

Ortaokul Matematik Öğretmenleri ve Öğretmen Adaylarının Sayılar ve İşlemler Öğrenme Alanındaki Kavram Yanılgılarına İlişkin Değerlendirmeleri

Ahsen Seda Bulut¹

Özet

Bu araştırmanın amacı sayılar ve işlemler öğrenme alanında yaygın olarak karşılaşılan kavram yanılgılarıyla ilgili sorulara ilişkin öğretmenler ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının değerlendirmelerini incelemektir. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden özel durum çalışması yapılmıştır. Çalışmaya 18 ortaokul matematik öğretmeni, 18 ilköğretim matematik öğretmeni dahil edilmiştir. Veriler, araştırmacı tarafından geliştirilen görüşme formu ile toplanmıştır. Bulgular içerik analizi ile analiz edilmiştir. Öğretmen adayları ve öğretmenlerin yanıtları frekans ve yüzde bilgileri ile birlikte tablolar halinde sunulmuştur. Araştırmanın sonuçlarına göre öğretmen adaylarının kavram yanılgılarını belirlemede psikolojik nedenlere odaklandığı belirlenmiştir. Ayrıca kavram yanılgılarına ilişkin çözüm önerilerinin oldukça kısıtlı olduğu belirlenmiştir. Yanıtlar öğretmenlerin kıdem süreleri dikkate alınarak analiz edilmiştir. Sonuçta öğretmenler arasında, kıdem süresi arttıkça hem kavram yanılgılarını belirlemede farklı açılardan değerlendirmeler yapıldığı hem de sunulan çözüm önerilerinin çeşitlendiği belirlenmiştir. Buradan hareketle öğretmenlik mesleğinde mesleki kıdemin kavram yanılgılarının nedenlerini belirleme ve çözüm üretmede olumlu bir yansıması olduğu söylenebilir. Öğretmen adaylarının yanıtlarına bakıldığında ise, hem kavram yanılgılarına ilişkin bilgilerin artması gerektiği hem de alan bilgilerinin derinleşmesine ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

1 Dr. Öğretim Üyesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, ahsenseda@ahievran.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-2192-7799

1. Giriş

Kavramlar, etrafımızdaki dünyayı anlamamıza yardımcı olan fikirler, nesnelere veya olaylar olarak düşünülebilir. (Eggen & Kauchak, 2004; Ubuz, 1999). Kavram yanlışları; yanlış anlama ve anlaşılmalara dayalı olarak yapılan yanlış yorumlardır (Ojose, 2015). Literatürde, kavram yanlışlığı ile ilgili çoğunlukla yapılandırmacı yaklaşımdaki kavram ve kavrama tanımlarıyla ilişkilendirilen (Chiu, Kessel, Moschkovich, & Munoz-Nunez, 2001) olgunlaşmamış kavramlar (Hashweh, 1988), sistemli bir biçimde hata üreten algı biçimi (Smith, diSessa ve Roschelle, 1993), bir konuda bilimsel otoritelerce kabul görmüş ve hemfikir oldukları konudan uzak kalan ve kavramlara alternatif olarak bireyler tarafından geliştirilen algı ya da kavrama (Ubuz, 1999; Tekkaya, Çapa & Yılmaz, 2000; Zembat, 2008) gibi tanımlar bulunmaktadır. Hata kavramı ile karıştırılabilen kavram yanlışlığında unutulmaması gereken kavram yanlışlığının sıradan bir hata değil hatanın tekrarlanmasıyla oluşan yanlış kavramlar olduğudur (Baki, 2015). Hata ise, kavram yanlışlığı sonucu da ortaya çıkabileceği gibi anlık bir dikkatsizlik, gözden kaçırılan bir durum, ya da bilgilerin yanlış yorumlanması ile ortaya çıkabilmektedir (Gates, 2001). Bachelard'ın (1938) çalışmasından esinlenen Brousseau (1976) ve Cornu (1991), kavram yanlışlarının nedenlerini epistemolojik, psikolojik ve pedagojik nedenler olarak üç ana başlıkta incelemiştir (Bingölbali ve Özmantar, 2015). Buna göre epistemolojik sebepler kavramın doğasıyla ilgili ve soyut yapısı nedeniyle anlaşılmasının zor olmasından kaynaklanan sebepleri ifade ederken, psikolojik sebepler daha çok öğrencinin hazırbulunuşluğunun yeterli olmaması ve matematiksel kavrama becerisi ile ilgili sebeplerle ilişkilendirilmiştir. Pedagojik sebepler ise öğrenme ortamı, öğretim sürecinin şekli ve öğretmenin kullandığı dil gibi faktörlerden oluşmaktadır.

Matematik dersi barındırdığı soyut kavramlar sebebiyle öğrenciler tarafından zor ve anlaşılmaz olarak nitelendirilmekte ve öğretim sürecinde bazı zorluklarla karşılaşmaktadır. Matematik birikimli bir yapısının olması, öğrencinin sahip olduğu hatalı bir öğrenmeyi devam ettirmesine, devamında gelen konularda da hatalar yapmasına ya da sistematik yanlışlara sebep olarak kavram yanlışlığına sahip olmasına neden olabilir (Driver & Easley, 1978; Yılmaz & Yenilmez, 2008). Öğretim sisteminin kavramsal anlama üzerine kurulu olduğu günümüzde, kavram yanlışları kavramsal anlamaya engel olmakta (Minstrell, 1982), etkili bir matematik öğretimini engelleyen faktörlerin başında kavram yanlışları gelmektedir (Baştürk & Dönmez, 2011). Bu yüzden öğretim sürecinin yürütülmesinde kilit rolü olan öğretmenlerin öğrencilerde karşılaşılan kavram yanlışlarını bilmesi ve

öğretim sürecini bu kavram yanlışlarının ortadan kaldırılmasını sağlayacak biçimde sürdürmesi gerekmektedir.

