



Case Study of Elementary School Mathematics Teacher Candidates with Number Sense Skills at Different Levels

Özge DAYI ¹, Mehmet Ali KANDEMİR* ²

¹ 80th Anniversary Secondary School, Bursa, Turkey, ozge-yigit-1992@hotmail.com

² Balıkesir University, Balıkesir, Turkey, kandemir@balikesir.edu.tr ,
<http://orcid.org/0000-0003-1598-5108>

Received : 30.11.2018

Accepted : 24.12.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.506441

Abstract – In this study, it is aimed to examine the number senses of primary school mathematics teacher candidates. In the study, the number sense skills of two teachers candidates at different levels of number sense success were examined in-depth and the case study design was used by making comparisons since the current situation was examined. Two elementary school mathematics teacher candidates who participated in the study were selected by using the extreme (deviant) case sampling. Number sense test and clinical interview number sense test were used to collect data. The qualitative data were subjected to content analysis and document review. As a result of the research, the findings regarding the strategies used by the teacher candidates to solve problems, the number sense use levels, the number sense components, and their relationships with number sense were obtained. As a result of this study, there were sharp differences between two teacher candidates with high and low number sense levels in the use of number sense characteristics. According to the results, when the problem solving processes of the teacher candidates were examined, their strategies were diversified such as using rules, making incorrect calculations, answers without explanations, intuitive ideas, mental calculations, and estimating strategies.

Keywords: Number sense, number sense components, strategies for problem solving, mathematics teacher candidates

*Corresponding author: Mehmet Ali KANDEMİR, Asist.Prof.Dr. ,Balıkesir Üniversitesi, Department of Mathematics and Science Education, Mathematics Education, Altieylül, Balıkesir, TÜRKİYE

E-Mail: kandemir@balikesir.edu.tr

Not: This study was composed of a part of the master thesis named “ A Study on the Number Sense of Elementary School Mathematics Teacher Candidates” by the first author.

Summary

Introduction

The number sense refers to a person's general understanding of numbers and operations and the ability to use numbers flexibly. The number sense skill shows development beginning in elementary school (Markovits & Sowder, 1994; McIntosh, Reys, & Reys, 1992; Resnick, 1989; Reys, Reys, Nohda, Emori, 1995; Reys & Yang, 1998). The development of the number sense, which starts in elementary education, continues in secondary education. The development of the number sense of the students is affected by the good number sense of teachers and teacher candidates (Clark & Peterson, 1986). It was observed that the number sense of teacher candidates and students in international studies was low (Mohamed & Johnny, 2010; Reys & Yang, 1998; Singh, 2009; Yang, 2005; Zanzali & Ghazali, 1999). Few research was conducted on the number sense and performance of teachers and teacher candidates (Clark & Peterson, 1986; Dede & Şengül, 2016; Glinner, 1991; Kaminski, 1997; Kayhan, Altay, & Umay 2011). In the literature, many studies examining the number sense of the teacher candidates stated that teacher candidates do not poses enough number sense to realize the goals of the mathematics curriculum (Courtney-Clarke & Wessels, 2014; Kaminski, 1997; Kayhan and et all., 2011; Sengül, 2013; Sengül, Gulbağcı & Dede, 2014; Yang, Reys & Reys, 2009).

Method

Research Design

In this study, exploratory sequential mixed method research was used. The purpose of this design is to use qualitative data from interviews to explain quantitative findings in more detail (Creswell, 2016). In the study, firstly, quantitative phase was carried out. In the quantitative stage, screening research model was used. The qualitative phase as the second stage of the research is a case study.

Participants

As the quantitative sample, 171 elementary school mathematics teacher candidates, 38 males and 133 females, from a state university in the Marmara geographical region participated in the study. Participants were selected by appropriate sampling that is a random sampling method. By applying extreme (deviant) case sampling, one teacher candidate was selected from each group, upper and lower, determined according to the average of the points they got from the number sense test. Information on two teacher candidates is included in the findings section.

Data Collection and Analysis

Both quantitative and qualitative data collection tools were used in the study. In this study, the Number Sense Test (NST) was used as a quantitative data collection tool. This test was prepared by literature review. The validity and reliability of the test was performed. The Number Sense Clinical Interview Test was used as qualitative data tool. A new scoring system has been established by the researchers based on the scoring of Yang and Li (2013) in the scoring of the questions about the number sense test. This scoring system was completed as a result of panels made by researchers and mathematics educators. The data obtained from the clinical interview, which is the qualitative analysis part of the study, was qualitatively analyzed. Content analysis technique was used from qualitative analysis approaches in order to determine repetitive codes and themes. The data obtained from the clinical interviews were analyzed in depth using a framework that searched for answers to the questions of which strategy was used in the problem solving and how the teacher candidate used that particular strategy. The agreement rate between different coders was determined as 0.96.

Conclusion

When the correct answers to the number sense test of teacher candidate with low-level number sense were examined, it was seen that she reached the correct answer by using number sense strategies in some questions, but in most of the questions, she reached the correct answer by using rule based strategies. On the other hand, it was seen that the teacher candidate with high-level number sense answered all the questions correctly and that the strategies for problem solving she used were number sense strategies and even she answered the questions with high-level mathematical reasoning strategy. The teacher candidate selected from the group with high-level number sense reflected the greatest use of number sense components. It was observed that the teacher candidate with high-level number sense tended to use the benchmarks during the interview and had the right answer by making an accurate interpretation of the questions in the problem solving process. This teacher candidate had good mathematical reasoning in problem solving. It was seen that the teacher candidate developed strategies using the basic mathematical concepts, showed the flexibility to change her strategies by looking at a wrong solution on a question, showed the ability to evaluate which of the strategies were more appropriate, and did not use any mathematical arguments to explain the problem solving processes for most of the questions. In all the interviews, the teacher candidate displayed a confident attitude. It was seen that the teacher candidate with low-level number sense using rules and algorithms in problem solving has operational knowledge, but it was concluded that there was a lack of conceptual infrastructure in mathematical knowledge. When the wrong answers of the teacher candidate were examined,

it was seen that most of them were due to misconceptions and lack of comprehension. In order to develop the number sense, the teacher candidate should learn the concepts completely and establish the relationship between the concepts. Otherwise, misconceptions may occur. When the problem solving process of the teacher candidate with high-level number sense was examined, it was seen that there was no deficiency in the conceptual infrastructures with operational knowledge and conceptual knowledge.

Discussion

As a result of this study, there were sharp differences between two teacher candidates with high and low number sense levels in the use of number sense characteristics. According to the results, when the problem solving processes of the teacher candidates were examined, their strategies were diversified such as using rules, making incorrect calculations, answers without explanations, intuitive ideas, mental calculations, and estimating strategies. In the study, the component that the teacher candidate from the high-level number sense group was most successful at was the parsing and reorganization components and the component she was least successful was the number knowledge component. Moreover, it is noteworthy that the two problems solved by the teacher candidate with high mathematical reasoning were different components. In the study, the component that the teacher candidate from the low-level number sense group was most successful at was the parsing and reorganization components and the component she was least successful was the relative effect of operations component. It is noteworthy that the teacher candidate did not answer any of the questions regarding the relative effect of operations correctly. The parsing component was found to be the most successful of both teacher candidates. It has been seen that most of the questions that the teacher candidate with low-level number sense answered wrongly were due to wrong reasoning and some of them were caused by misuse of rule-based strategies. In the study, it was seen that the teacher candidate with low number sense had various misconceptions such that addition and multiplication processes increases the value of the number and the subtraction and division processes decreases the value of the number. The teacher candidate's explanation regarding multiplication process makes the value of the numbers large showed that she used wrong reasoning. In the study, it was seen that although the teacher candidate with low-level number sense answered most of the questions wrongly, she displayed a confident attitude. This shows that the teacher candidate is not aware of the misconceptions she has and the wrong algorithms she used.

Farklı Düzeyde Sayı Duyusu Becerisine Sahip İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarına İlişkin Durum Çalışması

Özge DAYI ¹, Mehmet Ali KANDEMİR* ²

¹ 80.yıl Cumhuriyet Ortaokulu,Bursa,Türkiye ozge-yigit-1992@hotmail.com

² Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir,Türkiye, E-posta: kandemir@balikesir.edu.tr ,
http://orcid.org/0000-0003-1598-5108

Gönderme Tarihi: 30.11.2018

Kabul Tarihi: 24.12.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.506441

Özet – Bu çalışmada ilköğretim matematik öğretmen adaylarının sayı duyularının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada farklı sayı duyusu başarı düzeyindeki iki öğretmen adayının sayı duyusu becerileri kendi içlerinde derinlemesine incelendikten sonra karşılaştırma yaparak mevcut durum incelendiği için durum çalışması deseni kullanılmıştır. Araştırmada seçilen iki ilköğretim matematik öğretmen adayı aykırı durum örnekleme ile seçilmiştir. Veri toplamak amacıyla sayı duyusu testi ve klinik mülakat sayı duyusu testi kullanılmıştır. Elde edilen nitel veriler içerik analizine ve doküman incelemesine tabi tutulmuştur. Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarının soruların çözümünde kullandıkları stratejiler, sayı duyusu kullanma düzeyleri, sayı duyusu bileşenleri ve sayı duyusu arasındaki ilişkiye ilişkin bulgular elde edilmiştir. Bu çalışma, sayı duyusu özelliklerinin kullanımında yüksek ve düşük sayı duyularına sahip iki öğretmen adayı arasında keskin farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının çözüm süreçleri incelendiğinde kural kullanma, yanlış hesaplamalar yapma, açıklama olmayan cevaplar, sezgisel fikirler, zihinsel hesaplamalar, tahmin stratejilerini kullanma gibi çeşitlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sayı duyusu, sayı duyusu bileşenleri, çözüm yolu stratejileri, matematik öğretmen adayları.

*Sorumlu yazar: Mehmet Ali KANDEMİR,Dr.Öğrt.Üyesi,Balıkesir Üniversitesi,Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi, Altıeylül, Balıkesir, TÜRKİYE

İletişim: kandemir@balikesir.edu.tr

Not: Bu çalışma birinci yazarın “İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Sayı Duyuları Üzerine Bir Çalışma” isimli yüksek lisans tezinin bir bölümünden oluşturulmuştur.

Giriş

Sayı duygusu, bir kişinin sayı ve işlemlerle ilgili genel anlayışını, sayıları esnek bir şekilde kullanma yeteneğini ifade eder. Sowder (1992), sayıları, işlemleri ve sayısal problemleri yaratıcı ve esnek bir şekilde çözmeye özelliklerini belirleyen iyi organize edilmiş kavramsal bir ağ olarak tanımlamaktadır. Farklı araştırmacılar, sayı duygusunun tanımlanması zor bir terim olduğuna işaret etmişlerdir. Bu sebeple bir çok araştırmacı sayı duygusunu bileşenlerle tanımlamışlardır (McIntosh Reys ve Reys, 1992; Reys ve Yang, 1998; Yang, 2005). Literatürdeki sayı duygusu tanımlarının örnekleri önemli sayı duygusu bileşenlerinin ne olduğunu vurgulamaktadır (Markovits ve Sowder, 1994; McIntosh vd., 1992; Resnick, 1983; Reys, Reys, Nohda ve Emori, 1995; Reys ve Yang, 1998). Ancak literatürde sayı duygusu bileşenleri ile ilgili ortak bir sınıflandırma mevcut değildir.

