

Research Article/Araştırma Makalesi

## The Prospective Teachers' Skills of Identifying Students' Mistakes about the Topic "Measures" and Their Suggestions for Eliminating the Mistakes\*

Neslihan USTA \*<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Bartın Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, [neslihanusta74@gmail.com](mailto:neslihanusta74@gmail.com),

\* Corresponding Author: [neslihanusta74@gmail.com](mailto:neslihanusta74@gmail.com)

### Article Info

**Received:** 5 August, 2018

**Accepted:** 5 September, 2018

**Online:** 3 December, 2018

**Keywords:** Measures, the prospective teachers, students' mistake, solution suggestion

### Abstract

The study analyzed the written expressions of the prospective teachers, and the interviews carried out with ten prospective teachers randomly selected. Aim of this analysis was to determine the prospective teachers' approaches to the students' mistakes and their solution proposals related to those mistakes. Hence, case study method based on qualitative approach was preferred in the study. The participants of the study were 45 prospective mathematics teachers, studying at the department of Primary Mathematics Teacher Education at a state university located in a province in the West Black Sea Region (senior students). The research was carried out in 2015-2016 academic year. A form consisting of 8 open-ended questions was employed as the data collection tool. Qualitative data analysis techniques were applied for data analysis. Descriptive analysis was implemented by using themes and codes offered by Gökkurt, Şahin, Soylu and Soylu (2013). As a result of the study, it was found that the prospective teachers were mostly able to detect the students' mistakes in relation to the topic "measures", and they interiorized methods, techniques and strategies based on constructivist approach to eliminate the mistakes.



**To cite this article:** 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. DOI: 10.18009/jcer.451075

## Öğretmen Adaylarının Ölçüler Konusunda Öğrenci Hatalarını Tespit Etme Becerileri ve Hataların Giderilmesine İlişkin Önerileri

### Makale Bilgisi

**Geliş:** 5 Ağustos 2018

**Kabul:** 5 Eylül 2018

**Yayın:** 3 Aralık 2018

**Anahtar kelimeler:** ölçüler, öğretmen adayları, öğrenci hatası, çözüm önerisi

### Öz

Bu çalışma, öğretmen adaylarının yazılı açıklamaları ve bu adaylar arasından amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilen 10 öğretmen adayı ile yapılan görüşmelerle öğrenci hatalarına yaklaşımlarını ve bu hataların giderilmesine yönelik çözüm önerilerini konu edinmektedir. Bu nedenle çalışmada nitel yaklaşıma dayalı durum çalışması yöntemi tercih edilmiştir. Çalışma Batı Karadeniz Bölgesi'nin bir ilinde bulunan bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 45 dördüncü sınıf öğrencisi ile 2015-2016 eğitim öğretim yılında gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak 8 açık uçlu sorudan oluşan form uygulanmıştır. Verilerin analizinde nitel veri analizi teknikleri kullanılmıştır. Verilerin çözümlenmesinde Gökkurt, Şahin, Soylu ve Soylu'nun (2013) temaları ve kodları kullanılarak betimsel analiz yapılmıştır. Çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının ölçüler konusuna ilişkin öğrenci hatalarını çoğunlukla tespit edebildikleri ve genellikle öğrenci hatalarının giderilmesine ilişkin yapılandırmacı yaklaşıma dayalı yöntem, teknik ve stratejileri benimsedikleri görülmüştür.

\* Bu çalışma "International Eurasian Conference on Sport, Education and Society" sözlü bildiri olarak sunulmuştur (2016, Antalya).

## Summary

# The Prospective Teachers' Skills of Identifying Students' Mistakes about the Topic "Measures" and Their Suggestions for Eliminating the Mistakes

## Introduction

Although mathematics is the basis of life and science, reports of National Assessment of Educational Progress (NAEP) and Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) showed that the topic of measurement, especially orthogonal mapping, perimeter, comprehending field and volume measurement and problem solving, was mostly an area of major weakness for secondary school students (Thompson & Preston, 2004). There are several studies about the topic measurement which revealed that the students generally have difficulty in understanding the concepts about measurement and in associating them to each other. There are also studies claiming that the students try to reach conclusion by rote learning especially without considering meaning and logic of measure units such as length, area and volume (Dağlı & Peker, 2012; Olkun, Çelebi, Fidan, Engin, & Gökğün, 2014). Additionally, there are some studies revealing that students expressed the concept "area" as sum of lengths of all edges of a rectangle (Kidman & Cooper, 1997), they believed that there was a linear relationship between the concepts of area and perimeter (Moreira & Contente, 1997), they did not regard square as a measure unit and had misconceptions about area protection (Tan-Şişman & Aksu, 2009). Tan-Şişman and Aksu (2009) stated in their research that although students found area of the given shape correctly, they used units excluding measurement units. Subject matter and occupational knowledge of the teachers who arrange the instructional activities should be sufficient. The issue that the prospective teachers become aware of the students' mistakes is necessary for the implementation of mathematics instruction at a required level. Therefore, subject matter knowledge and subject teaching knowledge of the prospective teachers have to be sufficient in order to help them detect the mistakes. Thus, the prospective teacher who is aware of the students' mistakes can choose and carry out the suitable methods, techniques and strategies. The most important task of the teachers is helping their students' learning and trying to provide them effective learning opportunities in mathematics lessons (Sullivan & McDonough, 2002). The aforementioned

explanations made it clear that PAB is crucial for the prospective teachers in improving themselves in order to understand and correct the students' mistakes. In this respect, the current study investigated the prospective mathematics teachers' being able to determine the students' mistakes about the topic "measures" and to propose solutions towards those mistakes. There are only few studies in the literature about the topic "measures", which makes the current study important and contributive to the field.

### **Method**

The study analyzed the written expressions of the prospective teachers, and the interviews carried out with ten prospective teachers randomly selected. Aim of this analysis was to determine the prospective teachers' approaches to the students' mistakes and their solution proposals related to those mistakes. Hence, case study method based on qualitative approach was preferred in the study. The participants of the study were 45 prospective mathematics teachers, studying at the department of Primary Mathematics Teacher Education at a state university located in a province in the West Black Sea Region (senior students). The research was carried out in 2015-2016 academic year. A form consisting of 8 open-ended questions was employed as the data collection tool. The prospective teachers were given the written form prepared by the researcher, and they were asked to state if there were any mistakes in the answers and to propose solutions for the mistakes if they found any. Qualitative data analysis techniques were applied for data analysis. Descriptive analysis was implemented by using themes and codes offered by Gökkurt, Şahin, Soylu and Soylu (2013).

### **Result and Discussion**

As a result of the study, it was found that the prospective teachers were mostly able to detect the students' mistakes in relation to the topic "measures", and they interiorized methods, techniques and strategies based on constructivist approach to eliminate the mistakes. The prospective teachers generally identified the students' mistakes related to the questions about comparison and conversion of length measurement units accurately. A wrong solution proposal of a prospective teacher who determined the mistake accurately as "I create encoding with initial letters of units for measuring length" was beyond comprehension of the topic, and it would lead the student into memorization and misconception. Similarly, some prospective teachers did not regard the students' not using

units in their answers as a mistake. Koray, Özdemir and Tatar (2005) emphasized that knowing units of scientific concepts and writing them were important for learning relationship among concepts and for constructing scientific knowledge. This conclusion and result of the current study support each other. A majority of the prospective teachers could not determine the mistakes related to the questions about units for area measuring. For instance, they explained as “zero is removed in the conversion of units”. The prospective teachers claimed that they had also been taught like this in their school years, so they defended this opinion. It was revealed in the studies that the secondary school students did not admit unit square as an area unit (Olkun et al., 2014), they had misconceptions about area protection (Tan-Şişman & Aksu, 2006), and some of them confused perimeter calculation and area calculation (Dağlı & Peker, 2012). Hence, it can be suggested that the concept of unit in measurement and conversions between units are significant in comprehending the concepts of length, area and volume. In this context, it is quite clear that subject matter knowledge and pedagogical content knowledge of the prospective teachers need to be sufficient. It was also found in the research that most of the prospective teachers could not identify the students’ mistakes and so could not propose solutions for the questions in which they were asked to convert volume measuring units into liquid measuring units. When the explanation of a prospective teacher who determined the mistake partly as “he/she should have multiplied all edges to find volume” is considered, it can be said that the prospective teacher did not know the concept of volume entirely. This finding is similar with the findings of the research carried out by Esen and Çakıroğlu (2012). On the other hand, most of the prospective teachers identified the students’ mistakes done in the question which asked about daily use of length, area and volume measurement accurately by indicating as “larger objects can be measured by increasing power of cm”. Finally, the prospective teachers suggested that they can use exposition method with question-answering technique, brain-storming technique, educational game design, problem-solving method, discussion method, computer-aided instruction method, case study method and especially expository and heuristic instructional techniques.

## Giriş

Ölçme, sayıları kullanarak dünyayı tanımlamaya ve anlamaya yardımcı olur. Sayılar uzunluk, ağırlık ve sıcaklık gibi basit şeyleri, basınç ve hız gibi karmaşık şeyleri tanımlamak için kullanılır (NJ Mathematics Curriculum Framework, 2014). Ölçme, yaşamı kolaylaştırırken, öğeler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasında ve hipotezlerin test edilmesinde kullanılan bir yöntemdir. İnsanlık zaman içinde bulunduğu şartlara, ihtiyaçlara ve gelişmişlik durumlarına göre çeşitli ölçme yöntemleri ve araçları geliştirmişlerdir (Baykul, 2014). Çevresiyle ve birbiriyle sürekli iletişim halinde bulunan insan, çoklukları birbirleriyle karşılaştırma ve miktarları bilme ihtiyacından (Kültür, Kaplan, & Kaplan, 2002) dolayı ölçme kavramını sıklıkla kullanır.

Ölçme konusunun iki önemli unsurundan biri nesnenin ölçülecek özelliğinin ne olduğunun bilinmesi diğeri ölçülecek özelliğe uygun bir birimin seçilmesidir. Bu birimler santimetre, metre, metrekare, litre, kilogram gibi standart birimler veya adım, karış, kulaç gibi standart olmayan birimler olabilir. Ölçme, aynı türden geliştirilmiş standart birimin bu çokluk içinde kaç tane olduğunu saymaktır (Olkun & Toluk-Uçar, 2004). Ölçüler konusunun öğretimi Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] Ortaokul Matematik Öğretimi Programı (2013) 'nda önemli bir yer tutmaktadır. Ancak, programda ölçme ve ölçüler konusuna ayrı bir öğrenme alanı açılmamıştır. Bunun yerine geometri öğrenme alanı içinde bir alt öğrenme alanı veya bazı alt öğrenme alanlarının içinde kazanımlar arasında yer almıştır. Alan ölçülerinin öğretimine geometrik cisimlerin alanlarının ölçülmesi alt öğrenme alanı içinde ve hacim ölçülerinin öğretimine geometrik cisimlerin hacimlerinin ölçülmesi alt öğrenme alanı içinde yer verilmiş olması örnek olarak gösterilebilir. Öğrencilere matematiğin günlük hayattaki kullanımının gösterilmesinde ve pek çok matematiksel kavramların ve becerilerin geliştirilmesinde ölçme konusunun öğretimi önemli katkılar sağlamaktadır (Tan-Şişman & Aksu, 2008). Ölçü birimi kavramının kazandırılması ancak öğrencinin aktif katılımı ile olmaktadır. Bunun için öğrenciler ölçülerin kullanımını gerektiren çalışmalar içinde yer almalıdır. Öğrencilerin ölçme kavramını anlayabilmeleri ve ölçü birimleri hakkında bilgi edinmeleri için ölçme deneyimini ve süreci yaşamaları gerekmektedir. Aksi takdirde öğrencilerin ölçü birimleri hakkında bilgi edinmeleri mümkün değildir (NJ Mathematics Curriculum Framework, 2014). (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000) ölçme konusunun yaşamın her alanında yaygın bir şekilde yer almasından dolayı öğretim

programlarında yer almasının önemini vurgulamaktadır. Ayrıca nesnelere özelliklerinin büyük-küçük, uzak-yakın, uzun-kısa, ağır-hafif gibi karşılaştırma kavramlarıyla doğru olarak ifade edilebilmesi daha sonraki ölçme etkinliklerinin anlaşılmasında önemli bir yer tutmaktadır (Olkun & Toluk-Uçar, 2004).

Öğrenci ölçme konusunda birimlere olan ihtiyacı anlamalı, bir ölçüm sistemi içinde birimler arası dönüşümleri gerçekleştirebilmeli, birimler arasındaki ilişkileri, birimlerdeki farklılıkların ölçümlerdeki hassaslığı nasıl etkilediğini, açı, çevre, alan ve hacim gibi ölçümleri yapabilmek için uygun boyut ve birimleri anlamalı, seçmeli ve kullanmalıdır (NCTM, 2000). Bu sayede öğrenciler birimlerin karşılaştırılması, tekrarlanması ve oran-orantı gibi temel veya anahtar kavramlarla ilgili anlamalarını (Wilson & Osborne, 1992, akt. McDonough, Cheeseman, & Ferguson, 2012) ve kavramsal anlamalarını (McDonough, Cheeseman, & Ferguson, 2012) geliştirirler. National Assessment of Educational Progress (NAEP) ve Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) raporları ortaokul öğrencilerinin çoğunlukla ölçme konusunda özellikle birim dönüşümleri ile çevre uzunluğu, alan ve hacim hesaplarını anlamada ve problemleri çözmede oldukça zayıf olduklarını göstermektedir (Thompson & Preston, 2004). Benzer sonuçların ülkemiz öğrencileri için de geçerli olduğu (Dağlı & Peker, 2012; Koray, Özdemir, & Tatar, 2005; Tan-Şişman & Aksu, 2008, 2009; Olkun, Çelebi, Fidan, Engin, & Gökğün, 2014) yapılan çalışmalarla ortaya çıkmaktadır. Thompson (2004) 'a göre, veri analizi ve olasılık, kesirler ve sayılar, cebir ve geometri konularını içeren soruların da bulunduğu 1999' da yapılan TIMSS ve 1990-2003 arasındaki NAEP sonuçlarına göre soru yapıma oranının en düşük olduğu konu ölçme ve ölçüler konusudur (akt. Mullis ve diğ., 2000). Bu durum öğrencilerin ölçüler konusu ile ilgili daha fazla deneyim kazanmaları gerektiğini ortaya koymaktadır (Thompson, 2004). Matematik öğretiminde yaşanan zorlukların (Kutluca & Baki, 2009) matematiksel bilgi ve beceri gerektiren diğer disiplinlere de yansıtacağı açıktır. Yapılan çalışmaların sonuçları ve TIMSS-NAEP raporları da göstermiştir ki ölçme ve ölçüler konusu matematik öğretiminde ve diğer disiplinlerin matematik ile ilişkisinin kurulmasında önemli bir yere sahiptir. Özellikle TIMSS' den elde edilen sonuçlar Fen ve Matematik derslerine yönelik öğrenci başarıları arasında bir paralellik olduğunu ortaya koymaktadır (Uzun, Bütüner, & Yiğit, 2010). Bütüner ve Uzun (2011) çalışmalarında öğrencilerin ölçüler konusunda özellikle birimleri dönüştürmede çeşitli zorluklar yaşadıklarını

vurgulamaktadırlar. Bunun nedeni olarak öğrencinin zihninde matematiksel kavramların ve işlem becerilerinin yeterince geliştirilememiş olması gösterilmektedir. Bu bağlamda ölçme biriminin, ilgili kavramların anlaşılması ve anlamlı öğrenmelerin gerçekleşmesi için önemle üzerinde durulması gereken bir kavram olduğu açıktır (Wilson & Rowland, 1993).