Öğrencilerin matematik dersindeki eğitim öğretim sürecinde karşılaştıkları ilk konu sayılar ve işlemler konusudur. Matematik ile ilgili temellerinin atılması, öğrencide sayı kavramının anlaşılıp geliştirilmesiyle başlar. Öğrencilerin ilk kez okul öncesi dönemde karşılaştıkları doğal sayılar kümesi daha sonra günlük hayattaki problemlerin çözümünde yetersiz kaldığı için tam sayılar kümesi elde edilmiştir (Baykul, 2019). Milli Eğitim Bakanlığının (MEB), en son güncellemeye beraber yayınladığı ilkökul ve ortaokul öğretim programına bakıldığında toplama ve çıkarma işlemlerinin, 1. sınıftan itibaren başladığı görülmektedir (MEB, 2018). Bölme (gruplandırma, parçalama) işlemine girişin yapıldığı 3. sınıfta ise parça-bütün ilişkisi vurgulanarak kesire ait terimler tanıtılmaktadır. Ondalık gösterim konusu ise 5. sınıfta ele alınmaya başlanmaktadır. İlerleyen yıllarda 7. sınıfta tam sayılarla dört işlemleri öğrenen çocuklar, üslü ifadelerle ilgili kurallar ve işlemleri 8. sınıf itibariyle öğrenmektedir. Matematikğin temelini oluşturan sayılar ve işlemler öğrenme alanında sistematik olarak gelişen yanlış kavrayışlar şüphesiz diğer konuların anlaşılmasında çok büyük problemlere sebebiyet verecektir. Literatürde sayılar ve işlemler öğrenme alanında bulunan konularla ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarını inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır (Hacısalihoglu Karadeniz ve Hodancı, 2022; Yılmaz ve Yenilmez, 2008; Yenilmez ve Yaşa, 2008). Çite (2014) çalışmasında 4. sınıf öğrencilerinin doğal sayılarda basamak ve basamak değeri, kesirlerin sayı doğrusunda gösterimi ve ondalık kesirlerin karşılaştırılmasında kavram yanlışlarının olduğunu tespit etmiştir. Yenilmez ve Bağdat (2014), 7. sınıf öğrencilerinde en çok karşılaşılan yanlışlarından birinin çarpma ve bölme işlemlerinde sayıların işaretlerini görmezden gelerek işlem yapmak olduğunu belirtmiştir. Ayrıca araştırmada öğrencilerin negatif ve pozitif tamsayılar için “eksi sayı”, “eksili sayı”, “artı sayı” gibi ifadeler kullandıkları, konunun öğretimi sırasında bu tür hatalı kullanımların düzeltilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Yürekli (2020) çalışmasında, öğrencilerin negatif ve pozitif tam sayı kavramlarını zihninde anlamlandıramamış, tam sayıların hepsini pozitif tam sayı gibi düşünüp hareket ettiklerini belirtmiştir. Cengiz (2006) öğrencilerin; rasyonel sayıyı sıralamada ve sayı doğrusunda göstermede kavram yanlışlarının bulunduğunu belirterek üslü ve köklü ifadeler ile ilgili kuralları yanlış uyguladıklarını belirtmiştir. Benzer biçimde Özdeş (2013) ve Şenay (2002), öğrencilerin üslü ifadelerde pek çok kavram yanlışının bulunduğunu belirtmişlerdir. Crider (1998) çalışmasında, öğrencilerin $(-a)^n$ ile $-a^n$ ifadelerinin aynı olarak değerlendirdiğini ortaya koymuştur.

Literatürdeki kavram yanlış tanımlarının ortak noktasından da anlaşılacağı üzere kavram yanlışlığı anlık ve tesadüfi yapılan bir yanlış değil sonraki öğrenmelerde de yanlış bir kavrayışı beraberinde getiren ve uzman görüşünden uzaklaşan hatalı kavrayışlardır. Yapılan yanlışın basit ve anlık bir hata mı yoksa süregelen bir yanlış kavrayış mı olduğunun tespit edilmesi öğretmenin konu alanıyla ilgili yaygın olarak karşılaşılan kavram yanlışlarını bilmesi, öğrenciyi doğru bir şekilde gözlemlemesi ve öğrencideki eksikğin tam olarak ne olduğunun anlamasıyla mümkün olacaktır. Ülkemizde kavram yanlışlarıyla ilgili öğretmen adaylarının ve öğretmenleri içeren araştırmalara bakıldığında, katılımcıların kavram yanlışlarına ilişkin yeterince bilgi sahibi olmadığını bildiren çalışmalara rastlanmaktadır (Bulut, 2023; Çavuş-Erdem, 2016; Gök Kurt Özdemir, Bayraktar ve Yılmaz, 2017; Kula Ünver, 2016) Özellikle bu araştırmanın konusu olan, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sayılar ve işlemler öğrenme alanında karşılaşılabilecek kavram yanlışlarına ilişkin olası nedenleri belirleme ve bu yanlışlara ilişkin çözüm önerilerinin karşılaştırılmasına yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu noktada öğretmenlerle öğretmen adayların düşüncelerinin karşılaştırılması eğitim fakültelerinde verilen öğretimin bu açıdan değerlendirilmesi için bir fikir oluşturacaktır. Çalışmada hem farklı kıdem düzeyindeki öğretmenlerin hem de öğretmen adaylarının fikirlerinin alınmasının nedeni aday öğretmenlikle başlayan öğretmenlik sürecinde uzun yıllar öğretmenlik yaparak meslekte elde edilen deneyimin öğretim sürecine yansımaları görmek ve bu durumun, öğretmenlerin kavram yanlışlarına ilişkin değerlendirmelerinde bir değişiklik oluşturup oluşturmadığı incelemektir. Bulgular sunulurken katılımcıların yanıtları kıdem süresi dikkate alınarak tablolandırılmıştır.

Bu araştırmanın problemi, sayılar ve işlemler öğrenme alanında yaygın olarak karşılaşılan kavram yanlışlarıyla ilgili sorulara ilişkin öğretmenler ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının değerlendirmelerini incelemektir. Bu probleme ait alt problemler aşağıdaki gibidir:

1. Sayılar ve işlemler öğrenme alanında yaşanan kavram yanlışlarının olası nedenleri için ortaokul matematik öğretmeni ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının görüşleri nelerdir?
2. Sayılar ve işlemler öğrenme alanında yaşanan kavram yanlışlarının ortadan kaldırılması için ortaokul matematik öğretmeni ve öğretmen adaylarının çözüm önerileri nelerdir?

2. Yöntem

Bu çalışma nitel araştırma yöntemlerinden özel durum çalışması ile gerçekleştirilmiştir. Özel durum çalışması araştırmacı tarafından; bir

programı, bir olayı, bir süreci derinlemesine analiz etmek için kullanılmaktadır (Creswell, 2013). Ortaokul matematik öğretmenlerinin ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının, sayılar ve işlemler öğrenme alanında öğrencilerde bulunabilecek kavram yanlışlarının olası nedenlerine ve çözümüne ilişkin önerilerinin derinlemesine araştırılmak istenmesi nedeniyle bu çalışmanın özel durum çalışması olarak yürütülmesine karar verilmiştir.