Literatürdeki sayı duygusu bileşenleri incelendiğinde araştırmacıların tanımladığı farklı bileşenlerin başka bir bileşen tarafından kapsanabildiği görülmektedir. Bu durum McIntosh, Reys ve Reys'in (1992) sınıflandırmasında da görülmektedir. McIntosh, Reys ve Reys (1992) sayı bilgisi bileşeninin sayıların denk gösterimi, sayıların düzenli bileşenine ayrılarak sınıflandırmaya gidilmiştir. Sayı duygusu becerisinin karmaşık yapısını ve geniş kapsamını en iyi şekilde belirlemek için beş bileşen ile sınıflandırma yapılmasına karar verilmiştir. Araştırmada kullanılan beş sayı duygusu bileşenine aşağıda yer verilmiştir: (1) Sayı bilgisi, (2) Sayıların göreceli ve mutlak büyüklüklerini tanıma, (3) Referans ölçütlerin kullanarak kıyas, (4) Sayıların ayrıştırılması ve yeniden düzenlenmesi, (5) İşlemlerin göreceli etkisini anlamak.

İlköğretimde başlayan sayı duygusu becerisi gelişim gösteren bir beceridir (Hiebert, Carpenter ve Moser, 1982; Markovits ve Sowder, 1994; McIntosh vd., 1992; Resnick, 1989; Reys ve Yang, 1998; Reys vd., 1995). İlköğretimde başlayan sayı duygusunun gelişimi, orta öğretimde devam etmektedir. Öğrencilerin sayı duygusunun gelişmesi öğretmen ve öğretmen adaylarının sayı duygusunun iyi olmasından etkilenir (Clark ve Peterson, 1986). Araştırmacılar, öğrencilerin çoğu sayısal problemleri çözmek için kural ve algoritma kullanma eğiliminde oldukları ve tahminlerle büyük zorluklar yaşadıkları sonucuna varmışlardır. Öğrencilerin sayı duygusu becerisi gelişirse kavramsal öğrenmelerine katkı sağlayacağı gelişmezse öğrenmelerinin işlemsel öğrenme ile sınırlı kalacağı belirlenmiştir (Hiebert, Carpenter ve Moser, 1982; Markovits ve Sowder, 1994; McIntosh vd., 1992; Resnick, 1989; Reys ve Yang, 1998; Reys vd., 1995). Öğretmenlerin tahmin etme yeteneğini ve zihinsel hesaplama becerilerini geliştirecek şekilde strateji geliştirmeleri öğrencilerin sayı duygusunun gelişimine katkı sağlar (Reys vd., 1995).

Yapılan uluslararası çalışmalarda öğretmen adaylarının ve örgün eğitimdeki öğrencilerin sayı duyusunun düşük olduğu görülmüştür (Mohamed ve Johnny, 2010; Reys ve Yang, 1998; Singh, 2009; Yang, 2005; Zanzali ve Ghazali, 1999). Ülkemizde sayı duyusu ile ilgili yapılan çalışmalarda uluslararası çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Yapılan ulusal çalışmaların büyük bir kısmından öğretmen adaylarının ve öğrencilerin sayı duyusunun düşük olduğu, öğretmen adayları ve örgün eğitimdeki öğrencilerin sayı duyusu stratejilerini kullanmaktan çok kural temelli stratejilerin kullandığı görülmüştür (Bayram, 2013; Harç, 2010; İymen, 2012; Kayhan ve Altay, 2010; Kayhan, Altay ve Umay, 2011; Şengül, 2013; Şengül ve Gülbağcı, 2014; Yapıcı, 2013). Araştırmalar öğretmenlerin, öğrencilerin matematik başarısını, matematiğe karşı tutumlarını ve matematiksel becerilerini etkilediğini ortaya koymaktadır (Clark ve Peterson, 1986). Clark ve Peterson'a (1986) göre düşük sayı duyusuna sahip olan öğretmenlerin öğrencilerinin sayı duyusu gelişiminin istenilen düzeyde olması beklenemez. Gliner'e (1991) öğretmen adaylarının çözüm süreçlerini açıklarken tahmin etme ve zihinsel hesaplama yöntemlerini kullanmadıkları kural temelli yazılı hesaplama ve algoritma kullandıkları bunun sebebinin ise sayı duyusu eksikliği olduğunu ortaya koymaktadır. Yapılan araştırmalar kural temelli matematiğin zihinsel hesaplama ve modelleme gibi süreçleri kısıtladığını göstermiştir (Kaminski, 1997). Kayhan, Altay ve Umay (2011) tarafından yapılan çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının hesaplama becerileri ve sayı duyuları arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırmada öğretmen adaylarının sayı duyuları ile hesaplama becerisi arasında zayıf bir ilişki olduğu ve iyi hesap yapmanın üst düzey düşünme becerisini geliştirmek anlamında olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Şengül (2013) öğretmen adayları ile yapmış olduğu çalışma sonucunda öğretmen adaylarının sayı duyularının düşük olduğu, sayı duyusu stratejilerinden ziyade çözüm yollarında kural temelli stratejiler kullandıkları belirtilmiştir. Bu açıklamalar göz önüne alındığında öğretmen adaylarının sayı duyusu becerisinin mevcut durumunun incelenmesi matematik öğretimi açısından önemlidir (Clark ve Peterson, 1986).

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), matematik öğretim programında sayı duyusu kavramına ilişkin açık bir vurgu yoktur. Buna rağmen öğretim programlarımızın genel amaçları arasında tahmin etme ve zihinsel hesaplama becerilerini etkin bir şekilde kullanmayı almıştır (MEB, 2018). Sayı duyusu çok geniş bir alan olmakla birlikte tahmin etme ve zihinsel hesaplama becerilerini de içine alır (McIntosh, Reys ve Reys, 1997). MEB (2018), programında sayı duyusu açıkça yer almamakla birlikte programın içerisinde yer alan kazanımların sayı duyusunu oluşturmada ve geliştirmede rol oynayabileceği görülmektedir. MEB Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı'nda Sayılar ve İşlemler, Cebir, Geometri ve Ölçme, Veri

İşleme ve Olasılık olmak üzere beş öğrenme alanında programın yapısı açıklanmıştır. Program yapısı incelendiğinde kazanımların büyük bir kısmının sayı duygusu bileşenlerini geliştirmeye yönelik olduğu görülmüştür. Örneğin beşinci sınıf öğrencilerinin “sadeleştirme ve genişletmenin kesrin değerini değiştirmeyeceğini anlar ve kesre denk olan kesirler oluşturur” kazanımı öğrencilerin sayı duygusu stratejilerinden olan ayrıştırma ve yeniden düzenlemeyi kullanarak kesirlere denk gösterimler oluşturması beklenir (Kartal, 2016). Altıncı sınıf seviyesinde öğrencilerin kesirleri karşılaştırması, sıralaması ve sayı doğrusunda göstermesi beklenmektedir. Matematik ders kitabında öğrenciler sayı duygusu stratejisi olan bütüne tamamlamaya yönlendirilmiştir (Dede ve Şengül, 2016). Altıncı sınıf öğrencilerinden bir doğal sayı ile bir kesrin çarpma işlemini yapması ve anlamlandırması beklenmektedir. Bunun için öğrencilerin sayı duygusu bileşenlerinden olan işlemlerin göreceli etkilerini kullanarak çarpma işlemini yapıp sonucu anlamlandırması gerekmektedir (Kartal, 2016). Sekizinci sınıf öğrencilerinden “ondalık gösterimlerin kareköklerini” belirlemesi beklenmektedir. Bu durumda öğrenciler sayı duygusu bileşenlerinden olan ayrıştırma ve yeniden düzenleme yaparak birbirine eş değer iki ifade oluşturup ondalık gösterimlerin kareköklerini belirleyebilirler (MEB, 2018).

Bu araştırmanın amacı, farklı düzeyde sayı duygusu becerilerine sahip öğretmen adaylarının kullandığı sayı duygusu ile ilgili stratejileri analiz ederek derinlemesine incelemektir. Literatür incelendiğinde ilköğretim öğrencilerinin sayı duygusu ve matematiksel not performansı ile ilgili önemli araştırmalar yapılmıştır. Öğrencilerin sayı duygularının yeterli düzeyde olmadığı görülmüştür (Hiebert vd., 1982; Markovits ve Sowder, 1994; McIntosh vd., 1992; Resnick, 1983; Reys & Yang, 1998; Reys vd., 1995). Ancak öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sayı duyguları ve performansı ile ilgili daha az araştırma yapılmıştır (Clark ve Peterson, 1986; Glinner, 1991; Gülbağcı ve Dede 2016; Kaminski, 1997; Kayhan vd., 2011). Literatürde öğretmen adaylarının sayı duygusunu inceleyen birçok araştırma öğretmen adaylarının sayı duygusu konusunda matematik öğretim programının hedeflerini gerçekleştirebilecek düzeyde olmadığını belirtmektedir (Courtney-Clarke ve Wessels, 2014; Kaminski, 1997; Kayhan vd., 2011; Şengül, 2013; Şengül, Gülbağcı ve Dede, 2014; Yang, Reys ve Reys, 2009). Öğretmen adaylarının sayı duygularının öğretmen olduklarında öğrencilerinin sayı duygusu becerilerini de etkileyeceği açık bir durumdur.

Çalışmada ayrıca öğretmen adaylarının yanlış akıl yürütmelerini, kullandıkları kural ve algoritmaları, kullandıkları çözüm yolu stratejilerini ve sayı duygusu stratejileri belirlemek amaçlanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının sahip oldukları kavram yanılgıları önceden

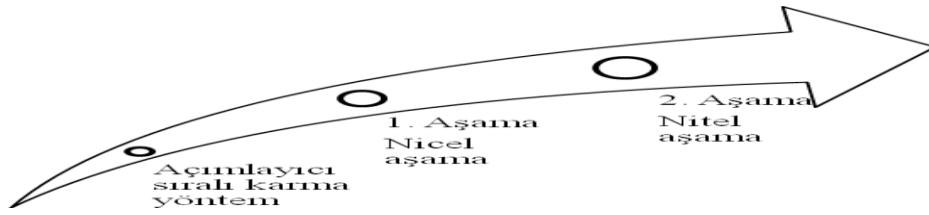
bilinirse bunların hizmet içi eğitimlerle giderilmesiyle öğretmen adaylarının performanslarının da artacağı önemli bir gerçektir (Gay, 1990). Sayı duyusu becerisine sahip olmasını beklediğimiz öğrencileri eğitecek olan öğretmen adaylarının bu beceriye sahip olup olmadığının araştırılması önem arz etmektedir.

Araştırma Problemi

Farklı düzeyde sayı duyusuna sahip ilköğretim matematik öğretmen adaylarının sayı duyusu ve alt bileşenlerindeki yeterlilikleri nasıldır?

Yöntem

Araştırma Deseni



Şekil 1: Araştırma Deseni

Şekil 1’de görüldüğü üzere araştırma açımlayıcı sıralı karma yöntem araştırmasıdır. Bu desenin amacı nicel bulguları daha detaylı bir şekilde açıklamak için mülakatlardan elde edilen nitel verileri kullanmaktır (Creswell, 2016). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının sayı duyusu becerilerinde durumlarının derinlemesine incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada durum çalışması deseni kullanılmıştır. Çalışmada ilk olarak nicel aşama yürütülmüştür. Nicel aşamada tarama araştırması modeli kullanılmıştır. Bir konuya ya da olaya ilişkin katılımcıların görüşlerinin ya da ilgi, beceri, yetenek, tutum ve benzeri özelliklerinin belirlendiği araştırmalara tarama araştırmaları denir (Fraenkel ve Wallen, 2006). Araştırmanın ikinci aşaması olan nitel aşaması durum çalışması örneğidir. Mcmillan (2000) durum çalışması bir ya da daha fazla ortamın, programın, olayın, sosyal grubun, derinlemesine incelendiği yöntem olarak tanımlamaktadır. Araştırmanın nitel aşamasında sayı duyusu testinden alınan sayı duyusu puanlarına göre alt ve üst gruptan sayı duyusu becerisine ilişkin farklılıkları ortaya çıkarabilecek şekilde iki kişi seçilerek durum çalışması yapılmıştır.