Ölçme alanında genel olarak öğrencilerin ölçme ile ilgili kavramları anlamada ve birbiri ile ilişkilendirmede çeşitli zorluklar yaşadıklarını gösteren çalışmalara (Dağlı & Peker, 2012; Koray, Özdemir, & Tatar, 2005; Tan-Şişman & Aksu, 2008, 2009; Grant & Kline, 2003; Martin & Strutchens, 2000; Stephan & Clements, 2003, akt. Tan-Şişman & Aksu, 2008; Olkun & vd., 2014) rastlanmaktadır. Örneğin, öğrencilerin alan kavramını dikdörtgenin kenar uzunluklarının toplamı şeklinde ifade ettiklerini (Kidman & Cooper, 1997), alan ve çevre kavramları arasında doğrusal bir ilişki olduğuna inandıklarını (Moreira & Contente, 1997), kareyi alan ölçme birimi olarak düşünmediklerini ve alan korunumu konusunda yanlış inanışlara sahip olduklarını (Tan-Şişman & Aksu, 2006) gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Tan-Şişman ve Aksu (2009) öğrencilerin verilen şeklin alanını doğru bulmalarına rağmen sonucu alan ölçü birimleri dışındaki birimler kullanarak ifade ettiklerini belirtmektedirler. Alan ve çevre kavramlarının iyi anlaşılması için sadece ölçü birimlerinin birbirine dönüştürülmesi ve formüle dayalı hesaplamalar yapmak yerine bu kavramların günlük hayat problemleri içinde sunulması önerilmektedir (Olkun ve diğ., 2014). Bu bağlamda ölçü birimlerinin kullanılması, ölçme sonuçlarının uygun ölçme birimleriyle ifade edilmesi ve birimler arası dönüşümlerin mantığının kavratılması önemlidir. Koray, Özdemir ve Tatar (2005)' e göre, kavramlar arası ilişkilerin öğrenilmesi ve bilimsel bilginin yapılandırılması için bilimsel kavramların birimleri önemlidir. Bundan dolayı ilkökul ve ortaokul düzeyindeki ders planlamaları yapılırken farklı disiplinlerin işbirliği, ders etkinliklerinin günlük hayatla ilişkilerinin kurulması ve birimler üzerinde daha fazla önemle durulması gerekmektedir.

Ölçüler konusunda ilkökul ve ortaokul öğrencileri üzerinde yapılan çalışmalar dışında sınırlı sayıda da olsa öğretmen adayları üzerinde yapılan çalışmalara da rastlanmaktadır. Esen ve Çakıroğlu (2012) ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının hacim ölçme birim kullanmaya yönelik kavrayışlarını inceledikleri çalışmalarında öğrenci cevabı olarak kurgulanan yanlış yaklaşımın öğretmen adaylarının bazıları tarafından fark edilmemiş olduğunu ve kurgulanan yanlışlığın bazı öğretmen adayları tarafından tekrar



edildiğini gözlemlemişlerdir. Yazarlara göre hacim ölçmede formül kullanmanın ön planda olması öğretmen adaylarının birim kavramını daha önceden hiç sorgulamadıklarının bir göstergesidir. Diğer taraftan özellikle ilkokul ve ortaokul düzeyindeki öğrencilerin matematik dersini yeterince anlayamamaları ve dolayısıyla matematiksel kavramları zihinlerinde oluşturamamaları ileri ki yıllarda öğrencilere daha büyük zorluklar yaşatmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin okul yaşamlarının ilk yıllarından itibaren öğretmenlerin öğretimdeki rolü önemlidir ve öğretimin niteliğinin belirlenmesinde en önemli unsur öğretmenlerdir (Esen & Çakıroğlu, 2012). Şimşek ve Boz (2015) sınıf öğretmeni adaylarının uzunluk ölçme konusundaki pedagojik alan bilgilerini öğrenci kavrayışları bağlamında inceledikleri çalışmalarında öğretmen adaylarının uzunluk ölçümünü kavramsal olarak anlayamadıkları sonucuna ulaşmışlardır. Kültür, Kaplan ve Kaplan (2002) tarafından yapılan uzunluk, alan ve hacim ölçüleri konularının öğretiminin değerlendirildiği bir çalışmada öğrenci merkezli öğretim metotlarını benimseyen öğretmenlerin sınıflarında ölçüler konusunun öğretiminde öğrencilerin başarı düzeylerinin daha yüksek olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Öğrenme faaliyetlerini düzenleyecek olan öğretmenin alan ve meslek bilgisinin yeterli olması gerekmektedir. Öğretmenler ve öğretmen adayları öğrencilerin kavram yanlışlarını, hatalarını ve öğrenme güçlüklerini tespit ederek zamanında doğru müdahalelerle yanlış öğrenmelerin önüne geçmelidir. Bu nedenle öğretmen adaylarının öğrencilerin hatalarını tespit edebilmesi için konu alan bilgisinin ve konuyu öğretme bilgisinin yeterli düzeyde olması önemlidir. Öğrencinin hatasının farkında olan öğretmen adayı uygun yöntem, teknik ve stratejileri seçerek uygulayabilir. Konu alan bilgisinin öğretimi sırasında kullanılan bilgi olan (Gökkurt, Şahin, Soylu, & Soylu, 2013) pedagojik alan bilgisi (PAB), konunun öğrenilmesinde karşılaşılan zorlukları, yapılan hataları ve kavram yanlışlarını bilmeyi de kapsamaktadır (Shulman, 1986). Bu nedenle öğretmen adaylarının PAB 'a sahip olmaları iyi bir matematik öğretiminin gerçekleştirilebilmesi için bir zorunluluktur (Watkins & Mortimore, 1999). Öğretmen adaylarının konu alan bilgilerinin yetersiz olmasının öğrenci zorluklarının tespit edilememesinde etkili olduğunu gösteren çalışmalar (Esen & Çakıroğlu, 2012; Yeşildere & Akkoç, 2010; Gökkurt, 2014) mevcuttur. PAB ile ilgili yapılan çalışmalarda (Ball, Thames & Phelps, 2008; Bütün, 2005; Fedosejeva, Romanova, Ilisko & Ivanova, 2018; Shulman, 1986) öğrenciyi tanıma bilgisi ve öğretme bilgisinin önemine değinilmiştir. Öğrenciyi tanıma



bilgisi öğrencinin ön bilgilerinden ve öğrenme güçlüklerinden haberdar olmayı ve kavram yanlışlarını bilmeyi içerirken, öğretme bilgisi ise konunun öğrenciler için anlamlı hale getirilebilmesinde öğretmenin yapması gereken görevleri kapsamaktadır (Ball, Thames & Phelps, 2008; Şahin, vd., 2013). Bu görevler etkili bir öğretim için yapılan açıklamalar, analogiler, kullanılan örnekler, temsiller ve formlardır (Shulman, 1986).

Öğretmenin mesleki bilgisi, öğrenme ve öğretme süreçlerinin niteliğini doğrudan etkilemektedir (Baki, 2014). Bu bağlamda öğretmenin alan bilgisi temelinde anlamlı öğrenmeler gerçekleştirebilmesi için öğrencilerinin nasıl daha iyi öğrendikleri konusunda bilgi sahibi olması ve öğrenme süreci içinde öğrencilerin yaptıkları hataların farkına varması ve hataları düzeltme yoluna gitmesi önemlidir. Matematik öğretmenlerinin sahip oldukları matematik bilgilerinin ilişkisel ve derinlemesine bir yapı göstermesi matematik öğretiminin etkililiği bakımından önemlidir (Ball, Hill, & Bass, 2005).

Özetle öğrencilerin ölçme araçları ve ölçme araçlarının hangi amaçlarla kullanıldığı ve nasıl ölçüm yapacakları ile ilgili olarak kavramsal öğrenmeyi ve problemleri çözmeyi gerçekleştirebilmeleri gerekmektedir. Burada iki önemli nokta vardır. Birincisi öğretim programında bunun gerçekleşmesini sağlayacak iyileştirmelerin yapılması ve ikincisi öğretmenlerin öğretime daha fazla odaklanmaktır (Thompson, 2004). Öğretmenler öğrenmeyi sağlamada anahtar bir rol üstlenmektedirler. Bu nedenle öğretmenlerin en önemli görevi öğrencilerinin öğrenmesi ve matematik derslerinde etkili öğrenme fırsatları sunmaya gayret göstermeleridir (Sullivan & McDonough, 2002). Öğretmenler basit formüller vermek yerine öğrencilerin temel kavramları anlamalarına yönelik zengin etkinlikler düzenlemeli öğrencilere öğrenme fırsatları sunmalıdır (Thompson, 2004). Ölçme ve ölçüler konusu kapsamında ele alındığında ölçme konusuna öğrencilerin anlamlı ölçme etkinlikleri yapmalarını sağlayacak şekilde daha fazla zaman ayrılmalı ve bunun sağlanması için konunun fen ve matematik öğretim programının temel parçalarından biri olarak görülmesi gerekmektedir (Van de Walle ve diğ., 2013). Yapılan açıklamaların ışığında öğrenci hatalarının anlaşılmasında ve düzeltilmesinde PAB' in öğretmen adaylarının yetiştirilmesinde son derece önemli olduğu açık olarak görülmektedir. Bu bağlamda bu çalışma matematik öğretmeni adaylarının ölçüler konusunda ortaokul öğrencilerinin yaptıkları hataları tespit edebilme ve hataların giderilmesine yönelik çözüm önerilerini konu edinmiştir. Literatürde ölçüler konusuna yönelik olarak birkaç çalışma dışında herhangi bir

çalışmaya rastlanamamıştır. Bu çalışmanın da bu anlamda literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## Yöntem

### *Araştırmanın Deseni*

Gözlem, görüşme, doküman analizi gibi nitel veri yöntemlerinin kullanıldığı nitel araştırmanın en önemli özelliği olayların ve algıların doğal ortamında gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir sürecin izlenmesidir (Yıldırım & Şimşek, 2008). Bu çalışma, öğretmen adaylarının yazılı açıklamaları ve bu adaylar arasından amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilen 10 öğretmen adayı ile yapılan görüşmelerle öğrenci hatalarına yaklaşımlarını ve bu hataların giderilmesine yönelik çözüm önerilerini konu edinmektedir. Bu nedenle bu çalışmada nitel yaklaşıma dayalı durum çalışması yöntemi tercih edilmiştir.

### *Çalışma Grubu*

Bu çalışmanın katılımcılarını Batı Karadeniz Bölgesi'nde bulunan bir devlet üniversitesinin İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programının son sınıfında öğrenim gören 45 matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma 2015-2016 akademik yılında gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adayları Özel Öğretim Yöntemleri I-II ve Okul Deneyimi ve Alan derslerini almışlar ayrıca Öğretmenlik Uygulaması derslerine de devam etmekteydiler. Bu bağlamda öğretmen adaylarının alan eğitimi ile ilgili yeterli bilgiye sahip oldukları düşünülmüştür. Araştırmada öğretmen adaylarının gerçek isimleri kullanılmamış ve adalara ÖA<sub>1</sub>,...,ÖA<sub>45</sub> şeklinde kodlar verilmiştir.

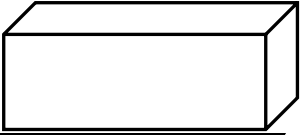
### *Verilerin Toplanması*

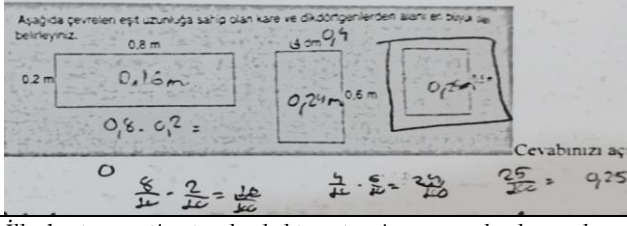
Bu çalışmada veri toplama aracının geliştirilmesi için 7. ve 8. sınıf öğrencileri için 15 sorudan oluşan bir soru formu hazırlanmıştır. Formda yer alan sorular, ortaokul matematik ders kitapları ve test kitaplarından yararlanılarak hazırlanmış ve bir uzman, bir matematik eğitimcisi tarafından amaç, içerik, cevaplama süresi gibi kriterler alınarak değerlendirilmiştir. Gerekli düzeltmelerin ardından hazırlanan bu sorular 7. ve 8. sınıflarda öğrenim gören 120 öğrenciye uygulanmıştır. Öğretmen adaylarına uygulanacak veri toplama aracı için, öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar incelenmiş ve öğrencilerin uzunluk, alan ve hacim ölçüleri ile ilgili yaptıkları hatalar belirlenerek bu hataların bulunduğu sorular öğretmen adaylarına sorulmuştur. Soruların seçilmesinde öğrencilerin yaptıkları hataların açık olması ve aynı türden hatalar olmamasına dikkat edilmiştir. Böylece öğretmen

adaylarına veri toplama aracı olarak hatalı cevapların bulunduğu 8 açık uçlu sorudan oluşan form uygulanmıştır. Öğretmen adaylarına, araştırmacı tarafından hazırlanan form yazılı olarak verilmiş ve öğretmen adaylarından cevaplarda hata olup olmadığı sorulmuş ve eğer hata varsa hataları bulmaları ve düzeltilmesi için çözüm önerilerini sunmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarına cevap vermeleri için yeterli süre verilmiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının cevaplarının daha iyi anlaşılması için 10 öğretmen adayı ile görüşme yapılmıştır. Görüşme yapılan öğretmen adaylarından form üzerinde verdikleri yazılı cevapları detaylı olarak açıklamaları istenmiştir. Öğretmen adaylarından soruları Gök Kurt'un (2014) aşağıda verilen yönergeleri doğrultusunda yanıtlamaları istenmiştir.

- Bu soruda öğrencinin cevabından hareketle öğrencinin hata yapıp yapmadığı konusunda ne düşünüyorsunuz? Varsa öğrencinin yaptığı hata nedir? Öğrencinin bu hatayı yapmasının sebebi/sebepleri neler olabilir?
- Öğrencinin yaptığı hatayı anlaması için öğrenciye soracağınız soru/sorular neler olabilir?
- Bu soruya öğrencinin doğru cevap verebilmesi için kullanabileceğiniz önemli matematiksel kavram ya da ön bilgi nedir? Öğrencinin yaptığı hatanın giderilmesine yönelik kullanabileceğiniz öğretim yöntem, teknik ve stratejiler neler olabilir? Tablo 1' de öğretmen adaylarına sorulan 8 açık uçlu soru ve ortaokul öğrencilerinin hatalı cevapları yer almaktadır.