2.1. Katılımcılar

Bu çalışmanın katılımcıları matematik öğretmenleri ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarından oluşmaktadır. Çalışmaya katılan öğretmenler, İç Anadolu'da Kırşehir ve Aksaray; Akdeniz bölgesinde Hatay olmak üzere üç farklı ilde Milli Eğitime bağlı devlet okullarında farklı kıdem sürelerinde çalışmış, ortaokul düzeyinde görev yapan 18 (12 kadın, 6 erkek) matematik öğretmenidir. Katılımcıların seçiminde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme tekniği kullanılmıştır. Bu teknik ile katılımcıların belirlenmesinde genel olarak araştırma konusu ile ilgisi olan ve bilgi sahibi bireyler çalışmaya dahil edilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Öğretmen olan katılımcıların seçiminde kullanılan ölçütler (1) öğretmenlerin ortaokul düzeyinde aktif olarak en az bir dönem sayılar ve işlemler öğrenme alanındaki konuları anlatmış olması (2) farklı kıdem sürelerinde görev yapmış olmalarıdır. Katılımcıların seçiminde; farklı okullarda çalışan öğretmenlerin ortam, çalışma koşulları, farklı öğrencilerle öğretim süreci geçirilmesi gibi farklılıkların öğretmenlerin deneyimlerini değiştirebileceği düşünüldüğünden farklı yerlerde görev yapan öğretmenlerin seçimi uygun görülmüştür.

Matematik öğretmen adayları ise İç Anadolu bölgesinde iki farklı ildeki devlet üniversitelerinde ilköğretim matematik öğretmenliği alanında öğrenim gören 18 öğretmen adaydır (14 kadın, 4 erkek). Öğretmen adaylarının öğrenim gördüğü üniversitelerin seçiminde zamandan ve işgücünden tasarruf sağlamak amacıyla seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Katılımcılar gönüllülük esasına göre belirlenmiştir. 1-5 yıl arasında çalışmış öğretmenlere sırasıyla Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6; 6-10 yıl arasında çalışmış öğretmenlere Ö7,Ö8,Ö9,Ö10,Ö11,Ö12; 11 ve üzeri yıl çalışmış öğretmenlere Ö13,Ö14,Ö15,Ö16,Ö17,Ö18 kod numaraları verilirken öğretmen adayları A1,A2.....,A18 olarak kodlanmıştır.

Katılımcıların demografik özellikleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcılara ilişkin demografik bilgiler

	Kıdem yılı	Cinsiyet	Frekans	Yüzde
Öğretmenler	1-5 yıl	Kadın	5	27,7
		Erkek	1	5,5
	6-10 yıl	Kadın	3	16,6
		Erkek	3	16,6
	11 ve üzeri	Kadın	4	7,2
		Erkek	2	11,1
	Toplam		18	100
Öğretmen Adayları		Kadın	14	77,8
		Erkek	4	22,2
		Toplam	18	100

2.2. Veri toplama aracı

Öğretmenlere yöneltilen sorular iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının demografik bilgilerine ilişkin sorular bulunmaktadır. İkinci bölümde ise sayılar ve işlemler öğrenme alanına ilişkin kavram yanlışlığı içeren beş tane soru bulunmaktadır. Sorular hazırlanmadan önce literatürdeki çalışmalardan konuyla ilgili öğrencilerin en çok kavram yanlışlığı yaşadığı soru tipleri araştırılmıştır. Karşılaşılan kavram yanlışlıklarıyla ilgili on tane soru hazırlanmıştır. Bu sorular yöneltilmeden önce iki matematik eğitimcisinin ve bir dilbilimcinin görüşü alınmıştır. Soruların araştırmanın amacına uygunluğu ve dil bilgisi açısından uygunluğu teyit edildikten sonra pilot çalışma olarak bir öğretmen adayı ve bir öğretmene sorular yöneltilmiştir. Pilot çalışmada on soru sorulmasının çalışmanın uygulanabilirliğini olumsuz etkileyebileceği (süre, dikkati koruma vb. açılardan) ortaya çıktığından benzer kazanımları ve benzer kavram yanlışlıklarını içeren sorulardan bazıları çıkarılarak soru sayısında azaltmaya gidilmiştir. Görüşme formunun nihai hali ortaokul matematik öğretim programındaki kazanımlar ve literatürdeki çalışmalar dikkate alınarak oluşturulmuştur. Veri toplama aracında kavram yanlışlarında yaygın olarak karşılaşılan doğal sayılarda çıkarma işlemi, kesirlerin sayı doğrusunda gösterimi, üslü sayılar, ondalık sayılar ve tamsayılarda çarpma işlemleriyle ilgili sorulara yer verilmiştir. Katılımcılara sorulan sorular aşağıda verilmiştir.

$$1.\text{soru} : 846 - 289 = 467$$

2.soru:

$$\frac{0}{3/4} = 4$$

3. soru : $-2^2 = -2 \cdot -2 = 4$

4. soru: 0, 62 0,234 0,4 0,31 0,532 sayılarını büyükten küçüğe sıralayan bir öğrenci $0,4 > 0,62 > 0,31 > 0,532 > 0,234$ şeklinde bir sıralama yapmıştır.

5.soru: $-4 \cdot -3 = -12$

Belirlenen beş sorunun her birinde katılımcılara, yanda gördüğünüz işlemi yaparak kavram yanlışlığına sahip olan öğrencinin;

- Bu kavram yanlışlığının nedeni ne olabilir?
- Bu kavram yanlışlığını düzeltmek için nasıl bir yol izlersiniz? soruları yöneltilmiştir.

2.3. Veri Toplama Süreci

Görüşme formu öğretmen olan katılımcılara online olarak ulaştırılmıştır. Görüşme formu öncesinde katılımcılara kavram yanlışlıkları ve araştırma konusu hakkında online olarak bilgilendirme yapılmıştır. Daha sonra görüşme formu iletilmiştir. Görüşme formunun öğretmenler tarafından yanıtlanma süresi yaklaşık 20-25 dakika olmuştur. Öğretmen adaylarına ise görüşme formu yüz yüze uygulanmıştır. Öğretmen adayları yaklaşık olarak 15-20 dakikalık bir sürede formu tamamlamıştır.

2.4. Verilerin Analizi

Araştırmada katılımcılardan elde edilen veriler içerik analizi ile analiz edilmiştir. İçerik analizinde veriler kodlanır, bu kodlardan kategorilere ulaşılarak kategoriler düzenlenir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Araştırmacı, katılımcıların yanıtlarını kodlamış daha sonra bu kodları benzerlik ve farklılıklarına göre düzenleyerek kategorilendirmiştir. Katılımcıların kavram yanlışlıklarının nedenlerine ilişkin yaptıkları açıklamalar Satın, Aksakal ve Ay (2021)'in öğretmen adaylarının kavram yanlışlıkları değerlendirmelerini üslû sayılar konusu özelinde araştırdıkları çalışmasına benzer biçimde Cornu (1991)'nin teorik çerçevesi dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Buna göre epistemolojik nedenler kavramın doğasından gelen zorluklarla, psikolojik nedenler öğrencinin kişisel gelişimi yani hazır bulunuşluk düzeyi ve kavrama yeteneğini, pedagojik nedenler ise öğretmenin kullandığı dil, yetersiz anlatımı gibi nedenlerin teması olarak değerlendirilmiştir.

