



A Study on the Reasoning Self-Efficacy Beliefs of Prospective Mathematics Teachers[#]

Çiğdem Arslan^{1,a,*}, Zeynep Özyayın^{1,b}

¹Faculty of Education, Bursa Uludağ University, Bursa, Türkiye

*Corresponding author

Research Article

Acknowledgment

[#]The study was supported by Bursa Uludağ University Scientific Research Project Unit (BAP) with the project numbered SHIZ-2022-1060. A part of this study was presented at the 2. International Cappadocia Scientific Research Congress.

History

Received: 06/04/2023

Accepted: 01/06/2023



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

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

ABSTRACT

The aim of this research was to investigate self-efficacy beliefs of prospective mathematics teachers with regard to the concept of mathematical reasoning. For this purpose, an assessment was made between prospective teachers' mathematical reasoning self-efficacy levels and their ability to determine mathematical reasoning indicators in a problem. Survey design, which is one of the quantitative research methods, was used in the research. The study group of the research consisted of 51 prospective mathematics teachers. The data collection tools used in the research were "Mathematical Reasoning Self-Efficacy Scale", "Mathematical Reasoning Indicators Table", and "Mathematical Reasoning Problems". As a result of the research, it was found that the prospective teachers' self-efficacy for mathematical reasoning was above the scale average and their self-efficacy was the lowest in the creative thinking sub-dimension and the highest in the connection sub-dimension. Prospective teachers were not successful enough to determine the indicators of mathematical reasoning in mathematical problems. In addition to these, it was seen that the mathematical reasoning self-efficacy levels of the prospective teachers had a statistically significant effect on their ability to determine the mathematical reasoning indicators in the mathematical reasoning problems. As a result, supporting prospective teachers' mathematical reasoning and strengthening their internal beliefs about mathematical reasoning will contribute to their becoming well-equipped teachers in the relevant field.

Keywords: Mathematical reasoning, self-efficacy, prospective mathematics teacher, mathematical connection, creative thinking

Matematik Öğretmen Adaylarının Muhakeme Etme Öz Yeterlik İnançları Üzerine Bir Çalışma[#]

Bilgi

[#]Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimi (BAP) tarafından SHIZ-2022-1060 nolu proje ile desteklenmiştir ve çalışmanın bir kısmı 2. Uluslararası Kapadokya Bilimsel Araştırmalar Kongresi'nde sunulmuştur.

*Sorumlu yazar

Süreç

Geliş: 06/04/2023

Kabul: 01/06/2023

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

Copyright



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Öz

Bu araştırmanın amacı matematik öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme öz yeterlik inançlarını incelemektir. Bu amaç doğrultusunda öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyleri ve bir problemde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumları arasında bir değerlendirme yapılmıştır. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden biri olan tarama deseni kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 51 matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmada kullanılan veri toplama araçları "Matematiksel Muhakeme Öz-Yeterlik Ölçeği", "Matematiksel Muhakeme Etme Problemleri" ve "Matematiksel Muhakeme Etme Göstergeleri Tablosu" dur. Araştırmanın sonucunda, öğretmen adaylarının matematiksel muhakemeye yönelik öz yeterliklerinin ölçek ortalamasının üstünde olduğu ve öz yeterliklerinin yaratıcı düşünme alt boyutunda en düşük, ilişkilendirme alt boyutunda ise en yüksek olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adayları matematik problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme açısından yeterince başarılı olamamışlardır. Bunlara ek olarak öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeylerinin matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu görülmüştür. Sonuç olarak öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etmelerinin desteklenmesi ve matematiksel muhakeme etmeye yönelik içsel inançlarının güçlendirilmesi onların ilgili alanda donanımlı birer öğretmen olmalarına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel muhakeme etme, öz yeterlik, matematik öğretmen adayı, matematiksel ilişkilendirme, yaratıcı düşünme

^a arslanc@uludag.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0001-7354-8155>

^b zeynepozaydin@uludag.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0003-1768-3963>

Giriş

21.yüzyıl becerilerinden biri olan matematiksel muhakeme etme (PISA, 2022), eldeki bilgilerden hareketle özgün düşünme türlerini kullanarak yeni bilgiler oluşturma sürecidir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013). Matematiksel muhakeme etme, matematiksel bilginin yapılandırılmasında (Toulmin vd., 1984) ve yaşam içindeki sorunların çözüme kavuşturulmasında (Mumcu, 2011) oldukça önemli bir role sahiptir. Matematik alanının içerisinde matematiksel muhakeme etme en çok başvurulan becerilerden biri olup (Çoban ve Tezci, 2020) matematik eğitiminin araştırma ve uygulama alanları için önem verilen bir konudur (Hjelte vd., 2020).

Matematiksel muhakeme etme matematiğin merkezinde yer alır ve başarılı bir matematik öğretimi için önemli kabul edilir (Nunes vd., 2012). Çünkü matematik öğretimi bünyesinde, düşüncelere gerekçe üretme, tahminde bulunma, örüntüleri fark etme, sonuca ulaşma (Umay, 2003) gibi matematiksel muhakeme etme gerektiren çeşitli becerileri barındırmaktadır. Matematiksel işlemlerin ve kuralların öğrenilmesinde, bireylerin ihtiyaç duyduğu temel bir öge olan matematiksel muhakeme etme (Erdem, 2015) bireylerin matematiği anlamlandırılmalarını, aktif matematiksel fikirler oluşturabilmelerini sağlar (Carpenter vd., 2003; Stylianides vd., 2013).

Matematiksel muhakeme etme gerek ulusal gerek uluslararası öğretim programlarında önem verilen ve kazandırılması amaçlanan temel bir beceridir. Örneğin Millî Eğitim Bakanlığı (MEB, 2018, s.8) İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programı'nda bireylerin kendi düşünce ve muhakeme etmelerini rahatça ifade edebilmelerini ve başkalarının muhakeme etmelerindeki eksiklikleri görebilmelerini özel amaçlar arasında ele alır. New Jersey Matematik Öğretimi Müfredatı ise matematiksel muhakeme etmenin öğrencinin diğer tüm matematik becerilerini kullanmasını sağlayan kritik bir beceri olduğunu ifade eder (New Jersey Mathematics Coalition and the New Jersey Department of Education [NJMCF], 1996). Bunlara ek olarak Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi'nin öğrencilere kazandırmayı hedeflediği amaçlar ile uyumlu olarak her sınıf seviyesinde matematiğe ilişkin belirlediği dört standarttan biri (diğerleri problem çözme, iletişim, ilişkilendirme) matematiksel muhakeme etmedir (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000).

Matematiksel muhakeme etme, matematiksel öğrenmenin temelinde olmasına (Kilpatrick vd., 2001), ulusal ve uluslararası matematik öğretimi müfredatlarında önemli bir yer almasına (MEB, 2013; MEB, 2018; ACARA, 2022; NJMCF, 1996; PISA, 2021) rağmen yapılan çalışmalar öğrencilerin matematiksel muhakeme etmede sorun yaşadığına işaret etmektedir (Ersoy ve Bal-İncebacak, 2017; Fatra vd., 2022; Herman, 2018; Yeşildere ve Türnüklü, 2007). Brodie (2010) bireylerin matematiksel muhakeme etme becerisini geliştirmede öğretmen gibi bir rehber ihtiyacı duyduğunu belirtir. Ancak matematiksel muhakeme etme, öğretmenler tarafından yeterince

anlaşılamamaktadır (Herbert vd., 2022; Dreyfus vd., 2012; Lobato vd., 2013; Loong vd., 2017) ve öğretmenler için bile tanımlanması zor bir beceridir (Jeannotte ve Keiran, 2017).