Çalışma Grubu

Nicel örneklem grubu olarak Marmara coğrafi bölgesindeki bir Devlet üniversitesinde öğrenim gören 38 erkek ve 133 kız olmak üzere 171 ilköğretim matematik öğretmeni adayını çalışmaya katılmıştır. Katılımcılar seçkisiz örnekleme yöntemi olan uygun örnekleme ile seçilmiştir. Uygun örnekleme zaman para iş gücü kaybını önlemeyi temel amaç edinen

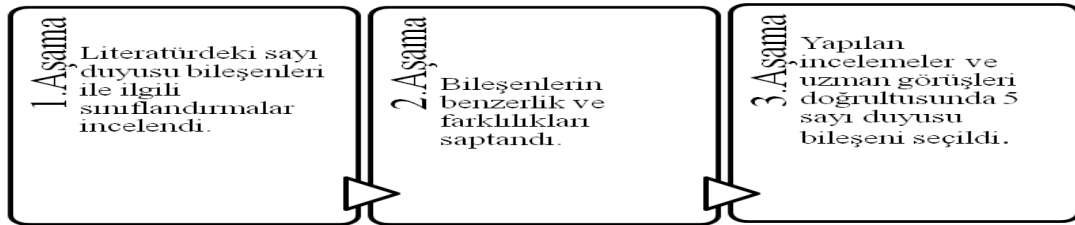
yöntemdir (Büyüköztürk, Kılıç, Çakmak, Akgün, Karadeniz, ve Demirel, 2016). Öğretmen adaylarına sayı duyusu testinden aldıkları puanların ortalaması doğrultusunda belirlenen üst ve alt gruptan birer öğretmen adayı seçilerek amaçlı örnekleme yöntemlerinden aykırı durum örneklemesine gidilmiştir. İki öğretmen adayıyla ilgili bilgilere bulgular kısmında yer verilmiştir.

Verilerin Toplanması

Çalışmada hem nicel hem de nitel veri toplama araçları kullanılmıştır. Bu çalışmada nicel veri toplama aracı olarak Sayı Duyusu Testi (SDT) kullanılmıştır. Araştırmada nitel veri araçları olarak Sayı Duyusu Klinik Mülakat Testi kullanılmıştır.

Sayı Duyusu Testi

Çalışmada sayı duyusu ve bileşenlerine ait performans düzeyini belirlemek için öncelikle bir soru havuzu oluşturuldu. Soru havuzu oluşturulurken alan yazındaki ilgili çalışmalardan (Hinton, 2011; Şengül, 2013; Tsao, 2004; Yaman, 2015; Yang, 2007) ve MEB ortaokul matematik programından, beşinci, altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf MEB ders kitaplarından (2016-2017) yararlanılmıştır. Üç matematik eğitim uzmanı ve bir ölçme değerlendirme uzmanından görüşü alınmıştır. Araştırmada 50 ilköğretim matematik öğretmen adayıyla pilot uygulama yapıldı. Alınan uzman görüşü, yapılan pilot uygulama ve öğrencilerle yüz yüze görüşmeler sonucu sayı duyusu testi soru sayısının 50 sorudan, beş sayı duyusu bileşenini kapsayacak şekilde 30'a indirgenmesine karar verilmiştir.



Şekil 2: Araştırmada kullanılacak olan sayı duyusu bileşenlerine karar verme süreci.

Şekil 2'ye göre çalışmada kullanılacak olan beş sayı duyusu bileşeni üç aşamada seçilmiştir. İlk olarak literatürdeki sayı duyusu bileşenleri ile ilgili sınıflandırmalar incelenmiştir. İkinci aşamada bileşenlerin benzerlik ve farklılıkları saptanarak son aşamada yapılan incelemeler ve uzman görüşleri doğrultusunda beş sayı duyusu bileşeni seçilmiştir.

Bileşenlerin sorular üzerindeki dağılımı belirlenirken uzman görüşü alınmıştır. Hazırlanan sayı duyusu testinde sayı büyüklüğü bileşeninden sekiz soru, kıyas bileşeninden dokuz soru, işlemlerin göreceli etkisi dört soru, ayırıştırma ve yeniden düzenleme bileşeninden

üç soru, sayı bilgisi bileşeninden altı soru bulunmaktadır. Öğretmen adaylarına 30 sorunun çözümü için yeterli süre verilmiştir.

Testin son hali sekiz tanesi çoktan seçmeli, 22 tanesi açık uçlu olmak üzere 30 sorudan oluşmaktadır. Sayı duyusu testinde yer alan sekiz sorunun madde güçlük indeksi ve ayırt edicilik indeksi hesaplanmıştır. Bir test maddesinin güçlüğü testin uygulandığı grupta o maddeye doğru cevap veren kişi sayısının gruptaki toplam kişi sayısına oranıdır. Madde güçlük indeksi 0 ile 1 arasında değişmektedir. Değerin 0'a yaklaşmasıyla maddenin zorlaştığı, 1'e yaklaşması ile maddenin kolaylaştığı anlaşılmaktadır. Madde Ayırt edicilik gücü, bir maddeye üst grupta doğru cevap verenlerin alt grupta doğru cevap verenler arasındaki farktır (Tekin, 2000). Sayı duyusu testinde yer alan çoktan seçmeli sorulara ait madde güçlük indeksi 0.59 ile 0.77 arasında, ayırt edicilik indeksi de 0.37 ile 0.68 arasında değişmektedir. Sayı duyusu testinde yer alan 8 adet çoktan seçmeli sorunun KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,83 bulunmuştur. KR-20 değeri formülüne göre hesaplanmıştır (Ergin, 1995). KR-20 güvenilirlik katsayısının 0,7-0,9 arasında bir değer olması güvenilirliğin iyi düzeyde olduğunu göstermektedir (Barchard ve Hakstian, 1997). Testte düzeltilmesi gereken madde bulunmamaktadır. Sekiz adet çoktan seçmeli maddenin testte yer alabileceğine karar verilmiştir.

Klinik Mülakat Sayı Duyusu Testi

Sayı duyusu testindeki 30 soru içerisinde beş sayı duyusu bileşenini ölçecek şekilde 14 soru seçilmiştir. 14 soru iki matematik eğitimcisinin uzman görüşü alınarak seçilmiştir. 14 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış mülakatta sayı büyüklüğü bileşenini ölçmek için üç soru, kıyas bileşenini ölçmek için dört soru, işlemlerin göreceli etkisini ölçmek için iki soru, ayırıştırma ve yeniden düzenleme bileşenini ölçmek için iki soru, sayı bilgisi bileşenini ölçmek için üç soru uzmanlar tarafından seçilmiştir. Klinik mülakatta sorular iki öğretmen adayına da aynı sırayla sorulmuş soruları yüksek sesle düşünmeleri istenmiştir. Bunun yanı sıra düşünme süreçlerini anlamak amacıyla nasıl düşündün neden nasıl karar verdin bu sorunun başka bir çözüm yolu olabilir mi uzun işlem yapanlara bu işlemi yapmadan da çözüme ulaşılabilir mi gibi sorular yöneltilerek klinik mülakat tekniğinin özellikleri kullanılmıştır.

Verilerin Çözümlemesi ve Yorumlanması

Sayı Duyusu Testinin Analizi

Sayı duyusu puanı, verilen cevabının doğruluğuna ve çözümde kullanılan stratejiye göre belirlenmektedir (Yang ve Li, 2013). Sayı duyusu testinde yer alan çoktan seçmeli ve açık uçlu soruların kaç puan olması konusunda bir panel oluşturulmuştur. Panelde araştırmacılar, bir

matematik eğitimi uzmanı, bir ölçme ve değerlendirme uzmanı ve bir bilim uzmanı olmak üzere beş araştırmacı katılmıştır. Literatürde çok çeşitli puanlama sınıflandırmaları mevcuttur. Bunların büyük bir kısmının doğru cevaba 1 puan, yanlış cevaba 0 puan şeklinde bir sınıflandırma olduğu görülmektedir (Akkaya,2015; Almeida, Bruno ve Perdomo-Díaz, 2016; Iymen ve Paksu, 2015; Lin, 2016; Yang ve Lin, 2015).

Literatürde, bu çalışmada kullandığımız puanlama şemasına benzer çalışma mevcuttur. Yang ve Li (2013) araştırmasında kullandığı sayı duyusu testinde her bir madde için doğru cevaba 4 puan yanlış cevaba ise 0 puan vermiştir. Çalışmamızda benzer şekilde kullanılan stratejiler kullanılmıştır. Stratejileri dört gruba ayırmıştır. Cevaplar doğru ise sayı duyusu temelli kullanılan stratejiye 4 puan, kural temeli stratejiye 2 puan, yanlış kavramaya 1 puan, emin olunmayan açıklama 0 puan vermiştir. Yanlış cevaplarda ise kullanılan tüm stratejilere 0 puan vermiştir. Yang ve Li (2013) toplamda 8, 6, 5, 4, 0 puan olmak üzere bir puanlama cetveli oluşturmuştur. Çözüm sürecinde kullanılan sınıflandırma aynı olmamakla birlikte çözüm sürecinde kullanılan stratejileri puanlaması kullandığımız puanlama şemasına benzer nitelik taşımaktadır.

Panel sonucunda ortak bir karar alınarak soruların puanlama tablosu oluşturulmuştur. Sayı duyusu testinde öğretmen adaylarının verdiği cevaplar incelendiğinde Y=0, B=5, YAY=6, KTS=7, KSDS=8, SDS=9, ÜDMAY=10 olarak puanlanmıştır. Buna göre 30 sorudan oluşan sayı duyusu testinde alınabilecek en düşük puan 0, en yüksek puan 320 puandır. Öğretmen adayının doğru cevaplarının puanlanmasının(5 puan) yanında çözüm sürecinde kullandıkları stratejilerinde puanlanması araştırmanın amacına uygundur. Elde edilen puanlara göre seçilen iki öğretmen adayının klinik mülakatlarda verdiği yanıtlar derinlemesine incelenmiştir. Kısaltmaların anlamı aşağıda sunulmuştur:

ÜDMAY: Üst düzey matematiksel akıl yürütme, SDS: Sayı Duyusu Stratejisi, KSDS: Kısmi sayı duyusu stratejisi, KTS: Kural Temelli Strateji, YAY: Yanlış Akıl Yürütme, B: Belirsiz

Sayı Duyusu Testi Puanlayıcı Güvenirliği Çalışması

Birbirinden bağımsız bir matematik eğitim uzmanı ve yazarlar olmak üzere üç araştırmacı katılımcıların sorulara verdikleri cevapları Y, B, YAY, KTS, KSDS, SDS, ÜDMAY olmak üzere kategorize etmiştir. Daha sonra bu üç araştırmacı sonuçlarını birbirleriyle paylaşıp bir fikir birliğine ulaştılar. Puanlayıcılar arası güvenilirlik katsayısı 0,95 bulunmuştur. Bu üçlü ölçüm gerçekleştirilen araştırmanın güvenilirliğini sağlar. Aynı objeler için iki veya daha fazla gözlemciye ait puanların puanların güvenilirliği puan setleri arasındaki uyumla ölçülür gözlemcilerin aynı objeler için verdikleri puanlar birbirine yaklaştıkça

güvenirliğin artacağı söylenebilir (Linn ve Gronlund,1995). Ayrıca çalışmanın geçerliliği ve güvenilirliğini güçlendirmek için klinik mülakat yapılmasına karar verildi.