**Tablo 1.** Öğretmen Adaylarına Ölçüler Konusundaki Öğrenci Hataları Cevaplarına İlişkin Sorulan Sorular

| Soru No | Soru   | Öğrenci Cevabı  |
|---------|--|---|
| 1       | 245m ve 245km'yi büyüklük-küçüklük durumlarına göre karşılaştırınız. Cevabınızı açıklayınız.             | <i>İlk önce metreyi kilometreye 245000 olarak çevirdim. Sonra da ikisine de baktım hangisinin cevabı daha büyükse onu işaretledim. Cevabım: 245000.</i>   |
| 2       | Bir kürenin yarıçap uzunluğu 20 cm' dir. Buna göre kürenin hacmini bulunuz ( $\pi=3$ alınız).            | $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{4}{3} \cdot 3 \cdot 20^3$ 4.8000 = 32 000 cm   |
| 3       | cm, cm <sup>2</sup> ve cm <sup>3</sup> ölçü birimlerini nerelerde kullanırsınız? Cevabınızı açıklayınız. | <i>cm'yi günlük hayatımızda, boyumuzu ölçmede kullanırız veya bir duvardan diğer duvarı ölçmek için kullanırız. cm<sup>2</sup> bir oturma odası veya bir koridoru ölçmek için kullanılabilir. cm<sup>3</sup>'ü tarlayı veya büyük bir futbol sahasını ölçmek için kullanılabilir.</i> |
| 4       |  2.7dm<br>13cm        | Yanda boyutları verilen dikdörtgenler prizmasının tamamını doldurmak için kaç litre su gereklidir? Cevabınızı açıklayınız.<br>$27 \times 8 = 104$<br>$27 \times 27 = 2808 \text{ cm}^3$ (hacim)   |

|     |   |   |
|-----|---|---|
| 8cm |   | Kaç litre su gerektiğini bulmak için prizmanın hacmini bulmamız gerekir.  |
| 5   | Otomobil yarışlarının yapıldığı bir pistin uzunluğu 320 dam'dır. Yarış 58 tur sürdüğüne göre yarışı tamamlayan bir sporcu toplam kaç km yol alır? Cevabınızı açıklayınız. | $0,0320 \times 58$ $\frac{320}{10000} \times 58 = \frac{232}{125}$ <p>dam'ı km'ye çevirdikten sonra tur sayısıyla çarpalım.</p>   |
| 6   | Yanda çevreleri eşit uzunluğa sahip olan kare ve dikdörtgenlerden alanı en büyük olanı belirleyiniz. Cevabınızı açıklayınız.  | <p>Dikdörtgenin alanını bulmak için uzun kenar ve kısa kenar çarpılır, iki şekilde dm m'ye çevilirken bir sıfır atılır ve daha sonra uzun ve kısa kenar çarpılır, karenin alanı bulmak için bir kenar bir kenar çarpılır.</p>  <p>Cevabınızı açıklayınız.</p>   |
| 7   | Elif'in bir adımının uzunluğu 30 cm'dir. Elif 3 hm 3 m'lik yolu kaç adımda yürür? Cevabınızı açıklayınız.   | <p>İlk başta santimetreyle hektometrenin arasında kaç adım olduğunu bulup ondan sonra arasında kaç adım varsa o bulduğum adımla 30 santimetreyi çarptım. <math>30 \times 2 = 120</math>hm bulduğum sayıyla hektometreye metrenin arasında kaç adım varsa o bulduğum sayıyla onu böldüm. <math>120 : 2 = 6</math> m. Sonra 6 m'yi santimetreye çevirdim ve onu çevirirken metreyle santimetreyle kaç adım olduğunu buldum ve sonra ne kadar adım varsa yanına o kadar sıfır koydum. <math>6000 \text{cm} : 30 = 200</math> adımda gider.</p> |
| 8   | Yanda verilen boşluğu doldurunuz. Cevabınızı açıklayınız.   | 2,758 cL = ... 2758 mL ...  |

### Verilerin Analizi

Verilerin analizinde nitel veri analizi teknikleri kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilerin çözümlenmesinde Gökkurt, Şahin, Soylu ve Soylu (2013) 'nun temaları ve kodları kullanılarak betimsel analiz yapılmıştır. Yıldırım ve Şimşek (2008) 'e göre betimsel analizde, veriler daha önceden belirlenen temalara göre özetlenir ve yorumlanır. Bu temalar ve kodlar Tablo 2' de sunulmuştur. Çalışmadan elde edilen veriler araştırmacı ve bir uzman tarafından, Tablo 2' deki temalara ve kodlara göre kodlanmış ve Miles ve Huberman (1994)'a göre uyum yüzdesi hesaplanarak kodlamalardaki uyum yüzdesi %86 olarak bulunmuştur. Kalan %14'lük farklılık için araştırmacı ve uzman bir araya gelerek tartışmaları sonucunda uzlaşmaya varılmıştır.

**Tablo 2.** Öğretmen Adaylarının Cevaplarına Yönelik Temalar ve Kodlar

| TEMALAR                      |                                       |                                 |
|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| 1.Hatayı tespit edememe      | 2.Hatayı kısmen doğru tespit etme     | 3.Hatayı doğru tespit etme      |
| Kodlar                       | 1a Cevapsız                           | 2a çözüm önerisi yok            |
|                              |                                       | 2b yanlış çözüm önerisi getirme |
|                              |                                       | 3a çözüm önerisi yok            |
|                              |                                       | 3b doğru çözüm önerisi getirme  |
| 1b Hatayı yanlış tespit etme | 2c kısmen doğru çözüm önerisi getirme | 3c doğru çözüm önerisi getirme  |
|                              | 2d doğru çözüm önerisi getirme        |                                 |

(Gökkurt, Şahin, Soylu,& Soylu, 2013)

Tablo 2’de verilen temaların detaylı açıklamaları sunulmaktadır. Buna göre, Hatayı tespit edememe: öğretmen adaylarının verdikleri cevapların tamamen yanlış olduğu ya da cevap veremediği durumlar, Hatayı kısmen doğru tespit etme: öğretmen adaylarının soruya istenen şekilde cevap veremediği durumlardır. Öğretmen adaylarının cevaplarının bazılarının küçük hataları bulundurması ya da bazılarının çok az doğru bulundurması durumlarıdır. Hatayı doğru tespit etme: öğretmen adaylarının cevaplarının tamamen doğru ve istenen şekilde cevap verdikleri durumlardır. Bu çalışmada öğretmen adaylarının cevaplarından doğrudan alıntılara yer verilmektedir. Öğretmen adaylarının cevaplarından elde edilen veriler, belirlenen temalara ve kodlara göre gruplandırılarak frekansları verilerek her bir soru için tablolar halinde bulgular bölümünde sunulmuştur.

## Bulgular

Bu bölümde, öğretmen adaylarının ölçüler konusunda ilgili hatalı çözüme sahip sekiz soruda yer alan hataları tespit etme ve bu hataların giderilmesine yönelik verdikleri cevapların analizinden elde edilen bulgular yer almaktadır. Öğretmen adaylarının cevaplarından elde edilen verilerin frekans ve yüzde değerleri hesaplanmış ve her bir soru için öğretmen adaylarının cevapları belirlenen kod ve temalara göre tablolar halinde sunulmuştur.

### *Birinci Sorudaki Hatanın Analizine Yönelik Bulgular*

Tablo 3 öğretmen adaylarının uzunluk ölçülerinde “245m ve 245km’yi büyüklük - küçüklük durumlarına göre karşılaştırınız. Cevabınızı açıklayınız” ifadesi ile verilen birimlerin karşılaştırılmasına ilişkin birinci soruyla ilgili öğretimsel açıklamalarının frekans ve yüzde değerlerini göstermektedir.

**Tablo 3.** Birinci Soruyla İlgili Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımı

| Temalar                            | Kodlar   | f  | %     |
|------------------------------------|--|----|-------|
| 1.Hatayı tespit edememe            | 1a Cevapsız  | 1  | 2.22  |
|                                    | 1b Hatayı yanlış tespit etme   | 2  | 4.44  |
| 2. Hatayı kısmen doğru tespit etme | 2a Hatayı kısmen doğru tespit etme ve çözüm önerisi yok                  | 2  | 4.44  |
|                                    | 2b Hatayı kısmen doğru tespit etme ve yanlış çözüm önerisi getirme       | 2  | 4.44  |
|                                    | 2c Hatayı kısmen doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme | 3  | 6.67  |
| 3.Hatayı doğru tespit etme         | 3a Hatayı doğru tespit etme ve çözüm önerisi yok                         | 1  | 2.22  |
|                                    | 3b Hatayı doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme        | 22 | 48.88 |
|                                    | 3c Hatayı doğru tespit etme ve doğru çözüm önerisi getirme               | 12 | 26.66 |
| Toplam                             |  | 45 | 100   |

Verilen soruda öğrencinin cevabı “İlk önce metreyi kilometreye 245000 olarak çevirdim. Sonra da ikisine de baktım hangisinin cevabı daha büyükse onu işaretledim. Cevabım: 245000km yani 245m daha büyüktür” şeklindedir. Burada öğrencinin yaptığı hata metreyi kilometreye yanlış çevirmesidir. Öğrenci metreyi kilometreden daha büyük bir birim olarak düşünmüştür. Oysaki 245km, 245 m’den daha büyüktür. Çünkü m, km’nin binde biridir cevabı öğrencinin verebileceği cevaplardan biri olmalıydı. Tablo 3’ te öğretmen adaylarının cevapları değerlendirildiğinde %77.77’ sinin öğrencinin hatasını doğru tespit ettiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının %15.54’ ünün öğrencinin yaptığı hatayı kısmen doğru tespit ettikleri, %6.67’ sinin ise hatayı ya yanlış tespit ettikleri ya da cevapsız bıraktıkları görülmektedir. Öğrencinin yaptığı bu hatanın nedenini öğretmen adayları çoğunlukla öğrencinin bilgi eksikliğine veya konuyu tam olarak kavrayamamasına bağlamışlardır. Sorunun tam olarak anlaşılmasını, dikkatsizlik veya formülleri ezberleme gibi sebepler de öğretmen adayları tarafından gösterilen nedenler arasında bulunmaktadır. Öğretmen adaylarının yapılan hatanın düzeltilmesine ilişkin çözüm önerileri değerlendirildiğinde ise ancak %26.66’ sının doğru çözüm önerisi getirdiği görülmektedir. Yine Tablo 3’ ten öğretmen adaylarının yarısından fazlasının (%55.54) kısmen doğru çözüm önerisi getirdikleri görülmektedir. Hatayı kısmen doğru tespit edebilen öğretmen adaylarının %8.88’ inin çözüm önerilerinin olmadığı ya da yanlış çözüm önerisinde buldukları görülmektedir. Aşağıda verilen ÖA4’ ün cevabı bunu açıkça göstermektedir.

ÖA4: Uzunluk birimlerinin iyi kavranabilmesi için kavramakta zorlanan öğrencilere büyükten küçüğe doğru veya küçükten büyüğe doğru olacak şekilde baş harflerini günlük hayattan bir şeylerle kodlaması sağlanabilir. ÖA4’ ün hatanın giderilmesine yönelik önerdiği çözüm öğrenciyi ezberlemeye itecek ve yanlış öğrenmelere sebep olacak türdendir. Öğretmen adayı yanlış bir çözüm önerisinde bulunmuştur. Hatayı doğru tespit edebilen öğretmen adayları öğrencinin

metreyi kilometreye dönüştürürken birim hatası yaptığını ifade etmişlerdir. Bu hatanın nedeni olarak öğrencinin ölçü birimlerini birbirine dönüştürmede bilgi eksikliğinin olduğunu dolayısıyla konuyu tam olarak kavrayamamış olmasını göstermişlerdir. Öğretmen adayları hatanın giderilmesine yönelik olarak öğrenciye ölçü birimleriyle ilgili sorular sorarak bilgi vermeyi ve öğrencinin hatasını fark etmesi için öğrencinin yaptığı çözüm ile ilgili sorular sormayı önermişlerdir. Bu şekilde öğrenci tarafından çözümünün sorgulanmasının sağlanarak hatanın kaynağının tespit edilebileceğini düşünmüşlerdir. Ayrıca öğretmen adayları uzunluk ölçüsü birimleri ile ilgili yapacakları çalışmalarda bir uzunluk biriminin ifade edilmesinde birden fazla birimin kullanılmasının ve birimlerin birbirine çevrilmesinin önemli olduğunu düşündüklerini ifade etmişlerdir. Bunun için öğrencilerin günlük yaşamlarından karşılaşılabilecekleri çeşitli etkinliklerle konunun öğretilebileceğini savunmuşlardır. Bu bağlamda hatayı doğru tespit edebilen öğretmen adaylarının öğrencinin yaptığı hatanın giderilmesine yönelik olarak kullanacağı öğretim yöntem, teknik ve stratejileri değerlendirildiğinde; anlatım yönteminin, soru cevap tekniğinin, buluş ve sunuş yoluyla öğretim stratejilerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Hatayı gidermeye yönelik olarak ÖA<sub>10</sub> ve ÖA<sub>23</sub> kısmen doğru çözüm önerisi getirmişlerdir. Buluş yoluyla öğretim stratejisini uygulayacağını belirten ÖA<sub>10</sub>' nun ve anlatım yöntemi ile birlikte soru cevap tekniğini kullanacağını belirten ÖA<sub>23</sub>' ün ifadeleri aşağıdaki alıntılarda verilmektedir.

*ÖA<sub>10</sub>: Buluş stratejisi ile bir karışın kaç cm olduğunu ölçmesini, daha sonra masanın boyunun kaç karış olduğunu ölçerek, gerçek uzunluğa ulaşmasını sağladım. Bunu yaparken cetvelin üzerindeki birimlere dikkat etmesi için uyarırdım. 1 cm' de kaç mm var gibi. Daha sonra 1km' yi ölçmek için 1000 tane m' ye ihtiyaç olduğu dolayısıyla km'nin daha büyük olduğu keşfettirilebilir. ÖA<sub>23</sub>: Metrenin ve kilometrenin günlük hayatta nerelerde ve nasıl kullanıldığını anlatırım. Daha sonra öğrencilerin soru cevap tekniği ile metre ve kilometre arasındaki ilişkiyi anlamasını sağlarım...*

#### *İkinci Sorudaki Hatanın Analizine Yönelik Bulgular*

Tablo 4 öğretmen adaylarının “Bir kürenin yarıçap uzunluğu 20 cm' dir. Buna göre kürenin hacmini bulunuz” ifadesi ile verilen hacim ölçüsü birimlerine ilişkin ikinci soruyla ilgili öğretimsel açıklamalarının frekans ve yüzde değerlerini göstermektedir.