Matematiksel muhakeme etmeye dair net bir anlayışa sahip olmayan öğretmenler, sınıfta eylem halindeki muhakeme etmeyi fark edemezler (Bragg vd., 2016). Matematik eğitimi toplulukları matematik öğretmenlerinin öğrencilerin muhakeme etmeleri hususunda daha fazla fırsata ihtiyaç duydukları fikrine sahiptirler (Francisco ve Maher, 2010). Çiftçi (2015) ancak matematiksel muhakeme etmeyi nitelikli olarak kullanabilen öğretmenlerin, öğrenme ortamlarını bu yeteneğin gelişmesini sağlayacak bir şekilde organize edebileceklerini ifade etmektedir. Dolayısıyla öğretmenlerin matematiksel muhakeme etme konusunda donanımlı olarak yetiştirilmeleri önemlidir.

Matematiksel muhakeme etmeye yönelik bireysel donanım ve öğrenme ortamlarının organize edilmesi söz konusu olduğunda öz yeterlik kavramından bahsetmek mümkündür. Çünkü kişilerin belli bir davranışın gösterilebileceği etkinlikler organize edip bu etkinlikleri başarılı bir şekilde gerçekleştirebilme yeterliğine yönelik içsel inancı öz yeterlik olarak tanımlanmaktadır (Pajares,1996). Öz yeterlik kavramı, eğitim alanında üzerinde durulması gereken bir özelliktir (Aşkar ve Umay, 2001). Matematik öğretiminin duyuşsal alanında önemli faktörlerden biri olan öz yeterlik inancı (Dede, 2008), bireylerin matematiğe dair performanslarının yordayıcısı olarak belirtilmektedir (Pajares ve Graham, 1999). Aynı zamanda kişilerin matematik başarılarında etkili bir öncül konumundadır (Kiemaneş vd., 2004). Öyle ki öz yeterlik inancı yüksek olan öğretmenler öğrenci başarısını artırmaya yönelik materyaller hazırlamaya, etkinlikler geliştirmeye ve zorlukların üstesinden gelmeye daha yatkındırlar (Palmer, 2006; Schunk, 2009).

Literatürde öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etmelerini konu edinen çalışmalar sayıca birden fazladır (İlhan ve Arslaner, 2018; Birkeland, 2015; Öz ve Işık, 2018; McGalliard ve Wilson, 2017; Demirtaş, 2022; Rowland vd., 2018). Matematik eğitimi alanında öğretmen adaylarının öz yeterlik inançları üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmaların matematik okuryazarlığına yönelik öz yeterlik (Zehir ve Zehir, 2016; Tariq vd., 2013; Dinçer vd., 2016; Topbaş Tat, 2018) ve matematik öğretimine yönelik öz yeterlik (Şahin vd., 2014; Ural, 2015; Usta vd., 2019; Briley, 2012; Zuya vd., 2016) konuları üzerine yoğunlaştığı görülmüştür. Mevcut araştırmanın konusunu oluşturan matematiksel muhakeme etme öz yeterlik inancı bağlamındaki literatürde ise yalnızca bir çalışmaya rastlanmıştır. Rastlanan bu çalışmada Mumcu (2019), literatürde matematiksel muhakeme etme öz yeterlik inancını ele alan çalışmaların olmadığını belirterek mevcut araştırma kapsamında kullanılan "Matematiksel Muhakeme Öz-Yeterlik Ölçeği"nin geliştirilmiş ve ölçeğin bir uygulamasını gerçekleştirmiştir.

Matematiksel muhakeme etmeye matematik öğretmenlerinin özel alan yeterlikleri arasında (MEB, 2008, s.144) ayrıntılı bir şekilde yer verilir. Ancak birçok öğretmen matematik eğitiminde matematiksel muhakeme etmeyi anlamlandırabilme ile mücadele etmektedir (Loong vd., 2018). Dolayısıyla matematik eğitiminden birinci derecede sorumlu olan öğretmen adaylarının (Altun vd., 2007) 21.yüzyıl becerilerinden biri olan matematiksel muhakeme etme kavramına yönelik öz yeterlik inançlarını konu edinen bir değerlendirmenin yapılması ihtiyacından bahsetmek mümkündür. Aynı zamanda matematiksel muhakeme etmede başarısız olan bireylerin muhakeme etmeye yönelik öz yeterlik inançlarının da yüksek olmayacağı öngörülmektedir (Mumcu, 2019). Ancak literatürde bu öngörü netleştirecek herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu sebeple ilgili araştırmanın öğretmen adaylarının hem matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeylerine hem de matematiksel muhakeme etme becerilerine ve bunlar arasındaki ilişkiyi değerlendirmeye odaklanmış olması önemli görülmektedir.

Dolayısıyla bu araştırmanın amacı öğretmen adaylarının kendi matematiksel muhakeme etmelerine yönelik yargıları olan öz yeterlik düzeyleri ve bir problemde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini görebilme durumları üzerine bir değerlendirme yapmaktır. Bu amaç doğrultusunda çalışmaya yön veren araştırma problemleri;

1. Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyleri nasıldır?
2. Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumları nasıldır?
3. Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyleri ile matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir ilişki var mıdır? olarak belirlenmiştir.

Yöntem

Bu araştırma nicel araştırma yöntemlerinden biri olan tarama deseninde yürütülmüştür. Nicel araştırmalar, sayısal olarak ölçülebilen değişkenler arasındaki ilişkilerle ilgilenirler (Saunders vd., 2016) ve ilişkileri inceleyebilme gibi avantajları barındırırlar (Büyüköztürk vd., 2010). Nicel araştırma yöntemlerinden biri olan tarama araştırmaları mevcut durumu, var olduğu şekliyle nesnel bir yaklaşım içinde inceleme ve ortaya koyma anlayışını benimser (Karasar, 2016). Önemli olan, var olanı değiştirmeye kalkmadan izleyebilmektir (Fraenkel ve Wallen, 2006). Bu çalışmada matematik öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyleri ve matematiksel muhakeme etme becerileri arasındaki ilişkiyi incelemek amaçlandığı için, nicel araştırma yöntemlerinden biri olan tarama deseni kullanılmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu bir devlet üniversitesinin ilköğretim Matematik Öğretmenliği lisans programında öğrenim gören, 2021-2022 öğretim yılı bahar döneminde “Matematiksel İlişkilendirme” isimli derse dönem boyunca katılım sağlamış, 37’si (%72,5) kadın, 14’ü (%27,5) erkek toplam 51 öğretmen adayı oluşturmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılan veri toplama araçları “Matematiksel Muhakeme Öz-Yeterlik Ölçeği”, “Matematiksel Muhakeme Etme Problemleri” ve “Matematiksel Muhakeme Etme Göstergeleri Tablosu”dur.

Matematiksel Muhakeme Öz-Yeterlik Ölçeği, Mumcu (2019) tarafından geliştirilmiştir. Güvenirlik katsayısı .883 olarak hesaplanmış, 5’li likert tipinde bir ölçektir. Mevcut araştırmadan elde edilen verilerle ölçeğin güvenirlik katsayısı yeniden hesaplanmıştır ve .920 olarak bulunmuştur. Bu değer yüksek derecede güvenilir bir değerdir (Tavşancıl, 2006). Dolayısıyla kullanılan bu ölçek güvenilir bir ölçektir. 10’u olumsuz toplam 21 maddeden oluşan 4 alt boyutlu ölçeğin; 7 maddeden oluşan birinci alt boyutu Genelleme/Soyutlama/Modelleme, 7 maddeden oluşan ikinci alt boyutu İlişkilendirme, 3 maddeden oluşan üçüncü alt boyutu Geliştirme ve 4 maddeden oluşan dördüncü alt boyutu ise Yaratıcı düşünme olarak isimlendirilmiştir.