Ortaya çıkan kod ve temalar nitel çalışmalar yürüten bağımsız bir matematik eğitimcisiyle paylaşılmıştır. Bağımsız araştırmacılar arasında kodlama arasındaki uyuma bakılmış ve uyum yüzdesi %88 olarak hesaplanmıştır (Miles ve Huberman, 1994). Böylece iki araştırmacı tarafından yapılan temalar ve kodlamalarda tutarlılık sağlandığı görülmüştür. Analiz sonucunda, katılımcıların belirttiği kavram yanlışları yüzde ve frekans bilgisiyle tablo biçimine getirilmiş ve bulgular bölümünde belirtilmiştir. Ayrıca katılımcıların ilgili kavram yanlışlığına getirdikleri açıklamalar ve verdikleri örneklere yer verilmiştir.

3.Bulgular

Bu bölümde, katılımcıların kavram yanlışlarının nedenleri ve çözüm önerilerine ilişkin bulgular, tablolar halinde sunulmuştur. Katılımcıların yanıtları oluşturulan tablolarda frekans ve yüzde değerleri olarak belirtilmiştir. Ancak kavram yanlışlığının olası nedenleri ve özellikle çözüm önerileri hakkında bazı katılımcılar görüş bildirmemiş bazıları da birden fazla birden fazla çözüm önerisi sunmuştur. Yanıtların frekansının katılımcıların sayısından farklılaşmasının temel sebebi budur.

Tablo 1. Katılımcıların 1. soruya verdiği yanıtlar

		Öğretmen								Öğretmen adayı	
		1-5 yıl		6-10 yıl		11 ve üstü		Toplam		f	%
		f	%	f	%	f	%	f	%		
Olası nedeni	Psikolojik	5	27,7	5	27,7	4	22,2	14	77,7	14	93,3
	Pedagojik	1	5,5	1	5,5	2	11,1	4	22,2	1	6,6
	Epistemolojik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Toplam	6	33,3	6	33,3	6	33,3	18	100	15	100
Çözüm önerileri	Konu tekrarı	3	9	1	3	2	6	6	18,1	6	33,3
	Somut materyaller kullanma (onluk taban blokları, sayma pulları, Gattegno tabloları)	3	9	4	12,1	4	12,1	11	33,3	-	-
	Hatalı işlemin sağlamlasını yaptırma	1	3	2	6	3	9	6	18,1	-	-
	Kavramsal öğretim yapma	-	-	1	3	2	6	3	9	-	-
	Gerçek yaşam problemleri ile ilişkilendirme	1	3	1	3	-	-	2	6	-	-
	Benzer örnek çözüme	3	9	1	3	1	3	5	15,1	12	66,6
	Toplam	11	33,3	10	30,3	12	36,3	33	100	18	100

Katılımcılara sorulan 1.soru “ $846 - 289 = 467$ ” şeklinde çıkarma işlemi yapan bir öğrencinin sahip olduğu kavram yanlışlığının olası nedenlerinden en çok ifade edilen nedenlerin başında psikolojik nedenlerin geldiği belirlenmiştir. Bu soruda “Çıkarma işleminde en büyük basamaktan ödünç alma ya da her defasından ödünç alınacak rakamın alttaki rakamdan küçük olması nedeniyle yüzler basamağına gidilmesine dair bir kavram yanlışlığı bulunmaktadır. Katılımcılar bu kategoride “Öğrencinin basamak değeri kavramını tam anlayamadığını, sayıların konumu ve basamak değerini tam öğrenemediği için böyle bir işlem yaptığını (Ö3), basamak kavramındaki eksik öğrenmeler nedeniyle (Ö7), dikkat eksikliği ya da bilgi eksikliği (A5)” nedeniyle kavram yanlışlığı yaşadığını belirtmiştir. Pedagojik nedenler ise A4 kodlu öğretmen adayının “öğrencinin gördüğü örneklerin yetersiz olması” nedeniyle, Ö4 kodlu öğretmenin “öğretmenin hep aynı tipte örnek çözmesi” şeklindeki yanıtlardır. Çözüm önerileri olarak öğretmenlerden en çok “Somut materyaller (onluk taban blokları, sayma pulları, Gattegno tabloları) kullanma (f=11)” önerisi gelirken, öğretmen adayları “Benzer örnek çözme (f=11)” önerisini sunmuşlardır. Öğretmen adaylarından A7, A9 ve A14 kavram yanlışlığının nedenini boş bırakmış, çözüm önerisi olarak “benzer örnek çözmeli” önerisini yapmışlardır.

Tablo 2. Katılımcıların 2. soruya verdiği yanıtlar

		Öğretmen								Öğretmen adayı	
		1-5 yıl		6-10 yıl		11 ve üstü		Toplam		f	%
		f	%	f	%	f	%	f	%		
Olası nedeni	Psikolojik	6	33,2	4	22,2	4	22,2	14	77,7	15	93,7
	Pedagojik	-	-	2	11,1	2	11,1	4	22,3	1	6,3
	Epistemolojik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Toplam	6	33,3	6	33,3	6	33,3	18	100	16	100
Çözüm önerileri	Konu tekrarı	4	11,4	2	5,7	3	8,5	9	25,7	6	37,5
	Somut materyal kullanma (kesir birimleri-blokları, kesir asetatları)	3	8,5	3	8,5	5	14,2	11	31,4	5	31,2
	Benzer örnek çözme	3	8,5	1	2,8	1	2,8	5	14,2	2	12,5
	Gerçek yaşam problemleri ile ilişkilendirme	-	-	2	5,7	2	5,7	4	11,4	3	18,7
	İlişkili konuları karşılaştırmalı anlatma	-	-	2	5,7	1	2,8	3	8,5	-	-
	Ön bilgileri hatırlatma	-	-	-	-	2	5,7	2	5,7	-	-
	Sanal manipülatifler kullanma	-	-	-	-	1	2,8	1	2,8	-	-
	Toplam	10	28,5	10	28,5	15	42,8	35	100	16	100

