



Evaluation of Prospective Teachers' Content Knowledge in the Context of Students' Errors: Geometry and Measurement#

Tuğba Öztürk^{1,a,*}, Damla Demirel^{2,b}

¹Fatih Faculty of Education, Trabzon University, Trabzon, Türkiye

²Fatih Faculty of Education, Trabzon University, Trabzon, Türkiye

*Corresponding author

Research Article

Acknowledgment

This study is an expanded version of an oral presentation at TURCOMAT-5.

History

Received: 11/12/2022

Accepted: 22/04/2023



This paper was checked for plagiarism using iThenticate during the preview process and before publication.

Copyright © 2017 by Cumhuriyet University, Faculty of Education. All rights reserved.

ABSTRACT

Having in-depth knowledge for each subject of a teacher is directly related to the teacher's content knowledge. Content knowledge includes the components of being able to recognize and explain the students' errors. The purpose of the study was to examine prospective teachers' content knowledge about geometry and measurement learning in terms of student errors. The study employed the case study method. The participants of the study were 86 prospective primary mathematics teachers who took the Geometry and Measurement Teaching course. The data collection tool of the study consisted of 7 scenario type questions, which included student errors in geometry and measurement learning. Scenario type questions were designed on the concepts that students often made mistakes. These concepts were angle measure, perimeter, the units of measurement, reflective symmetry, similarity, hierarchy of quadrilaterals, and geometric solids. The data were analyzed in the context of the themes as identifying the error, providing the justification for the error, and correcting the error. The findings highlighted that the prospective teachers showed very high success in the themes of identifying the error and correcting the error. Prospective teachers could not show the desired success in providing the justification for the students' error. In this regard, it can be suggested to design activities that include student errors in teaching courses of undergraduate education. In these activities, discussions on providing the justification for the student error can be made.

Keywords: Content knowledge, student error, geometry and measurement, teacher education

Öğretmen Adaylarının Alan Bilgisinin Öğrenci Hataları Bağlamında Değerlendirilmesi: Geometri ve Ölçme

Bilgi

Bu çalışma TÜRK BİLİMAT-5'te sunulan sözlü bildirinin genişletilmiş halidir.

*Sorumlu yazar

Süreç

Geliş: 11/12/2022

Kabul: 22/04/2023

Bu çalışma ön inceleme sürecinde ve yayımlanmadan önce iThenticate yazılımı ile taranmıştır.

Copyright



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

ÖZ

Bir öğretmenin öğretim yapacağı her bir konu için derinlemesine bilgi sahibi olması, doğrudan alan bilgisi ile ilişkilidir. Alan bilgisi, öğrencilerin yaptığı hataları fark edebilme ve açıklayabilme bileşenini içeren bir kapsama sahiptir. Bu bağlamda çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının geometri ve ölçme öğrenme alanına yönelik alan bilgisini öğrenci hataları bağlamında incelemektir. Araştırmada durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın katılımcıları ise Geometri ve Ölçme Öğretimi dersini alan 86 ilköğretim matematik öğretmen adaydır. Çalışmanın veri toplama aracı, geometri ve ölçme alanına yönelik öğrenci hatalarını içeren 7 senaryo tipi sorudan oluşmaktadır. Senaryo tipi sorular; açı ölçüsü, çevre uzunluğu, ölçü birimleri, yansıma, benzerlik, dörtgenlerin hiyerarşisi, geometrik cisimler olmak üzere öğrencilerin sıklıkla hataya düştükleri kavramlar üzerine inşa edilmiştir. Elde edilen veriler; hatayı belirleme, hataya yönelik gerekçe sunma ve hatayı düzeltme temaları bağlamında analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, öğretmen adaylarının hatayı belirleme ve hatayı düzeltme temalarında oldukça yüksek başarı gösterdikleri, öğrenci hatalarına yönelik gerekçe sunma noktasında ise istenen başarıyı gösteremedikleri görülmüştür. Bu doğrultuda lisans eğitiminde yer alan öğretim derslerinin kapsamına öğrenci hatalarını içeren etkinliklerin dâhil edilmesi ve bu etkinliklerde özellikle öğrenci hatalarının altında yatan nedenlere odaklı tartışmaların gerçekleştirilmesi önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Alan bilgisi, öğrenci hatası, geometri ve ölçme, öğretmen eğitimi

^a tugbaozturk@trabzon.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0003-1599-8574>

^b damlakutlu@trabzon.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0001-7940-681X>

How to Cite: Öztürk, T., & Demirel, D. (2023). Öğretmen adaylarının alan bilgisinin öğrenci hataları bağlamında değerlendirilmesi: geometri ve ölçme. Cumhuriyet International Journal of Education, 12(2):462-476

Giriş

Nitelikli bir eğitim sürecinin oluşturulması; temelde öğretmen, öğrenci ve eğitim-öğretim programları şeklinde üç unsura bağlıdır (Gökkurt ve Soylu, 2016). Ancak öğrenme ortamlarının şekillendirilmesi ve eğitim-öğretim çalışmalarının etkili bir şekilde yürütülebilmesi öncelikli olarak öğretmenlere dayanmaktadır (Öztürk ve Güven, 2012). Öğretmenlerin gerek bilişsel gerekse fiziksel ve psikolojik koşulları ele alarak bir ortamı öğrenme açısından en verimli hale getirebilme gücüne sahip olması bu durumu destekler niteliktedir. Bir öğretmenin bunları gerçekleştirebilmesi ise mesleki yeterlikler ile doğrudan ilişkilidir. Öğretmenlik mesleğindeki yeterlikler en genel anlamda ne öğreteceğini bilme ve nasıl öğreteceğini bilme eylemlerini gerçekleştirebilme şeklinde açıklanabilir (Arslan-Kılcan, 2006).

Öğretmenlik mesleğine yönelik yeterlilikler, eğitim ve öğretimin gerektirdiği görevlerin tam anlamıyla gerçekleştirilebilmesinde temel yapı taşı niteliği taşımaktadır (Baştürk, 2009). Dolayısıyla öğretmenlik mesleğinin niteliğinin artırılması ile öğretmenlerin sahip olması gereken genel ve özel alan yeterliliklerinin bilinmesi doğru orantılıdır (Öğretmen Yetiştirme ve Eğitim Genel Müdürlüğü, 2008). Öğretmenlerin sahip olduğu bilgiler doğrultusunda öğretim sürecini etkili hale getirebileceği ve öğrencilere katkı sunabileceği (Cai ve Hwang, 2002) gerçeği bu ilişkiyi pekiştirmektedir. Aynı zamanda öğretmenlik mesleğine yönelik sağlam temeller oluşturulması öğretmen yetiştirme süreci ile doğrudan ilişkilidir. Bu bakımdan öğretmen adaylarının mesleki yeterlilikler açısından alt yapısının bilinmesi, gelecekte öğretmenlik mesleğini en iyi şekilde gerçekleştirmelerine zemin oluşturabilecek önemli bir girişimdir. Bu doğrultuda nitelikli bir öğretimin, mesleki yeterliliklerin öğretmen adaylarına ve öğretmenlere kazandırılmasıyla gerçekleştirilebileceği belirtilebilir.

Bir öğretmenin mesleki anlamda iyi bir düzeyde olabilmesi, çeşitli niteliklere sahip olması ile mümkün olabilmektedir. Öğretmenin sahip olması gereken nitelikler sistematik olarak ilk kez Shulman (1986) tarafından ortaya konulmuştur. Ardından bu nitelikler, bir öğretmenin sahip olması gereken mesleki yeterlilikler altında farklı araştırmacılar tarafından çeşitli şekillerde ele alınmıştır (Baki, 2010; Baki, 2012; Ball, 1990; Ball vd., 2008; Blömeke vd., 2015; Cochran vd., 1993; Shulman, 1986. Temelde ileri sürülen yeterlilikler arasında benzerlikler söz konusu olup bir öğretmenin sahip olması gereken mesleki yeterlilikleri genel olarak pedagojik alan bilgisi, alan bilgisi ve öğretim programı bilgisi şeklinde sıralanabilir. Shulman (1986) pedagojik alan bilgisi kavramını yeni bir boyut şeklinde ön sürerek genel anlamda sıralanan bu üç bileşenin önemine özellikle vurgu yapmıştır. Araştırmacılar bu yeterlilikler arasında bir öğretmenin alan bilgisine sahip olmasını öğretmen yeterliliğinin en önemli unsurlarından biri olarak kabul etmiştir (Ball vd., 2008; Blömeke vd., 2015; Krumphals ve Haagen-Schützenhöfer, 2021; Shulman, 1986). Bir öğretmenin alan bilgisinin iyi düzeyde olmasının öğretimin

kalitesini ve öğrencilerin başarılarını artırma gibi işlevlerin gerçekleşmesini sağlaması (Ball vd., 2008; Brown ve Borko, 1992; Hill vd., 2005) önemli bir mesleki yeterlilik olduğunu göstermektedir. Herhangi bir konunun kapsamındaki başlıklar, tanımlar, konuyu açıklayıcı örnekler ile öğretim yöntemleri hakkındaki bilgiler alan bilgisini temsil etmektedir (Shulman, 1987). Bir öğretmenin yeterli alan bilgisine sahip olması, ilgili konuya yönelik sebep-sonuç ilişkisi kurarak açıklamalarda bulunabileceğine ve öğrencilerin konuyu derinlemesine anlamasına katkı sağlayabileceği anlamına gelmektedir (Shulman, 1986). Pedagojik alan bilgisinin, alanı öğretme bilgisi ile derinlemesine bir alan bilgisi gerektirmesi (An vd., 2004) bir öğretmenin alana ilişkin bilgisinin önemini ortaya çıkarmaktadır. Bu bakımdan alan bilgisi, pedagojik alan bilgisinin bir ön şartı olma niteliğini taşımaktadır (Ball vd., 2008). Dolayısıyla herhangi bir dersin öğretmenin yaptığı öğretimin kalitesini yükseltebilmesi ve öğretim sürecini öğrenci açısından verimli hale getirebilmesi alan bilgisine bağlıdır. Bu durum, bir matematik öğretmenin de alan bilgisinin iyi düzeyde olması gerektiğine işaret etmektedir.

Bir matematik öğretmenin alan bilgisi açısından donanımlı olmasını gerektiren öğrenme alanlarından biri geometri ve ölçmedir. Öğretmenlerin geometrik kavramlara ilişkin eksiklerinin öğrencilerin geometride başarısız olmalarına yol açması (Clements, 1999; Lehrer, 2003) bu durumu desteklemektedir. Dolayısıyla bir matematik öğretmeni için derinlemesine bir alan bilgisine sahip olmak oldukça önemlidir (NCTM, 2000). Bu açıdan geometri ve ölçme öğretiminin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesinin bir öğretmenin alan bilgisine bağlıdır.