Matematiksel Muhakeme Etme Problemleri içinde yer alan “Küpler” problemi Arslan (2007)’den, PISA 2012 pilot uygulama sorularından uyarlanan “DVD kiralama” problemi Öz (2017)’den ve “Koli” problemi Atlıhan (2021)’den alınmıştır. “ $\sqrt{2}$ ’nin yeri” problemi ise araştırmacılar tarafından yazılarak problemler arasına dahil edilmiştir. Matematiksel Muhakeme Etme Problemleri EK 1 de yer almaktadır. Problemler seçilirken matematiksel muhakeme etme becerisi gerektirmelerine dikkat edilmiştir. Problemler kaynaklarındaki orijinal hali ile korunmuştur. Problemlerin seçiminde matematiksel muhakeme etme konusunda çalışmaları bulunan iki uzmanın görüşleri alınmıştır. Problemlerin alındığı kaynakların matematiksel muhakeme etmeye hizmet eden yayınlar olması ve olumlu uzman görüşleri sonucunda problemlerin bu araştırma için uygun olduğuna karar verilmiştir.

Muhakeme Etme Sürecinin Göstergeleri Tablosu, Alkan ve Taşdan (2011) tarafından ortaya koyulan göstergelerdir ve aynı zamanda Mumcu (2019) tarafından geliştirilen mevcut araştırmada kullanılan Matematiksel Muhakeme Öz-Yeterlik Ölçeğinin alt boyutları için referans kabul edilmişlerdir. Matematiksel muhakeme etme göstergeleri Resim 1 de görüldüğü gibi dört tema altına toplanmaktadır. Bu göstergeler araştırmada hem verilerin toplanmasında hem de verilerin analizinde kullanılmıştır.

Yaratıcı Düşünme	Mevcut durumun ötesine gitme Özgün düşünme Bağımsız düşünme Esnek düşünme Geometrik düşünme Olayı farklı biçimde tanımlama Yeni bir olay tanımlama Kullanılabilir düşünce üretme
Geliştirme	Olayı farklı koşullar için değerlendirme Sorgulama “Eğer...olsaydı” gibi sorulara cevap verme Nedenini, niçinini araştırmaya yönelme
İlişkilendirme	Çıkarımlar elde etme Analiz etme Eleştirel düşünme İlişkilendirme (günlük hayatla, diğer bilim dallarıyla vs.)
Genelleme Soyutlama Modelleme	Olası durumları tahmin etme Varsayımlarda bulunma Sınırlılıkları belirleme Düşünceleri gerektirir Model oluşturma, Modelin çalıştığını, uygulanabilirliğini, kullanılabilirliğini denetleme Sonuçlara ulaşma, ulaştığı sonucu açıklayabilme, savunma

Resim 1. Matematiksel muhakeme etme göstergeleri

1	2	3	4	5	
21	42	63	84	105	Ölçeğin geneli için toplam puan dağılımı
7	14	21	28	35	Genelleme/Soyutlama/Modelleme için toplam puan dağılımı
7	14	21	28	35	İlişkilendirme için toplam puan dağılımı
3	6	9	12	15	Geliştirme için toplam puan dağılımı
4	8	12	16	20	Yaratıcı Düşünme için toplam puan dağılımı

Resim 2. Matematiksel muhakeme etme öz yeterlik ölçeği analiz çizelgesi

Veri Toplama Süreci

Araştırma kapsamında öncelikle matematik öğretmen adaylarına Mumcu (2019) tarafından geliştirilen “Matematiksel Muhakeme Öz-Yeterlik Ölçeği” uygulanmıştır. Ölçeğin uygulanması ile eş zamanlı olarak öğretmen adaylarına matematiksel muhakeme etme gerektiren 4 tane açık uçlu problem yöneltilmiştir. Öğretmen adaylarından “Matematiksel Muhakeme Etme Problemleri”ni çözmeleri ve daha sonra problem çözme sürecinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini “Matematiksel Muhakeme Etme Göstergeleri Tablosu” nu kullanarak belirlemeleri (4 problemin her biri için ayrı ayrı) istenmiştir. Verilerin toplanması için öğretmen adaylarına bir ders saati verilmiştir. Süreç 30 dakika içerisinde tamamlanmıştır.

Problemlerde yer alan muhakeme etme göstergeleri öncelikle araştırmacılar tarafından belirlenmiş ve problemlerde yer alan göstergelerin seçimine ilişkin

güvenirlilik analizleri yapılmıştır. Elde edilen bu verilerle öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeylerine ve matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumlarına ilişkin analizler gerçekleştirilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada kullanılan “Matematiksel Muhakeme Öz-Yeterlik Ölçeği”nden elde edilen veriler, ölçeğin kaynağında (Mumcu, 2019) belirtildiği üzere Resim 2’deki gibi analiz edilmiştir.

5’li likert tipindeki ölçekten en düşük 21, en yüksek 105 puan alınabilir. Ölçek toplam puan ortalamasının 63, 7’şer maddeden oluşan Genelleme/Soyutlama/Modelleme ve ilişkilendirme alt boyutlarının puan ortalamasının 21, 3 maddeden oluşan Geliştirme alt boyutunun puan ortalamasının 9 ve 4 maddeden oluşan Yaratıcı Düşünme alt boyutunun puan ortalamasının 12 olduğu Resim 2 de

görülmektedir. Analizler sonucunda öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz yeterlik düzeyleri tespit edilmiştir.

Araştırmada kullanılan “Matematiksel Muhakeme Etme Problemleri” ise “Matematiksel Muhakeme Etme Göstergeleri Tablosu” kullanılarak analiz edilmiştir. Problemlerde yer alan göstergelerin araştırmacılar tarafından belirlenmesinin ardından araştırmacılar arasındaki uyum yüzdesi (Miles ve Huberman, 1994) hesaplanmıştır.

$$\text{Güvenirlilik : Uyum Yüzdesi} = \frac{\text{Uzlaşma Sayısı}}{\text{Uzlaşma Sayısı} + \text{Uzlaşmama Sayısı}} \cdot 100$$

Araştırmacıların gösterge belirleme durumları arasındaki uyum yüzdesi %87,5 olarak tespit edilmiştir. Hesaplanan bu yüzde oran araştırmacıların göstergeler bazındaki seçimlerinin tutarlı ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Çünkü uyumun yeterli düzeyde güvenilir sayılabilmesi için uyuşma yüzdesinin en az %75 olması gerekmektedir (Şencan, 2005). Farklı gösterge seçimleri için araştırmacılar bir araya gelerek farklılaşan noktalarda uzlaşma sağlamak amacıyla fikir alışverişinde bulunmuşlardır ve görüş birliği sağlanmıştır.

Araştırmacılar arası uzlaşma sağlanan göstergeler her problem için ayrı ayrı olmak üzere Resim 3 de belirtilmiştir. Resim 3’e göre Küpler probleminde 16, DVD Kiralama probleminde 15, $\sqrt{2}$ ’nin yeri probleminde 11 ve Koli probleminde ise 8 gösterge olmak üzere dört problemde toplam 50 gösterge yer almaktadır. Öğretmen adaylarının

belirledikleri göstergeler araştırmacılar tarafından belirlenen göstergelere göre analiz edilmiştir, frekanslar ve yüzde oranları hesaplanmıştır.

Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyleri ile matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir ilişkinin olup olmadığının ortaya koyulabilmesi için veriler, öğretmen adaylarının öz yeterlik düzeylerinin kategorik değişken olması sebebiyle Mann-Whitney U testine tâbi tutulmuştur.

Bulgular

Bu bölümde “Matematiksel Muhakeme Öz-Yeterlik Ölçeği”, “Matematiksel Muhakeme Etme Problemleri” ve “Matematiksel Muhakeme Etme Göstergeleri Tablosu”ndan elde edilen veriler alt problemlere yönelik olarak yöntem kısmında açıklanan analiz yöntemleri ile analiz edilmiştir. Bulgular alt problemlere göre başlıklar altında aşağıda verilmiştir.

Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

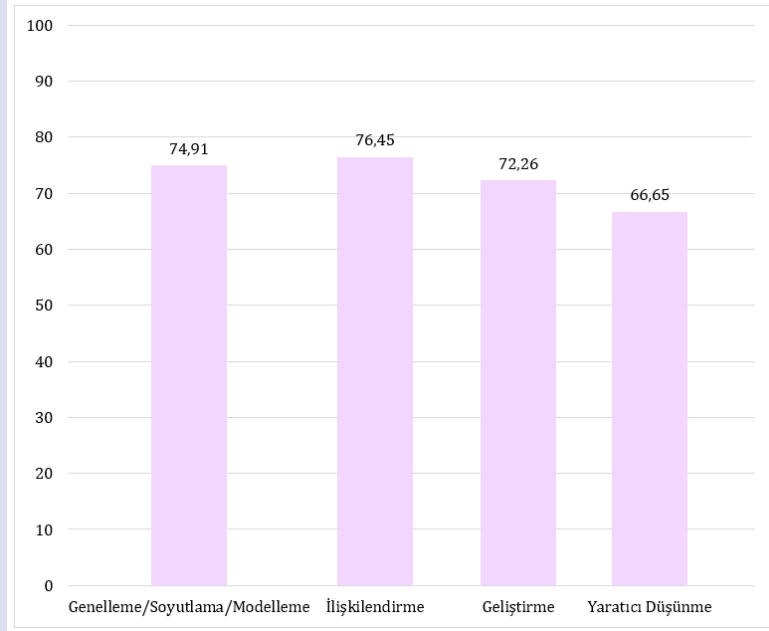
Araştırmanın birinci alt problemi “Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyleri nasıldır?” sorusudur. Birinci alt probleme yönelik olarak hesaplanan puan ortalamaları ve güvenirlilik katsayıları Çizelge 1 de verilmektedir.

		Küpler	DVD Kiralama	$\sqrt{2}$ nin yeri	Koli
Yaratıcı Düşünme	Mevcut durumun ötesine gitme	X	X		
	Özgün düşünme	X	X	X	
	Bağımsız düşünme			X	
	Esnek düşünme	X	X	X	X
	Geometrik düşünme	X	X	X	
	Olayı farklı biçimde tanımlama	X	X		X
	Yeni bir olay tanımlama		X	X	
	Kullanılabilir düşünce üretme	X	X		
Geliştirme	Olayı farklı koşullar için değerlendirme	X	X		X
	Sorgulama	X		X	
	“Eğer...olsaydı” gibi sorulara cevap verme	X	X		
	Nedenini, niçinini araştırmaya yönelme			X	
İlişkilendirme	Çıkarımlar elde etme	X	X	X	
	Analiz etme	X		X	X
	Eleştirel düşünme		X		
	İlişkilendirme (günlük hayatla, diğer bilim dallarıyla vs.)		X		X
Genelleme Soyutlama Modelleme	Olası durumları tahmin etme	X			
	Varsayımlarda bulunma		X		
	Sınırlılıkları belirleme	X			
	Düşünceleri gerekçelendirme	X	X	X	
	Model oluşturma				X
	Modelin çalıştığını, uygulanabilirliğini, kullanılabilirliğini denetleme				X
	Sonuçlara ulaşma, ulaştığı sonucu açıklayabilme, savunma	X	X	X	X
	Düşüncelerini kesin ve açık olarak açıklama-doğrulama-karşısındaki inandırma-ispatlama	X	X		

Resim 3. Matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergeleri

Çizelge 1. Matematiksel muhakeme etme öz yeterlik ölçeğinden elde edilen puan ortalamaları

	N	\bar{x}	ss	Cronbach-Alpha
Genelleme/Soyutlama/Modelleme		26.22	3.02	.802
İlişkilendirme		26.76	3.25	.842
Geliştirme	51	10.84	1.70	.603
Yaratıcı Düşünme		13.33	2.55	.780
Ölçek Toplamı		77.16	9.09	.920



Resim 4. Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz yeterlik ölçeği alt boyutlarına ilişkin öz yeterliklerinin yüzde oranları

Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etmeye yönelik öz yeterlik puan ortalamalarının 77.16 olduğu Çizelge 1 de görülmektedir. Bu değer ölçek ortalamasından (63) yüksektir. Genelleme/Soyutlama/Modelleme alt boyutu için hesaplanan puan ortalaması (26.22) alt boyut ortalamasından (21) yüksektir. İlişkilendirme, Geliştirme ve Yaratıcı Düşünme alt boyutlarına ait puan ortalamalarının sırasıyla 26.76, 10.84 ve 13.33 olduğu, bu değerlerin de alt boyut ortalamalarından (sırasıyla 21, 9 ve 12) yüksek olduğu görülmüştür. Dolayısıyla öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme öz yeterliklerinin ölçek genelinin yanı sıra ölçek alt boyutlarının her biri için ortalamaların üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Aynı zamanda öğretmen adaylarının ölçek alt boyutlarının her biri için hesaplanmış olan matematiksel muhakeme etme öz yeterlik ortalama değerlerinin (Çizelge 1 de yer alan), genel bir yorum yapabilmek amacıyla yüzde oranları hesaplanmıştır. Bu hesaplama sonucunda ulaşılan değerler Resim 4 de yer almaktadır. Hesaplamalar yapılırken kullanılan formül ise şöyledir;

$$\text{Yüzde oran} = \frac{100 \times \text{Alt boyut ortalaması}}{\text{Alt boyuttan alınabilecek max puan} *}$$

*Alt boyuttan alınabilecek max puan “Verilerin Analizi” bölümündeki Resim 2 de yer almaktadır.

Resim 4’e bakıldığında, öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme alt boyutuna ilişkin öz yeterliklerinin diğer faktörlerden daha düşük, ilişkilendirme alt boyutuna ilişkin öz yeterliklerinin diğer faktörlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi “Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumları nasıldır?” sorusudur. İkinci alt probleme yönelik olarak öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme problemlerinde var olduğunu belirttikleri matematiksel muhakeme etme göstergelerine ilişkin frekanslar Çizelge 2 de verilmektedir. Parantez içindeki ifadeler beklenen değeri yansıtmaktadır.

Çizelge 2. Matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan muhakeme etme göstergelerinin öğretmen adayları tarafından belirlenebilme frekansları ve yüzdeleri

	Küpler	%	DVD Kiralama	%	$\sqrt{2}$ 'nin yeri	%	Koli	%
Yaratıcı Düşünme	Mevcut durumun ötesine gitme	22 (51)	43,1	17 (51)	33,3			
	Özgün düşünme	21 (51)	41,2	14 (51)	27,5	17 (51)	33,3	
	Bağımsız düşünme					17 (51)	33,3	
	Esnek düşünme	27 (51)	52,9	20 (51)	39,2	19 (51)	37,3	20 (51)
	Geometrik düşünme	18 (51)	35,3			29 (51)	58	
	Olayı farklı biçimde tanımlama	16 (51)	31,4	19 (51)	37,3			18 (51)
	Yeni bir olay tanımlama			16 (51)	31,4	12 (51)	23,5	
	Kullanılabilir düşünce üretme	15 (51)	29,4	25 (51)	49			
Ortalama %		38,9		36,3		36,9		37,3
Geliştirme	Olayı farklı koşullar için değerlendirme	22 (51)	43,1	25 (51)	49		16 (51)	31,4
	Sorgulama	16 (51)	31,4			9 (51)	17,6	
	“Eğer...olsaydı” gibi sorulara cevap verme	34 (51)	66,7	33 (51)	64,7			
	Nedenini, niçinini araştırmaya yönelme					12 (51)	23,5	
Ortalama %		47		56,9		20,6		31,4
İlişkilendirme	Çıkarımlar elde etme	19 (51)	37,3	33 (51)	64,7	15 (51)	29,4	
	Analiz etme	25 (51)	49			27 (51)	52,9	30 (51)
	Eleştirel düşünme			15 (51)	29,4			
	İlişkilendirme (günlük hayatla, diğer bilim dallarıyla vs.)			33 (51)	64,7			16 (51)
Ortalama %		43,1		52,9		41,2		45,1
Genelleme/ Soyutlama/ Modelleme	Olası durumları tahmin etme	38 (51)	74,5					
	Varsayımlarda bulunma			22 (51)	43,1			
	Sınırlılıkları belirleme	24 (51)	47,1					
	Düşünceleri gereçlendirme	25 (51)	49	19 (51)	37,3	11 (51)	21,6	
	Model oluşturma							20 (51)
	Modelin çalıştığını, uygulanabilirliğini, kullanılabilirliğini denetleme							22 (51)
	Sonuçlara ulaşma, ulaştığı sonucu açıklayabilme, savunma	28 (51)	54,9	33 (51)	64,7	26 (51)	51	31 (51)
	Düşüncelerini kesin ve açık olarak açıklama-doğrulama-karşısındaki inandırma-ispatlama	18 (51)	35,3	28 (51)	54,9			
Ortalama %		52,15		50		36,3		47,7

