakoussi, X., & Vosniadou, S. (2010). How Many Decimals are There Between Two Fractions? Aspects of Secondary School Students' Understanding about Rational Numbers and Their Notation. *Cognition and Instruction*, 28(2), 181-209.

- Ward, M. (1979). *Mathematics and the 10 year old*, London: Evans/Methuen Educational.
- Yetim, S. ve Alkan, R. (2010). İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Rasyonel Sayılar ve Bu Sayıların Sayı Doğrusundaki Gösterimleri Konusundaki Yaygın Yanlışları ve Kavram Yanılgılarının Analizi, *Kırgızistan Türkiye Manas Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2 (11), 87-109.
- Yılmaz, Z. (2007). “İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Ondalık Sayılar Konusundaki Kavram Yanılgıları (Uşak İli Örneği)”, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Yılmaz, Z. ve Yenilmez, K. (2008). İlköğretim 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Ondalık Sayılar Konusundaki Kavram Yanılgıları (Uşak İli Örneği), *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 291-312.