Alan bilgisi, matematik kavramlarına ilişkin temel özellikler, temsiller ve alternatif yolları bilme şeklinde tanımlanabilmektedir (Even, 1993). Ancak bir öğretmenin alan bilgisinde sahip olması gereken nitelikler bunlarla sınırlı değildir. Ball ve diğerleri (2008) hem pedagojik alan bilgisi ile alan bilgisi arasındaki ayrımı netleştirmek hem de etkili bir matematik öğretimi için her iki bilgi türünün kapsamının ne olduğunu ortaya koymak amacıyla "Öğretmek için Matematik Bilgisi" modelini ortaya koymuştur. Bu araştırmacılar, alan bilgisinin ortak alan bilgisi, kapsamlı alan bilgisi ve uzmanlık alan bilgisi olarak ele alınabileceğini belirtmiştir. Ortak alan bilgisini konu ile ilgili çok detaylı olmayan matematik bilgisi olarak tanımlamıştır. Buradan matematik öğretmenleri dışındaki kişilerin de bu bilgiye sahip olabileceği anlaşılmaktadır. Bu bilgi kapsamında bir matematik probleminin doğru bir şekilde çözülmesi, bir yanıtın doğru veya yanlış olduğuna yönelik bir karar verilebilmesi gibi yeterlilikler yer almaktadır. Bir öğretmenin öğretim programında yer alan konuların arasındaki ilişkiye dair sahip olması gereken bilgiyi kapsamlı alan bilgisi olarak tanımlamışlardır. Bahsedilen bilgi türlerinden uzmanlık alan bilgisi ise bir öğretmenin etkili bir şekilde öğretim yapabilmesi için sahip olması gereken bilgidir. Bu bilgi türü bir matematik

öğretmenini matematik bilen diğer insanlardan ayırmaktadır. Bu bilgi kapsamında matematik dilinin doğru ve uygun bir şekilde kullanılması, farklı matematiksel gösterimlerin bilinmesi ve bu gösterimlerin uygun durumlarda kullanılması, matematiksel fikirlerin altında yatan sebeplerin açıklanması gibi yeterlilikler yer almaktadır. Tirosh (2000) de alan bilgisinin öğrencilerin yaptığı hataları fark etme ve açıklayabilmeyi içinde barındırdığını vurgulamaktadır. Bir öğretmenin alan bilgisini iyi bir düzeye getirebilmede öğrenci hatalarını tespit edebilme ve açıklayabilme yollarına başvurulması (Carpenter vd., 2003) da bu durumu pekiştirmektedir. Öğrencilerin kavramlara yönelik anlayışlarının bilinmesi ve bu kavramlara yönelik hatalarının fark edilebilmesi matematik öğretimine önemli katkılar sunmaktadır (Konyalıoğlu vd., 2012). Bu bakımdan matematik öğretiminde etkili bir öğrenmenin gerçekleşmesi öğretmenlerin öğrenci hatalarından haberdar olması ile doğrudan ilişkilidir. Öğrenci hatalarını fark etme ve bu hatalar üzerine değerlendirmeler yapma, öğrencilerin hatalarını tekrar etmesinin önüne geçmede önemli bir etken olması (Tirosh, 2000) bu ilişkinin varlığını pekiştirmektedir. Ding (2007) öğretmenlerin alan bilgisi ile alanın temelleri (içeriği, ele aldığı kavramlar, dayandığı ilkeler vb.) arasında güçlü bir bağ olmasının öğrenci hatalarına ilişkin soruları yanıtlarken bu bilgileri yansıtmada daha esnek olduğunu ileri sürmüştür. Dolayısıyla öğrenci hatalarına ilişkin farkındalıklar, öğretim yapan kişinin alan bilgisine yönelik isabetli tespitler yapabilmek için önemli bir ölçüt olarak ele alınabilir.

Geometri ve ölçme alanı, öğrenciler tarafından zorluk yaşanan öğrenme alanlarından biridir (Fujita ve Jones, 2007; Mistretta, 2000). Öğrencilerin yapılan uluslararası sınavlarda geometri öğrenme alanında diğer alanlara göre daha düşük performans göstermeleri bu durumu destekler niteliktedir (Sarı ve Tertemiz, 2017). Geometrinin doğasında var olan soyut yapı (Sarı ve Tertemiz, 2017), geometrik kavramların birbirinden bağımsız olarak ele alınması ve geometri konularına yönelik kavramsal öğrenmelerin gerçekleştirilememesi (Aksu, 2019) bu alana yönelik zorlukların yaşamasındaki temel etkenler olarak ele alınabilir. Belirtilen zorluklar irdelendiğinde geometri öğretiminin etkili bir şekilde gerçekleştirilememesinin öğrencilerin bu alana yönelik zorluk yaşamasının en önemli sebeplerinden biri olduğu anlaşılmaktadır. Öğretimi gerçekleştiren kişinin bir öğretmen olduğu düşünüldüğünde öğretmenin bu öğrenme alanında öğrencilerin zorluk yaşamasına neden olan kaynaklardan biri olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Bu bakımdan öğretmenlerin geometri bilgilerinin yeterli olması ve geometri kavramlar arasındaki ilişkilerin farkındalıklarının olması öğretimin etkililiği ve dolayısıyla öğrenci başarısı açısından önemlidir (Ma, 1999). Bunun yanı sıra öğrenci hatalarını belirlemede ve nedenlerini sorgulamada da öğretmenin alan bilgisi önemli bir rol oynamaktadır (Boz, 2004). Dolayısıyla öğrenci hatalarının belirlendiği ve bu hatalar üzerine açıklamalar sunulduğu bir öğrenme ortamı öğretimin daha verimli bir hale gelmesine katkıda bulunur. Bu açıdan

geleceğin öğretmenleri olan matematik öğretmen adaylarının alan bilgilerini öğrenci hataları üzerinden incelemek ve bu incelemeler sonucunda öğretmen eğitiminin gelişimine katkıda bulunabilmek anlamlıdır.

Yapılan araştırmalar incelendiğinde öğretmen ya da öğretmen adaylarının alan bilgilerinin belirlendiği çalışmaların çoğunlukla cebir ile sayılar ve işlemler öğrenme alanı üzerine olduğu görülmektedir (ör., Bahar, 2019; Black, 2007; Didiş vd., 2018; İdil ve Narlı, 2021; Tirosh, 2000). Literatürde geometri ve ölçme alanı üzerinden alan bilgilerin incelendiği çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalar ise genellikle belirli bir konuya yönelik gerçekleştirilmiştir (ör., Aslan-Tutak, 2009; Çakmak vd., 2014; Gökkurt ve Soylu, 2016; Van der Sandt ve Nieuwoudt, 2003). Bu bakımdan geometri ve ölçme alanının tamamını yansıtabilecek konular üzerinden alan bilgilerinin belirlenmesini gerektiren çalışmalara ihtiyaç olduğu açıkça görülmektedir. Browning ve diğerleri (2014) geometri ve ölçme alanına ilişkin alan bilgilerinin tespiti ile ilgili literatürde bir boşluğun olduğunu belirterek bu durumu desteklemektedir. Alan bilgilerinin öğrenci hataları üzerinden belirlenmesi, bir öğretmenin ya da öğretmen adayının ilgili konulara yönelik kavramlara hâkim olduğunu daha net olarak ortaya çıkarabilmektedir (Borasi, 1986; Carpenter vd., 2003). Bu durum, öğretmen adaylarının alan bilgilerinin öğrenci hataları üzerinden incelenmesinin bu konu hakkında daha derinlemesine bir fikir sunacağı ortadadır. Bu kapsamda çalışmanın amacı, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının geometri ve ölçme öğrenme alanına yönelik alan bilgisini öğrenci hataları bağlamında incelemektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmaktadır.

- 1) Öğretmen adaylarının geometri ve ölçme alanında öğrenci hatalarını belirlemeye ilişkin alan bilgileri nasıldır?
- 2) Öğretmen adaylarının geometri ve ölçme alanında öğrenci hatalarına yönelik gerekçe sunmaya ilişkin alan bilgileri nasıldır?
- 3) Öğretmen adaylarının geometri ve ölçme alanında öğrenci hatalarını düzeltmeye ilişkin alan bilgileri nasıldır?

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada nitel yaklaşımlardan durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Durum çalışması, sınırları belirli olan bir durumu derinlemesine incelemeyi sağlayan bir yöntemdir (Çepni, 2009). Bu yöntem, doğrudan ele alınan durum veya konu üzerine odaklanma fırsatı sunar (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Dolayısıyla araştırmada öğretmen adaylarının geometri ve ölçme öğrenme alanına yönelik alan bilgilerinin öğrenci hataları bağlamında incelenmesi detaylı bir inceleme gerektirdiğinden bu yöntem tercih edilmiştir.

Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını, ilköğretim matematik öğretmenliği programındaki Geometri ve Ölçme Öğretimi