Klinik Mülakatların Analizi

Bu araştırmada, klinik mülakatta elde edilen veriler nitel olarak çözümlenmiştir. Öğretmen adayının ifadelerinde tekrar eden kod ve temaları belirlemek için nitel analiz yaklaşımlarından içerik analizi tekniği kullanılmıştır. İçerik analizi, insan davranışlarını ve doğasını belirleme üzerinde ve hatta inanç, tutum, değer ve düşünceleri ortaya çıkarabilecek doğrudan olmayan yollarla çalışmaya imkan tanıyan bir tekniktir (Stemler, 2001). Veri analizinde üç araştırmacı birbirinden bağımsız birlikte çalışmıştır. Araştırmacılar bir araya gelerek kodlar üzerinde tartışmıştır. Her bir mülakat ortalama 35-40 dakika sürmüştür. Klinik mülakatlarda elde edilen veriler çözümde kullanılan strateji ne olduğu ve öğretmen adayı kullanmış olduğu stratejide nasıl bir çözüm yolu kullandığı sorularına cevap arayacak bir çerçevede derinlemesine incelenerek düzenlenmiştir. Araştırmacılar bir araya gelerek kodlar üzerinde tartışmıştır. Miles ve Huberman'ın (1994) formülü $Güvenilirlik = \frac{\text{görüş birliği}}{\text{görüş birliği} + \text{görüş ayrılığı}} \times 100$ kullanılarak yapılan hesaplamalarda kodlayıcılar arasındaki uyuma oranına Tablo 1 'de yer verilmiştir.

Tablo 1 : Sayı duyusu testi puanlayıcı güvenilirliği tablosu.

	1. Kodlayıcı	2. Kodlayıcı	3. Kodlayıcı
1. Kodlayıcı	1		
2. Kodlayıcı	0,95	1	
3. Kodlayıcı	0,94	0,96	1

Tablo 1'e göre bu üçlü ölçüm gerçekleştirilen araştırmanın güvenilirliğini sağlar. Birinci kodlayıcı ile ikinci kodlayıcı arasındaki güvenilirlik katsayısı 0,95, birinci kodlayıcı ile üçüncü kodlayıcı arasındaki güvenilirlik katsayısı 0,94, ikinci kodlayıcı ile üçüncü kodlayıcı arasındaki güvenilirlik katsayısı 0,96 bulunmuştur. Aynı objeler için iki veya daha fazla gözlemciye ait puanların güvenilirliği puan setleri arasındaki uyumla ölçülür. Gözlemcilerin aynı objeler için verdikleri puanlar birbirine yaklaştıkça güvenilirliğin artacağı söylenebilir (Linn ve Gronlund, 1995). Ayrıca çalışmanın geçerliliği ve güvenilirliğini güçlendirmek için klinik mülakat yapılmasına karar verilmiştir.

Bulgular

Yüksek düzeyde sayı duyusuna sahip (ÖA1) ile düşük düzeyde sayı duyusuna sahip (ÖA2) öğretmen adaylarının sayı duyusu testinin alt bileşenlerine ait soruları doğru yanıtlama yüzdelerine Tablo 2’de yer verilmiştir.

Tablo 2: ÖA1 ve ÖA2 nin sayı duyusu testine verdiği doğru yanıtların sayı duyusu bileşenlerine göre yüzdesi

Sayı Duyusu Bileşenleri	ÖA1	ÖA2
Sayı Bilgisi	% 67	% 33
Sayı Büyüklüğü	% 90	% 22
Kıyas	% 70	% 50
Ayrıştırma/Yeniden Düzenleme	% 100	% 67
İşlemlerin Göreceli Etkisi	% 75	% 0

Tablo 2’ye göre yüksek düzeyde sayı duyusuna sahip gruptan seçilen öğretmen adayının sayı duyusu testine verdiği yanıtlar bileşenler bakımından incelendiğinde soruların ayrıştırma bileşeninde % 100, sayı büyüklüğü bileşeninde % 90, işlemlerin göreceli etkisi bileşeninde % 75, kıyas bileşeninde % 70, sayı bilgisi bileşeninde ise % 67’ sini doğru yanıtladıkları görülmüştür. Düşük düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının sayı duyusu testine verdiği yanıtlar bileşenler bakımından incelendiğinde soruların ayrıştırma bileşeninde % 67, sayı büyüklüğü bileşeninde % 22, işlemlerin göreceli etkisi bileşeninde % 0, kıyas bileşeninde % 50, sayı bilgisi bileşeninde ise % 33’ ünü doğru yanıtladıkları görülmüştür.

Düşük düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının klinik mülakat testindeki soruların % 50’ sini doğru % 50’ sini yanlış yanıtladığı görülmüştür. % 50’ sinin çözüm süreçlerinde yanlış akıl yürütmelere sahip olduğu % 25’ inde kural temelli stratejileri kullanarak soruları çözdüğü sadece % 25’ inde ise sayı duyusu stratejilerini kullandığı görülmüştür. Sayı duyusu stratejilerini kullanarak çözdüğü soruların ise % 25’ ini yanlış yanıtlamıştır. Öğretmen adayının yanlış yanıtladığı soruların % 93’ ünü yanlış akıl yürütmelere bağlı olduğu %7’ sinin ise kural temelli stratejilerin yanlış kullanımından kaynaklandığı görülmüştür. Yüksek düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının klinik mülakat testindeki soruların % 90’ ını doğru % 10’ unu yanlış yanıtladığı görülmüştür. Soruların % 11’ inin çözüm süreçlerinde yanlış akıl yürütmelere sahip olduğu, % 5’ inde kural temelli stratejileri kullandığı, % 61’ inde ise sayı duyusu stratejilerini kullandığı, % 11’ inde kural temelli ve sayı duyusu temelli stratejileri beraber kullandığı görülmüştür.

Durum Çalışması 1

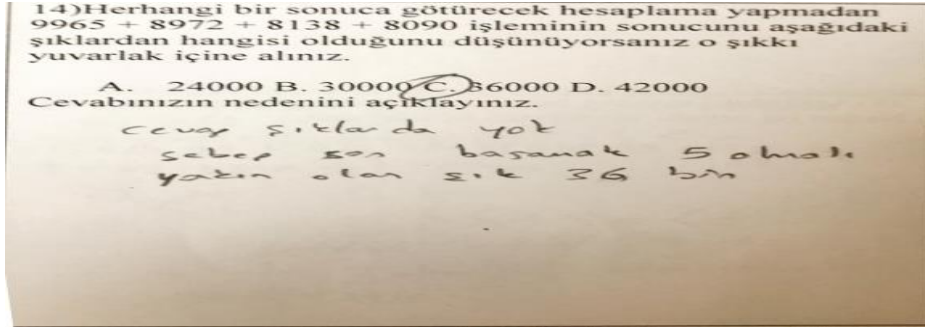
Yüksek sayı duyusu becerisine sahip gruptan seçilen erkek öğretmen adayının (ÖA1) klinik mülakat için seçilme sebebi öğretmen adayının iyi bir matematiksel muhakemeye sayı duyusu testindeki soruları yanıtlaması olmuştur. Öğretmen adayı hem sayı duyusu testindeki soruların büyük bir kısmını hem de klinik mülakattaki soruları sayı duyusu stratejilerini kullanarak doğru cevaplamıştır. Öğretmen adayı sayı duyusu testindeki soruların % 79' unu doğru yanıtlamıştır. Öğretmen adayı 14 sorudan oluşan mülakatta sadece 2 soruyu yanlış 12 soruyu doğru yanıtlamıştır. Öğretmen adayı sayı duyusu testindeki sorulardan 2 tanesini de yüksek matematiksel muhakeme stratejileri ile doğru yanıtlayarak diğer öğretmen adaylarından ayrılmıştır. Diğer öğretmen adaylarının yüksek matematiksel muhakeme stratejisini seviyesine çıkamadıkları görülmüştür. Bu durum öğretmen adayının sayı duyusu mevcut durumunun derinlemesine incelenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Tablo 1' de öğretmen adayının klinik mülakat sayı duyusu testinde 14 soruya verdiği yanıtlar ve bu sorular haricinde yüksek matematiksel muhakemeye çözüğü 2 soru incelenmiştir.

Tablo 3: ÖA1' in klinik mülakat testinde 14 soruya verdiği yanıtlar

Maddeler	Ön Test	Klinik Mülakat	Maddeler	Ön Test	Klinik Mülakat
Madde 1.a	D-SDS	D-SDS	Madde 8	D-KTS	D-KTS
Madde 1.b	Y-YAY	Y-YAY	Madde 9	D-SDS	D-SDS
Madde 2	D-SDS	D-KSDS	Madde 10	D-SDS	D-SDS
Madde 3	D-SDS	D-SDS	Madde 11	D-SDS	D-SDS
Madde 4	Y-YAY	D-KSDS	Madde 12.a	D-SDS	D-SDS
Madde 5	Y-YAY	Y-YAY	Madde 12.b	D-SDS	D-SDS
Madde 6	D-SDS	D-SDS	Madde 13	D-SDS	D-SDS
Madde 7	D-SDS	D-SDS	Madde 14	D-SDS	D-SDS

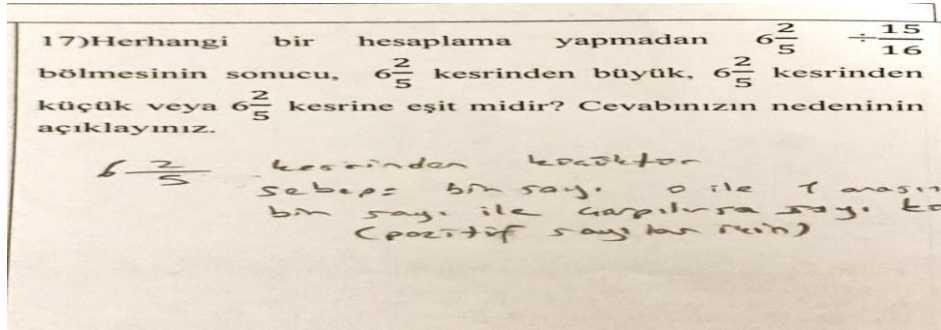
Tablo 3'e göre öğretmen adayı 14 sorudan oluşan mülakatta 2 soruyu yanlış 12 soruyu doğru yanıtlamıştır. Çözüm sürecinde kullandığı stratejiler 11 adet sayı duyusu stratejisi, 2 adet kural temelli ve sayı duyusu stratejiler, 2 adet yanlış akıl yürütmeler, 1 kural temelli strateji olarak sınıflandırılmıştır. ÖA1'in sayı duyusu stratejilerini sorunun çözümüne fazlaca uygulayabildiği ancak bazı sorularda kural temelli stratejileri de kullandığı görülmüştür. ÖA1 in var olan iki adet yanlış akıl yürütmelerinin incelenmesi de önem arz etmektedir. Yüksek düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının sayı duyusu testinde işlem etkisi bileşenine ait 14.soruya verdiği yanıt şekil 1'de incelenmiştir. İncelenmek üzere 14. sorunun seçilme

sebebi ÖA1'in sorunun çözümünde yuvarlama ve tahmin etme becerisini etkin bir şekilde kullanmasıdır.