Öğretmen adayları tarafından “Küpler” probleminde en çok belirlenebilen matematiksel muhakeme etme göstergesi 38/51 oranıyla “Olası durumları tahmin etme”, “DVD Kiralama” probleminde en çok belirlenebilen matematiksel muhakeme etme göstergeleri 33/51 oranıyla “Eğer ... olsaydı gibi sorulara cevap verme”, “Çıkarımlar elde etme”, “İlişkilendirme”, “Sonuçlara ulaşma, ulaştığı sonucu açıklayabilme, savunma”, “ $\sqrt{2}$ 'nin yeri” probleminde en çok belirlenebilen matematiksel muhakeme etme göstergesi 29/51 oranıyla “Geometrik düşünme” ve “Koli” probleminde en çok belirlenebilen matematiksel muhakeme etme göstergesi 31/51 oranıyla “Sonuçlara ulaşma, ulaştığı sonucu açıklayabilme, savunma” olmuştur.

Çizelge 2'ye bakıldığında dört problemin tamamında yer alan toplam 50 göstergeden yalnızca 14 göstergenin 26 ve daha fazla öğretmen adayı tarafından belirlenebildiği görülmektedir. Diğer bir deyişle toplam 50 göstergeden yalnızca 14 tanesi %50'nin üzerinde belirlenebilme oranına sahiptir. Bu bulgu öğretmen adaylarının matematik problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilmeleri açısından yeterince başarılı olamadıklarına işaret eder.

Aynı zamanda öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumlarının en yüksek orana sahip olduğu alt boyut “Küpler” problemi için %52,15 ile “Genelleme Soyutlama Modelleme”, “DVD Kiralama” problemi için %56,9 ile

“Geliştirme”, “ $\sqrt{2}$ 'nin yeri” problemi için %41,2 ile “İlişkilendirme” ve “Koli” problemi için %47,7 ile “Genelleme Soyutlama Modelleme” olmuştur. Bu durum göstermektedir ki öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumları herhangi bir problemde üç alt boyut için en yüksek orana sahip olabılırken “Yaratıcı Düşünme” alt boyutunda en yüksek orana sahip olamamıştır.

Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi “Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyleri ile matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumları arasında bir ilişki var mıdır?” sorusudur. Üçüncü alt probleme yönelik olarak öncelikle öğretmen adaylarının birinci alt problem kapsamında tespit edilen matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyleri Resim 2 referans alınarak ortalamanın altında (1) ve ortalamanın üstünde (2) olmak üzere iki düzeyde kodlanmıştır. Ardından öğretmen adaylarının ikinci alt problem kapsamında tespit edilen matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumlarına puan ataması yapılmıştır. Dört problemde toplam 50 gösterge yer almaktadır. Her bir gösterge 2 puan olup maksimum puan $50 \times 2 = 100$ olarak belirlenmiştir. Öğretmen adaylarına her doğru belirledikleri bir gösterge için 2 puan verilerek matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumlarına 100 üzerinden puanlar atanmıştır.

Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyleri ile matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olup olmadığının ortaya koyulabilmesi için gerçekleştirilen Mann Whitney U testine ait sonuçlar Çizelge 3 de yer almaktadır.

Çizelge 3. Mann Whitney U testi sonucu

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	P
1	5	10,70	53,50	38,5	.015
2	46	27,66	1270,50		

Matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyi ortalamanın altında olan 5, ortalamanın üstünde olan 46 öğretmen adayının bulunduğu 51 kişilik çalışma grubunda, matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyi ile matematiksel problemlerde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumu arasında bir fark olup olmadığını ortaya koymak için Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Testin sonucuna göre, matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyi ortalamanın altında olan öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini

belirleyebilme durumları ile matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyi ortalamanın üstünde olan öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir ($p < 0,05$). Bu çalışma grubunda matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyinin matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu söylenebilir.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Mevcut araştırma matematik öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyleri ve bir problemde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumları arasındaki değerlendirmeleri ortaya koymuştur.

Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz yeterlik düzeyleri ortalamanın üzerinde seyretmiştir. Mevcut çalışmanın örneklemini oluşturan matematik öğretmen adaylarının bir eğitim öğretim dönemi boyunca matematiksel ilişkilendirme eğitimi almış olmaları muhakeme etme öz yeterlik düzeylerinin ortalamanın üzerinde seyretmesini sağlamış olabilir. Çünkü muhakeme etme, problem çözme, modelleme ve iletişim becerileri kadar önemli olduğuna inanılan matematiksel ilişkilendirme becerisi (Özgen ve Bindak, 2018) matematiksel muhakeme etme ile doğrudan ilişkilidir (Hanifah ve Karyati, 2019). Matematiksel ilişkiler ve kavramlar arasındaki bağlantıları anlamlandıramayan öğretmen adayları matematiksel muhakeme etme hakkında yetersiz donanıma sahip olacaklardır (Eli vd., 2013). Dolayısıyla matematiksel ilişkilendirme eğitimi almış öğretmen adaylarının muhakeme etme öz yeterlik düzeylerinin ortalamanın üzerinde seyretmiş olması beklenen bir sonuçtur. Benzer şekilde öğretmen adaylarının ilişkilendirme bağlamındaki matematiksel muhakeme etme düzeylerinin genelleme/soyutlama/modelleme, geliştirme ve yaratıcı düşünme bağlamındaki matematiksel muhakeme etme düzeylerinden daha yüksek seyretmesi de matematiksel ilişkilendirme eğitimi almış olmalarının bir sonucu olarak değerlendirilebilir.

Buna ek olarak öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme bağlamındaki matematiksel muhakeme etme düzeyleri genelleme/soyutlama/modelleme, geliştirme ve ilişkilendirme bağlamındaki matematiksel muhakeme etme düzeylerinden daha düşük seyretmiştir. Profesyonel bir matematik alanı olarak düşünülen yaratıcı düşünme (Sriraman, 2005) ileri düzey matematiksel düşünme ile ilişkilendirilmektedir (Ervinck, 1991). Bu durumda bireylerin yaratıcı düşüncelerinin sağlanması onları üst düzey matematiksel düşünmeye sevk etme ile mümkün olabilir. Bazı uzmanlar matematiğin asıl amacının yalnızca doğru cevaba ulaşmak değil, yaratıcı düşünmek olduğunu savunurlar (Dreyfus ve Eisenberg, 1996). Matematiğin

amaçlarına ulaşabilmesi adına bireylerin yaratıcı düşüncelerinin geliştirilmesi önemli görülmelidir.