Çizelge 1. Senaryo Kapsamı ve Ele Alınan Öğrenci Hataları

Soru No	Kavramlar	Senaryo Kapsamı ve Ele Alınan Öğrenci Hataları
S1	Açı Ölçüsü	Senaryoda öğretmen, öğrencilerinden kareli kâğıt üzerine çizilen iki açı ölçüsünü karşılaştırmalarını istemiştir. Her iki açının ölçüleri eşittir; fakat açılarının kolları arasındaki yay uzunlukları birbirinden farklı olarak gösterilmiştir. Senaryodaki öğrenci yay uzunluğu daha fazla olan açığa ait ölçünün daha büyük olduğunu ifade etmiştir. Bu senaryodaki hata, öğrencinin açının kolları arasındaki yay uzunluğu büyük olan açının ölçüsünün daha fazla olduğunu düşünmesidir.
S2	Çevre Uzunluğu	Senaryoda öğretmen, bir dikdörtgenden belirli parçaların çıkarılması sonucunda oluşan yeni şeklin çevre uzunluğunun nasıl değiştiğini sormuştur. Çıkarılan parçalar, dikdörtgenin çevre uzunluğunu değiştirmeyecek şekilde belirlenmiştir. Senaryodaki öğrenci, parçaların çıkarıldığını gerekçe göstererek dikdörtgenin çevre uzunluğunun azaldığını ifade etmiştir. Bu senaryodaki hata, öğrencinin çevre uzunluğu yerine alan hesabı yapmasıdır.
S3	Ölçü Birimleri	Senaryoda öğretmen, öğrencilerinden cm, cm ² ve cm ³ ölçü birimlerinin günlük hayatta nerelerde kullanıldığına yönelik örnekler vermelerini istemiştir. Senaryodaki öğrenci, cm için boy ölçümünü ve cm ² için halı ölçümünü örnek olarak vermiştir. Öğrenci, uzunluk ölçü biriminin cm, alan ölçü biriminin ise cm ² olduğunu farkındadır. Öğrencinin cm ³ ölçü birimine yönelik örneği ise kocaman bir ayçiçek tarlasıdır. Bu senaryodaki hata, cm ³ ölçü biriminin alan hesabında kullanılabileceğini düşünmesidir.
S4	Yansıma	Senaryoda öğretmen, öğrencilerden kareli kâğıttaki koordinat düzlemine çizilen bir dik üçgenin x, y eksenleri ve orijine göre yansımalarını çizmelerini istemiştir. Senaryodaki öğrenci, üçgenin belirli birim kadar ötelenmiş halini çizmiştir. Bu senaryodaki hata, öğrencinin dik üçgenin x, y eksenleri ve orijine göre yansıması yerine bir ya da birkaç kez öteleme yapmasıdır.
S5	Benzerlik	Senaryoda öğretmen, kareli kâğıt üzerine çizilen üç dikdörtgenin benzer olup olmadığına yönelik bir tartışma başlatmıştır. Verilen ABCD, EFGH ve KLMN dikdörtgenlerinin kısa kenar uzunlukları sırasıyla 2, 3, 4 birim; uzun kenar uzunlukları sırasıyla 4, 5, 6 birimdir. Senaryodaki öğrenci, dikdörtgenlerin kısa ve uzun kenar uzunlukları arasındaki artış miktarının eşit olmasını gerekçe göstererek ABCD dikdörtgeninin hem EFGH hem de KLMN dikdörtgeni ile benzer olduğunu belirtmiştir. Bu senaryodaki hata, öğrencinin benzer dikdörtgenleri belirlemede oran yerine karşılıklı kenar uzunluklarının artış miktarına odaklanmasıdır.
S6	Dörtgenlerin Hiyerarşisi	Senaryoda öğretmen, öğrencilerine paralelkenar ve dikdörtgen arasında nasıl bir hiyerarşik yapı olduğunu sormuştur. Senaryodaki öğrenci, paralelkenarın özel bir dikdörtgen olduğunu belirtmiştir. Bu senaryodaki hata, öğrencinin paralelkenarın dikdörtgeni kapsayan bir geometrik şekil olduğunu bilmemesidir.
S7	Geometrik Cisimler	Senaryoda öğretmen, öğrencilerine içinde çok sayıda farklı geometrik şekillerin yer aldığı bir kutu vermiş ve bu kutudan üçgen piramidin açılımını oluşturacak geometrik şekilleri seçmelerini istemiştir. Senaryodaki öğrenci, bir tane kare ve dört tane üçgen seçmiştir. Bu senaryodaki hata, öğrencinin piramitlerin tabanlarını oluşturan çokgensel bölgeye göre adlandırıldığını bilmemesidir. Not: Senaryoda verilen geometrik şekillerin kenar uzunluklarının belirtilmemesinden dolayı üçgen piramidin oluşturulamayabileceği dikkate alınarak “Geometrik şekillerin kenar uzunlukları ölçümü sonucunda belirlenen şekillerin kullanılmasıyla oluşturulan kapalı cismin ilgili geometrik cismi meydana getirdiği düşünülmemelidir.” açıklaması soruya eklenmiştir.)

dersini almış olan 86 üçüncü sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Bu çalışmada alan bilgisi, geometri ve ölçme öğrenme alanı bağlamında ele alınmaktadır. Bu sebeple katılımcıların geometri ve ölçme öğrenme alanına yönelik öğretim dersini almasına ve gerekli ön bilgiye sahip olmasına dikkat edilmiştir.

Veri Toplama Aracı

Çalışmadaki veri toplama aracı, geometri ve ölçme alanına yönelik öğrenci hataları içeren 7 senaryo tipi sorudan oluşmaktadır. Bu sorular oluşturulurken geometri ve ölçme alanında öğrencilerin zorluk yaşadığı kavramları ele alan çalışmalar incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda geometri ve ölçme alanında öğrencilerin sıklıkla hataya düştükleri kavramlar tespit edilmiştir. Literatürde öğrencilerin bu kavramlara yönelik sıklıkla yaşadığı

belirtilen hatalar ise senaryodaki öğrenci hatalarının oluşturulmasını sağlamıştır. Hataların oluşturulması sırasında uzman görüşlerinden de yararlanılmıştır. Senaryolardaki kavramlar, senaryonun kapsamı ve senaryoda ele alınan öğrenci hataları Çizelge 1’de yer almaktadır.

Çizelge 1’den görüldüğü üzere farklı kavramların ele alınmasının sebebi, geometri ve ölçme alanının kapsamını yansıtabilmektir. Veri toplama aracının geometri ve ölçme alanını temsil etme durumunu teyit etmek amacıyla Geometri ve Ölçme Öğretimi dersi veren bir matematik eğitimi uzmanının kapsam geçerliliği konusunda görüşü alınmıştır. Bunun sonucunda veri toplama aracının kapsam geçerliliği sağlanmıştır. Soruların anlaşılır olup olmadığını belirlemek ve asıl uygulamada ortaya çıkabilecek eksikleri tespit etmek amacıyla çalışmadaki katılımcılardan bağımsız farklı bir öğretmen adayı grubuyla pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama sonucunda veri toplama aracına ilişkin herhangi bir eksiklik ve hata tespit edilmemiştir. Dolayısıyla asıl uygulamada aynı veri toplama aracı kullanılmıştır.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Çalışmanın verileri, 2020-2021 eğitim öğretim yılının bahar döneminde Geometri ve Ölçme dersini almış olan üçüncü sınıf ilköğretim matematik öğretmen adaylarından elde edilmiştir. Bu dönem, COVID-19 pandemi sürecine rastladığı için veri toplama aracı öğrencilere çevrim içi olarak ulaştırılmıştır. Veri analiz süreci için öncelikle literatürde öğrenci hataları üzerinden alan bilgilerine ilişkin değerlendirmeler yapan çalışmalar (ör., Gökkurt vd., 2013; Gökkurt vd., 2015; Konyalıoğlu, 2013) incelenmiştir. Bu çalışmaların çoğunluğunda hatayı belirlemeye ilişkin göstergeler yer alırken azınlık olsa da hatayı düzeltmeye ilişkin göstergeler de mevcuttur. Ancak yapılan çalışmalarda hatalara yönelik gerekçe sunma bakımından herhangi bir göstergeye rastlanmamıştır. Bu çalışma kapsamında hatayı belirleme, hataya yönelik gerekçe sunma ve hatayı düzeltme temaları ile bu temalara ait kategoriler oluşturulurken hem literatürdeki çalışmalarda yer alan göstergeler hem de öğretmen adaylarının veri toplama aracına verdiği yanıtlar dikkate alınmıştır. Oluşturulan tema ve kategoriler doğrultusunda veriler analiz edilmiştir. Bu kapsamda veri analiz sürecinde hem içerik hem de betimsel analiz kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının senaryo tipi sorulara verdikleri yanıtlara göre tema ve kategoriler oluşturulmuştur. Bu temalar, hatayı belirleme, hataya yönelik gerekçe sunma ve hatayı düzeltme şeklindedir. Belirtilen temalar altındaki kategoriler ve bu kategorilere ait açıklamalar Çizelge 2’de yer almaktadır.

Veri toplama aracında yer alan her bir soruya yönelik öğretmen adaylarının vermiş oldukları yanıtlar; hatayı belirleme, hataya yönelik gerekçe sunma ve hatayı düzeltme temaları bağlamında analiz edilmiştir. Temalara ait kategoriler kullanılarak yüzde ve frekanslar oluşturulmuştur.

Nitel çalışmalarda araştırmacıların kodlama güvenilirliğini sağlaması önemlidir. Bu noktada farklı

araştırmacılar verileri ayrı ayrı kodlar ve yapılan kodlamaya yönelik benzerlik ve farklılıklar tespit edilerek bir kodlama yüzdesi hesaplanır. Bu çalışmanın verileri, iki araştırmacı tarafından analiz edilmiş ve kodlama güvenilirliği yüzdesi Görüş Birliği / (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı) (Miles ve Huberman, 1994) formülü yardımıyla hesaplanmıştır. Bu doğrultuda iki araştırmacının kodlamaları arasındaki uyum %93,7 olarak bulunmuştur. Bu süreçten sonra araştırmacılar farklılıklar üzerine tartışarak uzlaşmaya varmıştır.

Bulgular

Geometri ve ölçme alanı ile ilgili öğrenci hataları barındıran senaryo tipi sorulara öğretmen adaylarının vermiş oldukları yanıtlar; hatayı belirleme, hataya yönelik gerekçe sunma ve hatayı düzeltme temaları bağlamında analiz edilmiştir. Bu bölümde bulgular belirtilen temalara yönelik başlıklar altında sunulmuştur.

Hatayı Belirlemeye İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının öğrenci hataları içeren senaryo tipi sorulardaki hatayı belirlemeye yönelik cevapları HB-YY, HB-0 ve HB-1 göstergelerine göre incelenmiştir. Bu incelemeye bağlı olarak hatayı belirleme göstergelerine ait frekans ve yüzdeler elde edilmiş ve Çizelge 3’te gösterilmiştir.

Öğretmen adaylarının geometri ve ölçme alanında öğrenci hatası barındıran senaryo tipi sorulardaki ortalama performansları dikkate alındığında hataları büyük bir oranda (%98,3) belirleyebildikleri Çizelge 3’ten görülmektedir. Bunun yanında ortalama performans açısından öğretmen adaylarının çok az bir kısmı senaryolarda yer alan mevcut hatayı belirleyememiştir. Başka bir ifadeyle senaryodaki hatalı öğrenci cevabı doğru olarak kabul edilmiştir. Senaryo tipi sorularının her birinde yer alan öğrenci cevabının doğruluğuna yönelik soruyu öğretmen adaylarının hiçbiri boş bırakmamıştır.

Dolayısıyla her bir öğretmen adayının öğrenci hatasına yönelik görüş sunduğu söylenebilir.

Çizelge 3’ten görüldüğü üzere S1, S3, S4’te öğretmen adaylarının tümü öğrenci hatasını belirleyebilmiştir. Diğer sorularda (S2, S5, S6, S7) ise öğrenci hatasını belirleyemeyen öğretmen adaylarının olduğu fark edilmektedir. Senaryoda yer alan öğrenci cevabının doğruluğunu değerlendirmeye yönelik soruyu doğru olarak işaretleyip öğrenci hatasını belirleyemeyen bir öğretmen adayının cevabı Resim 1’de yer almaktadır.

Hataya Yönelik Gerekçe Sunmaya İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının öğrenci hataları içeren senaryo tipi sorulardaki hataya yönelik gerekçe sunmaya ilişkin cevapları G-YY, G-0, G-1 ve G-2 şeklinde dört göstergeye göre incelenmiştir. Bu incelemeye bağlı olarak hataya yönelik gerekçe sunmaya ilişkin göstergelere ait frekans ve yüzdeler elde edilmiş ve Çizelge 4’te gösterilmiştir.