Şekil 3: ÖA1' in sayı duygusu testinde 14. soruya verdiği yanıt

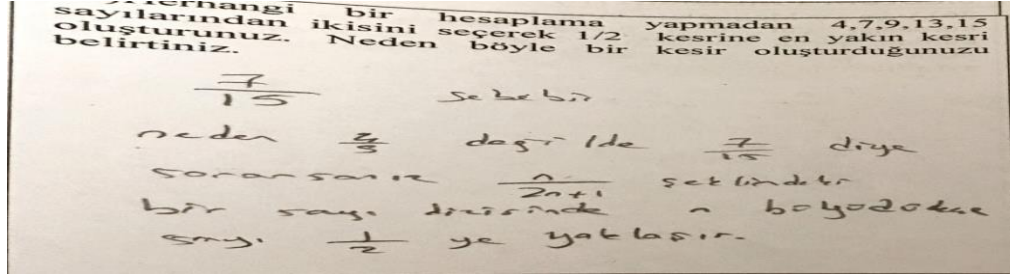
Şekil 3'e göre öğretmen adayının sayı duygusu testinde sayı duygusu stratejilerini kullanarak soruyu doğru yanıtladığı görülmüştür. Öğretmen adayı sorunun çözümünde tahmin etme becerisini ve sayı duygusunu doğru bir şekilde kullanmış ve soruyu doğru yanıtlamıştır. Öğretmen adayı çözüm sürecinde kendine güvenen bir tutum sergilemiştir. Yüksek düzeyde sayı duygusuna sahip öğretmen adayının sayı duygusu testinde işlemlerin sayılar üzerindeki etkisi bileşeninden 17. soruya verdiği yanıt şekil 2' de incelenmiştir. ÖA1'in sayı duygusu stratejilerini kullandığı ancak soruya yanlış yanıt verdiğinin görülmesi 17.soruyu dikkate değer yapmıştır. Araştırmada incelenmesi gerektiğine karar verilmiştir.



Şekil 4: ÖA1' in sayı duygusu testindeki 17. Soruya verdiği yanıt

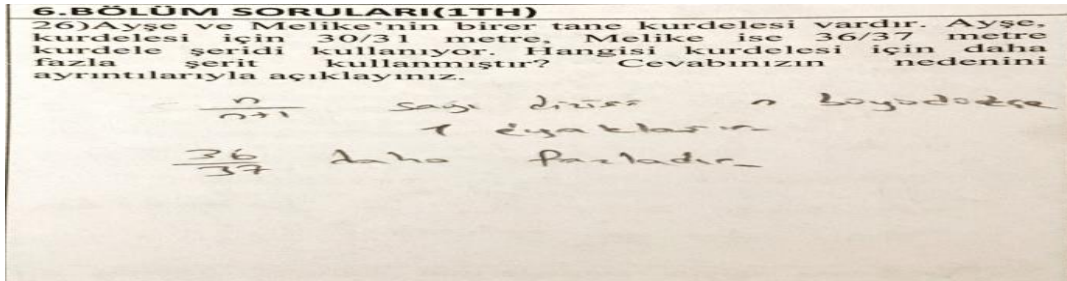
Şekil 4'e göre öğretmen adayı sayı duygusu testindeki kıyas bileşenine ait 17.soruyu sayı duygusu stratejilerini kullanarak soruyu yanlış yanıtlamıştır. Öğretmen adayının kesir sayı sisteminde sayı duygusu bileşenlerinden olan sayı bilgisinin mevcut olduğu görülmektedir. ayrıca *bir sayıyı 0 ile 1 arasındaki sayı ile çarparsak sayının değeri küçülür* ifadesi yine sayı duygusu bileşeni olan sayıların büyüklüğünü bildiğini ve işlemlerin sayılar üzerindeki etkisini yorumlayabildiğini gösterir. Öğretmen adayının soruyu niçin yanlış cevapladığını öğrenmek için yapılan klinik mülakatta öğretmen adayının yine sayı duygusu stratejilerini kullanarak soruyu doğru yanıtladığı sayı duygusu testinde kesirler arasındaki işlemin çarpma olduğunu düşünerek dikkatsiz davrandığını vurgulamıştır. Yüksek düzeyde sayı duygusuna sahip

öğretmen adayının sayı duyusu testinde 22. soruya verdiği yanıt şekil 3' te incelenmiştir. ÖA1, 22. Soruyu yüksek matematiksel muhakeme ile doğru çözmüştür. Bu durum literatürde az rastlanan bir durumdur. Sorunun çözümünde dizi ve limit kullanarak bir genellemeye ulaşmıştır. ÖA1'in çözüm sürecinde kullandığı yüksek matematiksel muhakeme sorunun incelenmesinin en önemli sebebidir.



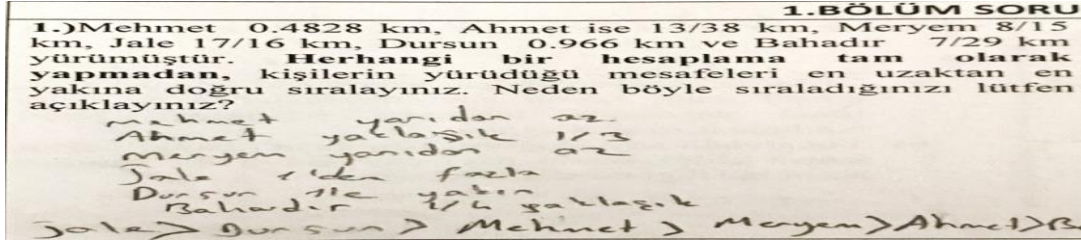
Şekil 5: ÖA1' in sayı duyusu testindeki 22.soruya verdiği yanıt

Şekil 5'e göre öğretmen adayı sayı duyusu testindeki kıyas bileşenine ait 22.soruyu yüksek matematiksel muhakeme stratejisi ile doğru yanıtlamıştır. Öğretmen adayı öncelikle soruyu limit kavramını entegre etmiştir. Daha sonra çözüm sürecinin doğruluğunu kanıtlamıştır. Yüksek düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının sayı duyusu testinde 26.soruya verdiği yanıt şekil 4' te incelenmiştir. 26. Sorunun incelenmek istenmesinin en önemli nedeni ÖA1'in soruyu yüksek matematiksel muhakeme ile çözmesidir.



Şekil 6: ÖA1' in 26. soruya verdiği yanıt

Şekil 6 incelendiğinde öğretmen adayı sayı duyusu testindeki sayı büyüklüğü bileşenine ait 26.soruyu yüksek matematiksel muhakeme stratejisi ile doğru yanıtlamıştır. Öğretmen adayının çözüm süreci incelendiğinde sorun için aynı 22. Sorudaki gibi genelleştirilmiş bir çözüm arayışında olduğunu göstermiştir. Öncelikle kesirler ile bir dizi oluşturmuş ve n sayı arttıkça kesrin bire daha çok yaklaştığını gözlemleyerek bir genellemede bulunmuştur. İlk olarak limit kavramını soruya uygulamış daha sonra diziyi kanıtlamış bulunmaktadır. Yüksek düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının sayı duyusu testinde sayı büyüklüğü bileşenine ait 14. soruya verdiği yanıt şekil 5' te incelenmiştir. 14. soruda ÖA1 sorunun çözümünde referans noktalarını kullanarak kıyaslama yapmıştır. Bu sebepten sorunun çözümü derinlemesine incelenmek istenmiştir.



Şekil 7: ÖA1' in sayı duyusu testinde 1.soruya verdiği yanıt

Şekil 7' ye göre öğretmen adayının sorunun çözümünde sayı duyusu stratejilerini kullanarak soruyu doğru yanıtladığı görülmektedir. Öğretmen adayının referans noktalarını kullanarak kıyaslama yaptığı ve farklı sayı sistemlerindeki sayıları doğru bir şekilde sıraladığı görülmektedir. Soru çözümünde 1' e yakınlığa, yarıma yakınlığa, çeyreğe yakınlığa baktığı görülmektedir. Bu durum öğretmen adayının kıyaslama ölçütlerini kullanma sayı duyusu bileşenine sahip olduğunu göstermektedir.

Durum Çalışması 2

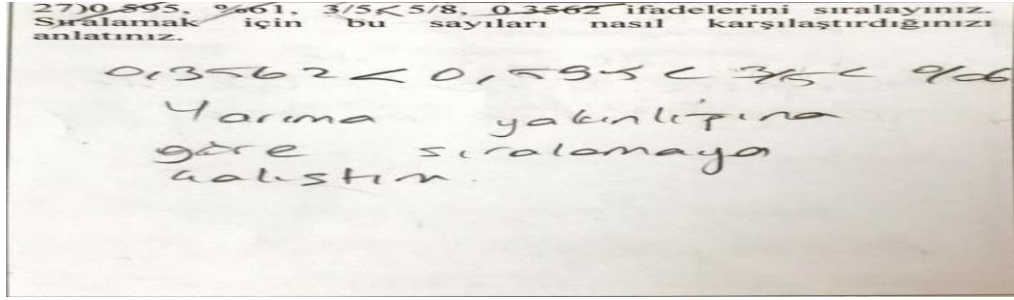
Düşük sayı duyusu becerisine sahip gruptan seçilen kadın öğretmen adayının (ÖA2) klinik mülakat için seçilme sebebi öğretmen adayının sayı duyusu testindeki soruların büyük bir kısmını yanlış yanıtlaması olmuştur. Yanlış cevaplarının yanlış akıl yürütmelerinden kaynaklandığı görülmüştür. Doğru cevaplarını ise açıklayamadığı görülmüştür. Öğretmen adayının sayı duyusu testindeki soruların % 66' sını yanlış yanıtladığı görülmüştür. Bu durumlar göz önüne alınarak ÖA2 ile klinik mülakat yapılması istenmiştir. Tablo 2' de öğretmen adayının ön test ve klinik mülakat testinde yer alan 14 soruya verdiği yanıtlara yer verilmiştir.

Tablo 4: ÖA2'nin klinik mülakat sırasında 14 maddeye verdiği yanıtlar

Maddeler	Ön Test	Klinik Mülakat	Maddeler	Ön Test	Klinik Mülakat
Madde 1.a	Y-YAY	Y-YAY	Madde 8	D-KTS	D-KTS
Madde 1.b	Y-YAY	Y-YAY	Madde 9	D-SDS	D-SDS
Madde 2	D-SDS	Y-KTS	Madde 10	D-B	D-YAY
Madde 3	Y-YAY	D-SDS	Madde 11	D-SDS	D-SDS
Madde 4	D-YAY	Y-YAY	Madde 12.a	D-B	D-YAY
Madde 5	Y-YAY	Y-YAY	Madde 12.b	D-YAY	D-KTS
Madde 6	Y-YAY	Y-YAY	Madde 13	Y-YAY	Y-YAY
Madde 7	D-B	D-SDS	Madde 14	Y-KTS	Y-KTS

Tablo 4'te görüldüğü üzere öğretmen adayı 14 sorudan oluşan mülakatta sekiz soruyu yanlış, altı soruyu doğru yanıtlamıştır. Çözüm sürecinde kullandığı stratejiler sekiz tane yanlış

akıl yürütme, dört tane kural temelli, dört tane sayı duyusu temelli olarak sınıflandırılmıştır. ÖA2 nin yanlış akıl yürütmelerinin fazlaca olduğu ve kural temelli stratejileri kullanma konusunda ısrarı, çözümlerini değiştirmede esnek olmayışı dikkate değerdir. Düşük düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının sayı duyusu testinde 27. soruya verdiği yanıt şekil 6' da incelenmiştir. 27. soru ile öğretmen adayının kıyaslama yaparak sayı büyüklüklerine karar vermesi sayı sistemlerini doğru bir şekilde sıralaması amaçlanmıştır.



Şekil 8: ÖA2' nin sayı duyusu testinde 27. soruya verdiği yanıt

Şekil 8'de öğretmen adayının yarıma yakınlığı referans olarak sayı duyusu stratejilerini kullanarak soruyu doğru yanıtladığı görülmüştür.