Öte yandan öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme açısından yeterince başarılı olmadıkları tespit edilmiştir. Loong ve diğerleri (2017) matematik öğretmenlerinin muhakeme etmeyi tanımak, ifade etmek ve uygulamaya geçirmekte zorlandıklarını bildirmişlerdir. Benzer bir sonuca matematik öğretmen adayları bağlamında bu çalışmada da rastlanmıştır. Öğretmenlerin matematiksel muhakemenin nüanslarını fark etmeleri ve anlayışlarını bu doğrultuda değiştirmeleri belli bir süreç içinde gerçekleşir ve zaman alır (Herbert vd., 2015). Dolayısıyla matematiksel muhakeme etme anlayışının geliştirilmesi kısa vadeli bir hedef olmamalıdır ve öğretmenler lisans öğrenimleri sürecinde matematiksel muhakeme etme bağlamında daha fazla desteklenmelidir.

Buna ek olarak öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan ve yaratıcı düşünme kapsamına giren matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumları genelleme/soyutlama/modelleme, geliştirme ve ilişkilendirme kapsamına giren matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumlarına göre daha düşük bir orana sahiptir. Bu sonuç yukarıda paylaşılan, öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme bağlamındaki matematiksel muhakeme etme düzeylerinin genelleme/soyutlama/modelleme, geliştirme ve ilişkilendirme bağlamındaki matematiksel muhakeme etme düzeylerinden daha düşük seyrettiği sonucuyla paralellik göstermiştir. Hitt (1965) yaklaşık 60 yıl önce muhakeme etmenin yaratıcı düşünmenin tamamlayıcı bir yönü olduğunu belirtmiştir. O halde bireylere matematiksel muhakeme etme alanında sağlanacak olan fırsatların yaratıcı düşüncelerine de katkıda bulunacağı söylenebilir. Matematiği yaratıcılığı sağlamadan öğretmek, öğrenci potansiyelini dışlamak olarak kabul edilir (Mann, 2006). Yaratıcı düşünmenin gelişmesi için sunulacak fırsatlar bireylerin potansiyelini ortaya çıkararak öğrenme öğretme ortamlarının zenginleşmesini sağlayacaktır.

Son olarak öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme problemlerinde yer alan matematiksel muhakeme etme göstergelerini belirleyebilme durumlarının, matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyinden etkilendiği tespit edilmiştir. Mumcu (2019) tarafından matematiksel muhakeme etmede genelde başarısız olan bireylerin muhakeme etmeye yönelik öz yeterlik inançlarının da yüksek olmayacağı öngörüsü mevcut araştırmada ulaşılan bu sonuç ile desteklenmiştir. Matematik eğitiminde başarıya ulaşabilmek için dikkate alınması gereken duyuşsal bir öğrenme özelliği olan öz yeterlik (Mukuka vd., 2021), iyi bir performans üretmek için bilişsel yönlerde ustalaşmaya öncelik vermek, böylece amaca istendiği gibi düzgün bir şekilde ulaşabilmektir (Jumiarsih vd., 2020). Bireylerin matematiksel muhakeme etmelerini geliştirmek için, öncelikle matematiksel muhakeme etme öz yeterliklerini yani içsel inançlarını

iyileştirmeye yönelik eylemlerde bulunmak doğru bir yaklaşım olacaktır.

Bu çalışma göstermiştir ki öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme etme öz yeterlik düzeyleri matematiksel muhakeme etmeye yönelik becerileri için etki eden bir değişkendir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının dolaylı ya da doğrudan matematiksel muhakeme etmelerinin desteklenmesi ve matematiksel muhakeme etmeye yönelik öz yeterliklerinin güçlendirilmesi onların ilgili alanda donanımlı birer öğretmen olmalarına katkı sağlayacaktır. Matematiksel muhakeme etme konusunda desteklenen ve öz yeterlikleri güçlenen öğretmen adayları, mesleklerini icra etmeye başladıklarında öğretme yaklaşımlarına bu doğrultuda yön verdikleri ölçüde öğrencilerinin muhakeme etmelerini geliştirebileceklerdir.

Extended Abstract

Introduction

Mathematical reasoning is included in detail among the special field competencies of mathematics teachers (MEB, 2008, p.144). However, many teachers struggle with making sense of mathematical reasoning in mathematics education (Loong et al., 2018). Therefore, it is possible to talk about the need to make an assessment about the self-efficacy beliefs of prospective teachers who are primarily responsible for mathematics education (Altun et al., 2007) regarding the concept of mathematical reasoning. For this reason, it is considered important that the relevant research focuses on both mathematical reasoning self-efficacy levels and mathematical reasoning skills of prospective teachers and investigating the relationship between them.

Therefore, the aim of this study was to explore prospective teachers' self-efficacy levels including their judgments about their own mathematical reasoning, and their ability to see mathematical reasoning indicators in a problem. For this purpose, the study is guided by the following research questions:

1. What are the prospective teachers' mathematical reasoning self-efficacy levels?
2. How are the prospective teachers' ability to determine mathematical reasoning indicators in mathematical reasoning problems?
3. Is there a statistically significant relationship between prospective teachers' mathematical reasoning self-efficacy levels and their ability to determine mathematical reasoning indicators in mathematical reasoning problems?

Method

Survey design, which is one of the quantitative research methods, was used in the research. The study group of the research consisted of 51 prospective teachers, 37 (72.5%) females and 14 (27.5%) males, who attended a course called "Mathematical Connection". Data collection tools used in the research were "Mathematical Reasoning Self-Efficacy Scale",

“Mathematical Reasoning Problems” and “Mathematical Reasoning Indicators Table”. Simultaneously with the application of the "Mathematical Reasoning Self-Efficacy Scale" developed by Mumcu (2019), the prospective teachers were asked to solve "Mathematical Reasoning Problems" to determine the indicators of mathematical reasoning involved in the problem-solving process. “Mathematical Reasoning Indicators Table” include the indicators put forward by Alkan and Taşdan (2011).

Findings

It was determined that prospective teachers' mathematical reasoning self-efficacy was above the average for each of the scale's sub-dimensions (Generalization/Abstraction/Modelling, Connection, Development and Creative Thinking) as well as the overall scale. At the same time, it was seen that the self-efficacy of the creative thinking sub-dimension was lower than the other factors, and the self-efficacy of the connection sub-dimension was higher than the other factors.

They were not successful enough in terms of determining the mathematical reasoning indicators in the prospective teachers' mathematical problems. Because, out of a total of 50 indicators in all four problems, only 14 indicators could be determined by 26 or more prospective teachers. In other words, the detection status of only 14 of the 50 indicators present in the problems was proportionally above 50%. In addition to these, prospective teachers' ability to determine indicators of mathematical reasoning may have the highest rate for the three sub-dimensions in any problem, but not the highest rate for the "Creative Thinking" sub-dimension.

Finally, it was found that there was a statistically significant difference between the ability to determine the mathematical reasoning of prospective teachers with low self-efficacy levels and the ability to determine the mathematical reasoning indicators of the prospective teachers whose mathematical reasoning self-efficacy level was above the average ($p=0.015<0.05$).

Results, Discussion and Implications

Mathematical reasoning self-efficacy levels of prospective teachers were above the average. The fact that the prospective mathematics teachers, who constituted the sample of the current study, had received mathematical connection training during an academic year may have caused their reasoning self-efficacy levels to be above the average. Mathematical connection skills (Özgen & Bindak, 2018), which are believed to be as important as reasoning, problem solving, modeling, and communication skills, are directly related to mathematical reasoning (Hanifah & Karyati, 2019). Similarly, the fact that prospective teachers' mathematical reasoning levels in the context of connection are higher than those in the context of generalization/abstraction/modelling, development and creative thinking can be evaluated as a result of their having received mathematical connection training. In addition, prospective teachers' mathematical reasoning levels in the context of creative thinking were

lower than their mathematical reasoning levels in the context of generalization/abstraction/modelling, development and connection. Creative thinking, which is considered a professional field of mathematics (Sriraman, 2005), has been associated with advanced mathematical thinking (Ervynck, 1991). In this case, enabling individuals to think creatively can be possible by encouraging high-level mathematical thinking in them

It was determined that prospective teachers were not successful enough in determining the indicators of mathematical reasoning in mathematical reasoning problems. It takes time for teachers to realize the nuances of mathematical reasoning and change their understanding accordingly (Herbert et al., 2015). Therefore, developing an understanding of mathematical reasoning should not be a short-term goal and improving mathematical reasoning of teacher candidates should be a priority during undergraduate education.