Çizelge 2. Temalar Altındaki Kategorilere İlişkin Açıklamalar

Temalar					
Hatayı Belirleme		Hataya Yönelik Gerekçe Sunma		Hatayı Düzeltme	
Kategoriler	HB-YY. Yanıt yok	HG-YY. Yanıt yok		HD-YY. Yanıt yok	
	HB-0. Hatayı belirleyemeyip öğrenci yanıtını doğru kabul etme	HG-0. Yanlış/geçersiz gerekçe sunma		HD-0. Farklı bir hata barındıran yanıt oluşturma	
	HB-1. Hatayı belirleyebilme	HG-1. Eksik gerekçe sunma		HD-1. Hatalı öğrenci yanıtını doğru/tam bir şekilde düzeltme	
		HG-2. Doğru/geçerli gerekçe sunma			

Çizelge 3. Hatayı Belirleme Göstergeleri ile İlgili Frekans ve Yüzde Dağılımı

Tema	Soru	Kategori	S1		S2		S3		S4		S5		S6		S7		Ortalama	
			f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Hatayı Belirleme	HB-YY		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HB-0		0	0	2	2,3	0	0	0	0	2	2,3	2	2,3	4	4,7	~1	1,7
	HB-1		86	100	84	97,7	86	100	86	100	84	97,7	84	97,7	82	95,3	~85	98,3

7) Cansu Öğretmen, her öğrenciye içinde çok sayıda kare, üçgen, dikdörtgen, daire vb. geometrik şekillerin bulunduğu bir kutu verir. Ardından öğrencilerden bu kutudaki geometrik şekilleri incelemelerini ister ve sınıfa görevlerini şu şekilde ifade eder: "Kutudan öyle geometrik şekiller seçin ki bunlar ile üçgen piramidin açınımlarını oluşturulabilsin." Aradan bir süre geçtikten sonra Pelin, Cansu Öğretmeni yanına çağırır ve aralarında şu şekilde bir konuşma gerçekleşir:

Öğretmen: Bakalım, kutudan hangi geometrik şekilleri seçtin?

Pelin: (Aşağıda temsili olarak gösterilen sırasının üzerindeki geometrik şekilleri işaret ederek) Bunları seçtim, öğretmenim.



Not: Geometrik şekillerin kenar uzunlukları ölçümü sonucunda belirlenen şekillerin kullanılmasıyla oluşturulan kapalı cismin ilgili geometrik cismi meydana getirdiği düşünülmelidir.

a) Pelin'in cevabının doğruluğunu değerlendiriniz. (X) Doğru () Yanlış

Resim 1. Öğrenci hatasını belirleyemeyen bir öğretmen adayının cevabı

Çizelge 4. Hataya Yönelik Gerekçe Sunmaya İlişkin Göstergeler ile İlgili Frekans ve Yüzde Dağılımı

Tema	Soru	Kategori	S1		S2		S3		S4		S5		S6		S7		Ortalama*	
			f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Hataya Yönelik Gerekçe Sunma	HG-YY		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	HG-0		10	11,7	1	1,2	4	4,6	4	4,6	0	0	0	0	5	5,8	~3	4
	HG-1		76	88,3	14	16,2	29	33,7	53	61,7	8	9,3	29	33,7	32	37,2	~34	40
	HG-2		0	0	69	80,2	53	61,7	29	33,7	76	88,4	55	64	45	52,3	~47	54,3

*Mevcut hatanın doğru olarak kabul edildiği durumlar çizelgede gözükmediğinden ortalama frekans 84, ortalama yüzde 98,3'tür (Bkz. Çizelge 3)

Öğretmen adaylarının geometri ve ölçme alanında öğrenci hatası barındıran senaryo tipi sorulardaki ortalama performansları dikkate alındığında yarıya yakınının hataya yönelik tam ve geçerli bir gerekçe sunabildikleri Çizelge 4'ten görülmektedir. Öğretmen adaylarının hataya yönelik eksik gerekçe sunma oranları da azımsanmayacak ölçüdedir. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarının mevcut hatalara yönelik yanlış veya geçersiz

gerekçeler sunduğu durumlardaki ortalama performansları %4'lük bir orandadır. Senaryo tipi sorularının her birinde yer alan öğrenci hatasına yönelik gerekçe sunma ile ilgili soruyu hatayı belirleyebilen öğretmen adaylarının hiçbiri boş bırakmamıştır. Dolayısıyla hatayı belirleyebilen her bir öğretmen adayının öğrenci hatasına yönelik bir gerekçe sunduğu ifade edilebilir

Senaryo tipi sorulardan S1 için öğretmen adaylarının hiçbirisi öğrenci hatasına yönelik tam ve geçerli bir gerekçe sunmadığı Çizelge 4'ten görülmektedir. S4 sorusu için tam ve geçerli bir gerekçe sunabilen öğretmen adaylarının sayısı ise oldukça azdır. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu S2 ve S5 sorularında yer alan öğrenci hataları için tam ve geçerli bir gerekçe sunabilmiştir. S5 sorusunda yer alan öğrenci hatasına yönelik tam ve geçerli gerekçe sunan bir öğretmen adayının cevabı Resim 2'de yer almaktadır.

Resim 2'de görüldüğü üzere öğretmen adayı S5'teki öğrenci cevabında dikdörtgenlerin benzerliğinin kenar uzunluklarındaki artışın eşit olmasına dayandırılmasının bir hata olduğunu belirlemiştir. Ayrıca benzerliğin kenar uzunlukları arasındaki oranın eşit olmasına bağlı olarak belirlenmesi gerektiği yönündeki açıklamasıyla bu hatanın altında yatan matematiksel bilgiyi ortaya koyan tam ve geçerli bir gerekçe sunmuştur.

Çizelge 4'ten öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun S1 sorusunda yer alan öğrenci hatasına yönelik eksik bir gerekçe sunduğu görülmektedir. Çok az sayıda öğretmen adayı ($f=8$) ise S5'te yer alan öğrenci hatasına yönelik eksik gerekçe sunmuştur. S1 sorusunda yer alan öğrenci hatasına yönelik eksik gerekçe sunan bir öğretmen adayının cevabı Resim 3'te yer almaktadır.

Resim 3'te görüldüğü gibi öğretmen adayı S1'de yer alan öğrenci hatasının farkında olup açarın genişliğine bağlı olarak açı ölçüsünün değişmeyeceği yönünde bir gerekçe sunmuştur. Ancak burada açının radyan cinsinden ölçüsünün dikkate alınması, başka bir ifadeyle açının kolları arasında kalan çember yayının uzunluğu ile yarıçap uzunluğu oranı değişmediğine vurgu yapılması gerekmektedir. Öğretmen adayı ise soruda yer alan öğrenci hatasının sebebini sadece betimlemiştir. Hatanın dayandığı matematiksel bilgiyi tam anlamıyla ortaya çıkarmayan bir açıklamada bulunmuştur.

Çizelge 4 incelendiğinde öğretmen adaylarının en çok S1'de yer alan öğrenci hatasına yönelik yanlış veya geçersiz bir gerekçe sunduğu görülmektedir. Ancak bu soru için yanlış veya geçersiz gerekçe sunma oranının (%11,7) önemli bir ölçüde olmadığı fark edilmektedir. Bunun yanında hiçbir öğretmen adayının S5 ve S6'da yer alan öğrenci hataları için yanlış veya geçersiz bir gerekçe sunmadığı görülmektedir. Belirtilenler dışındaki sorulardaki (S2, S3, S4 ve S7) öğrenci hatasına ilişkin yanlış veya geçersiz gerekçe sunan öğretmen adayının oldukça az sayıda olduğu dikkat çekmektedir. S3 sorusunda yer alan öğrenci hatasına yönelik yanlış veya geçersiz gerekçe sunan bir öğretmen adayının cevabı Resim 4'te yer almaktadır.

5) Tolga Öğretmen, aşağıdaki soruyu sınıfa sorar.

Yanda yer alan ABCD dikdörtgenine benzer olan dikdörtgeni veya dikdörtgenleri belirleyiniz.

Söz hakkı isteyen Duru ile Tolga Öğretmen arasında şu şekilde bir konuşma geçer.

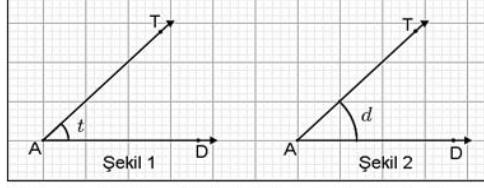
Duru: EFGH ve KLMN dikdörtgenleri ABCD dikdörtgeni ile benzerdir.
 Öğretmen: Peki, neden bu iki dikdörtgen de ABCD dikdörtgenine benzer olduğunu düşünüyorsunuz?
 Duru: ABCD dikdörtgeninin kısa kenarının uzunluğu 2 birim, uzun kenarının uzunluğu 4 birimdir. EFGH dikdörtgeninin kısa kenar uzunluğu 3 birim, uzun kenarının uzunluğu 5 birim olup ABCD dikdörtgeni ile benzerdir. Çünkü öğretmenim, ABC dikdörtgeninin hem kısa kenarı hem de uzun kenarı 1 birim artmıştır. KLMN dikdörtgeninin de kısa kenarının uzunluğu 4 birim ve uzun kenarının uzunluğu 6 birimdir. Burada da hem kısa kenar hem de uzun kenar 2 birim artmıştır. Bu yüzden KLMN dikdörtgeni de ABCD dikdörtgenine benzerdir.

a) Duru'nun cevabının doğruluğunu değerlendiriniz. () Doğru (X) Yanlış
 b) Duru'nun cevabını yanlış olarak düşünüyorsanız gerekçenizi ve doğru olduğunu düşündüğünüz cevabı yazınız.

Gerekçe:
 Duru cevabında dikdörtgenlerin benzer olduğunu ve bu benzerliğin kenar uzunluklarındaki artışın eşit olduğundan kaynaklandığını belirtti. Oysaki benzerlik kenar uzunlukları arasındaki oranların eşit olmasıyla alakalıdır. Duru'nun burada kenar uzunluklarının artış miktarına değil, kenar uzunlukları arasındaki oranlara bakması gerekmektedir.

Resim 2. Tam ve geçerli bir gerekçe sunabilen bir öğretmen adayının cevabı

1) Naz Öğretmen, öğrencilerinden Şekil 1 ve Şekil 2'de yer alan açı ölçülerini karşılaştırmalarını ister.