**Tablo 4.** İkinci Soruyla İlgili Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımı

| Temalar                            | Kodlar   | f  | %     |
|------------------------------------|--|----|-------|
| 1.Hatayı tespit edememe            | 1a Cevapsız  | 1  | 2.22  |
|                                    | 1b Hatayı yanlış tespit etme   | 21 | 46.66 |
| 2. Hatayı kısmen doğru tespit etme | 2a Hatayı kısmen doğru tespit etme ve çözüm önerisi yok                  | 2  | 4.44  |
|                                    | 2b Hatayı kısmen doğru tespit etme ve yanlış çözüm önerisi getirme       | 1  | 2.22  |
|                                    | 2c Hatayı kısmen doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme | 1  | 2.22  |
| 3.Hatayı doğru tespit etme         | 3a Hatayı doğru tespit etme ve çözüm önerisi yok                         | 4  | 8,89  |
|                                    | 3b Hatayı doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme        | 13 | 28.89 |
|                                    | 3c Hatayı doğru tespit etme ve doğru çözüm önerisi getirme               | 2  | 2.22  |
| Toplam                             |  | 45 | 100   |

Tablo 4' te öğrencinin hatasına yönelik olarak öğretmen adaylarının cevapları değerlendirildiğinde %46.66' sının hatayı doğru tespit edemedikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının %28.89' unun öğrencinin yaptığı hatayı doğru tespit ettikleri ancak kısmen doğru bir çözüm önerisi getirdikleri ve sadece %2.22' sinin hatayı doğru tespit ettiği ve doğru bir çözüm önerisi getirdikleri görülmektedir. Öğrencinin cevabı incelendiğinde kürenin hacmini doğru hesaplamış olmasına rağmen birimini yanlış yazdığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu öğrencinin yaptığı bu hatayı tespit edememişlerdir.

ÖA<sub>26</sub>' nın *Öğrenci soruyu doğru çözmüştür. Kürenin hacim formülünü doğru yazıp verilenleri de yerine yazınca hata yapmadan soruyu çözmüştür* ve ÖA<sub>2</sub>' nin *Öğrenci soruyu doğru cevaplamıştır.* ifadelerinden de anlaşılacağı gibi öğretmen adayları sonucun sadece sayısal değerine odaklanmış ve sonucun birimle ifade edilmesinin bir zorunluluk olduğunun farkına varamamışlardır. Öğretmen adaylarının konuya bu şekilde yaklaşmaları öğrencilerin konuyu anlamalarından ziyade onları ezber yapmaya yöneltebilir. Öğrencinin cevabındaki hatanın farkına varılmaması doğal olarak öğretmen adaylarının bir çözüm önerisi sunmalarına da engel olduğu düşünülmektedir. Hatayı doğru tespit edebilen öğretmen adayları ise Tablo 4' te belirtildiği gibi kısmen doğru çözüm önerileri getirirken öğretmen adaylarından sadece ikisi doğru çözüm önerisi getirmiştir. Hatayı doğru tespit edebilen öğretmen adayları öğrencinin hatasının nedenlerini çoğunlukla bilgi eksikliğine, ezber yapmış olmaya ve dikkatsizliğe dayandırmışlardır. Hatanın nedenleri üzerinde öğretmen adaylarının düşünmesi hatanın giderilmesine yönelik olarak ortaya koyacakları çözüm önerilerini de etkileyeceği düşünülmektedir. Ancak hatayı tespit edebilen öğretmen adaylarının bir kısmının çözüm önerilerinin öğrencinin hatasını giderebilecek düzeyde olmadığı daha çok yüzeysel olduğu görülmektedir. ÖA<sub>5</sub>' in *Kürenin kaç boyutlu olduğunu sorarız ve hatasını fark etmesini sağlarız*" veya ÖA<sub>18</sub>' in *"Hacim bulurken hangi birimi kullanıyoruz?"* gibi sorular sorma ile öğrencinin yaptığı hatanın farkına varmasını veya

hatanın giderilebileceğini düşünmeleri çözüm önerilerinde geleneksel yaklaşıma dayalı bir yöntem tercih ettiklerini göstermektedir. Anlatım yönteminde sorulan sorular öğrencinin hatasını fark ettirici veya kısmen fark ettirici sorular olduğundan çözüm önerileri yeterli sayılabilir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının öğrencinin hatasının giderilmesine yönelik olarak çoğunlukla anlatım yöntemini tercih ettikleri görülmektedir. ÖA<sub>17</sub> Çocuklara bu formülleri daha kalıcı anlatabilmek için bir yol bulamıyorum formüle dönüyor her şey ama daha zengin bir görsel anlatımla belki daha kalıcı olabilir anlatımım şeklindeki ifadesi ile anlatımını görsellerle destekleyeceğini belirterek kısmen bir çözüm önerisinde bulunmuştur. Bazı öğretmen adayları da eğitsel oyun tekniği, soru cevap tekniği, tartışma yöntemi, problem çözme yöntemi ve bilgisayar destekli öğretim gibi diğer yöntem teknik ve stratejileri kullanabileceklerini ifade etmişlerdir. ÖA<sub>18</sub>' in Boyutlar arasındaki duruma göre birimlerin kullanılmasını sağlayan öğreten etkinlikler yaparım. Buluş yöntemi kullanırım. Problem çözme tekniği kullanırım çözüm önerisi buna örnek olarak verilebilir.

#### Üçüncü Sorudaki Hatanın Analizine Yönelik Bulgular

Tablo 5 öğretmen adaylarının "*cm, cm<sup>2</sup> ve cm<sup>3</sup> ölçü birimlerini nerelerde kullanırsınız? Cevabınızı açıklayınız.*" ifadesi ile verilen ölçü birimlerinin kullanım alanlarına ilişkin üçüncü soruyla ilgili öğretimsel açıklamalarının frekans ve yüzde değerlerini göstermektedir.

**Tablo 5.** Üçüncü Soruyla İlgili Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımı

| Temalar                            | Kodlar   | f  | %     |
|------------------------------------|--|----|-------|
| 1.Hatayı tespit edememe            | 1b Hatayı yanlış tespit etme   | 3  | 6.67  |
| 2. Hatayı kısmen doğru tespit etme | 2b Hatayı kısmen doğru tespit etme ve yanlış çözüm önerisi getirme       | 3  | 6.67  |
|                                    | 2c Hatayı kısmen doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme | 7  | 15.55 |
| 3.Hatayı doğru tespit etme         | 3a Hatayı doğru tespit etme ve çözüm önerisi yok                         | 3  | 6.67  |
|                                    | 3b Hatayı doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme        | 25 | 55.55 |
|                                    | 3c Hatayı doğru tespit etme ve doğru çözüm önerisi getirme               | 4  | 8.88  |
| Toplam                             |  | 45 | 100   |

Tablo 5' te öğrencinin hatasına yönelik olarak öğretmen adaylarının cevapları değerlendirildiğinde %71' inin öğrencinin hatasını doğru tespit ettiği görülmektedir. Ancak bunların sadece %8.88' i doğru bir çözüm önerisi getirmiştir. Tablo 5 incelendiğinde öğretmen adaylarının %29' unun öğrencinin hatasını tam olarak doğru tespit edemedikleri görülmektedir. Öğrenci *cm'yi günlük hayatımızda, boyumuzu ölçmede kullanırız veya bir duvardan diğer duvarı ölçmek için kullanırız. cm<sup>2</sup> bir oturma odası veya bir koridoru ölçmek için kullanılabilir. cm<sup>3</sup> ü tarlayı veya büyük bir futbol sahasını ölçmek için kullanılabilir* cevabıyla cm<sup>3</sup> ile alan ölçülebileceğini düşünerek hata yapmıştır. Öğretmen adaylarına bu hatanın

nedeninin neler olabileceği sorulduğunda öğrencinin  $cm^3$ ' ün hacim ölçüsü birimi olduğunu bilmemesi, uzunluk-alan-hacim ve boyut-iki boyut-üç boyut kavramlarını bilmemesi veya konuyu tam olarak kavrayamamış olması ve ölçü birimlerinin örneğin  $cm$ ' nin üssünün artmasıyla daha büyük nesnelerin ölçülebileceğini düşünmesi olarak açıklamışlardır. Öğretmen adayları çözüm önerileri konusunda öncelikle öğrenciye temel ölçü birimlerinin ve boyut kavramlarının günlük yaşamdan örneklerle tekrar anlatılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Öğrencinin hatasının farkına varmasını sağlama noktasında öğretmen adayları öğrencinin yaptığı işlemle ve çözümü ile ilgili veya uzunluk-alan-hacim birimlerini kullanmayı ve karşılaştırmayı gerektiren sorular sorabileceklerini dile getirmişlerdir. Yapılan hatanın giderilmesine yönelik olarak öğretmen adayları çoğunlukla gösteri yöntemini, günlük hayattan örnekler vererek açıklamalar yapmayı ve anlatım yöntemini kullanmayı tercih etmişlerdir. Bazı öğretmen adayları ise beyin fırtınası tekniğini, soru cevap tekniğini, tartışma yöntemini ve buluş yoluyla öğretim stratejisini uygulayabileceklerini belirtmişlerdir. Aşağıda  $ÖA_3$ ' ün ve  $ÖA_{17}$ ' nin yapılan hatanın tespiti ve hatanın giderilmesine yönelik çözüm önerilerinden alıntılara yer verilmiştir.

$ÖA_3$ :  $cm$ ' yi günlük hayatta boyumuzu ölçerken kullanırız demiş doğru söylemiş.  $cm^2$ ' yi oturma odasını veya bir koridoru ölçmek için kullanırız demiş en çok burada eksik cümleler kullanmış. Oturma odasının neresini veya koridorun neresini ölçebileceği hakkında bilgi vermeyerek  $cm^2$ ' nin nerelerde kullanılacağını doğru ifade edememiş, koridorun veya oturma odasının alanını ölçeriz demesi gerekirdi.  $cm^3$  tarlayı veya büyük bir futbol sahasını ölçerek bulabileceğini söylemiş. Öğrencinin bu hatayı yapma sebepleri  $cm$ ,  $cm^2$  ve  $cm^3$  ölçü birimleri kavramlarının nasıl ve nerede kullanılacağı hakkında bilgisi olmamasındandır. Öğrenci  $cm$ ' nin üstündeki kuvvetler büyüdükçe sanki daha büyük nesnelere ölçülebileceğini düşünmüş. Öğrenciye bir doğru parçası, bir dikdörtgen ve bir dikdörtgenler prizması çizerek  $cm$ ,  $cm^2$  ve  $cm^3$  arasındaki farkı anlattım. Sorular sorardım. Daha sonra öğrenciye önce sunuş yoluyla konuyu özetleyip sonra bir etkinlik kâğıdı ile hangi cisimlerin bir boyutlu, iki boyutlu, üç boyutlu olduğunu söyleyebiliriz...  $ÖA_3$ ' ün öğrencinin  $cm$ ' nin üssünün artmasıyla daha büyük ve daha geniş bölgelerin alanlarının ölçülebileceğini düşündüğü ve ölçülecek özelliğin alan olduğunu bilmediğini ifade ederek öğrencinin hatasını doğru olarak tespit ettiği görülmektedir. Öğretmen adayının hatayı doğru tespit etmiş olması çözüm önerisini de buna göre şekillendirmiştir. Buna göre  $ÖA_3$ , öğrencinin anlamlı bir öğrenme gerçekleştirmesini sağlayacak şekilde anlatım yöntemini kullanmayı önermiştir.  $ÖA_3$ ' ün,

bazı çizimlerle öğrencinin dikkatini çekerek çizimler arasındaki ilişkiyi göstermeye çalışmak ve öğrenciye sorular sormak istemesi konunun anlaşılmasına yönelik bir çaba içerisinde olduğunu göstermektedir. Ayrıca öğretmen adayı konunun anlaşıldığından emin olduktan sonra konu ile ilgili bir etkinlik yaptırarak öğrencinin öğrenmesinin bir değerlendirmesini yapmak istediğini belirtmesiyle doğru bir çözüm önerisinde bulunmuştur.

*ÖA<sub>17</sub>*: Burada öğrenci  $cm^2$ 'yi söylerken koridor ve oturma odası demiş. Ama buralarda neyi ölçtüğümüzü ona sorup devam ederim. Sınıfın alanının ne kadar olduğunu sorarım. Bu sonuçta hangi birimi kullanacağımı sorarım. Bana verilen cevaplardan alan hesaplarında  $cm^2$ 'yi kullandığım cevabına ulaştırırım öğrencileri.  $cm^3$  için ise sınıfa getireceğim bir kaba su doldururum bu kabın hacmini sorarım buradan öğrencilerin hacmi bulmasının ardından da birime ulaşmalarını sağlarım. Burada öğrencilere gösterip yaptırma yöntemini kullanabilirim. Ya da buluş yöntemini kullanabilirim, bir şeyleri onların keşfetmelerini sağlayabilirim. *ÖA<sub>17</sub>'* nin öğrencinin hatasını doğru tespit ettiği görülmektedir. Öğretmen adayı soru cevabı tekniğini kullanarak  $cm$  ile  $cm^2$  arasındaki farkı kavratacağını ifade etmektedir. Hacim biriminin öğretimi için ise buluş yöntemiyle öğrenme stratejisini kullanmayı düşünmektedir. Bunun için öğretmen adayı sınıfa getireceği bir miktar su ve bir kabı kullanacağını ve bu şekilde öğrencilerin hacim birimini kendilerinin keşfedeceklerini ifade etmektedir. Ancak öğretmen adayı çözüm önerisinde sözü geçen keşfin nasıl olacağı ve birimler arasındaki dönüşümün nasıl yapılacağına ilişkin herhangi bir açıklamada bulunmamıştır. Eğer öğretmen adayı hacim birimlerinin öğretime yönelik bir öğretim yapmak istiyorsa öncelikle öğrencilerin hacmin korunumu, eşit hacimli şekillerin karşılaştırılması ve ölçmede standart birim ihtiyacının gerekliliği ile ilgili bilgilerinin ne düzeyde olduğunu tespit etmesi ve bu yönde çalışmalar yapması gerekli görülmektedir. *ÖA<sub>17</sub>'* nin sınıfa kap ve su getirerek yapmak istediği etkinlik hacmin korunumuna yönelik bir etkinlik olarak tasarlanabilir. Bütün bu çalışmalardan sonra hacim ölçüsü birimi ve birimler arası dönüşümlerle ilgili etkinlikler yaptırılabilir. Dolayısıyla öğrencilere metreküpün boyutları birer metre olan küpün hacmi olduğu bilgisi sezdirilebilir. Hacim ölçüsü birimleri arasındaki ilişki ile etkinlikler yapılarak  $cm^3$ 'ün bir hacim ölçüsü birimi olduğu keşfettirilebilir. Bu kapsamda *ÖA<sub>17</sub>'* nin çözüm önerisi eksik ve yeterli olmayan açıklamalarla kısmen doğru bir çözüm önerisi olarak kabul edilebilir.

*Dördüncü Sorudaki Hatanın Analizine Yönelik Bulgular*

Tablo 6 öğretmen adaylarının, boyutları verilen bir dikdörtgenler prizmasının tamamını doldurmak için kaç litre suyun gerekli olduğunun sorulduğu hacim ölçüsü birimlerinin dönüşümüne ilişkin dördüncü soruyla ilgili öğretimsel açıklamalarının frekans ve yüzde değerlerini göstermektedir.