$\frac{3}{4}$ kesrinin sayı doğrusunda gösterimi ile ilgili olan ikinci soruda katılımcılar karşılaşılan kavram yanlışlığının nedenini en çok psikolojik nedenlere bağlamıştır. 6-10 yıl ve 11 daha fazla süre öğretmenlik yapan adaylardan pedagojik nedenlere bağlı olarak da bu kavram yanlışlığının oluşabileceğini ifade etmiştir. Örneğin 6-10 yıl arası görev yapan Ö8, “Öğrenciye kesirlerin ne anlama geldiğini somut şekilde göstermemek, anlamlandırmamak yanlış öğrenmelere yol açıyor” diyerek bu durumun öğretmenden ve öğretim yönteminden kaynaklı olabileceğini belirtmiştir. A7 benzer şekilde “Öğrenci görsel anlatımdan yoksun bir anlatıma maruz kalmıştır” ifadesini kullanmıştır. Kesrin karşılığının sayı doğrusunda doğru bir biçimde gösterilememesi ile ilgili olan bu kavram yanlışlığını çözebilmek için hem öğretmen hem öğretmen adayları tarafından en fazla kesir birimleri-blokları, kesir asetatları gibi materyaller kullanarak öğretimin desteklenmesi önerileri ile “somut materyal kullanma” temasına yoğunlaşmıştır. Öğretmen adayları bu sorudaki kavram yanlışlığının düzeltilebilmesi için önceki soruda olduğu gibi konu tekrarı yapılması temasına odaklanmıştır. Bu soruda dikkat çeken bazı öğretmen adaylarının yanlış yanıtları olmuştur. A4 “Bileşik kesirleri tam sayıya çevirmeyi öğrenememiş” şeklinde yanıt vermiştir. Oysa bu sorudaki kavram yanlışlığı bileşik kesrin sayı doğrusundaki yeri değil, sayı doğrusundaki 0-4 aralığının 1 birim olarak algılanmasıdır. Buradaki zorluk bir birimin bulunup bunun $\frac{3}{4}$ 'ünün alınmamasıdır. A14 kodlu öğretmen adayı da “Burada bir hata ve kavram yanlışlığı göremiyorum” deyip çözüm önerisi bölümünü boş bırakmıştır. Bu iki adayın yanıtı yanlış olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 3. Katılımcıların 3. soruya verdiği yanıtlar

		Öğretmen						Öğretmen adayı			
		1-5 yıl		6-10 yıl		11 ve üstü		Toplam			
Olası nedeni		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
	Psikolojik	6	30	5	25	4	20	15	75	15	93,7
	Pedagojik	-	-	1	5	2	10	3	15	1	6,3
	Epistemolojik	-	-	-	-	2	10	2	10	-	-
	Toplam	6	30	6	30	8	40	20	100	16	100
Çözüm önerileri	İlişkili konuları karşılaştırmalı anlatma	2	8,3	3	12,5	4	16,6	9	37,5	1	7,1
	Konu tekrarı	5	20,8	2	8,3	2	8,3	9	37,5	7	50
	Benzer örnek çözüme	1	4,1	2	8,3	1	4,1	4	16,7	5	35,7
	Farklı öğretim yöntemleri kullanma (Oyunlaştırarak öğretim, yaratıcı drama vb.)	-	-	-	-	2	8,3	2	8,3	1	7,1
	Toplam	8	33,3	7	29,1	9	37,5	24	100	14	100

Tablo 3.te katılımcıların “ $-2^2 = -2 \cdot -2 = 4$ ” sorusuna verdikleri yanıtlar bulunmaktadır. Bu soru literatürde öğrencilerin $(-a)^n$ ile $-a^n$ ifadelerinin aynı olarak algılanması kavram yanlışlığı ile ilgili bir örnektir. Öğretmen adaylarından A5 soruyu tamamen boş bırakmış, A11 ise “Negatif sayıların küpünü almayı bilmiyor” şeklinde soruya yanlış yanıt vermiştir. Katılımcılar bu kavram yanlışlığı ile ilgili olarak en çok “parantezin işlevinin öğrenilememesi” ve “öğrencilerin bir rasyonel sayının çift kuvveti daima pozitifdir” bilgisini yorumlayarak yanlış sonuca ulaştığını belirtmişlerdir. Katılımcıların çoğu bu kavram yanlışlığının nedenini psikolojik nedenlere bağlamıştır. 6-10 yıl arasında görev süresi olan Ö10 kodlu bu durumun nedenini pedagojik nedenlere bağlayarak “öğretmenlerin üslü ifadeleri anlatırken bu duruma tam olarak vurgu yapmamasının” bu şekilde bir yanlış bir kavrayışa neden olabileceğini belirtmiştir. 11 yıl ve üzerinde görev yapan Ö15 “üslü sayıların zor bir konu olduğunu ve bazı detayların öğrenci tarafından algılanmasının zor olduğunu” belirterek epistemolojik nedenlere değinmiştir. Öğretmenler çözüm önerisi olarak parantezin işlevinin altının çizilmesi gerektiğini bunun için de konu tekrarı ve ilişkili konuları karşılaştırmalı olarak anlatarak bu kavram yanlışlığının önüne geçilebileceğini ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının neredeyse tamamı öğrencinin konuyu tam olarak anlayamaması, eksik öğrenmeleri gibi psikolojik nedenleri vurgularken; çözüm önerisi

olarak en çok konu tekrarı ve benzer örnek çözüme temalarına yoğunlaşmıştır. A16 kodlu öğretmen adayı bu kavram yanlışlığını “konu ilk anlatılırken püf noktalar verilmediyse ve üzerinde çok durulmadiysa öğrencinin hata yapması normaldir” diyerek pedagojik nedenlere odaklanmıştır.

Tablo 4. Katılımcıların 4. soruya verdiği yanıtlar

		Öğretmen						Öğretmen adayı			
		1-5 yıl		6-10 yıl		11 ve üstü		Toplam		f	%
Olası nedeni		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
	Psikolojik	6	28,5	4	19	4	19	14	66,6	18	100
	Pedagojik	-	-	2	9,5	3	14,2	5	23,8	-	-
	Epistemolojik	-	-	1	4,7	1	4,7	2	9,5	-	-
	Toplam	6	28,5	7	33,3	8	38	21	100	18	100
Çözüm önerileri	Somut materyal kullanma (sayı çözümleme tablosu, basamak değeri tablosu, Gattegno tablosu, binlik küpler kullanma)	3	9	3	9	4	12,1	10	30,3	-	-
	İlişkili konuları karşılaştırmalı anlatma	-	-	2	6	3	9	5	15,1	3	16,6
	Farklı tipte örnekler verme	1	3	3	9	2	6	6	18,1	1	5,5
	Gerçek yaşam problemleri ile ilişkilendirme	1	3	-	-	1	3	2	6	-	-
	Ön bilgileri hatırlatma	-	-	1	3	1	3	2	6	-	-
	Modelleme yaptırma	-	-	1	3	1	3	2	6	-	-
	Kavramsal öğretim yapma	-	-	2	6	1	3	3	9	-	-
	Sanal manipulatifler kullanma	-	-	-	-	1	3	1	3	-	-
	Konu tekrarı	1	3	-	-	1	3	2	6	12	66,6
	Benzer örnek çözüme	-	-	-	-	-	-	-	-	2	11,1
	Toplam	6	18,1	12	36,3	15	45,4	33	100	18	100