Öğrencilerinden Ece söz hakkı alır ve " $d > t$ öğretmenim." şeklinde bir cevap verir.

a) Ece'nin cevabının doğruluğunu değerlendiriniz. () Doğru (X) Yanlış

b) Ece'nin cevabının yanlış olarak düşünüyorsanız gerekçenizi ve doğru olduğunu düşündüğünüz cevabı yazınız.

Gereke:

Biz başlangıç noktaları aynı olan iki işinin birleşimine açı dairesi Açı Kavramının Öğretiminde tanımlar olarak iki doğru arasında bir ölçme miktarının ölçüsü olduğunu da belirtmeliyiz. Ece'nin buradaki soruyu çözerken ölçümünü say "d" açısı "t" açısına kıyasla daha geniş çizmiştir, daha büyük olduğu O hatta "d" açısının ölçüsü "t" açısında büyüktür diye çıkarımda bulunmuş olabilir. O hatta Ece kavram yanlışına düşmüştür. Başlangıç noktaları aynı olan iki işin arasında açının genişliğinin büyüyen küçülmesinin açı ölçüsünün büyüklüğüyle ilgisi yoktur. O hatta Ece'nin cevabı yanlıştır. Ecedeki bu kavram yanlışını da açı diğer ile iki açının da ölçüleri ölçüp mertebelerini görmeyiyle gösterilebilir. Aynı zamanda Ece'nin açı ölçüleri kısıtlardan gösterdiği "d" "t" şeklinde olan gösterimi de hatalıdır.

Resim 3. Eksik gerekçe sunan bir öğretmen adayının cevabı

3) Bilge Öğretmen, öğrencilerden cm , cm^2 ve cm^3 ölçü birimlerinin günlük hayatta nerelerde kullanıldığına yönelik örnekler vermelerini ister. Ege söz hakkı ister ve Bilge Öğretmen ile şu şekilde bir konuşma gerçekleşir.

Ege: Kendi boyumuzu ölçmede cm 'yi kullanırız.

Öğretmen: Peki, cm^2 ve cm^3 ölçü birimleri için örnekler neler olabilir?

Ege: Evimizin salonundaki halıyı cm^2 ile ölçebiliriz. Kocaman bir ayçiçek tarlasını ise cm^3 ile ölçeriz.

a) Ege'nin cevabının doğruluğunu değerlendiriniz. () Doğru (X) Yanlış

b) Ege'nin cevabını yanlış olarak düşünüyorsanız gerekçenizi ve doğru olduğunu düşündüğünüz cevabı yazınız.

Gereke:

Ege'nin cevabı yanlıştır. Çünkü Ege, cm^2 ve cm^3 'ün nerelerde kullanıldığını bilmiyor ve cm^2 , cm^3 'ün ne amaçla kullanıldığını bilmiyor. Ege; cm^3 'ün, cm^2 'den cm^2 'nin de cm 'den büyük olduğunu biliyor fakat cm^2 'yi halı ölçmek için, cm^3 'ü ise bir ayçiçek tarlasını ölçmek için kullanılabilir diyor. Bu cevabından hareketle Ege, cm^2 ve cm^3 'ün nerelerde ve hangi amaçla kullanıldıklarından habersiz olup cm^2 ve cm^3 'ün kullanım amaçlarının dışında örnek vermişliği. Buradan da Ege'nin kavram yanlışına düştüğü açıkça görülmektedir.

Resim 4. Yanlış veya geçersiz gerekçe sunan bir öğretmen adayının cevabı

Resim 4'te görüldüğü gibi öğretmen adayı, ölçü birimleri ile ilgili öğrenci hatasını belirlemiştir. Bunun yanında öğretmen adayı, öğrencinin ölçü birimlerini amacı dışında kullandığının da farkındadır. Ancak hataya yönelik gerekçesinde "... cm^3 'ün cm^2 'den cm^2 'nin de cm 'den büyük olduğunu biliyor." ifadesinde bulunarak bir bakıma sadece ölçü birimlerindeki üslerin bir sıralamasını yaparak yanlış bir açıklamada bulunmuştur. Bu durum öğretmen adayının ölçü birimlerindeki üslerin boyut kavramı ile

ilişkilendirilmesi gerektiği yönündeki matematiksel bilgiyi göz ardı ettiğini göstermektedir.

Hatayı Düzeltmeye İlişkin Bulgular

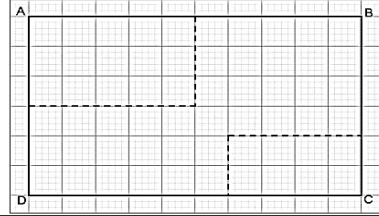
Öğretmen adaylarının öğrenci hataları içeren senaryo tipi sorulardaki hatayı düzeltmeye yönelik cevapları HD-YY, HD-0 ve HD-1 göstergelerine göre incelenmiştir. Bu incelemeye bağlı olarak hatayı düzeltmeye yönelik göstergelere ait frekans ve yüzdeler elde edilmiş ve Çizelge 5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5. Hatayı Düzeltmeye İlişkin Göstergeler ile İlgili Frekans ve Yüzde Dağılımı

Tema	Soru	S1		S2		S3		S4		S5		S6		S7		Ortalama*	
		Kategori	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
Hatayı Düzeltme	HD-YY	1	1,2	0	0	0	0	9	10,5	2	2,3	0	0	2	2,3	2	2,3
	HD-0	0	0	0	0	10	11,6	11	12,8	0	0	0	0	18	20,9	~6	6,5
	HD-1	85	98,8	84	97,7	76	88,3	66	76,7	82	95,3	84	97,7	62	72,1	77	89,5

*Mevcut hatanın doğru olarak kabul edildiği durumlar çizelgede gözükmediğinden ortalama frekans 84 ortalama yüzde 98,3'tür (Bkz. Çizelge 3)

2) Ata Öğretmen, yanda yer alan geometrik şekle yönelik sınıfa şu soruyu yöneltir.
 "ABCD dikdörtgeni, kesikli çizgilerle gösterilen yerlerden kesiliyor ve kesilen parçalar çıkarılıyor. Oluşan yeni şeklin çevre uzunluğu, ABCD dikdörtgeninin çevre uzunluğuna göre nasıl değişir?"
 Elif söz hakkı ister ve şu şekilde bir konuşma gerçekleştirir.
 Elif: Bence çevre uzunluğu azalır.
 Öğretmen: Neden böyle düşünüyorsun?
 Elif: Çünkü dikdörtgenden iki parça çıkarılıyor.

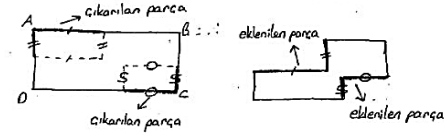


a) Elif'in cevabının doğruluğunu değerlendiriniz. () Doğru (X) Yanlış

b) Elif'in cevabını yanlış olarak düşünüyorsanız gerekçenizi ve doğru olduğunu düşündüğünüz cevabı yazınız.

Cevap:

Elif, yalnızca çıkarılan parçaları dikkate almış. Oysa ki yeni oluşan şekilde eklenen parçalar mevcut. Elif buna dikkat etmemiştir.



Çıkarılan parçalar dikkatle incelenecek olursa, belirtilen küçük dikdörtgenlerin bir kısa ve bir uzun kenarının (her iki dikdörtgen için) uzunluğu kadar çevrenin azalacağı; fakat yeni durumda belirtilen küçük dikdörtgenlerin bir kısa ve bir uzun kenarının (her iki dikdörtgen için) uzunluğu kadar çevrenin artacağı görülecektir. Bu durumda, azalan ve artan uzunlukların ölçüsü eşit olduğu için çevrenin ölçüsü değişmeyecektir. Yani doğru cevap, "her iki durumda da çevre uzunluklarının ölçüsü eşittir, değişmez. Çünkü çıkarılan ve eklenen uzunluk parçalarının ölçüleri eşit" olmalıydı.

Resim 5. Öğrenci hatasını eksiksiz ve doğru bir şekilde düzelten bir öğretmen adayının cevabı

Öğretmen adaylarının geometri ve ölçme alanında öğrenci hatası barındıran senaryo tipi sorulardaki ortalama performansları dikkate alındığında hataları büyük bir oranda (%89,5) düzeltebildikleri Çizelge 5'ten görülmektedir. Hatayı düzeltme noktasında ortalama performans açısından öğretmen adaylarının yaklaşık %7'si senaryolardaki mevcut hatanın dışında farklı bir hata barındıracak şekilde yanıt vermiştir. Öğretmen adaylarının çok azı ise hataya yönelik bir düzeltme yapmayı ilgili kısmı boş bırakmıştır.

Senaryo tipi sorulardan S1, S2, S5 ve S6 için öğretmen adaylarının neredeyse tamamının mevcut öğrenci hatalarını eksiksiz ve doğru bir şekilde düzeltebildiği Çizelge 5'ten görülmektedir. S7 sorusu için öğretmen adaylarının sayıca önemli bir kısmının ($f = 18$) farklı bir hata barındıracak şekilde yanıt oluşturmuştur. Bunun yanı sıra S3 ve S4 sorularında farklı hata barındıran yanıtlar oluşturan öğretmen adaylarının sayısının da azımsanmayacak ölçüde olduğu dikkat çekmektedir. S2 sorusunda yer alan öğrenci hatasını eksiksiz ve doğru bir

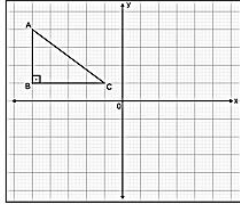
şekilde düzelten bir öğretmen adayının cevabı Resim 5'te yer almaktadır.

Resim 5'ten görüldüğü üzere öğretmen adayı senaryoda yer alan hatalı cevabını "Yeni oluşan şeklin çevre uzunluğu, ABCD dikdörtgeninin çevre uzunluğuna eşittir." şeklinde düzeltmiştir. Böylece öğretmen adayı istenen yönde açıklamalarda bulunarak eksiksiz ve doğru bir düzeltme yapmıştır.

Farklı hata barındıran cevapların verildiği sorulardan biri olan S4 için bir öğretmen adayının cevabı Resim 6'da yer almaktadır.

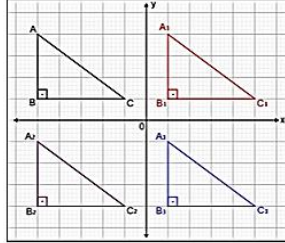
Resim 6'dan görüldüğü gibi öğretmen adayı ABC dik üçgeninin x ve y eksenlerine göre yansımalarını doğru bir şekilde çizerken orijine göre yansımalarını yanlış bir şekilde çizmiştir. Öğretmen adayı ABC dik üçgeninin orijine göre yansımaları yerine $y = x$ doğrusuna göre yansımalarını çizdiği fark edilmektedir. S4 sorusu için yapılan analizlerde farklı hata barındıran cevapların çoğunda bu hatanın yapıldığı dikkat çekmiştir.