**Tablo 6.** Dördüncü Soruyla İlgili Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımı

| Temalar                            | Kodlar   | f  | %     |
|------------------------------------|--|----|-------|
| 1.Hatayı tespit edememe            | 1a Cevapsız  | 1  | 2.22  |
|                                    | 1b Hatayı yanlış tespit etme   | 31 | 68.9  |
| 2. Hatayı kısmen doğru tespit etme | 2b Hatayı kısmen doğru tespit etme ve yanlış çözüm önerisi getirme       | 1  | 2.22  |
|                                    | 2c Hatayı kısmen doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme | 1  | 2.22  |
| 3.Hatayı doğru tespit etme         | 3a Hatayı doğru tespit etme ve çözüm önerisi yok                         | 1  | 2.22  |
|                                    | 3b Hatayı doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme        | 6  | 13.33 |
|                                    | 3c Hatayı doğru tespit etme ve doğru çözüm önerisi getirme               | 4  | 8.89  |
| Toplam                             |  | 45 | 100   |

Tablo 6' da öğrencinin hatasına yönelik olarak öğretmen adaylarının cevapları değerlendirildiğinde %71' inin öğrencinin hatasını doğru tespit edemediği ya da cevapsız bıraktığı, %4.44' ünün hatayı kısmen doğru tespit ettiği ancak doğru bir çözüm önerisi getiremediği görülmektedir. Öğretmen adaylarının %24.44' ü hatayı doğru tespit etmişlerdir fakat sadece %8.89' u hatanın giderilmesine yönelik olarak doğru çözüm önerileri sunmuşlardır. Öğrencinin cevabı incelendiğinde verilen dikdörtgenler prizmasının doldurulması için prizmanın hacminin bulunması gerektiğini söyleyebiliriz. Ancak soruda prizmanın hacmi istenmemektedir. Prizmanın dolması için kaç litre suya ihtiyaç duyulduğu sorulduğundan öğrencinin  $cm^3$  ile  $dm^3$  ve litre arasında bir ilişki kurması ve sonucu 2,808 lt olarak belirtmesi beklenmiştir. Öğrenci sonucu  $2808 cm^3$  olarak bulmuş ancak litreye dönüştürmemiştir. Buradan öğrencinin hacim ölçüsü birimleri ile sıvı ölçüsü birimleri arasındaki ilişkilendirmeyi kuramadığı söylenebilir.  $ÖA_3$  ve  $ÖA_{25}$ ' ten yapılan alıntılarda öğretmen adaylarının öğrencinin hatasını tespit edemedikleri açıkça görülmektedir.

$ÖA_{25}$ : Öğrenci soruyu doğru çözmüştür. Bu soruda öğrencinin  $2,7 dm = 27 cm$  olduğunu düşünmesi ve hacmini bulabilmek için hepsini çarpması gerektiğini bilmesi konuyu iyi kavradığını gösterir.

$ÖA_{25}$ ' in cevabı incelendiğinde hatayı doğru tespit edememesinin yanı sıra hacim kavramına yönelik açıklamasının da ayrıca tartışılması gerekir. Öğretmen adayının hacim hesabını  $en \times boy \times yükseklik$  formülü ile özdeşleştirmesinde bir sorun olmadığı görülmekle birlikte hacim kavramının sadece formülle gösterildiği anlayış matematik eğitimcilerini ve öğrencilerini matematiksel yapıdan uzaklaştırarak yanlış genellemeler yapmalarına neden olabilmektedir. Dolayısıyla öğretmen adayının ölçüler konusundaki matematik alan bilgisinin yeterli

olmadığının görüldüğü bu örnekte ÖA<sub>25</sub> matematiği öğretme bilgisini kullanabileceği doğru bir çözüm önerisi de ortaya koyamamıştır.

ÖA<sub>3</sub>: Öğrenci dikdörtgenler prizmasının hacmini nasıl bulacağını biliyor. Ancak kenarları çarparken birimlerin birbirine eşit olmadığının farkına varmamış, farkına vardığına bile 2,7 dm' yi cm' ye yanlış çevirmiş. Öğrenciye hatasını anlaması için kenarları çarparken birimlere dikkat ettin mi diye soru yöneltirim. ÖA<sub>3</sub> cevabında birimlerin birbirine eşit olmadığının... şeklinde bir ifade kullanmış ancak bu ifade anlaşılır bir ifade değildir. Bunun yerine aynı türden birimlerin... şeklinde bir ifade kullanabilirdi. Ayrıca öğretmen adayı uzunluk ölçüsü birimi dönüşümlerini yanlış yapmıştır. Çünkü 2,7 dm 27 cm' ye eşittir. ÖA<sub>3</sub> ise bunun doğru olmadığını belirtmiştir. Yapılan görüşmede ise ÖA<sub>3</sub>: Sanırım yanlış oldu, bir an dikkat etmemişim. Bu konuları tekrar gözden geçirmem gerekiyor şeklinde bir ifadede bulunmuştur. Öğretmen adaylarının cevaptaki hatanın sebepleri konusundaki görüşleri sorulduğunda adaylar, öğrencinin hacim ölçüsü ile sıvı ölçüsü birimleri arasındaki ilişkiyi bilmemesi olarak değerlendirmişlerdir. Öğrencinin yaptığı hatanın giderilmesine ilişkin öğrenciye ne tür sorular sorabilecekleri konusunda ise daha çok temel ölçü birimlerini yeniden açıklarım ve öğrenciye çözümünü nasıl yaptığı ve işlem basamakları hakkında sorular yöneltirim şeklinde cevaplar vermişlerdir. Hatayı doğru tespit edebilen öğretmen adaylarından ÖA<sub>28</sub>' den yapılan alıntıda hatayı doğru tespit ettiği ancak bir çözüm önerisinin bulunmadığı görülmektedir.

ÖA<sub>28</sub>: Öğrenci sonucu doğru bulmuştur. Ancak litreye çevirmemiştir. Soruda litre cinsinden istediği için cevap yanlış olmuştur. 1000cm<sup>3</sup> 1 litreye eşit olduğundan cevabımız 2,808lt olacaktır.

Hatayı kısmen doğru ya da doğru tespit edebilen öğretmen adaylarının çözüm önerilerini gerçekleştirmeleri için uygulayacakları yöntem, teknik ve stratejilerin neler olabileceği sorulduğunda çoğunluğun anlatım yöntemini tercih ettikleri görülmüştür. Bazı öğretmen adayları ise beyin fırtınası tekniğini, gösteri yöntemini ve buluş yoluyla öğretim stratejisini uygulayabileceklerini belirtmişlerdir. Aşağıda ÖA<sub>18</sub> ve ÖA<sub>21</sub>' in yapılan hatanın düzeltilmesine ilişkin buluş yoluyla öğretim stratejisini kullanmayı tercih ettikleri alıntılara yer verilmiştir.

ÖA<sub>18</sub>: cm<sup>3</sup> ile litre arasındaki ilişkiyi kurması gerekir. Bunun için sınıfa bir prizma getirir ve öğrenciden bu prizmanın hacmini hesaplamalarını isterdim. Daha sonra sınıfa getirdiğim ölçülü kaplarla su doldurmasını ister ve bu şekilde yaparak öğrenmesini sağladım. ÖA<sub>21</sub>: Hacim ile litre



arasındaki ilişkiyi kavrayamamıştır. Öncelikle ölçülü bir kap ve su getirir ve buluş yoluyla öğrenme stratejisini kullanırdım. Dikdörtgenler prizmasının ayrıtlarını ölçtürüp hacmini buldurur ve içine dereceli kap ile su dökmesini ister ve kaç litre su döküldüğünü sorarım.

ÖA<sub>18</sub> ve ÖA<sub>21</sub> sıvı ölçüleri ile hacim ölçüleri arasındaki ilişkinin anlaşılmasına yönelik olarak doğru çözüm önerilerinde bulunmuşlardır. Sınıfa getirilecek bir kova su içerisinden bir dm<sup>3</sup> suyun alınmasıyla boş bir litrelik kabın içine boşaltılır daha sonra aradaki ilişkinin fark ettirilmesi için sorular sorulur ve ilişki matematiksel bir dille yazdırılır. dm<sup>3</sup> ile litre arasındaki ilişkinin anlaşılmasından sonra her bir hacim ölçüsü birimine karşılık gelen sıvı ölçüsü birimlerinin buldurulması sağlanabilir. Öğretmen adayları bu sorudaki hatanın düzeltilmesinde buluş yoluyla öğretim stratejisini kullanmayı önermişlerdir.

#### Beşinci Sorudaki Hatanın Analizine Yönelik Bulgular

Tablo 7 öğretmen adaylarının "Otomobil yarışlarının yapıldığı bir pistin uzunluğu 320 dam' dır. Yarış 58 tur sürdüğüne göre yarışı tamamlayan bir sporcu toplam kaç km yol alır? Cevabınızı açıklayınız." ifadesi ile verilen uzunluk ölçüsü birimi olan dam' nin km' ye çevrilmesinin yapılmasının istendiği beşinci soruyla ilgili öğretimsel açıklamalarının frekans ve yüzde değerlerini göstermektedir.

**Tablo 7.** Beşinci Soruyla İlgili Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımı

| Temalar                            | Kodlar   | f  | %     |
|------------------------------------|--|----|-------|
| 1.Hatayı tespit edememe            | 1a Cevapsız  | 1  | 2.22  |
|                                    | 1b Hatayı yanlış tespit etme   | 3  | 6.67  |
| 2. Hatayı kısmen doğru tespit etme | 2a Hatayı kısmen doğru tespit etme ve çözüm önerisi yok                  | 1  | 2.22  |
|                                    | 2b Hatayı kısmen doğru tespit etme ve yanlış çözüm önerisi getirme       | 2  | 4.44  |
|                                    | 2c Hatayı kısmen doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme | 3  | 6.67  |
| 3.Hatayı doğru tespit etme         | 3a Hatayı doğru tespit etme ve çözüm önerisi yok                         | 2  | 4.44  |
|                                    | 3b Hatayı doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme        | 29 | 64.44 |
|                                    | 3c Hatayı doğru tespit etme ve doğru çözüm önerisi getirme               | 4  | 8.88  |
| Toplam                             |  | 45 | 100   |

Tablo 7' de öğrencinin hatasına yönelik olarak öğretmen adaylarının cevapları değerlendirildiğinde %78' inin öğrencinin hatasını doğru tespit ettiği %13.33' ünün hatayı kısmen tespit ettiği ve %8,9' unun da hatayı doğru tespit edemediği veya cevapsız bıraktığı görülmektedir. Ancak hatayı doğru tespit edebilen öğretmen adaylarından sadece %8.88' i hatanın giderilmesine yönelik olarak doğru bir çözüm önerisi getirebilmiştir. Öğrencinin cevabı incelendiğinde dam' ın km' ye çevrilmesi ve tur sayısı ile çarpılması gerektiğini bildiği ancak birimlerin dönüşümünü yanlış yaptığı görülmektedir. Ayrıca öğrenci bulduğu sonucun birimini de belirlememiştir. Öğretmen adayları öğrencinin uzunluk ölçüsü



birimlerini birbirine yanlış dönüştürdüğünü ifade ederek hatayı kısmen doğru tespit etmişlerdir. Ancak cevapta birimin belirlenememiş olması az sayıdaki öğretmen adayının dikkatini çekmiştir. Hatanın sebeplerinin neler olabileceği sorulduğunda ise öğretmen adayları genellikle bilgi eksikliğine ve dikkatsizliğe vurgu yapmışlardır. Öğretmen adayları hatanın giderilmesine yönelik olarak kısmen doğru çözüm önerileri getirmişlerdir. ÖA<sub>7</sub> ve ÖA<sub>21</sub>' in aşağıda verilen ifadelerinde açıkça görülmektedir.

*ÖA<sub>7</sub>: Öğrencinin daha iyi anlaması için dam' ı m' ye daha sonra m' yi km' ye çeviririm. '1 dam kaç metredir?' diye sorarım ve öğrenciden 1dam 10 metreye eşittir demesini beklerim. Daha sonra '320 dam kaç metredir ve 3200 metre kaç km'dir?' diye sorarım. Dersi görsel destekli işlerim, merdiven materyali hazırlayarak merdiveni inerken veya çıkarken ifadelerin nasıl değiştiğini gösteririm.*

*ÖA<sub>21</sub>: Öğrenci dam' ı km' ye çevirirken hata yapmıştır. Yanlış ya da eksik öğrenmiştir. 1 km kaç dam' dır ve başka nasıl çözebilirdin? sorularını sorardım. Uzunluk ölçü birimlerinin hayatımızdaki yerini vurgularım. Günlük hayatta nerelerde kullandığımızı söyledim.*

Metrik sistemde temel uzunluk ölçme birimi metredir. Metrenin katlarının ve as katlarının tanıtıldığı ve uzunluk ölçüsü birimleri arasındaki ilişkinin öğrenciye buldurulduğu çalışmaların yapılması öğrencinin hatasının giderilmesinde izlenecek bir yoldur. ÖA<sub>17</sub> cevabında metrenin katlarının ve as katlarının gösterildiği bir materyali kullanabileceğini ifade ederken hatanın giderilmesine yönelik yaklaşımı dikkate değerdir. Bu bağlamda ÖA<sub>17</sub>'den yapılan alıntı aşağıda verilmektedir.

*ÖA<sub>17</sub>: Soruda öğrenci uzunluk ölçme birimlerini birbirine dönüştürürken hata yapmıştır. Öğrenciye ilk söyleyeceğim şey işlemi kontrol etmesidir. Sonra uzunluk ölçü birimlerini nasıl dönüştürdüğünü sorardım. Burada çocuğa dönüşümde bir hata yaptığını fark ettirmek gerek. Birkaç tane daha benzer dönüşüm soruları sorulup öğrencide sadece bir anlık mı yoksa genel olarak mı bir yanlış anlama olduğunu görürüm. Eğer genelde konu anlaşılammışsa konunun anlaşılması için metrenin katlarının ve as katlarının gösterildiği bir merdiven modeli kullanırdım. Uzunluklar ölçtürürdüm. Sonra günlük hayattan örneklerle örneğin büyük uzunluklar için km kullanıldığını gösteren örnekler vererek açıklamalar yapardım. Eğer öğrenci dikkatsizlikle basit bir anlık bir işlem hatası yaptıysa vereceğim ipuçları ile sorunun çözümünü tekrar yaptırırdım. Ancak bazı öğretmen adaylarının öğrencinin hatasını tespit edemediği ve dolayısıyla bir çözüm önerisinin olmadığı görülmektedir. Bu anlamda ÖA<sub>27</sub>'den yapılan alıntı örnek gösterilebilir.*

ÖA<sub>27</sub>: Öğrenci doğru yapmıştır tabi ki artık bu tür sorular sürekli olarak çözüldüğünden kalıplaşmıştır, çok aşırı anlatmaya gerek yok. şeklindeki ifadesi ile hem hatayı tespit edememiştir, hem de sorunun çözümü ve anlaşılması için detaylı bir anlatımın gerekli olmadığı şeklinde yanlış bir çözüm önerisi sunmuştur. Öğretmen adaylarının öğrencinin hatasının giderilmesine yönelik olarak kullanabilecekleri teknik, yöntem ve stratejilerin neler olabileceği sorulduğunda çoğunlukla anlatım yöntemini, model kullanarak gösterip yaptırma yöntemini ve soru cevap tekniğini tercih etmişlerdir. Bazı öğretmen adayları ise buluş yoluyla öğretim stratejisini, problem çözme yöntemini, beyin fırtınası tekniğini ve bilgisayar destekli öğretim yöntemini kullanabileceklerini ifade etmişlerdir.