Öğretmen adayının aynı soruya mülakat esnasında verdiği yanıt aşağıda verilmiştir:

ÖA: (İşlem yaptı.) % 61' i kesre çevirdim. $\frac{5}{8} = \frac{125}{1000}$ ' dir 0,125.

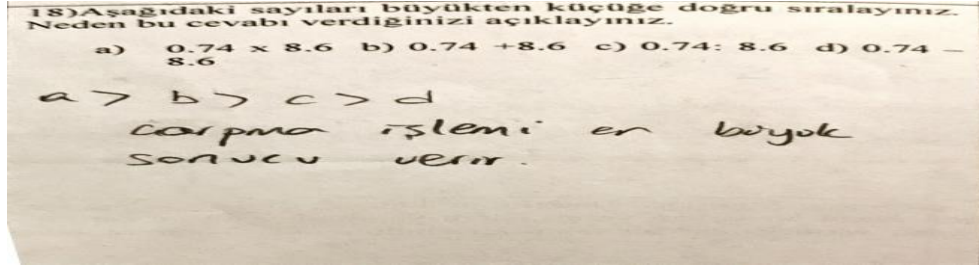
G: Sorunun çözümünden emin misiniz?

ÖA: Cevaptan eminim.

G: Sorunun çözümünde başka bir yol izlenebilir mi?

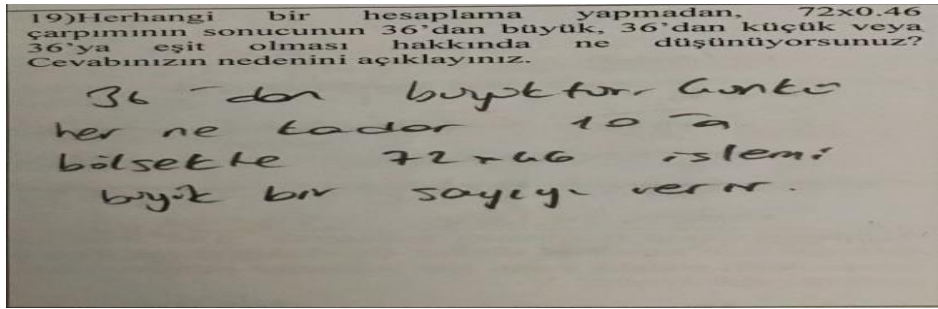
ÖA: Hayır.

Öğretmen adayı sorunun çözümünde işlem yaparak yanlış cevaplamıştır. Öğretmen adayının cevabı kural temelli stratejileri kullanarak yanlış cevap olarak kodlanmıştır. Cevaptan emin olduğunu ifade etmiştir kendine güvenen bir tutum sergilemiştir. ÖA2'nin kesirli sayılar ve ondalık sayıları sıralarken sayı bilgisinde ve sayı büyüklüğünü belirlemede zorlandığı görülmektedir. Öğretmen adayı ölçüt kullanarak kıyaslama da yapamamıştır. Bu durum literatürdeki sonuçlara paraleldir. Düşük düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının mülakat testinde sorularında yer alan 18. sorudaki çözüm süreçleri şekil 7' de incelenmiştir.



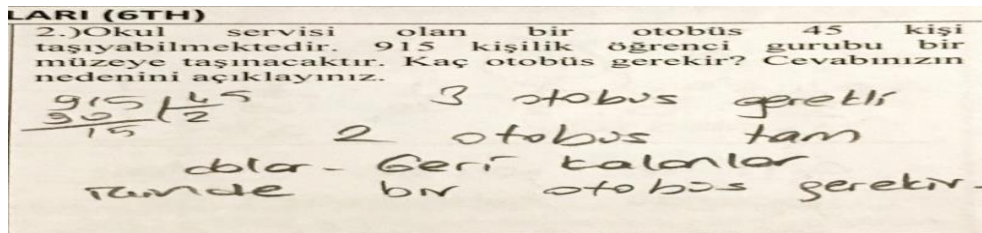
Şekil 9: ÖA2' nin sayı duyusu testinde 18.soruya verdiği yanıt

Şekil 9 incelendiğinde öğretmen adayı çarpma işleminin en büyük değere ulaştırdığı konusunda yanlış akıl yürütmelere sahiptir. Öğretmen adayının sayı duyusu testinde 19.soruya verdiği yanıt aşağıdaki şekil 8' de verilmiştir. 19. Soruda öğretmen adayının işlemlerin sayılar üzerindeki göreceli etkisinin farkında olup olmadığı incelenmek istenmiştir.



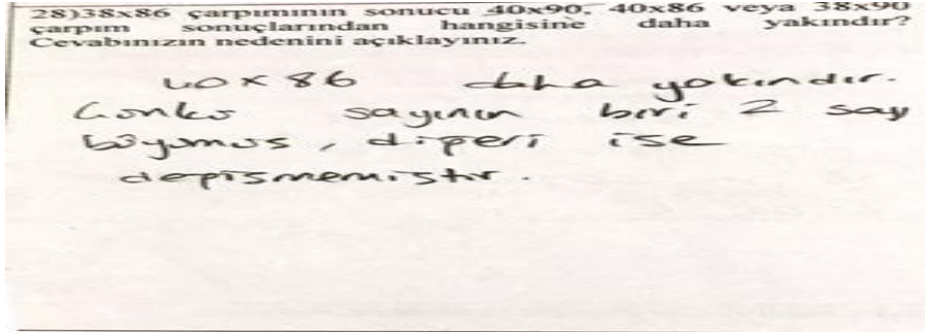
Şekil 10: ÖA2' nin sayı duyusu testinde 19.soruya verdiği yanıt

Şekil 10'a göre öğretmen adayının sayı duyusu testinde yukarıda soruyu yanlış yanıtlayıp mülakatta aynı soruyu sayı duyusu stratejilerini kullanarak doğru yanıtlaması dikkate değer bir durumdur. Bu durum derinlemesine incelenmek istenmiştir. Öğretmen adayı sayı duyusu testinde *36'dan büyüktür* ifadesini kullanarak yanlış akıl yürütmeler ile soruyu yanlış cevaplamıştır. Ancak mülakat esnasında *0,46'nın yarımdan küçük olduğunu ve çarpımında 36'dan küçük olacağını* referans noktası kullanarak ifade etmiştir. Öğretmen adayı sayı duyusu stratejilerini kullanarak soruyu doğru yanıtlamıştır. Düşük düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının sayı duyusu testinde 2.soruya verdiği yanıt şekil 9' da incelenmiştir. Öğretmen adayının işlem yaparak soruyu çözmesinden ziyade bölme işlemini yanlış yapması oldukça dikkate değer bir durum olduğundan 2. Soru derinlemesine incelenmek istenmiştir.



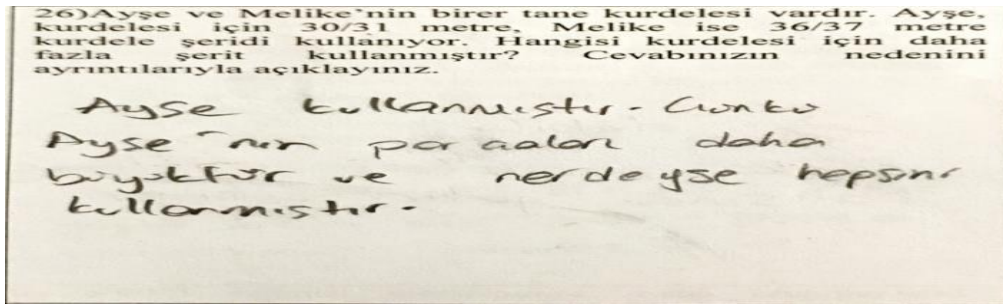
Şekil 11: ÖA2' nin sayı duyusu testinde 2.soruya verdiği yanıt

Şekil 11'e göre öğretmen adayı kural temelli stratejileri kullanarak işlem yapmış ve soruyu yanlış yanıtlamıştır. Öğretmeyen adayının bölme işlemini yanlış yapması bölme kavramı ile ilgili işlemsel ve kavramsal bilgilerinde büyük eksiklik olduğunu göstermektedir. Öğretmen adayı mülakat esnasında da bölme işlemini yanlış yapmıştır. Düşük düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının sayı duyusu testinde 28. soruya verdiği yanıtı şekil 10'da yer verilmiştir. 28. soruda öğretmen adayının yanlış akıl yürütmelerinin mevcut olduğu, sayılar ve işlemler arasındaki ilişkiyi yanlış yorumlaması sorunun incelenmesine neden olmuştur.



Şekil 12: ÖA2' nin sayı duyusu testinde 28. soruya verdiği yanıt

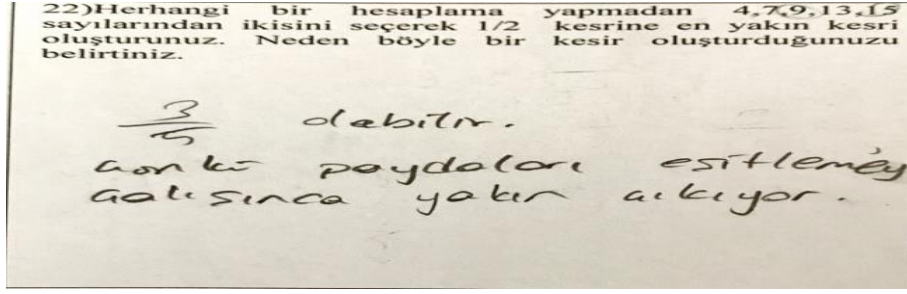
Şekil 12 incelendiğinde öğretmen adayı sadece rakamlar arasındaki farka bakarak soruyu yanlış yanıtlamıştır. Öğretmen adayının kavram yanılgısı mevcuttur. İşlemlerin sayılar üzerindeki etkisinin farkında olmaması ya da göz ardı etmesi bir eksikliktir. Şekil 11' de ÖA2'nin sayı duyusu testinde 26.soruya verdiği yanıt incelenmiştir. 26.soru ÖA1' in yüksek matematiksel muhakemeyele çözdüğü soru olması özelliğiyle önem taşımaktadır bu sebeple ÖA2'nin bu soruya verdiği yanıt derinlemesine incelenmek istenmiştir.



Şekil 13: ÖA2'nin sayı duyusu testinde 26.soruya verdiği yanıt

Şekil 13 incelendiğinde öğretmen adayının yanlış akıl yürütmeler ile soruyu yanlış yanıtladığı gözlemlenmiştir. ÖA1 ile ÖA2'nin sayı duyusu becerisi mevcut durumları arasındaki farkın büyüklüğü bu soruda da net bir şekilde gözlemlenmiştir. ÖA2'nin kesirlerle ilgili kavram yanılgılarının mevcut olduğu görülmektedir. Şekil 12' de ÖA2'nin sayı duyusu testinde 22. soruya verdiği yanıt incelenmiştir. 22. soru ÖA1'in yüksek matematiksel

muhakemeye çözdüğü soru olması özelliğiyle önem taşımaktadır bu sebeple ÖA2'nin bu soruya verdiği yanıt derinlemesine incelenmek istenmiştir.