4) Lale Öğretmen, sınıfa dağıttığı çalışma kağıdında aşağıdaki soruya yer vermiştir.



ABC dik üçgeninin x , y eksenlerine ve orijine göre yansımalarını çiziniz.

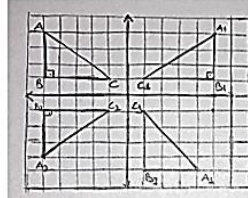
Aradan bir süre geçtikten sonra Lale Öğretmen, öğrencilerin çizimlerini kontrol etmek için sınıfta dolaşmaya başlar ve Doğa'nın yaptığı çizimlere odaklanır. Doğa'nın çizimleri şu şekildedir.



a) Doğa'nın cevabının doğruluğunu değerlendiriniz. () Doğru (X) Yanlış

b) Doğa'nın cevabını yanlış olarak düşünüyorsanız gerekçenizi ve doğru olduğunuzu düşündüğünüz cevabı yazınız.

Cevap:



• ABC 'nin y eksenine göre yansıtılmış hali $A_1B_1C_1$ 'dir.
• ABC 'nin x eksenine göre yansıtılmış hali $A_2B_2C_2$ 'dir.
• ABC 'nin orijine göre yansıtılmış hali $A_3B_3C_3$ 'dir.

Resim 6. Bir öğretmen adayının farklı bir hata barındıran cevabı

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının geometri ve ölçme öğrenme alanına yönelik alan bilgisini öğrenci hataları bağlamında incelemeyi amaçlamıştır. Bu kapsamda geometri ve ölçme alanının kapsamını yansıtabilecek kavramlar üzerine öğrenci hataları içeren senaryo tipi sorular hazırlanmıştır. Öğretmen adaylarının bu sorulara verdikleri yanıtlar; hatayı belirleme, hataya yönelik gerekçe sunma ve hatayı düzeltme temalarına göre analiz edilmiştir.

Öğretmen adaylarının hatayı belirlemeye yönelik ortalama performansları, geometri ve ölçme alanındaki kavramlara ilişkin öğrenci hatalarını belirleyebildiklerini göstermektedir. Hatta soruların geneline yönelik ortalama performanslarının %98,3'lik bir orana sahip olması, öğretmen adaylarının neredeyse tamamının sorularda yer alan öğrenci hatalarını belirleyebildikleri anlamına gelmektedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının hataları belirleme noktasında oldukça başarılı oldukları söylenebilir. Literatürde alan bilgisini ele alan çalışmaların herhangi bir öğrenme alanına yönelik konuların bütününden ziyade ilgili öğrenme alanına yönelik bir ya da birkaç konu üzerine yapıldığı görülmektedir. Geometri ve ölçme öğrenme alanı için öğrenci hataları üzerinden alan bilgisini inceleyen çalışmalarda da geometrik cisimler, ölçüler gibi belirli konulara odaklanıldığı dikkat çekmektedir. Bu çalışmalar, her ne kadar belirli bir konuya odaklanma bakımından mevcut çalışmadan farklılık

gösterse de hatayı belirlemeye yönelik ulaştığı sonuçlar açısından benzerlik göstermektedir (ör., Gökkurt vd., 2015; Gökkurt vd., 2013; Konyalıoğlu vd., 2012; Usta, 2018) Örneğin Gökkurt ve diğerleri (2015) geometrik cisimler konusu üzerine yapmış olduğu çalışmada öğretmen adaylarının öğrenci hatası içeren sorularda hatayı belirlemeye yönelik zorluk yaşamadıklarını tespit etmişlerdir. Öğretmen adaylarının ölçüler konusuna yönelik öğrenci hatalarını tespit etme becerilerini inceleyen Usta (2018) da benzer şekilde öğretmen adaylarının hatayı tespit etmede başarılı olduklarını ifade etmiştir. Bu çalışma ile diğer çalışmalardan farklı olarak öğretmen adaylarının geometri ve ölçme alanının genelini temsil eden konular için mevcut hataları tespit edebildikleri söylenebilir. Bu durum, lisans programlarında yer alan öğretim derslerinde ilgili alana yönelik öğrencilerin sıklıkla yaptığı hatalara ya da yanlışlıklara yer verilmesine bağlı olabilir.

Öğretmen adaylarının sorular bağlamında ortalama performansları karşılaştırıldığında geometri ve ölçme alanı ile ilgili senaryolarda temel alınan konuların geneline yönelik öğrenci hatalarını belirleyebildikleri görülmüştür. Açık ölçüsü, ölçü birimi, yansıma konularına yönelik öğrenci hatalarını öğretmen adaylarının tamamı belirleyebilirken diğer konulara (çevre uzunluğu, benzerlik, dörtgenlerin hiyerarşisi, geometrik cisimler) yönelik öğrenci hatalarında az da olsa belirleyemeyen öğretmen adayının olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, genel olarak öğretmen adaylarının ele alınan konulara yönelik senaryolardaki

öğrenci yanıtlarının yanlış olduğunu tespit edebildiklerini göstermektedir.

Öğretmen adayları, hataya yönelik doğru ve geçerli gerekçe sunma noktasında %54,3'lük ortalama performansla orta düzeyde bir başarı göstermiştir. Hataya yönelik eksik gerekçe sunma noktasındaki ortalama performansları ise %40 olup orta düzeyde bir başarıya karşılık gelebilecek bir oranın altındadır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının hataya yönelik gerekçe sunma noktasında başarılı olarak nitelendirilemeyecek şekilde ortalama performans sergiledikleri söylenebilir. Bu durum, öğretmen adaylarının geometri ve ölçme alanına yönelik konulara ilişkin hataların kaynağını açıklama noktasında yeterli alan bilgisine sahip olmadıklarına işaret etmektedir. Öğrenme alanı ayırımı yapmaksızın alan bilgisi ile ilgili yapılan çalışmalarda öğretmen adaylarının hatta öğretmenlerin hatanın kaynağı ile ilgili açıklamalarının yüzeysel olduğu ve hataya yönelik sunulan gerekçelerin kavramsal düzeyde olmayıp yetersiz kaldığı şeklindeki sonuçlar bu durumu desteklemektedir (ör., Aksu, 2019; Bekdemir, 2012; Kim, 2011; Moru ve Qhobela, 2013; Özkaya vd., 2013; Son ve Sinclair, 2010). Ball ve diğerlerine (2008) göre öğrenci hatasını fark edebilme ve hatanın altında yatan temel sebepleri açıklayabilme, bir öğretmenin alan bilgisi kapsamında sahip olması gereken yeterliklerdendir. Öğrenci hatasını fark edebilme, ortak alan bilgisi altında ele alınırken hatanın altında yatan temel sebepleri açıklayabilme uzmanlık alan bilgisi altında ele alınmaktadır. Bu araştırmacılara göre öğrenci hatasını fark edebilme, sadece öğretmenlere özgü olmayıp detay gerektirmeyen matematik bilgisini temsil eden ortak alan bilgisi kapsamındadır. Hatanın altında yatan temel sebepleri açıklayabilme ise öğretmenlere özgü olan ve öğretmenin kavramsal düzeyde öğretim yapabilmesi için sahip olması gereken uzmanlık alan bilgisi kapsamında yer almaktadır. Ball (1991), öğrenci hataları üzerine açıklamalarda bulunmayı beklemenin hataların arkasındaki kavramsal düşünmeyi anlamak için öğretmenlerin özel bir çaba sarf etmesi gereken eylemler arasında yer aldığına değinmiştir. Bu bakımdan hatanın altında yatan temel sebepleri açıklayabilmenin hatayı belirlemeye göre daha derin bir alan bilgisi ve kavramsal düzeyde açıklamalar gerektirdiği söylenebilir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının hataya yönelik gerekçe sunmada hatayı belirlemeye göre daha çok zorluk yaşamaları şaşırtıcı değildir. Mevcut çalışmada ele alınan konulara yönelik öğretmen adaylarının gelecekte öğretim yapacakları düşünüldüğünde onlardan beklenen uzmanlık alan bilgisine yönelik yeterlikleri sergilemeleridir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının geometri ve ölçmeye yönelik uzmanlık alan bilgilerinin istenen düzeyde olmadığından söz edilebilir.

Öğretmen adaylarının hataya yönelik gerekçe sunmaya ait ortalama performansları sorular bağlamında değerlendirildiğinde geometri ve ölçme alanı ile ilgili senaryolarda temel alınan konulardaki başarılarının farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının benzerlik ve çevre uzunluğu konularına yönelik hatalara ilişkin doğru ve geçerli gerekçe sunma noktasında

gösterdikleri başarının oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Açık ölçüsü ve yansıma konularına yönelik hatalarda ise eksik gerekçe sunmaya ilişkin ortalama performanslarının oldukça yüksek bir orana sahip olduğu fark edilmiştir. Açık ölçüsüne yönelik soruda ele alınan hata, senaryodaki öğrencinin açıların ölçülerini radyan cinsinden değerlendirmek yerine açıların kolları arasındaki yayın uzunluğuna odaklanarak görsel bir değerlendirme yapmasına dayanmaktadır. Açık kavramının "Başlangıç noktaları aynı olan iki ışının birleşimidir." şeklinde ele alınması statik tanıma karşılık gelerek görsel değerlendirmeyi ön plana çıkarmaktadır. Açının statik tanımının ön plana çıkarıldığı bir öğretim, bu tür bir hatanın oluşmasına sebep olabilir. Bu hatanın oluşmaması için öğretim sürecinde dönme miktarı ya da açının kolları arasındaki yay uzunluğunun yarıçap uzunluğuna oranına karşılık gelen radyan kavramının ön plana çıktığı dinamik tanıma yer verilmelidir. Mevcut çalışmada öğretmen adaylarının açık ölçüsüne yönelik soruda yer alan hataya ilişkin çoğunlukla eksik gerekçe sunmaları, açık ölçüsü ile ilgili bilgilerinin statik tanıma dayalı olmasından kaynaklanabilir.