Katılımcılara 4.soruda ondalık sayıların sıralaması yapılırken basamak sayısı en az olan sayının en büyük sayı olarak algılandığı bir kavram yanlışlığı sorusu verilmiştir. Bu kavram yanlışlığının olası nedeni olarak hem öğretmenler hem de öğretmen adayları çoğunlukla ondalık gösterimlerin

ifade ettiği çokluklara ilişkin bilgilerin eksik olması (Ö5), tamsayılarla ondalık sayılar arasındaki farkları bilmemesi (A6) gibi psikolojik nedenlere vurgu yapmıştır. 6-10 yıl ve 11 ve üzeri yıl çalışma süresi bulunan öğretmenler, öğretmenin ondalık sayılarda basamak değeri öğretirken tamsayılarla doğru bir ilişkilendirme yapamaması (Ö13), öğretmenin konuyu detaylı anlatmaması (Ö18) gibi pedagojik nedenlere de değinmiştir. Ayrıca ondalık sayılar konusunun virgülden öncesi ve sonrasının karışıklık yaratıp zor anlaşılması (Ö18) nedeniyle de kavram yanlışlarıyla karşılaştığını belirterek epistemolojik nedenlerden bahsetmişlerdir. Öğretmen adaylarının tamamı bu kavram yanlışını psikolojik nedenlerle ilişkilendirmiştir. Katılımcı öğretmenler çözüm önerisi olarak öğretimde sayı çözümleme tablosu, basamak değeri tablosu, gattegno tablosu, binlik küpler kullanma gibi somut materyal kullanma temasına vurgu yapmıştır. Ondalık sayılarda sıralama konusunda kavram yanlışları olan öğrenciler için farklı tip örnekler verme, karıştırılan ilişkili konuları karşılaştırmalı anlatma, kavramsal öğretim yapma, modelleme etkinliklerinden yararlanma gibi farklı çözüm önerileri sunulmuştur. Bu önerilerden bazılarını öğretmen adayları da ifade etmiştir ancak çoğunluk yine konu tekrarı yapılması temasına ağırlık vermiştir.

Tablo 5. Katılımcıların 5. soruya verdiği yanıtlar

	Öğretmen								Öğretmen adayı	
	1-5 yıl		6-10 yıl		11 ve üstü		Toplam		f	%
Olası nedeni	f	%	f	%	f	%			f	%
Psikolojik	3	15,7	3	15,7	2	10,5	8	42,1	16	100
Pedagojik	2	10,5	2	10,5	4	21	8	42,1	-	-
Epistemolojik	-	-	2	10,5	1	5,3	3	15,7	-	-
Toplam	5	26,3	7	36,8	7	36,8	19	100	16	100
Çözüm önerileri										
Kavramsal öğretim yapma	-	-	2	6,4	1	3,2	3	9,6	-	-
Gerçek yaşam problemleri ile ilişkilendirme	1	3,2	2	6,4	4	12,9	7	22,5	-	-
Somut materyal kullanma(sayma pulları vb.)	1	3,2	2	6,4	3	9,6	6	19,3	-	-
Konu tekrarı	1	3,2	-	-	1	3,2	2	6,4	9	53
Modelleme yaptırma	-	-	1	3,2	-	-	1	3,2	-	-
Çelişkiye yer verme	1	3,2	-	-	-	-	1	3,2	-	-
İlişkili konuları karşılaştırmalı anlatma	2	6,4	2	6,4	4	12,9	8	25,8	2	11,7
Benzer örnek çözme	-	-	1	3,2	-	-	1	3,2	3	17,6
Ön bilgileri hatırlatma	-	-	1	3,2	1	3,2	2	6,4	-	-
Akılda kalıcı tekerleme oluşturma	-	-	-	-	-	-	-	-	3	17,6
Toplam	6	19,3	11	35,4	14	45,1	31	100	17	100

Katılımcılara beşinci soruda negatif tamsayılarda çarpma işlemi ile ilgili yapılan bir kavram yanlışlığı sorulmuştur. Bu kavram yanlışlığının nedenine öğretmenler psikolojik ve pedagojik nedenlere aynı oranda vurgu yapmış bazıları da negatif tamsayıları “konunun doğası gereği zorluk barındırması nedeniyle anlaşılması zor” olarak nitelendirip (Ö9, Ö16) epistemolojik nedenlerden bahsetmiştir. Öğretmenlerden Ö14 tamsayılarda yalnızca çarpma işleminde değil dört işlemin genellikle öğrenciler tarafından zor anlaşılan bir konu olduğunu belirterek, negatif sayıları öğretirken en önemli amacın sayıların büyüklüklerine ilişkin sezgiler geliştirmek, bu sayıların özelliklerini kullanarak işlem yapmak ve eksi işaretinin belirsizliğinin ortadan kaldırmak olduğunu belirtmiştir. Bunun için de negatif sayılar anlatılırken büyüklük ve yön kavramının önemini vurgulanması; termometre, kar zarar, asansör yönü, alacak verecek vb. günlük hayat örneklemeleri ile kavramların iyi bir şekilde öğretilip pekiştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. 1-5 yıl arası görev yapan öğretmenlerden birisi bu soruya yanıt vermemiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının ikisi bu soruyla alakalı olarak yanlış ve ileride öğrencilerde muhtemel kavram yanlışlığı oluşturacak yorumlarda bulunmuştur. Öğretmen adaylarından A8 “pozitif ve negatif sayıların çarpımının hep negatif çıkması nedeniyle kavram yanlışlığı” oluşmuştur yorumunu yapmış; A11 kodlu öğretmen adayı “negatif sayılarda çarpmanın toplamaya dönüştüğünü bilmemesi” nedeniyle kavram yanlışlığı oluşmuştur ifadesini kullanmıştır. Soruya doğru şekilde yaklaşan öğretmen adaylarının yanıtlarının tamamı ise psikolojik nedenleri işaret etmiştir (f=16). Belirlenen kavram yanlışlığına getirilen çözüm önerilerine bakıldığında öğretmenlerin en çok ilişkili konuları karşılaştırmalı anlatma, gerçek yaşam problemleri ile ilişkilendirme ve sayma pulları gibi somut materyal kullanma temalarına odaklandıkları belirlenmiştir. Öğretmen adayları ise konu tekrarı yapma, benzer örnekler çözüme ve akılda kalıcı tekerlemeler oluşturma temalarına odaklanmıştır. Burada bahsedilen tekerlemelerde örneğin pozitif tamsayı ile pozitif tamsayı çarpımını dostumun dostu dostumdur, pozitif tamsayı ile negatif tamsayı çarpımı için dostumun düşmanı düşmanımdır gibi öğrencinin unutmayacağı mantıksal tekerlemeler oluşturulabileceğinden bahsetmişlerdir (A8, A17, A18). A16 sayı doğrusunda sayıların yerini tekrar etme ve sırasıyla tamsayılarda toplama, çıkarma işlemlerini hatırlatılıp ilişkili konular karşılaştırılarak benzerlik ve farklılıkların belirlenmesinin buna benzer kavram yanlışlığını çözebileceğini ifade etmiştir.