Finally, it was found that the prospective teachers' ability to determine the indicators of mathematical reasoning in mathematical reasoning problems was affected by their mathematical reasoning self-efficacy level. This study showed that prospective teachers' mathematical reasoning self-efficacy levels are an influencing variable for their mathematical reasoning skills. Therefore, supporting prospective teachers' indirect or direct mathematical reasoning and strengthening their self-efficacy with regard to mathematical reasoning will contribute to their becoming well-equipped teachers in the relevant field. Prospective teachers, who are supported in mathematical reasoning and whose self-efficacy is strengthened, will be able to improve their students' reasoning if they direct their teaching approaches accordingly when they start to practice their profession.

Araştırmannın Etik Taahhüt Metni

Yapılan bu çalışmada bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulduğu; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifatın yapılmadığı, karşılaşılabilecek tüm etik ihlallerde “Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi ve Editörünün” hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun Sorumlu Yazara ait olduğu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğu sorumlu yazar tarafından taahhüt edilmiştir.

Etik Onay

Bu makalenin etik kurul onayı, Bursa Uludağ Üniversitesi Araştırma ve Yayın Etik Kurulları, Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulundan (oturum tarihi: 25 Şubat 2022, oturum sayısı 2022-02) alınmıştır.

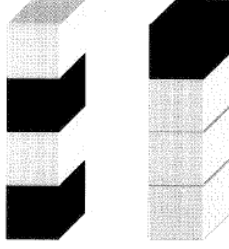
Kaynaklar

- Alkan, H. & Taşdan, B. T. (2011). Mathematical thinking through the eyes of prospective mathematics teachers at different grade levels. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 107-137.
- Arslan, Ç. (2007). *İlköğretim öğrencilerinde muhakeme etme ve ispatlama düşüncesinin gelişimi* [Doktora Tezi], Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Aşkar, P. & Umay, A. (2001). Preservice elementary mathematics teachers' computer self-efficacy, attitudes towards computers, and their perceptions of computer-enriched learning environments. In Society for Information Technology & Teacher Education International Conference (pp. 2262-2263). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Atlıhan E. N. (2021). *5. sınıf öğrencilerin örüntüler konusunda yaratıcılık bağlamında problem çözme becerileri ve problem kurma becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi], Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi.
- Australian Curriculum & Assessment Authority (ACARA) (2022) Australian Curriculum: Mathematics. Retrieved from <https://v9.australiancurriculum.edu.au/>
- Birkeland, A. (2015). *Pre-service teachers' mathematical reasoning*. In CERME 9-Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (pp. 977-982).
- Bragg, L. A., Herbert, S., Loong, E. Y. K., Vale, C. & Widjaja, W. (2016). Primary teachers notice the impact of language on children's mathematical reasoning. *Mathematics Education Research Journal*, 28(4), 523-544.
- Briley, J. S. (2012). The relationships among mathematics teaching efficacy, mathematics self-efficacy, and mathematical beliefs for elementary pre-service teachers. *Issues in the undergraduate mathematics preparation of school teachers*, 5.
- Brodie, K. (2010). *Teaching mathematical reasoning in secondary school classrooms*. New York: Springer.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, K.E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Carpenter, T. P., Franke, M. L. & Levi, L. (2003). *Thinking mathematically*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Çiftçi, Z. (2015). *Ortaöğretim matematik öğretmenleri adaylarının matematiksel akıl yürütme becerilerinin incelenmesi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi], Atatürk Üniversitesi.
- Çoban, H. & Tezci, E. (2020). Matematiksel Muhakeme Becerileri Değerlendirme Ölçeğinin Geliştirilmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 15(24), 2805-2837.
- Dede, Y. (2008). Matematik öğretmenlerinin öğretimlerine yönelik öz-yeterlik inançları. *Journal of Turkish Educational Sciences*, 6(4).
- Demirtaş T.M. (2022). *Ortaöğretim matematik öğretmenleri adaylarının tümevarımsal akıl yürütme süreçlerinin incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi], Gazi Üniversitesi.
- Diñer, B., Akarsu, E. & Yılmaz, S. (2016). İlköğretim matematik öğretmenleri adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algıları ile matematik öğretimi yeterlik inanç düzeylerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 7(1), 207-228.
- Dreyfus, T., & Eisenberg, T. (1996). On different facets of mathematical thinking. In R. J. Sternberg, & T. Ben-Zeev (Eds.). *The Nature of Mathematical Thinking*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Dreyfus, T., Nardi, E. & Leikin, R. (2012). Forms of proof and proving in the classroom. G.Hanna (Eds.) *In Proof and proving in mathematics education* (pp. 191-213). Springer, Dordrecht.
- Eli, J. A., Mohr-Schroeder, M. J. & Lee, C. W. (2013). Mathematical connections and their relationship to mathematics knowledge for teaching geometry. *School Science and Mathematics*, 113(3), 120-134.
- Erdem, E. (2015). *Zenginleştirilmiş öğrenme ortamının matematiksel muhakemeye ve tutuma etkisi* [Doktora Tezi], Atatürk Üniversitesi.
- Ersoy, E. & Bal-İncebacak, B. (2017). Mathematical reasoning skills of 7th grade students. *International Online Journal of Educational Sciences*, 9(1).
- Ervynck, G. (1991). *Mathematical creativity advanced mathematical thinking* (pp. 42-53), Springer
- Fatra, M., Sihombing, A. A., Aprilia, B. & Atiqoh, K. S. N. (2022). The impact of habits of mind on students' mathematical reasoning: The mediating initial ability. *Beta: Jurnal Tadris Matematika*, 15(2), 118-132.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2006). *How to design and evaluate research in education*. Mac Graw Hill.
- Francisco, J. M. & Maher, C. A. (2011). Teachers attending to students' mathematical reasoning: Lessons from an after-school research program. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14, 49-66.
- Hanifah, L. H. & Karyati, K. (2019). The relation between mathematical connection ability and mathematical reasoning ability of senior high school student. In *PROCEEDING 1st International Seminar STEMEIF (Science, Technology, Engineering and Mathematics Learning International Forum)*.
- Herbert, S., Vale, C., Bragg, L., Loong, E. & Widjaja, W. (2015). Developing a framework for primary teachers' perceptions of mathematical reasoning. *International Journal of Educational Research* 74, 26-37.
- Herbert, S., Vale, C., White, P., & Bragg, L. A. (2022). Engagement with a formative assessment rubric: A case of mathematical reasoning. *International Journal of Educational Research*, 111, 1-17.
- Herman, T. (2018). *Analysis of students' mathematical reasoning*. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 948, No. 1, p. 012036). IOP Publishing.
- Hitt, W. D. (1965). Toward a two-factor theory of creativity. *The Psychological record*, 15(1), 127.
- Hjelte, A., Schindler, M. & Nilsson, P. (2020). Kinds of mathematical reasoning addressed in empirical research in mathematics education: A systematic review. *Education Sciences*, 10(10), 289.
- İlhan, A. & Aslaner, R. (2018). Matematik öğretmenleri adaylarının geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerilerinin üniversite ve sınıf düzeyi değişkenleri açısından incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 82-97.
- Jeannotte, D. & Kieran, C. (2017). A conceptual model of mathematical reasoning for school mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 96(1), 1-16.
- Jumiarsih, D. I., Kusmayadi, T. A., & Fitriana, L. (2020). Students' mathematical reasoning ability viewed from self-efficacy. In *Journal of Physics: Conference Series*.
- Karasar, N. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemi kavramlar teknikler ilkeler*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Kilpatrick, J., Swaford, J. & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academies Press.
- Lobato, J., Hohensee, C. & Rhodehamel, B. (2013). Students' mathematical noticing. *Journal for Research in Mathematics Education*, 44(5), 809-850