#### Altıncı Sorudaki Hatanın Analizine Yönelik Bulgular

Tablo 8 öğretmen adaylarının “Çevreleri eşit uzunluğa sahip olan kare ve dikdörtgenlerden alanı en büyük olanı belirleyiniz. Cevabınızı açıklayınız” ifadesi ile verilen alan ölçüsü birimlerinin dönüşümüne ilişkin altıncı soruyla ilgili öğretimsel açıklamalarının frekans ve yüzde değerlerini göstermektedir.

**Tablo 8.** Altıncı Soruyla İlgili Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımı

| Temalar                            | Kodlar   | f  | %    |
|------------------------------------|--|----|------|
| 1.Hatayı tespit edememe            | 1a Cevapsız  | 1  | 2.22 |
|                                    | 1b Hatayı yanlış tespit etme   | 31 | 68.9 |
| 2. Hatayı kısmen doğru tespit etme | 2c Hatayı kısmen doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme | 4  | 8.88 |
|                                    | 3a Hatayı doğru tespit etme ve çözüm önerisi yok                         | 3  | 6.67 |
| 3.Hatayı doğru tespit etme         | 3b Hatayı doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme        | 4  | 8.88 |
|                                    | 3c Hatayı doğru tespit etme ve doğru çözüm önerisi getirme               | 2  | 4.44 |
| Toplam                             |  | 45 | 100  |

Tablo 8’ de metre ve desimetre cinsinden verilen birimlerin dönüşümünü içeren eşit çevre uzunluğuna sahip kare ve dikdörtgenlerin alanlarının hesaplanarak sonucun  $br^2$  cinsinden yazılmasının istendiği altıncı soruya yanlış cevap veren bir öğrencinin hatasına yönelik olarak öğretmen adaylarının cevapları değerlendirilmektedir. Buna göre Tablo 8’ de öğretmen adaylarının %71’ inin öğrencinin hatasını doğru tespit edemedikleri veya cevapsız bıraktıkları, %8.88’ inin hatayı kısmen doğru tespit ettikleri, %20’ sinin ise hatayı doğru tespit ettikleri görülmektedir. Aşağıda verilen ÖA<sub>33</sub>’ ün cevabında öğretmen adayının hatayı tespit edemediği görülmektedir.

ÖA<sub>33</sub>: Öğrenci hata yapmamıştır. Ama olası hata yapma ihtimaline karşı tekrar bu kavramları hatırlaması için sorular sorarım. Öğretmen adayları öğrencinin sonuçları  $br^2$  cinsinden ifade etmemesi ve birimleri birbirine dönüştürürken “sıfır atılır” ifadesini kullanmış olması

gerekçesiyle öğrencinin yaptığı hatayı doğru olarak tespit etmişlerdir. Hatayı doğru tespit edebilen öğretmen adayları öğrencinin yaptığı hatanın sebeplerini bilgi eksikliği, konuyu tam olarak kavrayamama, ezber yapma ve dikkatsizlik olarak yorumlamışlardır. Öğretmen adaylarının yapılan hatanın düzeltilmesine ilişkin çözüm önerileri değerlendirildiğinde %4.44' ünün doğru çözüm önerisi getirdiği görülmektedir. Aşağıda verilen ÖA<sub>10'</sub> un cevabı bunu açıkça göstermektedir.

*ÖA<sub>10</sub>: Öğrenci sonucu m<sup>2</sup> yerine m ile ifade etmiştir. Buradaki hata sorunun cevabını bulmaya odaklı ezberci eğitimden kaynaklanıyor olabilir. Öğrenci alan kavramını tam olarak kavrayamamıştır. Öğrenciye merdiven modeli ile metrekarenin alt ve üst katlarını kavratmaya çalışırım. Alan ölçüsü birimlerinin dönüşümlerini günlük hayattan örnekler vererek açıklarım. Alan ve uzunluk ölçüsü kavramlarını tekrar gözden geçirerek aralarındaki farkı beyin fırtınası tekniği ile tartıştırabilirim. Uzunluk ve alan ölçüsü birimlerinin kullanımını ve dönüşümlerini içeren sorular sorarım.*

Metrik sistemde temel alan ölçüsü birimi metrekaredir. Metrekare uzunluğu 1 metre olan karenin alan ölçüsüdür. m<sup>2</sup> nin öğretimine yönelik olarak alan, alan ölçüsü ve alan ölçüsü birimi kavramlarına yönelik olarak çeşitli etkinlikler yapılabilir. Ayrıca alan ölçüsü birimleri arasındaki ilişki kurulduktan sonra birimler arasındaki dönüşümleri gerektiren çalışmalar yapılabilir. Bu bağlamda ÖA<sub>10'</sub> un cevabı öğrencinin hatasının giderilmesine yönelik olarak doğru bir çözüm önerisidir. Öğrencinin yaptığı hatanın giderilmesine yönelik olarak öğretmen adayları, anlatım yöntemi ile birlikte soru cevap tekniğini, beyin fırtınası tekniğini, problem çözme yöntemini ve buluş yoluyla öğretim stratejisini kullanabileceklerini ifade etmişlerdir.

#### *Yedinci Sorudaki Hatanın Analizine Yönelik Bulgular*

Tablo 9 öğretmen adaylarının "Elif' in bir adımının uzunluğu 30 cm'dir. Elif 3 hm 3 m' lik yolu kaç adımda yürür? Cevabınızı açıklayınız." ifadesi ile verilen uzunluk ölçüsü birimlerinin dönüşümüne ilişkin yedinci soruyla ilgili öğretimsel açıklamalarının frekans ve yüzde değerlerini göstermektedir.

**Tablo 9.** Yedinci Soruyla İlgili Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımı

| Temalar                            | Kodlar   | f  | %     |
|------------------------------------|--|----|-------|
| 1.Hatayı tespit edememe            | 1a Cevapsız  | 7  | 15.56 |
|                                    | 1b Hatayı yanlış tespit etme   | 2  | 4.44  |
| 2. Hatayı kısmen doğru tespit etme | 2a Hatayı kısmen doğru tespit etme ve çözüm önerisi yok                  | 1  | 2.22  |
|                                    | 2c Hatayı kısmen doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme | 4  | 8.88  |
| 3.Hatayı doğru tespit etme         | 3a Hatayı doğru tespit etme ve çözüm önerisi yok                         | 3  | 6.67  |
|                                    | 3b Hatayı doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme        | 17 | 37.78 |
|                                    | 3c Hatayı doğru tespit etme ve doğru çözüm önerisi getirme               | 11 | 24.44 |
| Toplam                             |  | 45 | 100   |

Tablo 9 incelendiğinde öğretmen adaylarının %68.90' ının hatayı doğru tespit ettiği ve %24.44' ünün doğru bir çözüm önerisi sunabildiği ancak % 6.67' sinin bir çözüm önerisinin olmadığı görülmektedir. Aşağıda ÖA<sub>28</sub>' den yapılan alıntıda öğretmen adayının öğrencinin hatasını doğru tespit ettiği ancak hatanın giderilmesine yönelik bir çözüm önerisinin olmadığı görülmektedir.

ÖA<sub>28</sub>: *Elif'in bir adım uzunluğu 30 cm ise aynı zamanda 0,3 metre olur. 3 hm = 300 metre. Elif'in bir adımı 0,3 metre ve yolun uzunluğu 300 metre o zaman 300/0,3=1000 adım atmalıdır. 3 metre daha var. 3/0,3=10 adım daha atar toplamda 1010 adımda yolun tamamını bitirmiştir. Öğrenci burada hektometre ile cm arasındaki adımı yanlış bulmuştur. 10<sup>3</sup> şeklinde yazmalıydı. Çarpma işlemini de yanlış yapmıştır. Kendi adım uzunluğuna bölmesi gerekirdi. 10'un kuvvetleri ile işlem yapması gerekirken adım sayıları ile işlem yapmaya çalışmıştır üstelik adımları da yanlış saymıştır. Birimlerin birbirine dönüştürülmesinde hata yapmıştır. ÖA<sub>5</sub> ise öğrencinin hatasını doğru tespit ederek hatanın giderilmesine yönelik öğretimsel açıklamalarda bulunmuştur. Bunun için öğretmen adayının öğrencinin nasıl düşündüğünü ortaya çıkaracak sorular sorarak hatanın kaynağını tespit etmeye yönelik bir anlayış içinde olduğu görülmektedir. Bu doğru bir yaklaşımdır. İkinci olarak konunun anlatımına yönelik günlük hayat örnekleri ile öğrencinin bilgiyi kendisinin keşfetmesini sağlayacak bir çaba içinde olduğu düşünülmektedir. Öğretmen adayının öğrenciye hatasını söylemek ve konuyu yeniden anlatmak yerine öğrencinin hatasını fark etmesini sağlayacak ve konuyu günlük hayatta kullandığı matematik ile keşfetmesine olanak sağlayacak bir ortam oluşturma çabası içinde olduğu söylenebilir. ÖA<sub>5</sub>'ten yapılan alıntı aşağıda verilmiştir.*

ÖA<sub>5</sub>: *Öğrenci hata yapmıştır. Öğrencilere konu anlatılırken adımli bir şekilde anlatıldığı için öğrenci bunu genellemiştir. Adım atmayı doğru düşünmüş ama 10' un kuvvetleri biçiminde düşünememiştir. Konuyu tam olarak kavrayamamıştır. Öğretmeninden dolayı olabilir, kendisinden dolayı olabilir, konuyu genellemiştir. Bu hatanın giderilmesi için öğrenciye çözümü ile ilgili yaptığı*

işlemlerle ilgili sorular sorarım. Birimleri nasıl kullandığını sorarım. Yani öğrencinin nasıl anladığını ortaya çıkaracak sorular sormaya çalışırdım. Metrenin katlarının kaçar kaçar büyüdüğünü ve küçüldüğünü sorardım. Birimler ve dönüşümleri ile ilgili bilgiler verirdim açıklamalar yapardım, birimlerin günlük hayatta kullanımı ile ilgili örnekler verirdim. Buluş stratejisi kullanarak öğrencinin yaptığı hatayı kendisinin fark etmesini sağlardım. Öğrenci cevabında birden fazla hata yapmıştır. Genel olarak birimler arası dönüşümleri 10' un kuvvetlerini kullanarak değil öğretmen adaylarının merdiven modeli adını verdikleri modeldeki adım sayısını dikkate alarak yapmaya çalışmıştır. Ancak hm ile cm ve hm ile m arasındaki adımları da yanlış saymıştır. Üstelik birimler arası dönüşümlerde büyüklük küçüklük ilişkilerine de dikkat etmemiştir. Şöyle ki, öncelikle hm ile cm arasını 2 adım kabul ederek  $10^4$  ile bölerek işlem yapması gerekirken adım sayısı 2' yi kullanarak yanlış işlem yapmıştır. Aynı düşünce ile hm ile m arasını da  $10^2$  ile çarparak işlem yapması gerekirken 2 adım sayarak 2 ile bölmüş ve yanlış yapmıştır. Buraya kadar yapılan yanlışlar göz ardı edilirse öğrencinin yaptığı tek doğru m' yi cm' ye çevirmek ve sonucu bir adımın genişliği olan 30 cm' ye bölmesidir. Öğrenci cevabı incelendiğinde sadece metreyi santimetreye doğru olarak çevirdiği görülmektedir. Buradan öğrencinin birimler arası dönüşümlerde 10' un kuvvetlerini kullanmak yerine aradaki basamak sayısı ile işlem yapmasından ve birimleri yanlış sıralamasından dolayı konuyu tam olarak öğrenemediğini söyleyebiliriz. Öğretmen adayları öğrencinin yaptığı bu yanlışların sebebinin çoğunlukla öğretmen kaynaklı ve bilgi eksikliğinden dolayı olabileceğini ifade ederken çok az bir kısmı konunun ezberlenmeye çalışılması olarak göstermiştir. Diğer taraftan öğretmen adayları hatanın giderilmesine yönelik olarak kullanacağı yöntem, teknik ve stratejileri çoğunlukla anlatım yöntemi ve gösterip yaptırma olarak tercih etmişlerdir. Çoğu öğretmen adayının *Bana da öğretilen şekilde merdiven basamaklarını kullanarak her bir basamağa metrenin as ve üs katlarını yazarak birimlerin dönüşümlerini öğretdim.* şeklindeki cümlelerle ifadelendirdikleri merdiven modelini kullanmayı ikinci sırada önermişlerdir. Problem çözme yöntemi, ev ödevi verme, soru cevap tekniği, bilgisayar destekli öğretim yapma öğretmen adaylarının çözüm için sundukları diğer yöntem ve teknikler arasında yer almıştır.

### Sekizinci Sorudaki Hatanın Analizine Yönelik Bulgular

Tablo 10 öğretmen adaylarının “2,758 cl kaç ml’dir?” ifadesi ile verilen sıvı ölçüsü birimlerinin dönüşümüne ilişkin sekizinci soruyla ilgili öğretimsel açıklamalarının frekans ve yüzde değerlerini göstermektedir.

**Tablo 10.** Sekizinci Soruyla İlgili Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımı

| Temalar                            | Kodlar   | f  | %     |
|------------------------------------|--|----|-------|
| 1.Hatayı tespit edememe            | 1a Cevapsız  | 1  | 2.22  |
|                                    | 1b Hatayı yanlış tespit etme   | 3  | 6.67  |
|                                    | 2b Hatayı kısmen doğru tespit etme ve yanlış çözüm önerisi getirme       | 2  | 4.44  |
| 2. Hatayı kısmen doğru tespit etme | 2c Hatayı kısmen doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme | 13 | 28.89 |
|                                    | 2d Hatayı kısmen doğru tespit etme ve doğru çözüm önerisi getirme        | 1  | 2.22  |
|                                    | 3a Hatayı doğru tespit etme ve çözüm önerisi yok                         | 4  | 8.88  |
| 3.Hatayı doğru tespit etme         | 3b Hatayı doğru tespit etme ve kısmen doğru çözüm önerisi getirme        | 15 | 33.33 |
|                                    | 3c Hatayı doğru tespit etme ve doğru çözüm önerisi getirme               | 6  | 13.33 |
|                                    | Toplam   | 45 | 100   |

Tablo 10 öğrencinin hatasına yönelik olarak öğretmen adaylarının öğretimsel açıklamalarının frekans ve yüzde değerlerini göstermektedir. Buna göre Tablo 10’ da öğretmen adaylarının %8.89’ unun öğrencinin hatasını doğru tespit edemedikleri veya cevapsız bıraktıkları, %35.55’ inin hatayı kısmen doğru tespit ettikleri, %55.54’ ünün ise hatayı doğru tespit ettikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının yarısından fazlası hatayı doğru tespit etmişlerdir ancak bunların sadece %15.55’ i doğru bir çözüm önerisi ortaya koyabilmişlerdir. Aşağıda verilen ÖA<sub>4</sub> ve ÖA<sub>17</sub>’ nin alıntılarında bu durum açıkça görülmektedir.

ÖA<sub>4</sub>: *Virgül kaydırmayı kavrayamamıştır. Virgül kaydirmada nelere dikkat ediyorduk? diye sorardım. Büyük olan birimi küçük olan birime çevirirken birer birer sıfır eklendiğini küçük olan birimi büyük olan birime çevirirken de sayı sonunda sıfır varsa sıfırın birer birer kaldırıldığını veya virgölün sola kaydırıldığı dile getirilebilir* şeklindeki ifadesinde öğrencinin hatasını kısmen tespit etmiş ancak yanlış bir çözüm önerisi getirmiştir. ÖA<sub>4</sub>’ ün hatanın giderilmesine yönelik bu yaklaşımı öğrenciyi konuyu anlamadan ezberlemeye yöneltecektir. Benzer bir yaklaşımı ÖA<sub>17</sub> önermiştir. ÖA<sub>17</sub>: *Öğrenciye basamakları öğretmek için daha hikayeleştirilmiş şekilde anlatabilirim. Bir merdiven ve basamaklar olur ve bir çocuk olur, bu çocuk basamaklardan her çıktığında elinde bulunan bir ‘0’ lık poşetleri bırakır. Böyle bir anlatımla daha kalıcı bir anlatım yapılabilir. Ya da öğrencilerden bu konuyla ilgili hikâyeler bulup sınıfta anlatmalarını isteyebilirim.* şeklinde ezberci ve yüzeysel bir çözüm önerisi getirmeye çalışmıştır. Diğer taraftan ÖA<sub>14</sub>,



ÖA<sub>16</sub>, ÖA<sub>34</sub>, ÖA<sub>38</sub>, ÖA<sub>39</sub> ve ÖA<sub>41</sub> cevaplarında birbirine yakın yaklaşımlarla doğru çözüm önerileri sunmuşlardır. Bu önerilerden ikisi aşağıdaki alıntılarda verilmektedir.

ÖA<sub>14</sub>: Dereceli kaplarla öğrencinin yaptığı hata giderilebilir. Öğrencinin yaparak yaşayarak öğrenmesi sağlanabilir. Bunun için önce 1l kaç ml dir? diye sorarak buradan yola çıkardım. Sınıfa getirdiğim dereceli kapla öğrencinin bu ölçümü yapmasını isterdim. Yani buluş yoluyla öğrettirdim.

ÖA<sub>41</sub>: Birimlerin olduğu üç şişe alırdım. Birine 1cl, birine 1ml, birine de 1l su koyardım. Hangisinin daha fazla olduğunu sorardım. Böylece hangi birimin daha fazla olduğunu göstermiş olurum. Gösterip yaptırma ve buluş yolunu kullanırdım. Daha sonra sıvı ölçüsü birimlerinin birbirine dönüştürülmesi ile ilgili sorular çözerek konuyu pekiştirirdim. cl' nin ml' ye çevrilmesinin yanlış yapıldığı sekizinci soruda hatayı doğru tespit edebilen öğretmen adayları hatanın hacim ölçüleri ve sıvı ölçüleri arasındaki ilişkiyi bilememelerinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Sıvı ölçüleri aynı zamanda hacim ölçüleridir ve birbirlerine dönüştürülebilirler. Bunun için hacim ölçüleri ile sıvı ölçüleri arasındaki ilişkinin akıl yürütme ile bulunmasını sağlayacak etkinlikler tasarlanabilir. Bu bağlamda öğretmen adayları öğrencinin hatasını anlaması için öğrencinin kendi çözümü ile ilgili sorular sorarak hatanın nedenini ortaya çıkarmaya çalışacaklarını ve daha sonra çözüm önerilerini uygulayacaklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları hatanın giderilmesine yönelik kullanacakları yöntem, teknik ve stratejileri olarak anlatım yöntemi, buluş ve sunuş yoluyla öğretim stratejileri ve ev ödevleri verme şeklinde tercih etmişlerdir.

### Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada öğretmen adaylarının ölçüler konusuna yönelik öğrenci hatalarını tespit etme becerileri ve bu hataların giderilmesine yönelik çözüm önerilerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu anlamda çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının ölçüler konusuna ilişkin öğrenci hatalarını genellikle tespit edebildikleri ve öğrenci hatalarının giderilmesine ilişkin yapılandırmacı yaklaşıma dayalı yöntem, teknik ve stratejileri (modelleme, örnek olay, problem çözme yöntemi, beyin fırtınası, tartışma yöntemi, buluş yoluyla öğrenme stratejisi vb.) benimsedikleri görülmüştür. Öğretmen adayları uzunluk ölçüsü birimlerinin karşılaştırılması ve birbirine çevrilmesi ile ilgili birinci, beşinci ve yedinci sorularda öğrenci hatalarını çoğunlukla doğru tespit etmişlerdir. Birinci soruda öğrenci m ile km karşılaştırmasını, beşinci soruda dam ile km birimlerinin birbirine dönüştürülmesini ve yedinci soruda ise cm, m ve hm arasındaki dönüşümleri yanlış yapmıştır. Hatayı doğru



tespit ederek yanlış çözüm önerisinde bulunan bir öğretmen adayının “uzunluk ölçüsü birimlerinin baş harfleri ile bir kodlama oluştururum” şeklindeki çözüm önerisi dikkat çekmektedir. Çünkü böyle bir çözüm önerisi konunun anlaşılmasının ötesinde öğrenciyi ezbere yöneltecek ve kavramlar arasında ilişki kurmasını zorlaştıracaktır. Benzer şekilde bazı öğretmen adayları öğrencinin cevaplarında birimi belirtmemiş olmasını bir hata olarak görmemişlerdir. Oysaki sonucun birimler cinsinden ifade edilmesi kavramların anlaşılmasında çok önemlidir. Koray, Özdemir ve Tatar yaptıkları çalışmada (2005) kavramlar arası ilişkilerin öğrenilmesi ve bilimsel bilginin yapılandırılması için bilimsel kavramların birimlerinin bilinmesi ve yazımda gösterilmesinin önemli olduğuna işaret etmişlerdir. Bu sonuç bu çalışmadan elde edilen sonucu destekler niteliktedir.

Alan ölçüsü birimleri ile ilgili olan altıncı soruda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu hatayı doğru tespit edememişlerdir. Altıncı soruda öğrenci çözümünü açıklarken “birimlerin dönüşümünde sıfır atılır” ifadesini kullanmıştır. Öğretmen adaylarının bir kısmı öğrencinin ifadesindeki bu yanlışı benimsemiş ve cevabı doğru kabul ederek hatanın farkına varamamışlardır. Öğretmen adaylarının bu ifadeyi benimsemelerinde etkili olanın okul yıllarında kendilerine de bu şekilde öğretilmiş olmasını göstermişlerdir. Hatta bir öğretmen adayı *merdiven basamakları ile çizerek öğretirim* şeklinde bir öneride bulunmuştur. Öğretmen adaylarının verilen problemlerin çözümleri ile ortaya çıkan sonuçların uygun birimlerle ifade edilmesinin öneminin farkında olmaları ve buna yönelik bir öğretim gerçekleştirmeleri kavramların öğrenciler tarafından anlaşılmasını kolaylaştırabilir. Bu doğrultuda ölçmede birim kavramının ve birimler arası dönüşümlerin uzunluk, alan ve hacim kavramlarının kazandırılmasında önemli bir yere sahip olduğu söylenebilir. Nitekim bu durum öğretmen adaylarının alan bilgilerinin ve pedagojik alan bilgilerinin yeterli düzeyde olmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan altıncı sorudaki öğrenci hatasını doğru tespit edebilen öğretmen adayları, hatanın giderilmesine yönelik olarak alan ölçüsü birimleri arasındaki ilişki kurulduktan sonra birimler arasındaki dönüşümleri gerektiren çalışmalar yapabileceklerini ifade etmişlerdir. Bu sonuç Van de Walle, Karp ve Bay-Williams (2010) 'ın değerlendirmeleri ile desteklenmektedir.

Çevreleri eşit uzunluğa sahip olan kare ve dikdörtgenlerden alanının en büyük olanının bulunmasının istendiği altıncı soruda öğrenci sonucu  $m^2$  yerine  $m$  ile ifade etmiştir. Bu durumu öğretmen adayları öğrencinin konuyu tam olarak kavrayamaması, bilgi

eksikliğinin olması veya ezber yapmaya çalışmasından dolayı kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Öğrencinin altıncı soruda düştüğü yanılgıyı öğretmen adaylarının da fark etmemiş olması ilgili literatürde öğretmen adayları üzerinde yapılan birtakım çalışmalarla da ortaya konmaktadır. Şöyle ki, Simon ve Blume (1994) çalışmalarında öğretmen adaylarının satırlar ya da sütunlar şeklinde sıralanmış birim dizisinin şeklinin ve büyüklüğünün, alan ölçümü için seçilen birime ve nesnenin boyutlarına nasıl ve ne şekilde bağlı olduğunu algılayamadıklarını belirtmişlerdir (akt., Zembat, 2010). Nitabach ve Lehrer (1996) öğrenciler için birim ve nitelik arasındaki ilişkinin çok açık olmadığını yani niteliğin hangi birimle ölçülmesi gerektiğine öğrencilerin karar veremediklerini belirtmişlerdir. Kamii ve Kysh'a göre alan ölçümü öğretiminde kaplama yaptırmaktan ziyade alan-birim ve birim-kenar uzunluğu ilişkisine yer vermek önemlidir (Zembat, 2010). Hacim ölçüsü birimlerinin dönüşümleri ve karşılaştırılmaları ile ilgili olan ikinci sorudaki öğrenci hatasını öğretmen adaylarının yarıya yakını doğru tespit edememiştir. Öğrenci ikinci soruda sonucu  $br^3$  yerine  $br$  olarak ifade etmiş ve hata yapmıştır. Öğretmen adaylarının yarıya yakını sonucun sadece sayısal değerine odaklanmış ve sonucun uygun birimle ifade edilmesinin kavramın öğrenilmesinde ne kadar önemli olduğuna dikkat etmemiştir. Bu şekildeki bir anlayış öğrencinin farklı boyutlardaki ölçü birimleri ile doğru bir ilişki kurmasını engelleyebilir veya zorlaştırabilir. Bu nedenle sonucun uygun birimlerle ifade edilmesi önemlidir. Ancak öğretmen adayları bunu dikkate almayarak öğrenciyi ezber yapmaya yöneltecek bir anlayış içinde bulunmuş ve cevabı doğru kabul etmiştir. Benzer bir sonuç Esen ve Çakıroğlu (2012) tarafından yapılan çalışmada ortaya çıkmıştır. Buna göre bazı öğretmen adayları hacim ölçmede birim kullanımına yönelik kurgulanan öğrenci cevabındaki yanlış yaklaşımı benimsemişlerdir. Bu bulgu hacim ölçmede formül kullanımının ön planda olmasından dolayı öğretmen adaylarının birim kavramını sorgulamadıkları sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bu doğrultuda bu iki çalışmanın sonuçlarının örtüştüğü görülmektedir. Diğer taraftan bu çalışmada bazı öğretmen adayları sonucun uygun ölçü birimi ile ifade edilmesinin gerektiğini belirterek hatayı doğru tespit etmişlerdir. Öğretmen adaylarının çok az da olsa bir kısmının cevabı incelendiğinde hatayı doğru tespit edememesinin yanı sıra hacim kavramına yönelik açıklamalarının ayrıca tartışılması gerekir. Nitekim öğretmen adaylarının hacim hesabını  $en \times boy \times yükseklik$  formülü ile özdeşleştirmesinde bir sorun olmadığı görülmekle birlikte hacim kavramının sadece formülle gösterildiği anlayış matematik

eğitmcilerini ve öğrencilerini matematiksel yapıdan uzaklaştırarak yanlış genellemeler yapmalarına neden olabilmektedir. Van de walle ve diğ. (2008, akt. Zembat, 2010) bu formülü bir nesnenin içerdiği birim sayısının uzunluklar yardımıyla bulmanın kolay bir yolu olarak ifade etmektedir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken *en x boy x yükseklik* ile *taban alanı x yükseklik* formüllerinin ne anlama geldiğinin çok iyi açıklanması ve bir kavram yanlışlığına sebebiyet verilmemesidir. Çünkü genellemelerin kökeninde formülün neyi içerdiğinin bilinmemesi bulunmaktadır (Zembat, 2010). Öğretmen adaylarının hacim kavramı ile ilgili öğretimsel açıklamalarından elde edilen bulgunun bu bağlamda değerlendirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Çünkü öğretmen adayının matematik alan bilgisinin eksikliği veya yetersizliği matematiği öğretme bilgisini ortaya koyabileceği bir çözüm önerisi sunmasına engel olduğu görülmektedir.

Hacim ölçüsü birimlerinin sıvı ölçüsü birimlerine çevrilmesinin sorulduğu dördüncü soruda öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun öğrenci hatasını tespit edemediği dolayısıyla bir çözüm önerisi getiremedikleri görülmüştür. Öğrenci dördüncü sorudaki cevabında dikdörtgenler prizmasının hacmini bulmuş ancak prizmanın dolması için kaç litre suya ihtiyaç olduğunu bulamamıştır. Dolayısıyla öğrenci  $cm^3$  ile  $dm^3$  arasında bir ilişki kuramamış ve sonucu litre cinsinden ifade edememiştir. Öğrencinin hacim ölçüsü birimleri ile sıvı ölçüsü birimleri arasındaki ilişkilendirmeyi yapamadığı görülmüştür. Hatayı kısmen tespit edebilen öğretmen adaylarından birinin *hacmi bulabilmek için bütün kenarları çarpması gerekirdi* şeklindeki açıklaması göz önüne alınırsa öğretmen adayının hacim kavramını tam olarak bilmediği söylenebilir. Bu sonuç Esen ve Çakıroğlu (2012) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir. Hatayı tespit edebilen öğretmen adayları hatanın giderilmesine yönelik olarak buluş yoluyla öğretim stratejisini çoğunlukla tercih etmişlerdir. Öğretmen adayları hacim ölçüleri ile sıvı ölçüleri arasındaki ilişkinin kurulabilmesi için sınıfa getireceği çeşitli prizmaları ve dereceli kapları su ile birlikte kullanarak hatayı giderebileceklerini ifade etmişlerdir. Bu öneri öğrencinin bilgiyi kendisinin keşfetmesine yönelik olduğundan doğru bir çözüm önerisidir. Benzer şekilde sıvı ölçüsü birimlerinin birbirine çevrilmesi ile ilgili sekizinci soruda öğretmen adaylarının yarıdan çoğunun hatayı doğru tespit ettikleri görülmüştür. Ancak bunların çok az bir kısmı doğru çözüm önerisi getirmiştir. Çözüm önerilerinde hacim ölçüleri ile sıvı ölçüleri arasındaki ilişkinin akıl yürütme ile bulunmasını sağlayacak çeşitli etkinlikler yapabileceklerini ve

çözümün belirlenmesinde öncelikle hatanın nedenlerinin ortaya çıkarılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Uzunluk, alan ve hacim ölçülerinin günlük hayattaki kullanımlarına ilişkin üçüncü soruda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun öğrenci hatasını *cm'nin üssünün artmasıyla daha büyük nesnelerin ölçülebileceğini düşünmesi* olarak doğru tespit ettikleri görülmüştür. Ayrıca öğrencinin uzunluk-alan-hacim ve boyut-iki boyut-üç boyut kavramlarını bilmediğini ya da anlamadığını ifade etmişlerdir. Öğrenci üçüncü soruda hacim ölçüsü birimi ile alan ölçülebileceğini düşünerek cevap vermiştir. Bu öğrenci açısından önemli bir yanılıdır. Ancak öğretmen adaylarının çok az bir kısmı doğru çözüm önerisi sunmuştur. Bu türlü hataların giderilmesine yönelik yapılacak olan çalışmalarda önemli olan ölçmede kullanılan birimin ve ölçülen nesnenin nitelikleri bakımından birbiriyle uyumlu olmasının (Nitabach & Lehrer 1996) gerekliliğinin öğrenciye kavratılmasıdır. Örneğin ipin uzunluk, futbol sahasının alan ve balonun hacim nitelikleri ile değerlendirilmesinin uygun olduğu öğrenciye hissettirilmelidir. Buraya kadar yapılan değerlendirmeler ışığında ölçme konusunun öğretiminde nitelik-birim-miktar ve bunlar arasındaki ilişkilerin tam olarak kavratılmasının önemli olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının öğretimsel açıklamaları değerlendirildiğinde günlük hayattan örnekler vererek özellikle uzunluk ölçüsü birimlerinin onar onar, alan ölçüsü birimlerinin yüzer yüzer ve hacim ölçüsü birimlerinin biner biner büyüdüğünü ve küçüldüğünü gösteren modeller kullanacaklarını ve uzunluk, alan ve hacim ölçülerinin birbirleri ile olan ilişkisinin kurulmasıyla konunun anlaşılmasını sağlayacaklarını belirttikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının çözüm önerileri Baykul (2014) 'un önerileri ile desteklenmektedir. Doğru çözüm önerisinde bulunan öğretmen adayları öğrencinin hatasının nedenlerinin tespitinin de önemli olduğu üzerinde durmuşlardır. Bu bağlamda hem öğrencinin anlamasını ortaya çıkarabilecek hem de yaptığı çözümle ve işlemlerle ilgili sorular sorulmasının gerektiğini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları hatanın giderilmesine yönelik olarak öğrenciye ölçü birimleriyle ilgili sorular sorarak bilgi vermeyi ve öğrencinin hatasını fark etmesi için öğrencinin yaptığı çözüm ile ilgili sorular sormayı önermişlerdir. Bu şekilde öğrenci tarafından çözümünün sorgulanmasının sağlanarak hatanın kaynağının tespit edilebileceğini düşünmüşlerdir. Hatanın nedenlerinin ortaya çıkarılmasından sonra hataların giderilmesine yönelik olarak anlatım yöntemi ile birlikte soru cevap tekniğini, beyin fırtınası tekniğini, eğitsel oyun

tekniklerini, problem çözme yöntemini, tartışma yöntemini, bilgisayar destekli öğretim yöntemini, örnek olay yöntemini ve özellikle sunuş ve buluş yoluyla öğretim stratejilerini kullanabileceklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları yapılandırmacı yaklaşıma dayalı olarak öne sürdükleri çözüm önerilerinde yöntem, teknik ve strateji seçimlerinin gerekçesini *öğrencilerin problemin içine alınarak çözümün kendileri tarafından oluşturulmasını ve keşfetmelerinin sağlanması* şeklinde açıklamışlardır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının *öğrenci ancak aktif katılımı yaparak ve yaşayarak öğrenebilir* yaklaşımına dayalı bir anlayış geliştirdikleri söylenebilir. Kültür, Kaplan ve Kaplan (2002) yaptıkları çalışmada öğrenci merkezli yöntemleri benimseyen öğretmenlerin sınıflarında ölçüler konusunun öğretiminde öğrenci başarı düzeyinin yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da öğretmen adayları yapılandırmacı yaklaşıma dayalı yöntemleri ve stratejileri kullanacaklarını belirtmişlerdir. Bu doğrultuda bu iki çalışmanın sonuçlarının benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Bu çalışmada öğretmen adayları ölçüler konusuna yönelik olarak öğrenci hatalarını genellikle tespit edebilmişler ancak önceki paragraflarda sunulduğu gibi geçmişten getirdikleri öğrenmeler veya alışkanlıklarla kendilerine özgü görüşleri doğrultusunda öğrenci hatalarının ya farkına varmamışlar ya da hatayı hata olarak görmemişlerdir. Baki (2014) 'nin öğretmen adaylarının okul yıllarında matematiği nasıl öğrenmişlerse, öğretmen olduklarında da aynı ölçüyü kullandıklarını ve matematik ve matematik öğretimi hakkında okul yıllarının şekillendirdiği kendilerine özgü görüşleri ve inançları bulunduğunu belirten ifadeleri bu çalışmadan çıkan sonuçları destekler niteliktedir. Ayrıca elde edilen verilerde Baki' nin, okul yıllarında öğretmen adaylarının aldıkları eğitimin daha çok işlemsel görüşe dayanmasından dolayı matematiği kurallar ve yöntemler yığını olarak gördükleri ve ezberleme eğiliminde oldukları görüşünü destekler nitelikteki sonuçlara ulaşılmıştır. Örneğin, öğretmen adaylarının sadece sayısal sonuca odaklanmalarından dolayı öğrencinin sonucu uygun olan birimle ifade etmemesini yapılan bir hata olarak değerlendirmedikleri görülmüştür. Benzer şekilde öğretmen adayları öğrencinin hacim ölçüleri ile sıvı ölçüleri arasındaki ilişkiyi kuramadığını tespit edememişler ve sadece sayısal sonucun bulunması bazı öğretmen adayları için yeterli olmuş hacim ölçüsü biriminin cm olarak ifade edilmesinin yanlış olduğunun farkına varmamışlardır. Ancak hatayı tespit edebilen adaylar öğrencinin uzunluk-alan ve hacim ölçüleri arasında ilişki kuramadığı ve boyutun da üzerinde

durulması gereken önemli bir kavram olduğu şeklinde bir değerlendirme yapmışlardır. Hatayı doğru tespit ederek doğru çözüm önerisinde bulunan adaylar yaptıkları öğretimsel açıklamalarda *temel hacim ölçüsü biriminin metreküp olduğunu ve metreküpün boyutları birer metre olan küpün hacmi olduğunu* kavratılması gerektiğini belirtmişlerdir. Bunun için günlük hayattan örnek olabilecek modellerle gösteri yöntemini ve buluş yoluyla öğretim stratejisini kullanabileceklerini ve bu yolla öğrenci hatalarının düzeltilebileceğini ifade etmişlerdir.

Sonuç olarak öğretmen adaylarının öğretimsel açıklamaları genel olarak değerlendirildiğinde adayların öğrenci hatalarını kısmen tespit ettikleri sorularda çoğunlukla anlatım yöntemini kullanmayı bir çözüm önerisi olarak sunduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının hatayı doğru olarak tespit edememesinden dolayı yeterli alan bilgisine sahip olmadığının düşünülmesi ve ölçme konularının öğretiminde anlatım yöntemini tercih etmeleri önemli bir sonuçtur. Diğer taraftan hatayı doğru tespit edebilen öğretmen adaylarının hatanın giderilmesine yönelik olarak daha çok yapılandırıcı yaklaşıma dayalı yöntem, teknik ve stratejileri tercih edecekleri görülmüştür. Bu bulgulardan öğretmen adaylarının ölçme konu alan bilgilerinin öğrencilerin hatalarının giderilmesine yönelik yapılacak çalışmaları ve çözüm önerilerini etkileyeceği sonucu çıkarılabilir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının etkili bir matematik öğretimi yapabilmeleri için konu alan bilgisine ve konuyu öğretme bilgisine sahip olmaları gerektiği açıkça ortaya konmaktadır (Watkins & Mortimore, 1999). Nitekim öğretmen adaylarının konu alan bilgilerinin yetersiz olmasının öğrenci zorluklarının tespit edilememesinde etkili olduğunu gösteren çalışmaların (Esen & Çakıroğlu, 2012; Yeşildere & Akkoç, 2010) sonuçları ile bu çalışmanın sonuçlarının benzerlik gösterdiği söylenebilir. Dolayısıyla Baki (2014)' nin öğretmen adaylarının kavramsal matematik görüşünü benimsemeleri ve mesleklerini icra ederken işlemsel bilgiden çok kavramsal matematiğin öğretilmesine yönelik çalışmalar yapmalarının zor olduğu görüşünün önemi ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda matematik öğretmen adaylarının yetiştirilmesinde bu çalışmada ele alınan ölçüler konusunun öğretiminde farklı yöntem, teknik ve stratejilerin uygulanabileceği öğretim ortamları oluşturulabilir.

### Kaynaklar

- Baki, A. (2014). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Ankara: Harf Yayınları.
- Baykul, Y. (2014). *Ortaokulda matematik öğretimi (5-8. Sınıflar)*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.



- Ball, D. L., Hill, H. C., & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching. Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide? *American Educator*, 29 (1), 14-46.
- 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.
- Bütüner, Ö. S. & Uzun, S. (2011). Fen Öğretiminde Karşılaşılan Matematik Temelli Sıkıntılar: Fen ve Teknoloji Öğretmenlerinin Tecrübelerinden Yansımalar. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 4 (2), 262-272.
- Dağlı, H. & Peker, M. (2012). İlköğretim 5.sınıf öğrencileri geometrik şekillerin çevre uzunluğunu hesaplamaya ilişkin ne biliyor? *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 5(3), 330-351.
- Esen, Y. & Çakıroğlu, E. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının hacim ölçmede birim kullanmaya yönelik kavrayışları. *Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1),21-30.
- Fedosejeva, J., Boce, A. Romanova, M., Ilisko, D., & Ivanova, O. (2018). Education of sustainable development: the choice of pedagogical approaches and methods for the implementation of pedagogical tasks in the anthropocene age. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 20 (1), 157-179.
- Gökkurt, B. (2014). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin geometrik cisimler konusuna ilişkin pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Gökkurt, B., Şahin, Ö., Soylu, Y., & Soylu, C. (2013). Öğretmen adaylarının kesirlerle ilgili pedagojik alan bilgilerinin öğrenci hataları açısından incelenmesi. *International Online Journal of Educational Sciences*, 5 (3), 719-735.
- Kidman, G. & Cooper, T. J. (1997). *Area integration rules for grades 4, 6, 8 students*. In E.Pehkonen (Ed.). Proceedings of the 21<sup>st</sup> Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (pp. 132- 143). Lahti, Finland: PME.
- Koray, Ö., Özdemir, M., & Tatar, N. (2005). İlköğretim öğrencilerinin "birimler" hakkında sahip oldukları kavram yanlışları: kütle ve ağırlık örneği. *İlköğretim-Online*, 4(2), 24-31.
- Kutluca, T., & Baki, A., (2009). 10. sınıf matematik dersinde zorlanılan konular hakkında öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin görüşlerinin incelenmesi, *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17 (2), 616-632.
- McDonough, A., Cheeseman, J. & Ferguson, S. (2012, July). *Striving to maximize children's learning of mass measurement*. 12<sup>th</sup> International Congress on Mathematical Education. COEX, Seoul, Korea.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. (Second Edition). California: SAGE Publications.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2013). *Ortaokul matematik dersi 5, 6, 7 ve 8. sınıflar öğretim programı*. Ankara: MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.



- Moreira, C. Q. & Contente, M. do R. (1997). *The role of writing to foster pupil's learning about area*. In E. Pehkonen (Ed.). *Proceedings of the 21<sup>st</sup> PME International Conference*, 3, 256-263.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston.
- NJ Mathematics Curriculum Framework, (2014). *Standart 9, measurement*, 281-308.
- Nitabach, E. & Lehrer, R. (1996). Research into practice: Developing spatial sense through area measurement. *Teaching Children Mathematics*, 2, 473-476.
- Olkun, S., & Toluk-Uçar, Z. (2004). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. (genişletilmiş 3. baskı), Ankara: Anı Yayıncılık.
- Olkun, S., Çelebi, Ö., Fidan, E., Engin, Ö., & Gökğün, C. (2014). The meaning of unit square and area formula for Turkish students [in Turkish]. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 180-195.
- Şahin, Ö., Gökçurt, B., Başbüyük, K., Erdem, E., Nergiz, T. & Soylu, Y. (2013). Matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının pedagojik alan bilgilerinin karşılaştırılması. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(4), 693-713.
- Şişman, G. & Aksu, M. (2009). Yedinci sınıf öğrencilerin alan ve çevre konularındaki başarıları. *İlköğretim Online Dergisi*, 8 (1), 243-253.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand; Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- Sullivan, P., & McDonough, A. (2002). *Teachers differ in their effectiveness*. In A. D. Cockburn & E. Nardi (Eds.). *Proc. 26<sup>th</sup> Conf. of the Int. Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, (pp. 249-256). Norwich, United Kingdom: School of Education and Professional Development, University of East Anglia.
- Şimşek, N. & Boz, N. (2015). Sınıf öğretmeni adaylarının uzunluk ölçme konusunda pedagojik alan bilgilerinin öğrenci kavrayışları bağlamında incelenmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 4 (3), 10-30.
- Tan-Sisman, G., & Aksu, M. (2012). The length measurement in the Turkish mathematics curriculum: Its potential to contribute to students' learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10 (2), 363-385.
- Thompson, T. D. & Preston, R. V. (2004). Measurement in the middle grades: insights from NAEP and TIMSS, *Mathematics Teaching in The Middle School*, 9 (9), 515-519.
- Toluk-Uçar, Z. (2011). Öğretmen adaylarının pedagojik içerik bilgisi: öğretimsel açıklamalar. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 2 (2), 87-102.
- Uzun, S., Bütüner, S., & Yiğit, N. (2010). 1999-2007 TIMSS fen bilimleri ve matematik sonuçlarının karşılaştırılması: sınavda en başarılı ilk beş ülke-Türkiye örneği. *İlköğretim Online Dergisi*, 9 (3), 1174-1188.
- Van De Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2013). *İlkokul ve ortaokul matematiği gelişimsel yaklaşımla öğretim*. (Çev. Ed. Soner Durmuş). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yeşildere, S. & Akkoç, H. (2010). Matematik öğretmen adaylarının sayı örüntülerine ilişkin pedagojik alan bilgilerinin konuya özel stratejiler bağlamında incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 125-149.
- Watkins, C., & Mortimore, P. (1999). *Pedagogy: what do we know*. In P. Mortimore (Ed.). *Understanding pedagogy and its impact on learning* (pp. 1-19). London: Paul Chapman.
- Wilson, P. S., & Rowland, R. (1993). *Teaching measurement*. In R. J. Jensen (Ed.). *Research ideas for the classroom: Early childhood mathematics* (pp. 171-194). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Zembat, İ. Ö. (2010). Ölçme, temel bileşenleri ve sık karşılaşılan kavram yanlışları. E. Bingölbali ve M. F. Özmentar (Ed.). *İlköğretim öğrencilerinin matematiksel zorlukları ve çözüm önerileri içinde* (s. 127-154). Ankara: Pegem Akademi Yayınevi.