4. Sonuç ve Tartışma

Kavram yanlışlığı matematik eğitiminde oldukça sık çalışılan bir konudur. Yapılan çalışmaların odağı öğrencilerdeki kavram yanlışlığınının

belirlenmesi ve bu yanlışları ortadan kaldıracak çözümlerin üretilmesidir. Ne var ki öğretmenlerin, öğretmen adaylarının var olan kavram yanlışlarına nasıl müdahale ettiğini bildiren çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmada öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin öğrencilerde karşılaştıkları kavram yanlışlarını belirleme ve bunlara ürettiği çözüm önerilerini incelemek amaçlanmıştır. Ayrıca araştırmaya katılan öğretmenlerin görev süresine bağlı olarak kavram yanlışlarını belirleme ve çözüm önerilerinin ne olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgular göstermektedir ki, öğretmen adaylarının karşılaştıkları kavram yanlışlarını öğrencinin bilgi eksikliği, iyi öğrenememesi, konuya gereken dikkati göstermemesi gibi psikolojik nedenlerle ilişkilendiği belirlenmiştir. Oysa literatürde öğretmen ve öğretim ortamının da kavram yanlışlarına neden olabileceği pedagojik nedenler ve konunun soyut olması ve kendi doğasıyla ilgili birtakım zorlukları oluşturması beklenen epistemolojik nedenlerin de öğrencilerde sıklıkla kavram yanlışlarına sebep olabileceği belirtilmektedir. Verilen yanıtlardan yola çıkılarak öğretmen adaylarının bu gibi sebeplerin farkında olmadığı ya da göz ardı ettiği söylenebilir. Nitekim bazı öğretmen adaylarının ifadeleri kendilerinin de kavram yanlışına sahip olduğunu ve kullandıkları ifadelerle ileride öğrencilere de benzer kavram yanlışlarını oluşturabilecekleri düşünülmektedir. Kavram yanlışlarını çoğunlukla psikolojik nedenlere dayandıran öğretmen adaylarının bu kısıtlı düşünme hali çözüm önerilerine de yansımış çözüm önerileri konu tekrarı yapma, benzer örnek çözüme gibi temalardan oluşmuştur. Oysa ki literatürde kavram yanlışlarını ortadan kaldırmak için konu özelliğine bağlı olarak değişim gösterse de kavram yanlışlarının belirlenmesinde ve çözülmesinde pek çok farklı yöntem bulunmaktadır. Kavram haritaları, kavramsal öğrenmeyi hedefleyen Tahmin- Gözlem- Açıklama (TGA) yöntemi, yapılandırılmış grid, kavram ilişkilendirme testleri, kavramsal değişim metinleri gibi farklı yöntemlerle kavram yanlışları giderilebilmektedir. Eğitim ve öğretimin bireyselleştiği yapılandırıcı öğretimde özellikle geleneksel yöntemlerdeki gibi konu tekrarı ve benzer örneklerle öğretim yapmak yerine farklı yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Bu noktada öğretmen adaylarının öğretim sürecini zenginleştiren ve karşılaşılan yanlışlarla ilgili farklı çözümler üretmeye henüz çok odaklanmamış olduğunu söylemek mümkündür. 1-5 yıl arasındaki öğretmenlerin yanıtlarına bakıldığında bazı öğretmenlerin kendisinde de kavram yanlışları bulunabildiği düşünülmektedir. Ayrıca hem kavram yanlışlarının sebeplerini belirlemede hem de çözüm önerilerinde genel eğilimin öğretmen adaylarına benzediğini söylemek mümkündür. Elbette aktif görev yapan öğretmenlerin süreç içinde kavram yanlışlarına dair farkındalıklarının arttığını bildiren yanıtlar da bulunmaktadır. Yine çözüm

önerilerinde daha fazla farklı öğretim yöntem tekniklerinden bahsederek öğretmen adaylarından farklılaşmışlardır.

Çalışmanın genel bulgusu öğretmenlerin kıdem süreleri arttıkça hem kavram yanlışlarının oluşma nedenlerine olan bakış açılarının ve bilgilerinin artması hem de ürettikleri çözüm önerilerinin zenginleşmesi ve farklılaşmasıdır. Bu noktada 6-10 yıllık sürede görev yapan öğretmenler göreve yeni başlamış 1-5 yıl arasındaki öğretmenlerden daha zengin çözüm öneriler ürettiği belirlenmiştir. 11 yıl ve üzerinde görev yapan öğretmenlerin de 6-10 yıl görev süresi bulunan öğretmenlerden hem daha fazla çözüm önerisi sunduğu hem de kavram yanlışlarının olası nedenlerine ilişkin daha farklı sebeplerin de olabileceğinin farkında oldukları belirlenmiştir. İpekoğlu (2017) çalışmasında 25 yıla kadar deneyimi olan öğretmenlerin kavram yanlışlarını gidermeye yönelik ürettikleri çözüm miktarlarının birbirine yakın olduğunu, 26-30 yıl arasındaki görev süresindeki öğretmenlerin diğer kıdemdeki öğretmenlere göre en fazla çözüm önerisinde bulunduğunu ancak görev süresi 30 yılı geçince çözüm önerilerinin en düşük seviyeye geldiğini belirtmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada olduğu gibi kıdem süresinin artmasının öğretmenlerin öğretim sürecinde karşılaştıkları kavram yanlışlarına dair daha iyi ve etkin çözümler sağlamasına yardımcı olduğu söylenebilir. Öğretmenlerin kavram yanlışlarını çözebilmek için çok çeşitli yöntemlere değinmesi öğretimin niteliği ve kalıcılığı adına güzel bir gelişme olarak yorumlansa da öğretmen adayları için çözüm çeşitliliği oluşturma açısından aynı durum söz konusu olmamaktadır. Literatürdeki öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlarla karşılaşılmıştır (Arıcan, 2019, Even & Tirosh, 1995; Kula Ünver, 2016). Bunun pek çok farklı nedeni olabilir. İlki çalışmaya katılan adayların sayılar ve işlemler öğrenme alanına ilişkin konularda kendilerinde de kavram yanlışlarının bulunması olabilir. İkincisi konu alan bilgilerindeki eksiklikler bulunması olabilir. Üçüncüsü de öğretmen adaylarının eğitim fakültelerindeki öğretim sürecinin devam etmesi nedeniyle alan öğretimine yönelik derslerin hepsini henüz almamış olmaları olabilir. Öğretim yöntem ve teknikleri dersleri ya da kavram öğretimi ve kavram yanlışları ile ilgili derslerin alınması öğretmen adaylarındaki kavram yanlışları ve çözümlerine dair şüphesiz ki farkındalığı arttıracaktır.