- Loong, E., Vale, C., Herbert, S., Bragg, L. A. & Widjaja, W. (2017). Tracking change in primary teachers' understanding of mathematical reasoning through demonstration lessons. *Mathematics Teacher Education & Development*, 19(1), 5–18.
- Mann, E. L. (2006). Creativity: The essence of mathematics. *Journal for the Education of The Gifted*, 30 (2), 236–260.
- McGilliard, W. A. & Wilson, P. H. (2017). Examining aspects of elementary grades pre-service teachers' mathematical reasoning. *Investigations in Mathematics Learning*, 9(4), 187-201.
- MEB (2013). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- MEB (2018). *Matematik dersi (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Mukuka, A., Mutarutinya, V., & Balimuttajjo, S. (2021). Mediating effect of self-efficacy on the relationship between instruction and students' mathematical reasoning. *Journal on Mathematics Education*, 12(1), 73-92.
- Mumcu, H. Y. (2019). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterlik inançlarının incelenmesi: Bir ölçek geliştirme ve uygulama çalışması. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(3), 1239-1280.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- New Jersey Mathematics Coalition and the New Jersey Department of Education (1996). *New Jersey Mathematics Curriculum Framework: The first four standards, standard 4-reasoning, K-12 overview*. State of New Jersey Department of Education.
- Nunes, T., Bryant, P., Evans, D., Bell, D. & Barros, R. (2012). Teaching children how to include the inversion principle in their reasoning about quantitative relations. *Educational Studies in Mathematics*, 79, 371-388.
- Öz, T. & Işık, A. (2018). Matematik öğretmenliği öğrencilerinin matematiksel muhakeme beceri düzeylerinin araştırılması. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 5(3), 109-122.
- Öz, T. (2017). *7. sınıf öğrencilerinin matematiksel akıl yürütme süreçlerinin incelenmesi* [Doktora Tezi], Atatürk Üniversitesi.
- Özgen, K. & Bindak, R. (2018). Matematiksel ilişkilendirme öz yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(3), 913-924.
- Pajares, F. & Graham, L. (1999). Self-efficacy, motivation constructs and mathematics performance of entering middle school students. *Contemporary Educational Psychology*, 24, 124–139.
- Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs and mathematical problem-solving of gifted students. *Contemporary educational psychology*, 21(4), 325-344.
- Palmer, D. (2006). Durability of changes in self-efficacy of preservice primary teachers. *International Journal of science education*, 28(6), 655-671.
- PISA (2022). PISA 2022 Mathematics Framework Draft. <https://pisa2022-maths.oecd.org/files/PISA%202022%20Mathematics%20Framework%20Draft.pdf> Erişim tarihi: 08.09.2022
- Rowland, T., Ineson, E. G., Alderton, J., Donaldson, G., Voutsina, C. & Wilson, K. (2018). *Primary pre-service teachers: Reasoning and generalisation*.
- Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. (2016). *Research methods for business students*. Pearson.
- Schunk, D. H. (2009). *Öğrenme teorileri*. (Çev. Ed.: M. Şahin). Nobel Yayınevi.
- Sriraman, B. (2005). Are giftedness and creativity synonyms in mathematics? *Prufrock Journal*, 17(1), 20-36.
- Stylianides, G. J., Stylianides, A. J. & Shilling-Traina, L. N. (2013). Prospective teachers' challenges in teaching reasoning and proving. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11, 1463-1490.
- Şahin, Ö., Gökkurt, B. & Soylu, Y. (2014). Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının matematik öğretimi öz-yeterlik inançlarının karşılaştırılması. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (22), 120-133.
- Tariq, V. N., Qualter, P., Roberts, S., Appleby, Y. & Barnes, L. (2013). Mathematical literacy in undergraduates: role of gender, emotional intelligence and emotional self-efficacy. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 44(8), 1143-1159.
- Topbaş Tat, E. (2018). Matematik Öğretmen Adaylarının Matematik Okuryazarlığı Öz-Yeterlik Algıları. *İlköğretim Online*, 17(2).
- Toulmin, S. E., Rieke, R. D. & Janik, A. (1984). *An introduction to reasoning* (2nd ed.). Macmillan; Collier Macmillan Publishers.
- Umay, A. (2003). Matematiksel muhakeme yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2003(24), 234-243.
- Ural, A. (2015). Matematik öz-yeterlik algısının matematik öğretmeye yönelik kaygıya etkisi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 8(2), 173-184.
- Usta, N., Gökkurt-Özdemir, B. & Kutluca, T. (2019). Öğretmen adaylarının matematik öğretimine ilişkin öz-yeterlik, matematiksel problem çözmeye yönelik, matematiksel inançları ve bu inançlar arasındaki ilişki. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(28), 347-371.
- Yeşildere, S. & Türnüklü, E. B. (2007). Öğrencilerin matematiksel düşünme ve akıl yürütme süreçlerinin incelenmesi. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences*, 40(1), 181-213.
- Zehir, K. & Zehir, H. (2016). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik inanç düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2), 104-117.
- Zuya, H. E., Kwalat, S. K. & Attah, B. G. (2016). Pre-Service Teachers' Mathematics Self-Efficacy and Mathematics Teaching Self-Efficacy. *Journal of education and practice*, 7(14), 93-98.

EK 1- Matematiksel Muhakeme Etme Problemleri

1. Küpler



• Elinizde istediğiniz sayıda şekildeki siyah ve beyaz küplerden olduğunu düşünün. Öğretmeniniz sizden bu küpleri kullanarak dört küp yüksekliğinde kuleler yapmanızı istiyor. Yapacağınız kuleler için size yanda iki örnek verilmiştir. (Bunlar sadece örnektir.)

Siyah ve beyaz küplerin **her ikisinden de** kullanarak dört küp yüksekliğinde kaç farklı kule yapabilirsiniz?

2. DVD Kiralama (Öz, 2017)



Bir DVD ve bilgisayar oyunu kiralama mağazası müşterilerine aşağıdaki fiyatlara göre hizmet vermektedir. Bu mağazada **yıllık üyelik ücreti 15 TL** dir. Aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi üye olanlar için DVD kiralama ücreti üye olmayanlara göre daha düşüktür.

Üye olmayanların bir DVD kiralama ücreti	Üye olanların bir DVD kiralama ücreti
3 TL	2 TL

- Turgay geçen yıl DVD kiralama mağazasının bir üyesiydi. Geçen yıl toplamda üyelik ücreti de dâhil 65 TL harcadı. Eğer Turgay üye olmasaydı fakat aynı sayıda DVD kiralaymış olsaydı kaç TL harcıyacaktı? Çözümünüzü açıklayınız.
- Üye olan birinin üye olmayan birine göre avantajlı olabilmesi için en **az** kaç DVD kiralaması gerekmektedir? Çözümünüzü açıklayınız.

3. $\sqrt{2}$ 'nin Yeri

$\sqrt{2}$ sayısının sayı doğrusu üzerindeki yerini çizerek gösteriniz.

4. Koli (Atlıhan, 2021)

15	17	19
----	----	----	-----	-----

Bir market çalışanı depodaki kolileri düzenlemek istemektedir. Bunun için kolileri numaralandırarak yan yana dizmeye karar vermiştir. Yukarıdaki şekilde market çalışanının kolilere vermiş olduğu numaralar gösterilmiştir.

- Market çalışanının dizmiş olduğu kolilerden 13. koliye denk gelen numara kaçtır?
- Market çalışanı 10 koliyi yan yana dizmiştir. Son 3 koli kaldığına göre kalan kolilere hangi numaraları vermiş olur?
- Market çalışanının elinde 5 koli vardır. Bu kolilerden 15, 17 ve 19 numaralı koliler satılmıştır. Geriye kalan kolilerin numaraları toplamı kaçtır?