Şekil 14: ÖA2' nin sayı duyusu testinde 22.soruya verdiği yanıt

Şekil 14 incelendiğinde öğretmen adayının kural temelli stratejileri kullanarak soruyu yanlış yanıtladığı görülmüştür. ÖA1 ile ÖA2'nin sayı duyusu becerisi mevcut durumları arasındaki farkın büyüklüğü bu soruda da net bir şekilde gözlemlenmiştir. ÖA2 soruların birçoğunda cevaptan emin olup olmadığı sorulduğunda emin olduğunu söyleyip soruları yanlış yanıtlamıştır.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma sonucunda sayı duyusu özelliklerinin kullanımında yüksek ve düşük sayı duyularına sahip iki öğretmen adayı arasında keskin farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının çözüm süreçleri incelendiğinde kural kullanma, yanlış hesaplamalar yapma, açıklama olmayan cevaplar, sezgisel fikirler, zihinsel hesaplamalar, tahmin stratejilerini kullanma gibi çeşitlenmiştir. Çalışmada yüksek düzeyde sayı duyusuna sahip gruptan seçilen öğretmen adayının en başarılı olduğu bileşen ayrıştırma ve yeniden düzenleme bileşeni iken en başarısız olduğu bileşen ise sayı bilgisi bileşenidir. Ayrıca öğretmen adayının yüksek matematiksel muhakemeye çözdüğü iki sorunun farklı bileşenler olması da dikkat çekmektedir. Öğretmen adayının yüksek matematiksel muhakemeye çözdüğü soruların biri kıyas bileşenine aitken diğeri sayı büyüklüğü bileşenine aittir. Öğretmen adayının yüksek matematiksel muhakemeye çözdüğü sorular çözüm incelendiğinde sorun için geliştirilmiş bir çözüm arayışında olduğunu göstermiştir. Bu durum onun akademik seviyesinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Yüksek matematiksel muhakemenin sebebinin öğretmen adayının Kamu Personeli Seçme Sınavı (KPSS) hazırlanmasının ve alan sınavı için yaptığı çalışmaların olduğu düşünülmektedir. KPSS'den sonraki süreçte öğretmen adayının sorunun çözümünde sayı duyusu stratejilerini kullandığı ancak yüksek matematiksel muhakemeye soruyu çözmediği görülmüştür. Literatür incelendiğinde yüksek matematiksel stratejileri kullanabilen öğretmen adayları sayısı oldukça

azdır. Almeida, Bruno ve Perdomo-Díaz (2016) araştırmalarında yüksek matematiksel muhakeme ile soruları çözen öğretmen adaylarının olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının sorunun çözümünde kendine özgü stratejiler geliştirebildiklerini ve genellemeye varabildiklerini belirtmişlerdir (Almeida vd.,2016). Bu öğretmen adaylarının bu stratejileri kullanmalarında akademik birikimlerinin etkisi olduğu düşünülebilir. Bu durumun onun soyutlama, içerik bilgisi ve matematikleştirme seviyelerinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada düşük düzeyde sayı duyusuna sahip gruptan seçilen öğretmen adayının en başarılı olduğu bileşen ayrıştırma ve yeniden düzenleme bileşeni iken en başarısız olduğu bileşen ise işlemlerin göreceli etkisi bileşenidir. Öğretmen adayının işlemlerin göreceli etkisine ait soruların hiç birini doğru yanıtlamayışı dikkat çekmektedir. Her iki öğretmen adayının en başarılı olduğu bileşen ayrıştırma bileşeni bulunmuştur. En başarısız oldukları bileşen ise farklılık göstermektedir. Yang (2005), Yang ve Li (2008) yaptıkları çalışmada öğrencilerin en başarısız olduğu bileşeni “sonuçların uygunluğunun yargılama” olduğunu bulmuştur. Bu çalışma öğretmen adaylarının en başarılı olduğu bileşen “kıyas”, en başarısız olduğu bileşen “sayı büyüklüğü” olduğu sonucuna ulaşmıştır. Literatürde bileşenler bazında başarı incelendiğinde çok farklı sonuçlar mevcuttur. Kayhan Altay (2010) çalışmasında 6., 7., 8. Sınıf öğrencilerinin kıyas bileşeninde başarısız olduğunu belirtmiştir. Harç (2010) en düşük sayı duyusu bileşenini işlem etkileri olduğu görülmüştür. İymen (2012) 8. sınıf öğrencilerin üslü sayılar konusundaki sayı büyüklükleri bileşeninde kavramada eksik olduklarını belirtmiştir. Bu farklılığın nedeninin kültür, yaş, cinsiyet, öğretim ortamı gibi sebepler olabileceği düşünülebilir.

Düşük düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının yanlış yanıtladığı soruların büyük bir kısmının yanlış akıl yürütmelere bağlı olduğu bir kısmının ise kural temelli stratejilerin yanlış kullanımından kaynaklandığı görülmüştür. Araştırmada düşük düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının toplama, çarpma işlemi sayının değerini büyültür, çıkarma ve bölme işlemi sayının değerini küçültür gibi ve daha başka çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmüştür. Öğretmen adayı çarpma işlemi sayıların değerini büyük yapar açıklamaları öğretmen adayının yanlış akıl yürütmelere sahip olduğunu göstermektedir. Bunun örnekleri literatürde de mevcuttur. Tirosh ve Graeber (1991) ve Greer'in (1997) çalışmaları bazı öğrencilerde çarpma daha büyük bir cevap yapar kavramsallaştırmasına sahip olduklarını göstermişlerdir. Bu açıklama bulguları destekler niteliktedir. Mevcut araştırmalar geleneksel kağıt-kalem hesaplama algoritmalarının öğrencinin gelişimine ve sayı duyusuna engel olabileceğini göstermektedir. Araştırmacılar

yazılı algoritmaların çok fazla öğrenilmesinin, tahmin stratejilerini kullanmayı engelleyebileceğini öğretmen adaylarının kural temelli stratejilerini kullanmaya yöneleceklerini belirtmişlerdir (Kami ve Lewis, 1991; Reys vd.,1991; Yang, 1997).

Yüksek düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının sayı duyusu stratejilerini kullanarak çözdüğü soruların hepsini doğru yanıtlamış olması dikkate değerdir. Öğretmen adayının yanlış yanıtladığı soruların sadece yanlış akıl yürütmelere bağlı olduğu görülmüştür. Düşük sayı duyusuna sahip öğretmen adayının özellikle kural tabanlı stratejileri kullandığı çözüm süreçlerini değiştirme konusunda gerekli esnekliğe sahip olmadığı çözüm süreçlerinde standart yazılı hesaplama algoritmalarını tercih ettiği görülmüştür. Almeida, Bruno ve Perdomo-Díaz (2016), problemleri çözmek için başka bir yol bulamayan öğretmen adayları, algoritmaları kullanma sertliği sergilediklerini belirtmiştir. Çözüm için başka bir çözüm yolu var mıdır? sorusuna bilmiyorum şeklinde cevap vermesi çözüm stratejilerini değiştirmede esnek olmadığını göstermiştir. Almeida, Bruno ve Perdomo-Díaz (2016), çalışmasında öğretmen adaylarının kuralları kullanırken sonuçların anlamlı olup olmadığına bakmadıklarını belirtmiştir. Elde edilen bulgulara göre düşük düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının kural temelli stratejileri kullanılırken işlemlerde hata yapabildiği görülmüştür.

Düşük sayı duyusuna sahip öğretmen adayının özellikle ondalık sayılar, kesirler ve rasyonel sayılar gibi sayı sistemlerini içinde barındıran sorularda sayı duyusu becerisini kullanamadıkları görülmüştür. Bu bulguyu Yang (1997) ve Hiebert'in (1984) çoğu öğrencinin ondalık sembolleri ile kesirleri anlamadığı bulguları desteklemektedir. Veriler aynı zamanda öğrencilerin ondalık sayılardan kesirleri ayırdıklarını Markovits ve Sowder (1994) ifadesi ile de tutarlıdır. Gay ve Aichele (1997), öğrencilerin yüzde durumlarına hakim olmada yaşadıkları zorlukları araştırdıkları araştırmalarında benzer sonuçlar bulunmuştur. Hangerford (1994) öğretmen adaylarının ondalık sayılar, kesirler, rasyonel sayılar gibi sayı sistemlerini öğrencilerin zihinlerinde modelleyemediğini belirtmiştir. Zihinsel matematik kullanılarak öğrencilerin zihinlerinde sayı sistemlerinin yeniden oluşturulması gerektiğini vurgulanmıştır. Rasch (1992) öğretmen adaylarının rasyonel sayı sisteminin anlamını ve özelliklerini derinlemesine anlayamamalarının rasyonel sayılarla ilgili sorularda zorluk çekmelerine sebep olduğunu ifade etmiştir.

Çalışmada düşük düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının soruların büyük bir kısmında soruyu yanlış yanıtlamasına rağmen kendine güvenen bir tutum sergilediği görülmüştür. Bu durum öğretmen adayının kavram yanılgılarının, kullandığı yanlış algoritmaların farkında olmadığını göstermektedir. Ayrıca soruların çözümü için başka bir yol

olup olmadığı sorulduğunda düşünmeyi reddetmiş ve çözüm süreçlerini değiştirmede esneklik göstermediği gözlemlenmiştir. Burada literatürün tersine bir sonuca ulaşılmıştır. Çünkü ilgili alanyazını incelendiğinde yanlış akıl yürütmelere sahip öğretmen ve öğretmen adaylarının kendine güvensiz bir tutum sergiledikleri görülmektedir (Almeida vd., 2016). Almeida, Bruno ve Perdomo-Díaz (2016) sayı duyusu yüksek bireylerin kendine güvenen bir tutum sergilediklerini, sayı duyusu düşük bireylerin ise güvensiz bir tutumda olduklarını belirtmiştir.

Çalışmada düşük düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adayının çözüm sürecinde basit bir bölme işlemi yanlış yapması oldukça dikkat çekicidir. Öğretmen adayının bölme işleminin gruplama ve eşit paylaşırma anlamlarına odaklanmadığı söylenebilir. Öğretmen adayının bu kavramsal ve işlemsel bilgi eksikliklerinin tamamlanması bölme kavramını zihninde modelleyebilmesi öncelikli yapması gerekenler olduğu düşünülmektedir. İlgili alan yazını incelendiğinde Baki'nin (2013) çalışmalarında da öğretmen adaylarının bölme işlemi yanlış yaptıkları görülmüştür. Baki (2013) bu durumu şöyle açıklamıştır. Matematik öğretimi derslerin de dört işlemin basamaklara göre yapılmasına vurgu yapıldığı için öğretmen adayları basamak vurgusu yapmaktadır. Öğretmen adayları kendi bildikleri ile üniversitede öğrendikleri yeni bilgiler arasında kavramsal düzeyde ilişkilendirme yapamadıkları için ve kurala bağlı önceki bilgilerini değiştirmede esneklik göstermedikleri için bölme işlemlerini yanlış yaptıkları görülmüştür (Baki, 2013).

Çalışmada düşük ve yüksek düzeyde sayı duyusuna sahip öğretmen adaylarının çözüm sürecinde çözüm için başka yollar düşündüklerinde sayı duyusu stratejilerini doğru bir şekilde kullanabildikleri görülmüştür. Almeida, Bruno ve Perdomo-Díaz (2016) çalışmasında sayı duyusu stratejilerini kullanmayan öğretmen adaylarının sayı duyusu stratejilerini çözüm sürecinde iyi matematiksel muhakemeye ve çözümlerini değiştirmede esneklik göstererek kullanabileceğini sadece belli stratejileri kullanmada sürekli eğilim göstermemeleri gerektiğini belirtmiştir.

Öneriler

Üniversite öğretiminde öğrencilerinin sayıların göreceli büyüklüğü, sayıların mutlak büyüklüğü, sayı ve işlem özelliklerinden yararlanarak zihinsel hesaplamaları gerçekleştirme, sayısal hesaplamaları esnek bir şekilde kullanma ve bir tahminin ne zaman uygun olduğunun farkına varma gibi becerilerinin gelişmesine olanak sağlamak sayı duyusunun gelişmesini sağlar. Öğretmen yetiştirme kurumlarında, öğretmen adayları güçlü bir şekilde hazırlamalıdır (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000).