Öğretmen adaylarının hatayı düzeltmeye yönelik ortalama performansları, geometri ve ölçme alanındaki kavramlara ilişkin öğrenci hatalarını düzeltme noktasında başarılı olduklarını göstermektedir. Öğretmen adayları, soruların geneli için %89,5'lik orana karşılık gelen ortalama performans sergileyerek sorulardaki öğrenci hatalarını tam ve doğru bir şekilde düzelttiği anlaşılmaktadır. Bu durum, öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun sorularda yer alan öğrenci hatalarını düzelttikleri anlamına gelmektedir. Bunun yanında öğrenci hatasına yönelik farklı hatalar içeren yanıt oluşturan öğretmen adayları da mevcuttur. Soruların genelinde öğretmen adaylarının farklı hatalar içeren yanıtlara yönelik ortalama performanslarına karşılık gelen oran %6,5 olup göz ardı edilemeyecek düzeydedir. Çalışmada senaryo tipi soruların oluşturulmasında literatürde geometri ve ölçme alanı için yaygın olarak nitelendirilebilecek öğrenci hataları ya da yanlışları ele alınmış ve öğretmen adaylarından bu hata ya da yanlışları düzeltmesi beklenmiştir. Ancak bu oran (%6,5) öğretmen adaylarının senaryolarda yer alan geometri ve ölçme alanındaki yaygın öğrenci hatalarının dışında farklı hata veya yanlışlara sahip olabileceğini göstermektedir. Bu durum, öğretmen adaylarının öğretim yapacakları öğrencilerde geometri ve ölçme alanına yönelik yeni hata veya yanlışların oluşmasına yol açabileceği anlamına gelmektedir.

Öğretmen adaylarının sorular bağlamında ortalama performansları karşılaştırıldığında geometri ve ölçme alanı ile ilgili senaryolarda temel alınan konuların geneline yönelik öğrenci hatalarını düzelttikleri görülmüştür. Hatanın düzeltilmesi, hatanın belirlenmesi ve hataya yönelik gerekçe sunulması gibi bir öğretmenin alan bilgisi kapsamında sahip olması gereken yeterlikleri arasındadır. Hatanın düzeltilmesi, bir matematik problemini doğru bir şekilde çözmek eylemi ile eş değer olarak düşünülebilir. Ball ve diğerleri (2008), bir problemin doğru bir şekilde çözülmesini ortak alan bilgisinde

ele almıştır. Buna bağlı olarak hatanın düzeltilmesi ortak alan bilgisi bağlamında değerlendirilebilir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının geometri ve ölçme alanına yönelik ortak alan bilgilerinin yeterli olduğu kanısına varılabilir. Senaryolarda temel alınan konular bağlamında ele alındığında açı ölçüsü, çevre uzunluğu, dörtgenlerin hiyerarşisi ve benzerlik konularında sergiledikleri ortalama performansın %95'in üzerindedir. Bu konulara yönelik öğretmen adaylarının öğrenci hatasını düzeltme noktasında oldukça başarılı oldukları söylenebilir. Ölçü birimleri, yansıma ve geometrik cisimler konularına yönelik hataları tam ve doğru bir şekilde düzeltmede ise %70 ile %90 arasında ortalama performansa sahiptir. Ancak bu konulara ilişkin hataları düzeltmede farklı hata barındıran yanıt veren öğretmen adaylarının oranı da azımsanmayacak ölçüdedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının geometri ve ölçme alanındaki konularının her birinde alan bilgisi anlamında aynı yeterliliği göstermeyebileceği söylenebilir. Aynı yeterliliğe sahip olan ya da olmayan öğretmenlerin alan bilgileri ile uygulamaları arasındaki ilişkinin daima doğrusal olduğu söylenemez (Leung ve Park, 2002; Sánchez ve Linares, 2003). Alan bilgisi ile uygulamalar arasında doğrusal bir ilişki olmasa bile bir öğretmenin bilgisinin öğrencilerin başarısı ve özellikle de hatalarının üstesinden gelmesinde önemli faktörler arasında olduğu söylenebilir (Son ve Sinclair, 2010). Öğretmen adaylarının geleceğin öğretmenleri olduğu düşünüldüğünde lisans eğitimlerinde gerek teorik gerekse uygulama açısından bilgilerini geliştirebilecek iyileştirmelerin yapılması oldukça önemlidir.

Öğretmen adaylarının her bir temaya yönelik ortalama performansları bütüncül olarak değerlendirildiğinde sırasıyla hatayı belirleme, hatayı düzeltme ve hataya yönelik gerekçe sunmada başarılı oldukları fark edilmiştir. Gerekçe sunmanın bir varsayımın ya da iddianın doğruluğunu belirlemenin ve açıklamanın bir yolu (ör., Ellis, 2007; Simon ve Blume, 1996) olduğu düşünüldüğünde ileri sürülenlerin altını dolduracak bilgilerin ifade edilmesini gerektireceği aşikardır. Bu bakımdan temalar için belirten sıralamanın ortaya çıkmasının olağan bir durum olduğu söylenebilir. Bu durum, özellikle de gelecekte öğretim yapacak olan öğretmen adaylarının ilgili alana özgü bilgiye hâkim olmasının önemini ortaya çıkarmaktadır. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının lisans eğitimi sürecinde sorumlu oldukları öğretim derslerinin kapsamı ve uygulamalarında düzenlemeler yapılması önemlidir. Daha açık bir ifadeyle bu derslerde geometri ve ölçme alanında sıklıkla yapılan hatalara ya da yanlışlara yer vermekle birlikte öğretmen adaylarının ilgili alana ilişkin yaptığı hatalar tespit edilerek bunlar üzerine tartışmalar gerçekleştirilmesi önemli katkılar sunabilir.

Mevcut çalışma kapsamında hatayı belirleme, hataya yönelik gerekçe sunma ve hatayı düzeltme temalarına ilişkin davranışları değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Çalışmanın geometri ve ölçme alanının genelini yansıtmaması ve öğrenci hataları üzerinden alan bilgilerinin analizine ilişkin kriterler sunması alana yönelik önemli bir katkı

olarak düşünülebilir. Bununla birlikte öğrenci hataları üzerinden alan bilgilerini inceleyen araştırmalarda (ör., Konyalıoğlu, 2013; Şahin vd., 2016; Usta, 2018) hatalara yönelik gerekçe sunma temasının ele alınmaması ise çalışmanın daha öne çıkan bir alana katkısı olduğu söylenebilir. Bu bakımdan çalışma, ortak alan bilgisini ortaya çıkaran kriterlerin yanı sıra uzmanlık alan bilgisini ortaya çıkaran kriterlere yer vermektedir. Uzmanlık alan bilgisinin alana ilişkin derin bilgilere sahip olma durumunu ortaya çıkardığı düşünüldüğünde çalışmanın öğretmen adaylarını yetiştirme sürecinin geliştirilmesine katkı sunabileceği açıkça görülmektedir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarını yetiştirme sürecine ilişkin eksiklerin belirlenmesi ve bu eksiklerin üstesinden gelme yollarını araştırmanın önünü açılacağı söylenebilir.

Extended Abstract

Introduction

Having a high level of professional competence as a teacher directly affects the quality of teaching and learning. The question "What competencies should teachers possess?" becomes significant. Although researchers addressed the competencies in different ways (Baki, 2010; Ball, 1990; Shulman, 1986), they can be broadly classified as pedagogical content knowledge, content knowledge, and curriculum knowledge. Content knowledge, one of these knowledge dimensions, is particularly significant because it is a prerequisite for effective teaching and has an impact on students' achievement (Ball et al., 2008; Brown & Borko, 1992; Hill et al., 2005).

A teacher is expected to have in-depth knowledge of each mathematical subject that they will teach as part of their content knowledge (Shulman, 1986). In addition, a teacher with good content knowledge should be able to identify students' errors, explain and question the underlying reasons for the errors. Therefore, content knowledge was examined on student errors. One of the learning domains that requires a mathematics teacher to be equipped in terms of content knowledge is geometry and measurement. The fact that students have difficulties in the field of geometry and measurement (Clements, 1999; Lehrer, 2003) makes it necessary to examine teachers' content knowledge in terms of knowing student errors. Accordingly, it is crucial for prospective teachers, who will be the teachers of the future, to be aware of students' errors in the geometry and measurement learning domain. The purpose of the study is to examine prospective teachers' content knowledge about geometry and measurement learning domain in terms of student errors.

Method

The study used the case study method since the study aimed to collect and describe detailed information from the participants. The participants of the study were 86 prospective primary mathematics teachers who took the Geometry and Measurement Teaching course. The data

collection tool of the study consisted of 7 scenario type questions, which included student errors in geometry and measurement learning domain. During the process of designing the questions, the studies relating to concepts that the students had difficulties were examined. This examination led to the identification of the concepts in geometry and measurement that students frequently made mistakes. Scenario type questions were designed on these concepts such as angle measure, perimeter, the units of measurement, reflective symmetry, similarity, hierarchy of quadrilaterals, and geometric solids. Using these concepts made it possible to reflect the general of the scope of geometry and measurement in the study. In order to confirm the representation of this field, the researchers consulted an expert in mathematics education who taught geometry and measurement on language and content validity. As a result, the content validity of the data collection tool was ensured. To determine whether the questions were clear and to spot any potential weaknesses in the main study, a pilot study was carried out with a separate group of prospective teachers among the participants. As a result of the pilot study, the statements of some questions were altered, and the data collection tool was given its final form. Then, the main study was conducted. The data were analyzed in the context of the themes as identifying the error, providing the justification for the error, and correcting the error.

Results

Considering the average performance of the prospective teachers in scenario-type questions containing student errors in the field of geometry and measurement, the findings highlighted that they were able to identify student errors to a large extent (98.3%). All the prospective teachers were able to identify the error in the scenario-type questions about the angle measure, units of measurement, and reflective symmetry. Prospective teachers showed the lowest success in the theme of identifying the error in the scenario type question about geometric solids. The findings further indicated that student errors could not be identified in terms of perimeter, similarity, and hierarchy of quadrilaterals.

According to the average performance of the prospective teachers, nearly half (54.3%) were able to provide a complete and valid justification for the error. The rate of prospective teachers providing lacking reasons for errors is also substantial. In addition, prospective teachers provided wrong or invalid reasons for mistakes with an average performance of 4%. When the questions were evaluated specifically, no prospective teacher could provide an exact justification for the question about the concept of angle measure. On the other hand, they were more successful in providing justification for error regarding the concepts of similarity, perimeter.

Considering the average performance of the prospective teachers, they were able to correct the errors in the questions to a large extent (89,5%). Although

prospective teachers were generally successful in correcting errors, their expressions containing different errors were also detected. When the theme of correcting the error was evaluated in terms of questions, prospective teachers were more successful in questions about angle measure, perimeter, similarity, hierarchy of quadrilaterals, while they were relatively unsuccessful in questions about units of measurement, reflective symmetry, and geometric solids.

Discussion

The current study has the quality of representing the relevant learning domain since scenario type questions including in student errors involve the topics that can reflect the geometry and measurement learning domain in general. In this regard, the success of the prospective teachers in identifying the error, providing justification for error, and correcting the error can be referred to the general field of geometry and measurement.