Kaynakça

- Arıcan, M. (2019). Preservice mathematics teachers' understanding of and abilities to differentiate proportional relationships from nonproportional relationships. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 17, 1423–1443. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9931-x>
- Baki, A. (2015). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi (6. baskı)*. Ankara: Harf Eğitim Yayıncılığı.
- Baştürk, S., & Dönmez, G. (2011). Mathematics student teachers' misconceptions on the limit and continuity concepts. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 5(1), 225–249.
- Baykul, Y. (2019). *Ortaokulda matematik öğretimi (5-8. Sınıflar)*. (Geliştirilmiş 3. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Bingölbali, E., & Özmantar, M.F. (2015). İlköğretimde karşılaşılan matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri (5. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Bulut, A. S. (2023). *Mathematics Teachers' Knowledge on Misconceptions and Solution Suggestions: Ratio-Proportion Topic*. *International Journal of Educational Research Review*, 8 (3), 596-609. DOI: 10.24331/ijere.1301822
- Cengiz, Ö. M. (2006) Reel sayıların öğretiminde bir kısım ortaöğretim öğrencilerinin yanlışları ve yanlışları üzerine bir çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü: Erzurum.
- Chiu, M. M., Kessel, C., Moschkovich, J., & Munoz-Nunez, A. (2001). Learning to graph linear functions: A case study of conceptual change. *Cognition and Instruction*, 19(2), 215–252.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Crider, M. R. (1998) The Effects of Using “Splitting” Multiplicative Structures on Students' Understanding of Integer Exponents, Doktora Tezi, Texas A & M Üniversty: Texas.
- Çavuş Erdem, Z. (2013). Öğrencilerin denklem konusundaki hata ve kavram yanlışlarının belirlenmesi ve bu hata ve yanlışların nedenleri ve giderilmesine ilişkin öğretmen görüşleri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman Üniversitesi.
- Çite, H. (2014). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin sayılar öğrenme alanına ilişkin kavram yanlışlarının tespiti ve bu yanlışların giderilmesine yönelik çözüm önerileri. Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84. <https://doi.org/10.1080/03057267808559857>

- Eggen, P. and Kauchak, D. (2004) Educational Psychology: Windows, Classrooms. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.
- Even, R., & Tirosh, D. (1995). Subject-matter knowledge and knowledge about students as sources of teacher presentations of the subject-matter. *Educational studies in mathematics*, 29(1), 1-20.
- Gates, P. (2001). Issues in mathematics teaching. London, England: Routledge Falmer.
- Gökkurt Özdemir, B, Bayraktar, R, & Yılmaz, M. (2017). Sınıf ve Matematik Öğretmenlerinin Kavram Yanılgılarına İlişkin Açıklamaları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7 (2), 284-305.
- Hacısalihoglu-Karadeniz, M., & Hodancı, A. N. (2022). Altıncı sınıf öğrencilerinin tam sayılar konusundaki kavram yanılgılarının belirlenmesi. *Journal of Computer and Education Research*, 10 (20), 358-370. <https://doi.org/10.18009/jcer.1087195>
- Hashweh, M. (1988). Descriptive studies of students' conceptions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 121-134.
- İpekoglu, A. (2017). An examination of secondary school teachers' solution proposals towards removal of misconceptions. Gazi university graduate school of educational sciences. Ankara.
- Kula Ünver, S. (2016). Matematik öğretmeni adaylarının kesirler konusundaki olası kavram yanılgılarına ilişkin görüşleri. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4 (2), 1-15 .
- MEB (2018). Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Miles, M., and Huberman, M. (1994). *An expanded sourcebook qualitative data analysis (2nd Ed.)*, America: Person Education.
- Minstrell, J. (1982). Explaining the “at rest” condition of an object. *The Physics Teacher*, 20(1), 10-14. <https://doi.org/10.1119/1.2340924>
- Ojose, B. (2015). Students' misconceptions in mathematics: analysis of remedies and what research says. *Ohio Journal of School Mathematics*, Fall 2015, Vol. 72.
- Özdeş, H. (2013). 9. sınıf öğrencilerinin doğal sayılar konusundaki kavram yanılgıları. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Satan, N. , Aksakal, K. & Ay, Z. (2021). Üslü ifadelerde yaşanan kavram yanılgılarının olası nedenleri ve önlem önerilerinin öğretmen adaylarının görüşlerine dayalı olarak incelenmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 32-48. DOI: 10.52826/mcbuefd.853179

- Smith III, J. P., Disessa, A. A., & Roschelle, J. (1993). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal Of The Learning Sciences*, 3(2), 115-163.
- Şenay, Ş. C. (2002) Üslü ve köklü sayıların öğretiminde öğrencilerin yaptıkları hatalar ve yanlışları üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü: Konya.
- Tekkaya, C., Çapa, Y. ve Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 140-147.
- Ubuz, B. (1999). 10. ve 11. sınıf öğrencilerinin temel geometri konularındaki hataları ve kavram yanlışları (10th and 11th grade students errors and misconceptions on basic geometry). *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16-17:95-104.
- Yenilmez, K. ve Bağdat, O. (2014). Yedinci sınıf öğrencilerinin tam sayılarla işlemler konusundaki öğrenme güçlükleri. I. Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi Bildiri Özetleri Kitapçığı (s.631-632).
- Yenilmez, K. ve Yaşa, E. (2008). İlköğretim öğrencilerinin geometrideki kavram yanlışları. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21 (2), 461-483.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, Z. & Yenilmez, K. (2008). İlköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin ondalık sayılar konusundaki kavram yanlışları (Uşak ili örneği). *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Vē Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8 (1) , 269-289.
- Yürekli, A. (2020). Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin tam sayılar konusundaki işlemlere ait kavram yanlışlarının belirlenmesi ve kavram karikatürleri ile giderilmesi. Yüksek lisans tezi. Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.
- Zembat, I. O. (2008). Kavram yanlışısı nedir? M. F. Özmantar, E. Bingölbali, ve H.Akkoç (Ed.), Matematiksel Kavram yanlışları ve Çözüm önerileri, (s. 1-8). Ankara:PegemA.