İlköğretim öğretmen adaylarından öncelikle beklenen öğretileri beklenen temel matematiği anlamalarıdır (Tsao, 2004). MEB matematik öğretim programında sayı duyusuna

açık bir vurgu yapılarak sayı duygusu becerisinin gelişimine yönelik kazanımlar ve etkinliklere yer verilebilir. Öğretmenler, zihinsel aritmetik ve sayı duygusu kullanmanın önemini farkında olduklarında gerekli stratejileri geliştirebilirler. Tsao (2004) derslerde materyallerin kullanıldığı, problem çözme yaklaşımlarından yararlandığı ve işbirlikli öğrenme ortamlarının geliştirildiği ve süreç sonunda öğretmen adaylarının sayı duygusu becerilerinin olumlu yönde geliştiğini bulmuştur. Problem çözme temelli işlenen bir dersin sayı duygusu becerisine etkisi olup olmadığı incelenebilir. Çalışmanın diğer önerileri de şöyledir: Sayı duygusu ile tutum, kaygı, akademik beceri bilgisi yeterlilikleri arasında bir ilişki olup olmadığına bakılabilir; benzer bir çalışma, ortaokul ve lise matematik öğretmenleri ile tekrarlanabilir; öğretmenlere sayı duygusu ile ilgili verilecek hizmet içi eğitimlerin öğretmenlerin sayı duygusu becerisini ne yönde etkileyeceği incelenebilir.

Kaynakça

- Akkaya, R. (2015). An investigation into the number sense performance of secondary school students in Turkey. *Journal of Education and Training Studies*, 4(2), 113-123.
- Almeida, R., Bruno, A., & Perdomo-Díaz, J. (2016). Strategies of number sense in pre-service secondary mathematics teachers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(5), 959-978.
- Baki, M. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının bölme işlemi ile ilgili matematiksel bilgileri ve öğretimsel açıklamaları. *Eğitim ve Bilim*, 38(167).
- Barchard, K. A., & Hakstian, A. R. (1997). The effects of sampling model on inference with coefficient alpha. *Educational and Psychological Measurement*, 57(6), 893-905.
- Bayram, G. (2013). 8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilişkin sayı duyguları ve başarıları arasındaki ilişki, *Yayımlanmamış Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). Örneklem Yöntemleri. Ş. Büyüköztürk, E. Kılıç Çakmak, Ö. E. Akgün, Ş. Karadeniz, & F. Demirel içinde, *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (s. 83-92). Ankara: Pegem Akademi
- Clark, C. M., & Peterson, P. L. (1986). Teachers' thought processes. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (3rd ed., pp. 255-296). New York, NY: Macmillan
- Courtney-Clarke, M., & Wessels, H. (2014). Number sense of final year pre-service primary school teachers: Original research. *Pythagoras*, 35(1), 9 pages.

- Creswell, J. W. (2016). Karma Yöntem Desenlerinin Çeşitleri. S. B. Demir içinde, *Research Design Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches* (s. 219-240). Ankara: Eğiten Kitap.
- Dede, H. G., & Şengül, S. (2016). İlköğretim ve Ortaöğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Sayı Hissinin İncelenmesi 1. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 7(2), 285-303.
- . Ergin, D.,Y., (1995). Ölçeklerde Geçerlik ve Güvenirlik. M.Ü. *Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7,125-148
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. How to design and evaluate research in education 2006. *Mc Grawall Hill*.
- Gay, S. A. ve Aichele, D. B. (1997). Middle school students' understanding of number sense related to percent. *School Science and Mathematics*, 97 (1), 27–36.
- Gay, A. S. (1990). A study of middle school students' understanding of number sense related to percent (Doctor of Education, Oklahoma State University, 1990). *Dissertation Abstracts International*, UMI No. 9119873.
- Gliner, G.(1991). Factors contributing to success in mathematical estimation in preservice teachers : Types of problems and previous mathematics experience. *Educational Studies in Mathematics*. 22(6), 595-606.
- Greer, B. (1997). Modelling Reality in Mathematics classroom: The Case of Word Problems, *Learning and Instruction*, 7 (7), 293- 307.
- Harç, S. (2010). 6. Sınıf öğrencilerinin sayı duyusu kavramı açısından mevcut durumlarının analizi, *Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.
- Hiebert, J. (1984). Children's mathematics learning: The struggle to link form and understanding. *The Elementary School Journal*, 84, 496-513.
- Hiebert, J., Carpenter, T. P., & Moser, J. M. (1982). Cognitive development and children's solutions to verbal arithmetic problems. *Journal for research in mathematics education*, 83-98.
- Hinton, V. (2011). *Pre-service teachers' computational knowledge, efficacy, and number sense skills* (Doctoral dissertation).
- Hungerford, T. W. (1994). Future elementary teachers: The neglected Constituency. *The American Mathematical Monthly*. 101 (1), 15-21.
- Iymen, E., & Paksu, A. D. (2015). Analysis of 8th Grade Students' Number Sense Related to the Exponents in Terms of Number Sense Components. *Egitim ve Bilim*, 40(177).

- İymen, E. (2012). 8. Sınıf Öğrencilerinin Üslü İfadeler ile İlgili Sayı Duyularının Sayı Duyusu Bileşenleri Bakımından İncelenmesi. *Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.*
- Kamii, C. & Lewis, B. A. (1991). Achievement tests in primary mathematics: Perpetuating lower-order thinking. *Arithmetic Teacher*, 39(9), 4-9.
- Kaminski, E. (1997). Teacher education students' number sense: Initial explorations. *Mathematics Education Research Journal*, 9(2), 225-235. doi: 10.1007/BF03217312
- Kartal, A. (2016). 8. Sınıf Öğrencilerinin Kesirlerde Sayı Duyularının İncelenmesi (Yayımlanmamış Doktora Tezi) . Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rize.
- Kayhan-Altay, M. (2010). İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Sayı Duyularının; Sınıf Düzeyine, Cinsiyete Ve Sayı Duyusu Bileşenlerine Göre İncelenmesi, *Yayımlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.*
- Kayhan-Altay, M. ve Umay, A. (2011). Sınıf Öğretmeni Adayların Hesaplama Becerileri ve Sayı Duyuları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 6(1), 1277-1283.
- Lin, Y. C. (2016). Diagnosing Students' Misconceptions in Number Sense via a Web-Based Two-Tier Test. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(1).
- Linn, R.L., & Gronlund, N.E. (1995). *Measuring and assessment in teaching* (7th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Markovits, Z. & Sowder, J. (1994). Developing number sense: An intervention study in grade 7. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25 (1), 4-29.
- McIntosh, A., Reys, B. J., & Reys, R. E. (1992). A proposed framework for examining basic number sense. *For the Learning of Mathematics*, 12 (3), 2-9.
- Mcmillan, J. H. (2000). *Educational Research: Fundamentals for the consumer*. New York: Longman.
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı), (2018). *İlköğretim Matematik Dersi 5-8. Sınıflar Öğretim Programı ve Kılavuzu*. Ankara: MEB.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., Huberman, M. A., & Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*: Sage.
- Mohamed, M. ve Johnny, J. (2010). Investigating number sense among students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 317-324.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

- Rasch, K. (1992). Mathematical Literacy To Empower Teacher Education Students in the 21st Century: How Can This Become Reality? Paper presented at the National Forum of the Association of Independent Liberal Arts Colleges for Teacher Education, June 5-8, 1992, Maryville University of Saint Louis, Missouri, USA. ERIC Document : ED 351 291.
- Resnick, L. B. (1989). Defining, assessing and teaching number sense. In *Establishing foundations for research on number sense and related topics: Report of a conference* (pp. 35-39). San Diego State University, Center for Research in Mathematics and Science Education.
- Resnick, L. B. (1983). Mathematics and science learning: A new conception. *Science*, 220(4596), 477-478. <http://dx.doi.org/10.1126/science.220.4596.477>
- Reys, R. E. ve Yang, D. C. (1998). Relationship between computational performance and number sense among sixth- and eighth- grade students in Taiwan, *Journal for Research in Mathematics Education*, 29 (2), 225–237.
- Reys. R.E.. Reys. B. J.. Nohda. N.. & Emori. H. (1995). Mental computation performance and strategy use of Japanese students in grade 2.4.6. and 8. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26. 204-326.
- Reys R. E., Reys, B. J., Nohda, N. Ishida, J., Yoshikawa, S., & Shimizu. K. (1991). Computational estimation performance and strategies used by fifth- and eighth-grade Japanese students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(1), 39-58.
- Sengul, S. (2013). Identification of Number Sense Strategies used by Pre-service Elementary Teachers. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 13(3), 1965-1974.
- Singh, P. (2009). An Assessment of Number Sense among Secondary School Students. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*. <http://www.cimt.org.uk/journal/singh.pdf> adresinden ulaşılmıştır. Erişim Tarihi: 10/06/2016.
- Sowder, J. T. (1992). Estimation and number sense. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 371-389). New York, NY, England: Macmillan Publishing Co, Inc.
- Stemler, S. (2001). An overview of content analysis. *Practical assessment, research & evaluation*, 7(17), 137-146.
- Şengül, S. ve Gülbağcı Dede, H. (2014). The strategies of mathematics teachers when solving number sense problems. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 5(1), 73-88.
- Tekin, H. (2000). *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme*. (14. Baskı). Yargı Yayınevi, Ankara.

- Tirosh, D., & Graeber, A. O. (1991). The effect of problem type and common misconceptions on preservice elementary teachers' thinking about division. *School Science and Mathematics*, 91(4), 157-163.
- Tsao, Y. L. (2004). Exploring the Connections among Number Sense, Mental Computation Performance, and the Written Computation Performance of Elementary Preservice School Teachers. *Journal of College Teaching & Learning*, 1(12), 71-90.
- Yaman, H. (2015). Sınıf düzeylerine göre öğretmen adaylarının sayı duygusu performansları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(2), 739-754.
- Yang, D. C. (1997). Number sense performance and strategies possessed by sixth- and eighth-grade students in Taiwan. Doctoral dissertation, University of Missouri, Columbia, 1995. *Dissertation Abstracts International*, 57, 3.
- Yang, D. C. (2005). Number sense strategies used by 6th-grade students in Taiwan. *Educational Studies*, 31, 317-333.
- Yang, D. C. (2007). Investigating the strategies used by pre-service teachers in Taiwan when responding to number sense questions. *School Science and Mathematics*, 107(7), 293-301.
- Yang, D. C., & Li, M. F. (2008). An investigation of 3rd grade Taiwanese students' performance in number sense. *Educational Studies*, 34(5), 443-455. doi: 10.1080/03055690802288494
- Yang, D. C., & Li, M. N. (2013). Assessment of Animated Self-Directed Learning Activities Modules for Children's Number Sense Development. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(3).
- Yang, D. C., & Lin, Y. C. (2015). Assessing 10-to 11-year-old children's performance and misconceptions in number sense using a four-tier diagnostic test. *Educational Research*, 57(4), 368-388.
- Yang, D. C., Reys, R. E., & Reys, B. J. (2009). Number sense strategies used by pre-service teachers in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 383-403.
- Yapıcı, A. (2013). 5, 6 ve 7. sınıf öğrencilerinin yüzdeler konusunda sayı duygularının incelenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Zanzali, N. A. A., & Ghazali, M. (1999). Assessment of school children's number sense. *Proceedings of the International Conference on Mathematics Education into the 21st Century: Societal Challenges: Issues and Approaches*. Cairo, Egypt.