It can be stated that prospective teachers are quite successful in identifying student errors. This may be since the students' errors, or misconceptions about the relevant field are included in the university teaching courses. Prospective teachers showed a high success in identifying errors, but they could not show the same success in providing justification for error. Studies on content knowledge (e.g., Aksu, 2019; Bekdemir, 2012; Moru & Qhobela, 2013; Özkaya et al., 2013), regardless of learning domain, supports this by indicating that the explanations of prospective teachers and even teachers about the source of error are superficial and the justifications providing for the error are not at the conceptual level,

Correcting the error was determined as a theme in which the prospective teachers were successful at a rate close to identifying the error. Identifying and correcting student errors are among the competencies that can be evaluated in the context of common content knowledge. It is within the scope of specialized content knowledge to be able to explain the main reasons underlying the error. In this regard, it can be concluded that the prospective teachers' knowledge of the common field of geometry and measurement is sufficient, and that their knowledge of specialized content knowledge is not at the desired level.

Pedagogical Implications

The results of the study showed that mathematics concepts should be handled with the errors experienced by students in teaching courses. It can be suggested to design activities that include student errors in teaching courses of undergraduate education. In these activities, discussions on providing the justification for the student error can be made.

Araştırmanın Etik Taahhüt Metni

Yapılan bu çalışmada bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulduğu; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifatın yapılmadığı, karşılaşılabilecek tüm etik ihlallerde "Cumhuriyet

Uluslararası Eğitim Dergisi ve Editörünün” hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun Sorumlu Yazara ait olduğu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğu sorumlu yazar tarafından taahhüt edilmiştir.

Kaynaklar

- Aksu, Z. (2019). Pre-service mathematics teachers' pedagogical content knowledge regarding student mistakes on the subject of circle. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(3), 440-445. <http://doi.org/10.11591/ijere.v8i3.20250>
- An. S., Kulm, G., & Wu, Z. (2004). The pedagogical content knowledge of middle school mathematics teachers in China and the U.S. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7, 145-172.
- Arslan-Kılcan, S. (2006). İlköğretim matematik öğretmenlerinin kesirlerle bölmeye ilişkin kavramsal bilgi düzeyleri [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
- Aslan-Tutak, F. (2009). A study of geometry content knowledge of elementary preservice teachers: The case of quadrilaterals [Unpublished doctoral dissertation]. University of Florida.
- Bahar, G. (2019). Matematik öğretmen adaylarının oran ve orantı konusunda sahip oldukları alan bilgisinin ve pedagojik alan bilgisinin ölçülmesi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Boğaziçi Üniversitesi.
- Baki, A. (2010). Öğretmen eğitiminin lisans ve lisansüstü boyutlardan değerlendirilmesi. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11(3), 15-31.
- Baki, M. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiği öğretme bilgilerinin gelişiminin incelenmesi: Bir ders imcesi (Lesson study) çalışması [Yayımlanmamış doktora tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Ball, D. (1990). The mathematical understandings that prospective teachers bring to teacher education. *Elementary School Journal*, 90(4), 449-466. <https://doi.org/10.1086/461626>
- Ball, D. L. (1991). What's all this talk about "discourse"? *Arithmetic Teacher*, 39(3), 44-48.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special. *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Baştürk, S. (2009). Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarına göre fen edebiyat fakültelerindeki alan eğitimi. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 10(3), 137-160. <http://hdl.handle.net/11616/4322>
- Bekdemir, M. (2012). Öğretmen adaylarının çember ve daire konularında kavram ve işlem bilgilerinin değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 43, 83-95.
- Black, D. J. W. (2007). The relationship of teachers' content knowledge and pedagogical content knowledge in algebra, and changes in both types of knowledge as a professional development [Unpublished doctoral dissertation]. Auburn University.
- Blömeke, S., Gustafsson, J. E., & Shavelson, R. J. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3-13. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>
- Borasi, R. (1986). On the educational roles of mathematical errors: Beyond diagnosis and remediation (Doctoral dissertation). State University.
- Boz, N. (2004). Öğrencilerin hatasını tespit etme ve nedenlerini irdeleme. XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Malatya.
- Brown, C., & Borko, H. (1992). Becoming a mathematics teacher. In Douglas A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 209-239). New York: Macmillan.
- Browning, C., Edson, A. J., Kimani, P., & Aslan-Tutak, F. (2014). Mathematical content knowledge for teaching elementary mathematics: A focus on geometry and measurement. *The Mathematics Enthusiast*, 11(2), 333-383. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1306>
- Cai, J., & Hwang, S. (2002). Generalized and generative thinking in US and Chinese students' mathematical problem solving and problem posing. *Journal of Mathematical Behavior*, 21(4), 401-421. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(02\)00142-6](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(02)00142-6)
- Carpenter, T. P., Franke, M. L., & Levi, L. (2003). *Thinking mathematically: Integrating arithmetic and algebra in elementary school*. New Hampshire, USA.
- Clements, D. H. (1999). Teaching length measurement: Research challenges. *School Science and Mathematics*, 99(1), 5-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1999.tb17440.x>
- Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44, 263-272. <https://doi.org/10.1177/0022487193044004004>
- Çakmak, Z., Konyalıoğlu, A. C., ve Işık, A. (2014). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının üç boyutlu cisimlere ilişkin konu alan bilgilerinin incelenmesi. *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, 8(1), 28-44.
- Çepni, S. (2009). Araştırma ve proje çalışmalarına giriş (4. Baskı). Trabzon.
- Didiş Kabar, M. G., ve Amaç, R. (2018). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının öğrenci bilgisinin ve öğretim stratejileri bilgisinin incelenmesi: Cebir örneği. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 157-185. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2018.-359810>
- Ding, M. (2007). Knowing mathematics for teaching: A case study of teacher responses to students' errors and difficulties in teaching equivalent fractions [Unpublished doctoral dissertation]. Texas A & M University.
- Ellis, A. B. (2007). Connections between generalizing and justifying: Students' reasoning with linear relationships. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(3), 194-229.
- Even, R. (1993). Subject-matter knowledge and pedagogical content knowledge: Prospective secondary teachers and the function concept. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24(2), 94-116. <https://doi.org/10.2307/749215>
- Fujita, T., & Jones, K. (2007). Learners' understanding of the definitions and hierarchical classification of quadrilaterals: Towards a theoretical framing. *Research in Mathematics Education*, 9(1&2), 3-20. <https://doi.org/10.1080/14794800008520167>
- Gökkurt, B., ve Soylu, Y. (2016). Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel alan bilgilerinin incelenmesi: Prizma örneği. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(2), 451-481.
- Gökkurt, B., Şahin, Ö., Soylu, Y., ve Doğan, Y. (2015). Öğretmen adaylarının geometrik cisimler konusuna ilişkin öğrenci hatalarına yönelik pedagojik alan bilgileri. *İlköğretim Online*, 14(1). <https://doi.org/10.17051/10.2015.55159>

- Gökkurt, B., Şahin, Ö., Soylu, Y., ve Soylu, C. (2013). Öğretmen adaylarının kesirlerle ilgili pedagojik alan bilgilerinin öğrenci hataları açısından incelenmesi. *International Online Journal of Educational Sciences*, 5(3).
- Hill, H. C., Rowan, B., & Ball D. L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal*, 42(2), 371-406. <https://doi.org/10.3102/00028312042002371>
- İdil, F. H., ve Narlı, S. (2021). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının cebir öğrenme alanına ilişkin alan ve pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 52, 359-391. <https://doi.org/10.53444/deubefd.905609>
- Kim, J. S. (2011). Preservice teachers' knowledge of content and students in geometry [Unpublished doctoral dissertation]. University of Georgia.
- Konyalıoğlu, A. C. (2013). Matematik öğretmen adaylarının geometri alan bilgilerinin hata yaklaşımı ile incelenmesi. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 45-62.
- Konyalıoğlu, A. C., Özkaya, M., ve Gedik, S. D. (2012). Matematik öğretmen adaylarının konu alan bilgilerinin hataya yaklaşımları açısından incelenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2(2 Sp: A), 27-32.
- Krumphals, I., & Haagen-Schützenhöfer, C. (2021). Development of a learning environment to enhance preservice physics teachers' diagnostic competence in terms of students' conceptions. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(6), em1972. <https://doi.org/10.29333/ejmste/10898>
- Lehrer, R. (2003). Developing understanding of measurement. In J. Kilpatrick, W. G. Martin, & D. E. Schifter (Eds.), *A research companion to principles and standards for school mathematics* (pp. 179–192). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Leung, F., & Park, K. (2002). Competent students, competent teachers? *International Journal of Educational Research*, 37, 113-129. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(02\)00055-1](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00055-1)
- Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. (2nd ed). Thousand Oaks.
- Mistretta, R. M. (2000). Enhancing geometric reasoning. *Adolescence*, 35(138), 365.
- Moru, E. K., & Qhobela, M. (2013). Secondary school teachers' pedagogical content knowledge of some common student errors and misconceptions in sets. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 17(3), 220-230. <https://doi.org/10.1080/10288457.2013.848534>
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü (2008). *Öğretmen yeterlikleri: Öğretmenlik mesleği genel ve özel alan yeterlikleri*. Ankara: Millî Eğitim Basımevi.
- Öztürk, T., ve Güven, B. (2012). Etkili bir matematik öğrenme ortamının sahip olması gereken özelliklerine ilişkin öğretmen görüşleri. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri. Niğde.
- Sánchez, V., & Llinares, S. (2003). Four student teachers' pedagogical reasoning on functions. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 6, 5-25. <https://doi.org/10.1023/A:1022123615355>
- Sarı, M. H., ve Tertemiz, N. (2017). İlkokul 4. sınıfta Dienes ilkelerine göre yapılandırılmış geometri etkinliklerinin öğrenci başarısına ve kalıcılığa etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 42(190).
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand; Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.2307/1175860>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Simon, M. A., & Blume, G. W. (1996). Justification in the mathematics classroom: A study of prospective elementary teachers. *Journal of Mathematical Behaviour*, 15, 3–31.
- Son, J. W., & Sinclair, N. (2010). How preservice teachers interpret and respond to student geometric errors. *School Science and Mathematics*, 110(1), 31-46. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2009.00005.x>
- Şahin, Ö., Gökkurt, B., ve Soylu, Y. (2016). Examining prospective mathematics teachers' pedagogical content knowledge on fractions in terms of students' mistakes, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(4), 531-551. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2015.1092178>
- Tirosh, D. (2000). Enhancing prospective teachers' knowledge of children's conceptions: The case of division of fractions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(1), 5–25. <https://doi.org/10.2307/749817>
- Usta, N. (2018). Öğretmen adaylarının ölçüler konusunda öğrenci hatalarını tespit etme becerileri ve hataların giderilmesine ilişkin önerileri. *Journal of Computer and Education Research*, 6(12), 247-284. <https://doi.org/10.18009/jcer.451075>
- Van der Sandt, S., & Nieuwoudt, H. D. (2003). Grade 7 teachers' and prospective teachers' content knowledge of geometry. *South African Journal of Education*, 23(3), 199-205.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara.