Ahi Evran Üniversitesi
Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi

ISSN: 2147 - 1037

http://kefad.ahievran.edu.tr

İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Muhakeme Öz-Yeterlik İnançlarının İncelenmesi: Bir Ölçek Geliştirme ve Uygulama Çalışması

Hayal Yavuz Mumcu

DOI:10.29299/kefad.2019.20.03.007 **Makale Bilgileri**

Yükleme:16/03/2019 Düzeltme:27/07/2019 Kabul: 01/10/2019

Özet

Bu çalışmanın amacı matematik öğretmen adaylarına yönelik geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmış olan kullanılabilir bir matematiksel muhakeme öz-yeterlik ölçeği (MMÖÖ) geliştirerek ve geliştirilen ölçeğin kullanışlığını sınamaktır. Bu amaçla çalışma ölçek geliştirme ve uygulama olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Tarama modelinin kullanıldığı çalışmanın ölçek geliştirme aşamasında 373, uygulama aşamasında ise 221 olmak üzere toplamda 594 matematik öğretmen adayı yer almıştır. Taslak formunda 49 madde olan MMÖÖ için gerçekleştirilen açımlayıcı faktör analizi sonucunda toplam varyansın %52.502'sini açıklayan dört boyutlu bir yapı elde edilmiştir. Bundan sonra gerçekleştirilen doğrulayıcı faktör analizi ile oluşturulan yapının geçerliği test edilmiştir. Buna göre toplamda 21 maddeden oluşan ve sırasıyla Genelleme/Soyutlama/Modelleme, Akıl yürütme/İlişkilendirme, Geliştirme ve Yaratıcı düşünme boyutlarından oluşan dört faktörlü bir yapı elde edilmiştir. Geliştirilen ölçeğin güvenirlik katsayısı .883 olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın uygulama aşamasında ise bir devlet üniversitesinin ilköğretim matematik öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan öğretmen adayları ile çalışılmış ve bu öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterlik düzeyleri belirlenmiştir. Ayrıca bu aşamada sınıf seviyesi değişkeninin MMÖÖ ve alt boyut puanları üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olup olmadığı araştırılmıştır. Uygulama aşamasının sonuçlarına göre öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterlik düzeylerinin ölçek ortalamasının altında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sınıf seviyesi değişkenine göre 1 ve 3. sınıf öğretmen adayları ile 1 ve 4. sınıf öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterlik inançlarının anlamlı derecede farklılaştığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel muhakeme, Öz-yeterlik ölçeği, Matematik öğretmen adayları

Sorumlu Yazar : Hayal Yavuz Mumcu, Dr., Ordu Üniversitesi, Türkiye, hayalym52@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6720-509X

Atıf için: 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.

Giriş

Matematiksel muhakeme, alan yazında farklı araştırmacılar tarafından farklı biçimlerde tanımlanmış olan matematiksel bir beceridir. Altıparmak ve Öziş (2005) muhakemeyi sonuçlardan, yargılardan, gerekçelerden ya da önermelerden bir sonuç çıkarma işlemi; önermeleri, yargıları bir kalıba bağlamak ve bunlardan emin olmak olarak tanımlamaktadır. Bağcı (2015) muhakemeyi, insanın görüş ve düşüncelerini mantıksal gerekçelere dayandırdığı bilişsel bir süreç, Erdem (2011) ise, bir problem ya da durumu "Neden" ve "Nasıl" soruları etrafında detaylandırıp anlamlandırarak yapılan üst düzey bir düşünme süreci olarak tanımlamaktadır. Buradaki tanımların, muhakemenin farklı yönlerini ön plana çıkardığı görülmekle birlikte, kavramla ilgili ortak anlayış, muhakemenin birden fazla düşünme biçimini içerdiği ve üst düzey bir düşünme süreci olduğudur (Peresini ve Webb, 1999). Matematiksel bilginin yapılandırılmasında (Toulmin, Rieke ve Janik, 1984) ve gerçek yaşamda karşılaşılan sorunların çözülmesinde (Yavuz Mumcu, 2011; Yavuz Mumcu ve Aktürk, 2017) oldukça önemli bir role sahip olan muhakeme becerisi (Alkan ve Taşdan, 2011; Dreyfus, 1990; Liu ve Niess, 2006), ulusal ve uluslararası öğretim programlarında da öğretilmesi gerekli olan temel bir beceri olarak vurgulanmaktadır. NCTM (2000) öğrencilere kazandırılması hedeflenen temel matematiksel becerilerden birini muhakeme ve kanıt olarak göstermekte ve okul öncesinden 12. sınıf sonuna kadar öğrencilerin muhakeme ve kanıtı matematiğin temel bileşenlerinden biri olarak kabul etmesini, matematiksel ilişkileri kurmasını ve keşfetmesini, matematiksel argümanlar ve kanıtlar geliştirmesini ve bunları değerlendirebilmesini, çeşitli muhakeme ve kanıt yöntemlerini bilmesini ve ilgili durumlarda uygun olanını seçerek kullanabilmesini hedeflemektedir. Bununla birlikte, matematik öğretim programının geliştirmeyi hedeflediği matematiksel süreç becerilerinden birisi matematiksel akıl yürütme ve ispat yapma olarak ifade edilmekte ve bu bağlamda öğrencilerden *matematikte ve günlük yaşantısında mantığa dayalı genellemeler ve çıkarımlarda bulunabilmesi*, *matematikteki ve matematik dışındaki çıkarımlarının, duygu ve düşüncelerinin doğruluğunu/geçerliliğini savunabilmesi*, *düşüncelerini açıklarken matematiksel modeller, kurallar ve ilişkileri kullanabilmesi*, *bir (matematiksel) durumu analiz ederken matematiksel ilişkileri kullanabilmesi*, *farklı stratejiler kullanarak kestirimlerde bulunabilmesi ve bunu mantıksal gerekçelerle savunabilmesi*, *genel ilişkileri özel durumlara uygulayabilmesi*, *matematiksel doğrulama sürecinde tümevarımı ve tümdengelimi etkin olarak kullanabilmesi* ve *matematiksel bir önermeyi ispatlama sürecinde en uygun ispat yöntemini seçebilmesi* beklenmektedir (MEB, 2013, s.8). Aynı dökümanda öğrencilere, matematik öğrenme sürecinde akıl yürütme (muhakeme) becerilerinin geliştirilmesi için ortamlar hazırlanması gerektiği, matematiksel akıl yürütme becerisinin öğrencilerin okul hayatını ve okul dışındaki hayatını kolaylaştırmadaki değeri vurgulanmakta ve bu konuda farkındalık yaratmanın gerekliliği ifade edilmektedir (MEB, 2013, s.13). Tüm bunların yanında uluslararası öğrenci değerlendirme projelerinde de matematiksel muhakeme becerisinin ön plana çıktığı görülmektedir.

Bu projelerden birisi olan ve Organization for Economic Co-Operation and Development-OECD tarafından üçer yıllık dönemler halinde düzenlenmekte olan PISA (Programme for the International Student Assesment) araştırması, 15 yaş grubu öğrencilerin okullarda öğrendikleri matematiği yaşamlarında ne derece kullanabildikleri üzerine odaklanmakta bu çerçevede öğrencilerin matematik okuryazarlık düzeylerini belirlemektedir. PISA projesinde matematiksel muhakeme becerisi, matematiği kullanma becerilerinden birisi olarak kabul edilmekte ve gerçek yaşamda karşılaşılan problemleri çözme sürecinin her basamağının muhakeme becerisinin kullanımını gerektirdiği ortaya konulmaktadır (OECD, 2004, s.158). Bunun dışında en az PISA kadar kapsamlı olan bir diğer uluslararası proje olan TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), 4 ve 8´inci sınıf düzeyindeki öğrencilerin matematik ve fen bilimleri derslerine yönelik bilgi ve becerilerinin değerlendirilmesini amaçlamaktadır. TIMSS sınavlarının odaklandığı temel beceriler bilme (%35), uygulama (%40) ve muhakeme (%25) olarak ifade edilmekte, söz konusu becerilerin gözlenebilmesine yönelik olarak gerçek yaşam senaryoları içeren problem durumları kullanılmaktadır (MEB, 2016). Dolayısıyla matematiksel muhakeme becerisinin TIMSS sınavlarının da odağında yer aldığı söylenebilir.

Günümüzde bu denli önemli olan ve 21. yüzyıl becerilerinden birisi olarak kabul edilen muhakeme becerisi farklı araştırmacılar tarafından farklı biçimde tanımlanmakta ve değerlendirilmektedir. Umay (2003) muhakemeyi, düşünmenin ancak ileri basamaklarında ortaya çıkan bir yetenek ve beceri olarak tanımlamaktadır ve her matematiksel düşünme sürecinin "muhakeme" özelliği taşımadığını ifade etmektedir. Yazar çalışmasında matematiksel düşünme ile muhakeme becerilerinin sınırını *Eğer ileri düzeylerde de olsa bir düşünce bilgi temeline dayanmıyorsa, gerekçelendirilemiyorsa, mantıklı yaklaşımlar içermiyorsa muhakeme olarak kabul edilemez* (s.235) diyerek çizmektedir. Bu görüşe paralel olarak matematiksel muhakemeyi düşünme süreçleri ile ilişkili olarak ele alan bazı araştırmacılar (Alkan ve Bukova-Güzel, 2005; Edwards, Dubinsky ve McDonald, 2005; Harel ve Sowder, 2005; Tall, 1995) düşünme süreçlerinin aşamalı olduğunu öne sürmekte ve bireylerin ön bilgi, deneyim ve yaşantılarına bağlı olarak farklı düzeylerde matematiksel düşünceye sahip olabileceklerini kabul etmektedirler. Bu araştırmacılardan Alkan ve Taşdan (2011) matematiksel düşünmeyi yol-yöntem bilmeyi ve muhakeme etmeyi gerektiren altı aşamadan oluşan bir süreç olarak tanımlamaktadır. Bu aşamalar sırasıyla Olayları, olguları, problemi doğru anlama-anlamlandırma, Yol-yöntem uygulama, Genelleme/Soyutlama/Modelleme, Akıl yürütme/İlişkilendirme, Geliştirme ve Yaratıcı düşünme olarak ifade edilmektedir. Buradaki aşamaların son dördü matematiksel muhakeme süreçlerini temsil etmektedir. İlgili çalışmada matematiksel muhakeme becerisinin her alt bileşeni için göstergeler oluşturulmuştur. Bu göstergelerden bazıları Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. *Matematiksel muhakeme becerisinin bileşenleri ve göstergeler*

Matematiksel Muhakemenin Bileşenleri	**Göstergeler**
Yaratıcı Düşünme	Mevcut durumun ötesine gitme Bağımsız düşünme Olayı farklı biçimde tanımlama Kullanılabilir düşünce üretme
Geliştirme	Olayı farklı koşullar için değerlendirme Sorgulama "Eğer…olsaydı" gibi sorulara cevap verme Nedenini, niçinini araştırmaya yönelme
Akıl Yürütme/İlişkilendirme	Çıkarımlar elde etme Eleştirel düşünme Aşamaların, parçaların bütün içindeki anlamlarını, katkılarını ortaya çıkarma/ Analiz etme İlişkilendirme
Genelleme/Soyutlama/Modelleme	Olası durumları tahmin etme Varsayımlarda bulunma Düşünceleri gerekçelendirme Sonuçlara ulaşma, ulaştığı sonucu açıklayabilme, savunma

Matematiksel muhakeme becerisi günümüzde her bireyin günlük yaşantısında kullandığı temel becerilerden biridir zira matematiği kullanma üzerine yapılan çalışmalar bu durumu destekler niteliktedir (OECD, 2013; Yavuz Mumcu, 2011). Paralel bir düşünce ile Burton (1984) ile Alkan ve Bukova-Güzel (2005) matematiksel muhakeme becerisinin uygulama alanının sadece matematik dünyası olmadığını, tüm bireylerin yaşamlarında karşılaştıkları sorunlara çözüm bulmak amacıyla matematiksel düşüncelerini kullandıklarını, bu bağlamda günümüzde her meslek sahibinin matematiksel düşünme becerisini kullanmak durumunda olduğunu belirtmektedirler. Dolayısıyla günümüzde, her birey için gerekli temel becerilerden birisi olan muhakeme becerisinin öğretimi ile ilgili olarak yapılan çalışmalar önem kazanmış durumdadır. Brodie (2010) bireylerin matematiksel akıl yürütme becerisinin geliştirilmesinde öğretmen gibi bir rehbere ihtiyaç duyulduğunu, Çiftci (2015) ise ancak matematiksel akıl yürütmeyi etkili bir şekilde kullanabilen öğretmenlerin, bu yeteneğin gelişmesini sağlayacak öğrenme ortamlarını oluşturabileceğini ifade etmektedir. Bu bağlamda Albayrak Bahtiyari (2010) ise matematik öğretmenlerinin ispat, muhakeme, akıl yürütme kavramlarının anlamından, gerekliliğinden ve öneminden emin olarak yetiştirilmeleri gerektiğini söylemektedir.

Öz-yeterlik; bireyin belli bir performansı ortaya koymak için gerekli etkinlikleri başarılı olarak yapma kapasitesine ilişkin kendi yargısı olarak tanımlanmaktadır (Bandura, 1986). Pajares ve

Miller (1994), öz-yeterlik algısının matematik başarısını olumlu yönde etkilediğini, bununla birlikte söz konusu etkinin diğer değişkenlerin etkilerinden daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Dolayısıyla öğrencilerin matematiksel muhakeme öz-yeterliklerinin belirlenmesinin söz konusu beceriyi farklı bir açıdan ele alarak yordamak anlamında önemli olduğu düşünülmektedir. Zira muhakeme süreçlerinde genelde başarısız olan öğrencilerin muhakemeye yönelik öz-yeterlik inançlarının da çok yüksek olmayacağı öngörülmektedir.

Matematiksel muhakeme yeteneği ile ilgili olarak alan yazın incelendiğinde yapılan çalışmalarda genellikle öğrenci (Çetinkaya ve Soybaş, 2018; Gürbüz, Erdem ve Gülburnu, 2018; Lynn-Junk, 2005) ve öğretmen adaylarının (İlhan ve Aslaner, 2018; Öz ve Işık, 2018; Yavuz-Mumcu ve Aktürk, 2017) söz konusu becerilerinin incelendiği görülmektedir. Bununla birlikte matematiksel muhakeme becerisine yönelik öz-yeterlik algısını ele alan çalışmalara rastlanmamaktadır. Alan yazındaki bu boşluktan hareketle bu çalışmanın iki temel amacı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi öğretmen adaylarına yönelik geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmış olan kullanılabilir bir matematiksel muhakeme öz-yeterlik ölçeği geliştirmek ikincisi ise matematik öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterlik düzeylerini belirlemektir. Çalışma sonuçları ile matematiksel akıl yürütme becerisinin geliştirilmesi için fırsatlar sunması beklenen ve geleceğin öğretmenleri olarak düşünülen öğretmen adaylarının, muhakeme becerisi ile ilgili olarak kendilerine ilişkin öz-yeterlikleri ortaya çıkarılmış olacak ve böylece mevcut duruma ilişkin araştırma önerileri geliştirilebilecektir. Bu bağlamda çalışmanın alt problemleri aşağıdaki şekildedir.

- İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme ve alt boyutlarına ilişkin öz-yeterlikleri hangi düzeydedir?
- Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme ve alt boyutlarına ilişkin öz-yeterlikleri, sınıf seviyesi değişkenine göre farklılık göstermekte midir?

Yöntem

Bu araştırmada tarama yöntemi kullanılmıştır. Tarama araştırmaları, bir evrenin kendine has özelliklerini anlayabilmek için yürütülen bilimsel araştırma yöntemidir (Johnson ve Christensen, 2000). Tarama araştırmaları betimleyicidir ve bu araştırmalarda veriler anket, başarı testi ve tutum ölçeği gibi veri toplama araçlarından elde edilmektedir (Özdemir, 2014). Bu araştırmada da matematik öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterliklerinin belirlenmesi amaçlandığından bu yöntemin kullanımı uygun görülmüştür. Çalışma süreci iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın birinci aşaması ölçek geliştirme, ikinci aşaması ise geliştirilen ölçeğin uygulaması olarak ifade edilebilir. Çalışma süresince gerçekleştirilen analizler sonucu elde edilen bulgular, söz konusu aşamalarla ilişkili olarak verilmiştir.

Katılımcılar

Ölçek geliştirme aşamasında farklı devlet üniversitelerinin matematik öğretmenliği programına kayıtlı olan ve çalışmada yer alma konusunda gönüllü olan 373 öğretmen adayı ile uygulama aşamasında ise 2018-2019 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinin ilköğretim matematik öğretmenliği programında kayıtlı olan 221 öğretmen adayı ile çalışılmıştır. Çalışmada yer alan öğrencilerin genel özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. *Çalışmada yer alan öğretmen adaylarının özellikleri*

	Sınıf Seviyesi								
	1		**2**		**3**		**4**		
Çalışmanın Aşamaları	N	%	N	%	N	%	N	%	Toplam
Ölçek Geliştirme	92	*24.66*	102	*27.34*	93	*24.93*	86	*23.05*	373
Uygulama	57	*25.8*	57	*25.8*	54	*24.4*	53	*24*	221
Toplam									594

Veri Toplama Aracı

Matematiksel muhakeme öz-yeterlik ölçeği (MMÖÖ)'nin geliştirilmesi. MMÖÖ taslak formu hazırlanırken ölçek geliştirme aşamaları olan; ölçek maddelerinin oluşturulması, uzman görüşüne başvurulması, ön deneme, geçerlik ve güvenirlik aşamaları izlenmiştir (Tavşancıl, 2005). Ölçeğin yapı geçerliğini sağlayabilmek için açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri, güvenirliği için ise Cronbach Alpha analizi yapılmıştır. Madde analizi işlemlerinde korelasyona dayalı madde analizi ile alt-üst grup ortalamaları farkına dayalı madde analizi işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Taslak formda yer alacak maddelerin belirlenmesi aşamasında, alan yazında yer alan matematiksel muhakeme becerisi ve göstergelerini içeren çalışmalar (Alkan ve Taşdan, 2011; Çoban, 2010; Gök ve Erdoğan, 2011; İncebacak ve Ersoy, 2016; Mullis ve Martin, 2013; OECD, 2013) incelenmiştir. Buna göre matematiksel muhakeme becerisi için ilgili çalışmalarda yer alan kuramsal şemaların ortak biçimde vurgu yaptıkları temalar belirlenmeye çalışılmış ve bu doğrultuda Alkan ve Taşdan (2011)'ın çalışmalarında yer alan göstergeler büyük ölçüde kullanılmıştır. Buna göre olumlu ve olumsuz madde sayısının eşit olduğu toplam 52 maddeden oluşan taslak form hazırlanmıştır.

Taslak maddelerin yazılmasından sonra matematik eğitimi alanında 4 uzman öğretim üyesi ve yüksek lisans öğrenimine devam etmekte olan 6 matematik öğretmeninin görüşlerine başvurulmuştur. Uzman görüşlerinin alınabilmesi için taslak maddeler ikili derecelendirmeye uygun bir formda düzenlenmiştir. Buna göre uzmanların, taslak maddelerle ilgili olarak, "uygun" ve "uygun değil" biçiminde görüş bildirmeleri ve açıklama kısmına da olumsuz görüşlerinin gerekçelerini yazmaları istenmiştir. Bu süreç sonunda maddelerin kapsam geçerliği "[Olumlu yanıt veren uzman sayısı ÷ (Toplam uzman sayısı/2)]-1" (Veneziano ve Hooper, 1997) formülü ile hesaplanmış ve geçerlik oranı 0.80'in altında olan 3 maddenin çalışmadan çıkarılmasına karar verilmiştir. Buna göre 24 tanesi olumsuz toplam 49 madde haline gelen taslak ölçek beş dereceli likert yapıda düzenlenmiştir. Yanıtlama biçimi "hiçbir zaman (1), nadiren (2), bazen (3), çoğu zaman (4) ve her zaman (5)" şeklindedir. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 49 iken en yüksek puan 245'tir.

Hazırlanan taslak form ön deneme yapılabilmesi amacıyla bir devlet üniversitesinin matematik öğretmenliği 1. sınıfına devam etmekte olan ve 20 kişiden oluşan öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Bu uygulama esnasında öğretmen adayları tarafından anlaşılması güç olan 1 maddenin daha açık biçimde ifade edilmesi sağlanmıştır. Bunun dışında taslak ölçek maddeler üzerinde farklı bir değişikliğe ihtiyaç duyulmamıştır. Öğretmen adaylarının taslak ölçeği ortalama olarak 20 dakikada doldurdukları gözlenmiştir. Buna ölçeğin yaklaşık doldurulma süresi 20 dakika olarak belirlenmiştir.

Açımlayıcı faktör analizi (AFA). Matematiksel muhakeme öz-yeterlik ölçeğinin açımlayıcı faktör analizinin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle örneklem büyüklüğünün yeterliliği, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ölçüm tekniği ile test edilmiş ve KMO değeri 0.932 olarak hesaplanmıştır. Bu değer faktör analizi için uygun bulunmuştur (Hutcheson ve Sofroniou, 1999). Bunun dışında verilerin çok değişkenli normal dağılımdan gelip gelmediğini belirlemeye yönelik Barlett's Test of Sphericity değerinin anlamlı olup olmadığına bakılmış ve Barlett testi Khi-kare değerinin istatistiksel olarak anlamlı (X^2=8033.308; $p<0.01$) olduğu belirlenmiştir.

AFA'ya uygun hale gelen ölçeğin faktör desenini ortaya koymak amacıyla temel bileşenler analizi, bunun yanında dik döndürme yöntemlerinden varimax tekniği seçilmiştir. Yapılan ilk AFA'da maddelerin özdeğeri 1'den büyük ve açıkladığı varyans değeri %5'in üzerinde olan 10 faktöre dağıldığı görülmüştür. Faktörlerin öz değerlerine bağlı olarak çizilen çizgi grafiği incelendiğinde, dördüncü faktöre kadar hızlı bir düşüşün olduğu ve bu noktadan sonra grafiğin yatay bir seyir izlediği görülmüştür. Bununla birlikte çalışmada kullanılan kuramsal şemanın da dört boyutlu olmasından hareketle dört faktörlü bir yapı için AFA tekrar edilmiştir. Zira Thompson (2004) faktör sayısını belirlemede çizgi grafiğinin öz değerlerden daha etkili bir yöntem olduğunu ifade etmektedir. Benzer biçimde Erkuş (2012), faktör sayısını belirlemede öz değerlerin yanı sıra mevcut kavramsal yapıyı da göz önüne almak gerektiğini ifade etmektedir. Tüm bunlara dayanarak dört boyutlu yapı için döndürme işlemi sonucunda elde edilen sonuçlar yük değeri ve binişiklik açısından değerlendirilmiş ve toplam 28 madde ölçekten çıkarılmıştır. Elde edilen maddelerin açıkladıkları toplam varyans miktarının %52.502 olduğu 4 faktörlü bir yapı elde edilmiştir. Ölçekte yer alan maddelerinin faktör yükleri ve alt faktörlerin açıkladıkları varyans oranları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. *MMÖÖ'nin AFA sonuçları*

Madde	Alt Ölçek Faktör Yükleri			
	f1	f2	f3	f4
M5- Matematiksel problemlerin çözümüne yönelik sezgilerimi kullanabilirim.	.570			
M6- Matematiksel bir durumun sınırlılıklarını (mevcut durumun hangi koşullarda geçerli olduğunu) belirleyebilirim.	.652			
M7- Matematiksel bir durumda var olanlar ile varılmak istenenler arasındaki ilişkileri doğru biçimde oluşturabilirim.	.674			
M11- Matematiksel bir duruma örnek teşkil edecek farklı durumlar gösterebilirim.	.660			
M12- Gerçek yaşamda karşılaştığım problemlere matematiksel çözümler bulabilir, ulaştığım çözümleri açıklayabilirim/savunabilirim.	.710			
M15-Matematiksel düşüncelerimin doğruluğu ile ilgili olarak karşımdaki insanları inandırabilirim.	.650			
M27- Matematiksel durumlara ilişkin düşüncelerimi gerekçelendirebilirim (düşüncelerimin nedenlerini ortaya koyabilirim).	.539			
M23- Matematiksel süreçlerde yer alan aşamaların, parçaların bütün içindeki anlamlarını, katkılarını ortaya çıkarmakta (durumu analiz etmede) zorlanırım.		.499		
M31- Matematiksel durumların altında yatan nedenleri sorgulamakta güçlük çekerim.		.478		
M35- Matematiksel kavramları kendi arasında ilişkilendirmekte güçlük çekerim.		.556		
M39- Matematiksel bir ifadenin doğruluğuna veya yanlışlığına karar vermekte zorlanırım.		.723		
M42-Gerçek yaşamda karşılaştığım problemlerin çözümünde kullandığım yöntemlerin doğruluğuna karar vermekte zorlanırım.		.648		
M44-Kar/zarar hesabı yapmakta zorlanırım.		.721		
M49-Matematiksel durumları anlamakta ve kendi içerisinde değerlendirmekte zorlanırım.		.606		
M3- Matematiksel durumlar ile ilgili, mevcut bilgilerimi kullanarak yeni bilgiler inşa etmekte (oluşturmakta) güçlük yaşarım.			.731	
M8- Matematiksel bir durumu farklı koşullar için değerlendirmekte güçlük çekerim.			.615	
M13- Matematiksel durumları değerlendirmeye yönelik sezgilerimi kullanmakta güçlük çekerim.			.655	
M32- Matematiksel durumlarda mevcut durumun bir adım ilerisini düşünebilirim.				.496
M36- Matematiksel durumlarda kendime özgü (özgün) düşünebilirim.				.695
M38- Matematiksel durumlarla ilgili uzamsal hayaller kurabilirim (uzamsal düşünebilirim).				.740
M46- Matematiksel nesnelerin işlevlerini alışılagelmişin dışında kullanabilirim.				.675
Açıklanan Varyans	%17.04	%15.25	%9.36	%10.84
Açıklanan Toplam Varyans: %52.502				

Tablo 3'te toplam varyansın %52.502'sini açıklayan dört boyutlu bir yapı elde edildiği ve söz konusu yapıyı oluşturan maddelerin faktör yüklerinin .478 ile .740 arasında değiştiği görülmektedir. Scherer, Wiebe, Luther ve Adams (1988, aktaran Tavşancıl 2005, s.48), %40-%60 arasında değerler alan varyans oranının, güçlü bir faktör yapısına işaret ettiğini belirtmektedir. Dolayısıyla oluşturulan faktör yapısı için açıklanan varyans miktarının yeterli olduğu söylenebilir. Ayrıca elde edilen faktör yük değerlerinin de kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir zira Tabachnick ve Fidel (2001) faktör yük değerleri 0.40 ve üzerinde olan maddelerin *çok iyi*, 0.70 ve üzerinde olan maddelerin ise *mükemmel* olarak değerlendirilebileceğini söylemektedir. MMÖÖ için oluşan alt faktörler çalışma kapsamında öngörülen kuramsal şema ile ilişkilendirilerek isimlendirilmiştir. Buna göre 7 maddeden oluşan birinci faktör *Genelleme/Soyutlama/Modelleme* (GSM), 7 maddeden oluşan ikinci faktör *Akıl yürütme/İlişkilendirme* (AY/İ), 3 maddeden oluşan üçüncü faktör *Geliştirme* (G) ve 4 maddeden oluşan dördüncü faktör ise *Yaratıcı düşünme* (YD) olarak isimlendirilmiştir. Açımlayıcı faktör analizi sonrasında 10'u olumsuz toplam 21 maddeden oluşan 4 faktörlü bir yapı elde edilmiştir. Ölçeğin olumsuz maddeleri M3, M8, M13, M23, M31, M35, M39, M42, M44 ve M49'dur.

Madde analizleri. Madde analizi işlemleri ölçekteki maddelerin, ölçeğin ölçmeyi amaçladığı bir özelliği başka özelliklerle karıştırmadan ölçüp ölçmediğini belirleyerek kendi içinde tutarlı bir ölçek geliştirmek maksadıyla yapılmaktadır. Madde analizinin likert tipi ölçeklerde kullanılma nedeni, likert ölçekleme tekniğinin en önemli konusu olan ve bütün maddelerin aynı tutumu ölçmesi anlamına gelen tek boyutluluk özelliğini sağlamak içindir (Tavşancıl, 2005). Bu amaçla çalışma kapsamında alt-üst grup ortalamaları farkına ve korelasyona dayanan madde analizleri gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4. *MMÖÖ için madde analizi sonuçları*

Madde no	Madde-toplam korelasyonu	t*
M5	.538	-10.593
M6	.569	-10.598
M7	.550	-11.238
M11	.600	-11.277
M12	.621	-12.585
M15	.565	-10.484
M27	.635	-11.936
M23	.632	-13.795
M31	.504	-9.493
M35	.564	-11.036
M39	.447	-8.353
M42	.530	-10.423
M44	.493	-11.209
M49	.628	-14.211
M3	.523	-9.003
M8	.508	-9.167

M13	.564	-11.992
M32	.607	-12.816
M36	.612	-12.481
M38	.501	-8.353
M46	.402	-6.742

Tablo 4 incelendiğinde alt ve üst gruplar arasında anlamlı bir farklılaşmanın olduğu ($p < .01$) madde-toplam korelasyon değerlerinin .30'un üzerinde olduğu (Büyüköztürk, 2007) görülmektedir. Dolayısıyla, ölçekte yer alan maddelerin istenilen düzeyde ayırt edicilik özelliğine sahip olduğu söylenebilir.

Korelasyon katsayısının 0.70'in üzerinde olması yüksek düzeyde, 0.30 ile 0.70 arasında olması orta düzeyde, 0.30'un altında olması ise düşük düzeyde bir ilişkinin varlığına işaret etmektedir (Büyüköztürk, 2007). Dolayısıyla Tablo 5 incelendiğinde çalışma kapsamında geliştirilen ölçeğin faktörleri ile ölçek toplamı arasındaki korelasyon değerlerinin GSM, AY/İ, ve YD için yüksek, G içinse orta düzeyde olduğu görülmektedir. Faktörlerin kendi aralarındaki korelasyon değerleri incelendiğinde ise bunların genel olarak 0.60'ın altında değerler aldığı görülmektedir. Dolayısıyla çalışma kapsamında geliştirilen MMÖÖ için faktörlerin birbirinden bağımsız olduğu (Engs, 1996) ve ölçeğin hem bir bütün olarak kullanılabileceği hem de alt faktörlerinin ayrı olarak kullanılabileceği söylenebilir.

Tablo 5. *MMÖÖ faktör puanları arasındaki korelasyonlar*

	Korelasyonlar			
Faktörler	GSM	AY/İ	G	YD
GSM	1			
AY/İ	.447	1		
G	.422*	.590*	1	
YD	.615*	.340*	.250*	1
MMÖÖ/Toplam	.835*	.809*	.682*	.708*

Doğrulayıcı faktör analizi (DFA). MMÖÖ için AFA sonucu ortaya konulan yapının doğrulanması amacıyla DFA yapılmıştır. DFA sonuçlarına göre elde edilen (X^2)/sd indeksinin mükemmel bir uyuma karşılık geldiği görülmüştür (X^2=546.64; sd=227; p=,000; X^2/sd=2,40). X^2/sd oranının 3'ün altında olması mükemmel, 5'in altında olması ise orta düzeyde bir uyumun varlığını göstermektedir (Kline, 2013). Buna göre, eldeki verilerin geliştirilen yapı ile yüksek derecede uyumlu olduğu söylenebilir.

Tablo 6. *DFA sonucunda elde edilen uyum indeks değerleri*

Uyum Ölçüsü	**DFA Sonucu**	**Uyum**
RMSEA	0.05	Mükemmel uyum (Brown, 2006; Joreskog ve Sörbom, 1993)
RMR	0.03	Mükemmel uyum (Byrne, 1994)
SRMR	0.05	Mükemmel uyum (Brown, 2006; Hu ve Bentler, 1999)

CFI	0.92	İyi uyum (Hu ve Bentler, 1999; Sümer, 2000)
GFI	0.92	İyi uyum (Sümer, 2000)
IFI	0.94	İyi uyum (Schumacker ve Lomax, 2004)
NFI	0.86	Kabul edilebilir (Tabachnick ve Fidel, 2001)
NNFI	0.91	İyi uyum (Kelloway, 1989)
AGFI	0.89	İyi uyum (Schumacker ve Lomax, 2004)
PGFI	0.71	İyi uyum (Sümer, 2000)

Tablo 6'daki verilere göre oluşturulan kuramsal yapı için RMSEA, RMR VE SRMR değerlerinin mükemmel, CFI, GFI, IFI, NNFI, AGFI ve PGFI değerlerinin iyi, NFI değerinin ise kabul edilebilir düzeyde uyum gösterdiği görülmüştür. MMÖÖ'den iç tutarlığı, madde analizine bağlı olarak hesaplanan Cronbach Alpha katsayısı ile incelenmiştir. Alt ölçeklerin iç tutarlık katsayıları, GSM için .825, AY/İ için .792, G için .679, YD içinse .720 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin toplam güvenirlik katsayısı ise .883 olarak hesaplanmıştır. Buna ölçeğin faktörlerinden elde edilen verilerin oldukça güvenilir, GSM'den ve ölçeğin genelinden elde edilen verilerin ise yüksek derecede güvenilir olduğu söylenebilir (Kalaycı, 2014).

Verilerin Analizi

Çalışma kapsamında geliştirilen MMÖÖ'den elde edilebilecek en düşük puan 21 (21x1), en yüksek puan ise 105 (21x5)'tir. MMÖÖ'nün GSM ve AY/İ faktörleri 7'şer maddeden, G faktörü 3 maddeden, YD faktörü ise 4 maddeden oluşmaktadır. Dolayısıyla GSM ve AY/İ faktörlerinden elde edilebilecek en düşük puan 7, en yüksek puan ise 35'tir. G faktöründen elde edilebilecek en düşük puan 3, en yüksek puan 15, YD faktöründen elde edilebilecek en düşük puan 4, en yüksel puan ise 20'dir. Buna göre MMÖÖ ve alt faktörlerinden elde edilebilecek puanlar bir çizelge üzerinde gösterilecek olunursa ölçek toplam puan ortalamasının 63, alt boyutların puan ortalamalarının ise sırasıyla 21, 21, 9 ve 12 olduğu görülmektedir (Şekil 1). Buna göre öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterlik düzeylerini belirlemede Şekil 1'deki yapı kullanılmıştır.

1	2	3	4	5	
21	42	63	84	105	(Ölçeğin geneli için toplam puan dağılımı)
7	14	21	28	35	(GSM için toplam puan dağılımı)
7	14	21	28	35	(AY/İ için toplam puan dağılımı)
3	6	9	12	15	(G için toplam puan dağılımı)
4	8	12	16	20	(YD için toplam puan dağılımı)

Şekil 1. *MMÖÖ ve alt boyutların toplam puan dağılımı*

Ayrıca farklı sınıf seviyelerindeki öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterlik puanlarının değişimini incelemek amacıyla, normal dağılım göstermediği belirlenen veriler için Kruskall Wallis-H (KWH) testi kullanılmıştır. KWH testi sonucunda anlamlı bir farklılık bulunması halinde ise grupların ikili kombinasyonları üzerinden Mann Whitney-U testi uygulanarak (Büyüköztürk, 2007), farkın kaynağı incelenmiştir.

Bulgular

Çalışmanın birinci alt problemine yönelik olarak öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme ve alt boyutlarına ilişkin ortalama puanları ile ilgili değişkenler için hesaplanan güvenirlik katsayıları Tablo 7'de verilmektedir.

Tablo 7. *Öğretmen adaylarının MMÖÖ ve alt faktörlerine ilişkin puan ortalamaları*

	N	$\bar{x}$	ss	Cronbach-Alpha
GSM		16.09	3.86	.847
AY/İ		25.04	3.78	.783
G	221	10.48	1.84	.721
YD		10.29	2.51	.682
MMÖÖ/Toplam		61.92	5.32	.670

Tablo 7'deki veriler incelendiğinde öğretmen adaylarının matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterlik puan ortalamalarının 61.92 olduğu görülmektedir. Bu değer ölçek ortalamasından (63) düşük olmakla birlikte söz konusu değere yakın olduğu söylenebilir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının matematiksel muhakemeye yönelik öz-yeterliklerinin ortalamaya yakın bir düzeyde fakat ortalamanın altında olduğu görülmektedir. GSM alt boyutu için hesaplanan puan ortalaması (16.09) faktör ortalamasından (21) oldukça küçüktür. Öğretmen adaylarının GSM'ye yönelik öz-yeterliklerinin ortalamanın oldukça altında olduğu görülmektedir. AY/İ ve G faktörlerine ait puan ortalamalarının sırasıyla 24.04 ve 10.48 olduğu, bu değerlerin de faktör ortalamalarından (sırasıyla 21 ve 9) yüksek olduğu görülmüştür. YD faktörüne ilişkin puan ortalaması (10.29) ise faktör ortalamasından (12) düşüktür. Tüm bu veriler birlikte ele alındığında öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterliklerinin ortalama düzeyde olduğu, bununla birlikte faktör puan ortalamalarının sırasıyla G-AY/İ, YD ve GSM'de daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının genelleme/soyutlama/modelleme ve yaratıcı düşünme süreçlerine ilişkin öz-yeterliklerin diğer faktörlerden daha düşük, geliştirme ve akıl yürütme/ilişkilendirmeye yönelik öz-yeterliklerinin ise diğer faktörlerden daha yüksek olduğu söylenebilir.

Çalışmanın ikinci alt problemine yönelik yapılan analizler neticesinde Tablo 8'deki veriler elde edilmiştir.

Tablo 8. *Farklı sınıf seviyesindeki öğretmen adaylarına yönelik Kruskal Wallis testi sonuçları*

Faktörler		N	Sıra Ort.	sd	χ^2	p	Anlamlı Fark
	1	57	135.96				1-2

GSM	2	57	112.15	3	14.61	.000**	1-3
	3	54	91.94				1-4
	4	53	102.34				
AY	1	57	101.73				
	2	57	108.40	3	3.14	.370	1-3
	3	54	122.74				
	4	53	111.80				
G	1	57	100.44				
	2	57	119.48	3	2.69	.441	
	3	54	111.19				
	4	53	113.04				
YD	1	57	138.79				1-2
	2	57	103.59	3	16.28	.001**	1-3
	3	54	92.92				1-4
	4	53	107.51				
MMÖÖ/ Toplam	1	57	131.77				
	2	57	109.93	3	9.55	.023*	1-3
	3	54	95.76				1-4
	4	53	105.34				

*P**<.01, p*<.05*

Tablo 8'de yer alan verilere göre farklı sınıf seviyesindeki öğretmen adaylarının MMÖÖ toplam puanlarının anlamlı derecede farklılaştığı (χ^2 (sd=3, n= 221) = 9.55, p<.05) görülmektedir. Söz konusu farklılık 1 ve 3. sınıf öğretmen adayları ile 1 ve 4. sınıf öğretmen adayları arasında ve her iki durumda da birinci sınıflar lehinedir. MMÖÖ'nün alt boyutları göz önüne alındığında ise sınıf seviyesi değişkenine göre GSM (χ^2 (sd=3, n= 221) = 14.61, p<.05) ve YD (χ^2 (sd=3, n= 221) = 16.28, p<.05) boyutlarına ilişkin öz-yeterlik puanları arasında anlamlı farklılıklar olduğu gözlenmiştir. GSM ve YD alt boyutlarındaki anlamlı farklılıkların 1ve 2, 1 ve 3, 1 ve 4. sınıf öğretmen adayları arasındadır. GSM ve YD alt boyutları için söz konusu tüm farklılıklar 1. sınıflar lehinedir. AY boyutunda sınıf seviyesi değişkenine göre anlamlı farklılıklar gözlenmezken ((sd=3, n= 221) = 3.14, p>.05), 1 ve 3. sınıf öğretmen adaylarının MMÖÖ puanlarının anlamlı derecede farklılaştığı (U= 1203.500, p<.05) gözlenmiştir. Söz konusu farklılık 3. sınıflar lehinedir.

Tüm bunların dışında Tablo 8'daki veriler incelendiğinde öğretmen adaylarının MMÖÖ puanlarının sınıf seviyesi yükseldikçe anlamlı derecede olmasa da düştüğü söylenebilir. Söz konusu durum GSM ve YD alt boyutları için de geçerlidir. Bununla birlikte AY ve G puanlarının ise sınıf seviyesi yükseldikçe yükseldiği göze çarpmaktadır.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın temel amacı öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterliklerini ölçmek için kullanılabilecek bir ölçme aracı geliştirmektir. Bu süreçte öncelikle matematiksel muhakeme becerisinin kuramsal yapısı ve alt boyutları belirlenmeye çalışılmıştır. Muhakeme becerisinin alt boyutları ve göstergeleri için Alkan ve Taşdan'ın (2011) çalışmaları kullanılarak toplam 52 maddeden oluşan ölçek taslak maddeleri oluşturulmuştur. Uzman görüşleri neticesinde 49 maddeye düşen taslak ölçekten, gerçekleştirilen madde analizleri ve açımlayıcı faktör analizi neticesinde 28 madde daha çıkarılmıştır. Bu süreç sonunda dört boyut ve toplam 21 maddeden oluşan Matematiksel Muhakeme Öz-yeterlik Ölçeği (MMÖÖ) elde edilmiştir. Ölçeğin alt boyutları için Alkan ve Taşdan (2011)'in kullandığı yapı bozulmamış ve söz konusu boyutlar Genelleme/Soyutlama/Modelleme (GSM), Akıl yürütme/İlişkilendirme (AY/İ), Geliştirme (G) ve Yaratıcı Düşünme (YD) olarak adlandırılmıştır. Açımlayıcı faktör analizi sonucunda oluşturulan yapının ölçmeye çalıştığı özellikteki toplam varyansın %52.502'sini açıkladığı belirlenmiş, söz konusu yapının doğrulanmasına yönelik olarak gerçekleştirilen doğrulayıcı faktör analizi sonucunda ise bütün uyum değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde oldukları görülmüştür. MMÖÖ'nün geçerliliğini sağlamaya yönelik yapılan tüm bu işlemlerin ardından ölçeğin güvenirliğini belirlemek amacıyla alt faktörler ve ölçeğin geneli için Cronbach-Alfa güvenirlik katsayıları hesaplanmış ve GSM, AY/İ, G ve YD alt faktörleri ve ölçeğin geneli için söz konusu değerler sırasıyla .825, .792, .679, .720 ve .883 olarak belirlenmiştir. Tüm bunların yanında ölçeğin alt boyutları arasındaki ilişkilerin manidarlığı test edilmiş ve elde edilen verilere dayanarak geçerli ve güvenilir bir ölçme aracının geliştirildiği kabul edilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında geliştirilen ölçeğin farklı bir çalışma grubu üzerinde uygulanmasıyla hem çalışmanın alt problemlerine yanıt aranmaya çalışılmış, hem de ölçeğin kullanışlılığı test edilmiştir. Uygulama aşamasında bir devlet üniversitesinin ilköğretim matematik öğretmenliği programına kayıtlı 221 öğretmen adayı yer almıştır. Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterlik düzeyleri belirlenerek, farklı sınıf seviyesinde yer alan öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterlik düzeylerinin anlamlı derecede farklılaşıp farklılaşmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Uygulama aşamasının sonuçlarına göre öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme beceri düzeylerinin ölçek ortalamasının altında olduğu görülmüştür. MMÖÖ'nün alt boyutları göz önüne alındığında ise öğretmen adaylarının öz-yeterliklerinin GSM ve YD alt boyutlarında ortalamanın altında, AY ve G boyutlarında ise ortalamanın üstünde olduğu görülmüştür.

Alan yazında matematiksel muhakeme öz-yeterliğine ilişkin çalışmaya rastlanmamaktadır. Bu nedenle çalışmanın bu bölümünde öğretmen adaylarının matematiksel düşünme ve muhakeme becerilerine yönelik olarak yürütülen çalışmaların sonuçlarına yer verilmiştir. Bunun yanında matematiksel muhakeme becerisi, matematik okuryazarlığının temel bir bileşenidir ve gerçek yaşamda matematiğin kullanıldığı çoğu durum, matematiksel muhakeme becerisinin kullanılmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda çalışmanın tartışma bölümünde ayrıca öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık öz-yeterlikleri ile ilgili yürütülmüş olan çalışmaların sonuçlarına da yer verilmiştir. Çalışmanın alt problemlerine göre söz konusu çalışmaların sonuçları mevcut çalışma sonuçları ile ilişkilendirilerek yorumlanmıştır.

Alan yazında öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık öz-yeterliklerini belirleyerek farklı değişkenlere göre ele alan farklı birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalardan çoğunda öğretmen adaylarının okuryazarlık öz-yeterlik algı/inançlarının ortalamanın üstünde olduğu ifade edilmektedir. Bununla birlikte yürütülmüş olan çalışmalarda elde edilen diğer sonuçlar dikkat çekicidir. Söz konusu çalışmalardan biri Dinçer, Akarsu ve Yılmaz'ın (2016) çalışmasıdır. İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık öz-yeterliklerinin belirlendiği çalışmanın sonucunda, öğretmen adaylarının öz-yeterlik algılarının ortalamanın üstünde olduğunu belirlenmiştir. Bununla birlikte, söz konusu çalışmada bu çalışma sonuçları ile uyumlu olan alt sonuçlara ulaşılmıştır. Dinçer, Akarsu ve Yılmaz (2016) çalışmalarında kullanmış oldukları ölçekteki en yüksek puana sahip maddenin *Bilgiye dayalı kararlar verirken verileri analiz edebiliyorum*, en düşük puana sahip maddenin ise *İspat yapmada matematiksel dili etkili biçimde kullanabilirim* olduğunu ifade etmişlerdir. Buradaki en düşük puana sahip maddenin ispat yapma süreçleri ile ilgili olduğu görülmektedir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık öz-yeterlikleri ortalamanın üstünde olmakla birlikte, muhakeme süreçleriyle ilgili öz-yeterlik algılarının daha zayıf olduğu, bu anlamda çalışma sonuçlarının örtüştüğü söylenebilir. Ayrıca aynı çalışmada en yüksek puana sahip maddenin analiz süreçleriyle ilgili olduğu ve söz konusu maddenin, matematiksel muhakeme becerisinin *akıl yürütme* alt boyutu ile ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir (Alkan ve Taşdan, 2011). Matematik okuryazarlığına yönelik en yüksek öz-yeterlik algısının akıl yürütme süreçleri ile ilgili olması, bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla uyumludur. Zira bu çalışmada da öğretmen adaylarının MMÖÖ'nün alt boyutlarında en yüksek öz-yeterlik puanına akıl yürütme boyutunda ulaştıkları gözlenmiştir. Dinçer, Akarsu ve Yılmaz (2016) çalışmalarının sonucunda öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık öz-yeterlik puanlarının ortalamanın üzerinde olması ile birlikte geliştirilebilir bir yapıya sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan benzer çalışmalarda da (Akkaya ve Memnun, 2012; Güneş ve Gökçek, 2013; Tekin ve Tekin, 2004; Topbaş Tat, 2018; Yenilmez ve Turgut, 2012) matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığına yönelik öz-yeterlik inançlarının ortalamanın üzerinde olmakla birlikte geliştirilebileceği ifade edilmektedir. Güneş ve Gökçek (2013) çalışmalarında matematik okuryazarlığının matematiksel düşünme alt boyutunda öğretmen adaylarının eksiklikleri olduğunu ortaya koymuşlardır. Yenilmez ve Turgut (2012) ise matematik öğretmen adaylarının lisans eğitimleri süresince edindikleri alan bilgisi açısından kendilerini yeteri kadar donanımlı görmediklerini ve bu nedenle iyi bir matematik okuryazarı olamayacakları endişesini taşıdıklarını ifade etmektedirler. Dolayısıyla bu çalışmalardan öğretmen adaylarının okuryazarlıkla ilgili öz-yeterliklerinin ortalamanın üzerinde değerler alabildiği lakin söz konusu durumlara ilişkin beceri ve öz-yeterliklerinin geliştirilebilir düzeyde olduğu ifade edilebilir. Sözü edilen çalışmalar öğretmen adaylarının matematiksel düşünme ve ispat süreçlerinde genel olarak zorlandıklarını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda alan yazındaki sonuçların bu çalışma sonuçlarını destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

Matematiksel düşünmenin bir üst boyutu olan matematiksel muhakeme becerisi ile ilgili olarak bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, Alkan ve Güzel (2005)'in çalışmalarından elde edilen sonuçlarla ilişkili olarak ta yorumlanabilir. Zira söz konusu çalışmada matematik öğretmeni adaylarının matematiksel düşünme becerilerinin düşük seviyelerde olduğu ifade edilmektedir. İlgili çalışmada öğretmen adaylarının, genelleme, hayal etme, tahminde bulunma, ispat etme ve geliştirme yetilerini kullanma süreçlerinde zorlandıkları, aynı zamanda matematiksel durumlara ilişkin farklı yaklaşımlar geliştirme ve yorumlamadan kaçınma yaklaşımlarının, öğretmen adaylarının bilgilerine ve kendilerine güvenmemelerinin bir göstergesi olabileceği ifade edilmiştir. Öğretmen adaylarının genelleme süreçlerinde sıkıntı çektikleri ve soyutlamada da başarısız kaldıkları söz konusu çalışmadan elde edilen bir başka sonuçtur. Bu çalışmada da öğretmen adaylarının genel olarak matematiksel muhakeme öz-yeterliklerinin ortalamanın altında olduğu, bununla birlikte genelleme/soyutlama/modelleme alt boyutunda en düşük öz-yeterliğe sahip oldukları gözlenmiştir. Benzer şekilde öğrencilerle yürütülen bazı çalışmalarda da (Arslan ve Yıldız, 2010; Moralı, Uğurel, Türnüklü ve Yeşildere, 2006; Özer ve Arıkan, 2002; Tall, 2008; Yeşildere ve Türnüklü, 2007) öğrencilerinin matematiksel düşünme süreçlerinde özellikle genelleme ve ispat süreçlerinde zorluklar yaşadıkları ifade edilmektedir. Bu bağlamda ilgili çalışmaların sonuçlarının mevcut çalışma ile örtüştüğü görülmektedir. Matematiksel muhakemenin alt boyutları ile ilgili olarak bu çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç, öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme öz-yeterlik puanlarının ortalamanın altında olmasıdır. Bu durumla ilgili olarak Yavuz Mumcu ve Aktürk (2017) öğretmen adaylarının, yaratıcı düşünme gerektiren problem durumlarında genel olarak başarısız olduklarını ifade etmişlerdir. Yapılan farklı çalışmalarda da (Bergqvist, Lithner ve Sumpter, 2006; Boesen, Lithner ve Palm, 2010; Çiftçi, 2015) benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Dolayısıyla matematiksel düşünme ile ilgili olarak sözü edilen çalışma sonuçlarının da, mevcut çalışma sonuçları ile örtüştüğü söylenebilir.

Bu çalışmadan elde edilen ve tartışılması gereken bir diğer sonuç öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme öz-yeterliklerinin sınıf seviyesi değişkenine göre anlamlı ölçüde değişiklik göstermesidir. Buna göre sınıf seviyesi arttıkça öğretmen adaylarının öz-yeterlik puanlarının düştüğü gözlenmiştir. Elde edilen bu sonuç öğretmen adaylarının lisans eğitimleri boyunca almış oldukları derslerin içeriği ve yer aldıkları düşünme süreçlerinin giderek artan zorluğu ve karmaşıklığı ile ilişkili olarak yorumlanabilir. Konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda ise farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir. Bazı araştırmalar (Jain ve Dowson, 2009; Lee, 2009; OECD, 2004; Özyürek, 2010; Schnulz, 2005) sınıf seviyesi arttıkça matematiksel okuryazarlık öz-yeterlik inancının da arttığını veya değişmediğini ortaya koyarken, bazıları (Özgen ve Bindak, 2011) ise bunun aksini ifade etmektedirler. Muhakeme becerisinin gelişiminde yaş dışında geçmiş öğrenim yaşantılarını da içine alan farklı unsurların da etkisinin olabileceği (Steen, 1999; Tourniaire ve Pulos, 1985) göz önüne alındığında farklı çalışmalardan elde edilen farklı sonuçların bu duruma bağlı olarak yorumlanabileceği söylenebilir.

Buraya kadar yapılan tartışmaya bağlı olarak öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme beceri ve öz-yeterlik algılarına ilişkin çok olumlu bir tablonun mevcut olmadığı, ülkemizin eğitim hedefleri ve vizyonu göz önüne alındığında söz konusu becerinin geliştirilmesine yönelik yapılacak yeni ve farklı akademik çalışmalara ve öğretim uygulamalarına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Matematiksel muhakeme günümüz toplumunda sadece matematiksel uygulamalarda değil, sosyal durumlarda da bireylerin farkında olarak veya olmayarak kullandıkları bir beceridir ve günden güne önem kazanmaktadır. Dolayısıyla matematiksel muhakeme becerisinin gelişimini ele alan kuramsal veya uygulamalı çalışmalar planlanarak yürütülmelidir. Bu çalışmalarda, farklı öğretim uygulamalarının söz konusu becerinin gelişimine olan etkileri araştırılabilir. Böylece söz konusu çalışmaların sonuçlarından, matematik öğrenme ortamlarında öğretmenler ve öğrenciler tarafından doğrudan yararlanılabilir. Bunun dışında muhakeme becerisinin geliştirilmesinde etkili olabilecek duyuşsal faktörler araştırılabilir.

Kaynakça

Akkaya, R. ve Memnun, D. (2012). Öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlığa ilişkin öz-yeterlik inançlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, *19*, 96-111.

Albayrak Bahtiyari, Ö. (2010). *8. sınıf matematik öğretiminde ispat ve muhakeme kavramlarının ve önemlerinin farkındalığı.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Alkan, H. ve Güzel, E. B. (2005). Öğretmen adaylarında matematiksel düşünmenin gelişimi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 25(3), 221-236.

Alkan, H. ve 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.

Altıparmak, K. ve Öziş, T. (2005). An investigation upon mathematical proof and development of mathematical reasoning. *Ege Eğitim Dergisi*, *6*(1), 25-37.

Arslan, S. ve Yıldız, C. (2010). 11. sınıf öğrencilerinin matematiksel düşünmenin aşamalarındaki yaşantılarından yansımalar. *Eğitim ve Bilim*, *35*(156), 17-31.

Bağcı, V. (2015). *Matematiksel muhakeme becerisinin ölçülmesinde klasik test kuramı ile genellenebilirlik kuramındaki farklı desenlerin karşılaştırılması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Bandura, A. (1986). The explanatory and predictive scope of self-efficacy theory. *Journal of Social and Clinical Psychology*, *4*(3), 359-373.

Bergqvist, T., Lithner, J. ve Sumpter, L. (2006). Upper middle students' task reasoning. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *31*, 1495-1509.

Boesen, J., Lithner, J. ve Palm, T. (2010). The relation between types of assessment tasks and the mathematical reasoning students use. *Educational Studies in Mathematics*, *75*(1), 89-105.

Brodie, K. (2010). Teaching mathematical reasoning in secondary school classrooms. New York: Springer.

Brown, T. A. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research*. NY: Guilford Publications.

Burton, L. (1984). Mathematical thinking: The struggle for meaning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35-49.

Büyüköztürk, S. (2007). *Sosyal Bilimler için veri analizi el kitabi.* Ankara: Pegem Yayıncılık.

Byrne, B. M. (1994). *Structural equation modeling with EQS and EQS/Windows: Basic concepts, applications, and programming*. California: Sage Publications, Inc.

Çetinkaya, A. ve Soybaş, D. (2018). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin problem kurma becerilerinin incelenmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, *11*(1), 169-200.

Çiftçi, Z. (2015). *Ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel akıl yürütme becerilerinin incelenmesi.* Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Çoban, H. (2010). *Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme becerileri ile bilişötesi öğrenme stratejilerini kullanma düzeyleri arasındaki ilişki.* Doktora tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.

Dinçer, B., Akarsu, E. ve Yılmaz, S. (2016). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematik okuryazarlığı özyeterlik algıları ile matematik öğretimi yeterlik inanç düzeylerinin incelenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *7*(1), 207-228.

Dreyfus, T. (1990). Advanced mathematical thinking. In Nesher, P. ve Kilpatrick, J. (Ed.), *Mathematics and cognition* (pp. 113-134). Cambridge UK: Cambridge University Press.

Edwards, B. S., Dubinsky, E. ve McDonald, M. A. (2005). Advanced mathematical thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, *7*(1), 15-25.

Engs, R. C. (1996). Construct validity and re-assessment of the reliability of the health concern questionnaire. İçinde H. L. Robert, Feldman ve J. H. Humphrey (Ed.), *Advances in health education/current research* (s. 303-313). New York: AMS Press Inc.

Erdem, E. (2011). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel ve olasılıksal muhakeme becerilerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman.

Erkuş, A. (2012). *Psikolojide ölçme ve ölçek geliştirme.* Ankara: Pegem Akademi Yayınları.

Gök, B. ve Erdoğan, T. (2011). Sınıf öğretmeni adaylarının yaratıcı düşünme düzeyleri ve eleştirel düşünme eğilimlerinin incelenmesi. *Journal of Faculty of Educational Sciences*, *44*(2), 29-51.

Güneş, G. ve Gökçek, T. (2013). Öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, *20*, 70-79.

Gürbüz, R., Erdem, E. ve Gülburnu, M. (2018). Sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakemeleri ile uzamsal yetenekleri arasındaki ilişki. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, *26*(1), 1-6.

Harel, G. ve Sowder, L. (2005). Advanced mathematical thinking at any age: Its nature and its development. *Mathematical Thinking and Learning*, *7*(1), 27-50.

Hu, L. T. ve Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, *6*(1), 1-55.

Hutcheson, G. D. ve Sofroniou, N. (1999). *The multivariate social scientist: Introductory statistics using generalized linear models.* Thousand Oaks, CA: Sage.

İlhan, A. ve Aslaner, R. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerilerinin üniversite ve sınıf düzeyi değişkenleri açısından incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *19*(2), 82-97.

İncebacak, B. B. ve Ersoy, E. (2016). Problem solving skills of secondary school students. *China-USA Business Review*, *15*(6), 275-285.

Jain, S. ve Dowson, M. (2009). Mathematics anxiety as a function of multidimensional self-regulation and self-efficacy. *Contemporary Educational Psychology*, *34*(3), 240-249.

Johnson, B. ve Christensen, L. (2000). *Educational research: Quantitative and qualitative approaches*. Needham Heights, MA, US: Allyn & Bacon.

Jöreskog, K. G. ve Sörbom, D. (1993). *LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*. Lincolnwood: Scientific Software International, Inc.

Kalaycı, Ş. (2014). Faktör analizi. İçinde Ş. Kalaycı (Ed.), *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* (s. 321-331). Ankara: Asil Yayın Dağıtım.

Kelloway, E. K. (1989). *Using LISREL for structural equation modeling: A researcher's guide*. London: Sage.

Kline, P. (2013). *Handbook of psychological testing.* London: Routledge.

Lee, J. (2009). Universals and specifics of math concept, math self-efficacy and math anxiety 41 PISA 2003 participating countries. *Learning and Individual Differences, 19*, 355-365.

Liu, P. H. ve Niess, M. L. (2006). An exploratory study of college students' views of mathematical thinking in a historical approach calculus course, *Mathematical Thinking and Learning, 8*(4), 373-406.

Lynn Junk, D. (2005). *Teaching mathematics and the problems of practice: Understanding situations and teacher reasoning through teacher perspectives*. Doctoral dissertation, University of Texas at Austin.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2013). *İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2016). *TIMSS 2015 ulusal matematik ve fen ön raporu (4 ve 8. Sınıflar).* Ankara: Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

Moralı, S., Uğurel, I., Türnüklü, E. ve Yeşildere, S. (2006). Matematik öğretmen adaylarının ispat yapmaya yönelik görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 14*(1), 147-160.

Mullis, I.V.S ve Martin, M.O. (ed) (2013). *TIMSS 2015 Assesment Frameworks*. Boston: TIMSS and PIRLS International Study Center and IEA.

National Council of Teachers of Mathematics [NCTM](2000). Principles and standards for school mathematics. Reston: VA.

OECD (2004). *The PISA 2003 Assessment framework: mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Paris: OECD Publishing.

OECD (2013). *PISA 2012 Assessment and analytical framework: mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy.* Paris: OECD Publishing.

Öz, T. ve Işık, A. Matematik öğretmenliği öğrencilerinin matematiksel muhakeme beceri düzeylerinin araştırılması. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, *5*(3), 109-122.

Özdemir, E. (2014). Tarama yöntemi. İçinde Metin, M. (Ed.), *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* (ss.77-97). Ankara: Pegem Akademi.

Özer, Ö. ve Arıkan, A. (2002, Eylül). *Lise matematik derslerinde öğrencilerin ispat yapma düzeyleri.* V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Özgen, K. ve Bindak, R. (2011). Lise öğrencilerinin matematik okuryazarlığına yönelik öz-yeterlik inançlarının belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, *11*(2), 1073-1089.

Özyürek, R. (2010). The reliability and validity of the mathematics self-efficacy informative sources scale. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 10*, 439-447.

Pajares, F. ve Miller, M. D. (1994). Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology*, *86*(2), 193-203.

Peresini, D. ve Webb, N. (1999). *Analyzing mathematical reasoning in students' responses across multiple performance assessment tasks. Developing mathematical reasoning in grades K-12.* (Lee V. Stiff, 1999 yearbook editor). National Council of Teachers of Mathematics, Reston: Virginia.

Schnulz, W. (2005, April). *Mathematics self-efficacy and student expectations. Result from PISA 2003.* Annual Meeting of the American Educational Research Association in Montreal.

Schumacker, R. E. ve Lomax, R. G. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Steen, L. A. (1999). Twenty questions about mathematical reasoning. In L. V. Stiff (Ed.), *Developing mathematical reasoning in grades K-12: 1999 Yearbook* (pp. 270-285). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Sümer, N. (2000). Yapısal eşitlik modelleri: Temel kavramlar ve örnek uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları*, *3*(6), 49-74.

Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2001). *Using multivariate statistics* (4. bs.). Boston, MA: Allyn and Bacon.

Tall, D. (1995, July). Cognitive growth in elementary and advanced mathematical thinking. In *PME conference* (Vol. 1, pp. 1-61). Program Committee of the 19th PME Conference, Brazil.

Tall, D. (2008). *The historical and individual development of mathematical thinking: Ideas that are setbefore and met-before.* Plenary presented at Colóquio de Histório e Tecnologia no Ensino Da Mathemática, UFRJ, Brazil.

Tavşancıl, E. (2005). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi.* Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Tekin, B. ve Tekin, S. (2004). Matematik öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık düzeyleri üzerine bir araştırma, MATDER. 12 Mayıs 2018 tarihinde http://www.matder.org.tr/matematik-ogretmen-adaylarinin-matematiksel-okuryazarlik-duzeyleri-uzerine-bir-arastirma/ adresinden erişilmiştir.

Thompson, B. (2004). *Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding concepts and applications*. Washington: American Psychological Association.

Topbaş-Tat, E. (2018). Matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algıları. *İlköğretim Online*, *17*(2), 489-499.

Toulmin, S. E., Rieke, R. D. ve Janik, A. (1984). *An introduction to reasoning* (2nd ed.). New York London: Macmillan; Collier Macmillan Publishers.

Tourniaire, F. ve Pulos, S. (1985). Proportional reasoning: A review of the literature. *Educational Studies in Mathematics*, *16*(2), 181-204.

Umay, A. (2003). Matematiksel muhakeme yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24*(1), 234-243.

Veneziano, L. ve Hooper, J. (1997). A method for quantifying content validity of health-related questionnaires. *American Journal of Health Behavior, 21*(1), 67-70.

Yavuz Mumcu, H. (2011). *12. sınıf öğrencilerinin matematiği kullanma becerilerinin yorumlanması.* Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Yavuz Mumcu, H. ve Aktürk, T. (2017). An analysis of the reasoning skills of pre-service teachers in the context of mathematical thinking. *European Journal of Education Studies, 3*(5), 225-254.

Yenilmez, K. ve Turgut, M. (2012). Pre-service mathematics teachers' self-efficacy levels of mathematical literacy. *Journal of Research in Education and Teaching*, *1*(2), 253-258.

Yeşildere, S. ve Türnüklü, E. B. (2007). Examination of students' mathematical thinking and reasoning processes. *Ankara University. Journal of Faculty of Educational Sciences*, *40*(1), 181-213.

Ahi Evran University
Journal of Kırşehir Education Faculty

KEFAD

ISSN: 2147 - 1037

http://kefad.ahievran.edu.tr

Investigation of Primary School Mathematics Teacher Candidates' Mathematical Reasoning Self-Efficacy Beliefs: A Scale Development and Implementation Study

Hayal Yavuz Mumcu

DOI:10.29299/kefad.2019.20.03.007 **Article Information**

Received:16/03/2019 Revised:27/07/2019 Accepted:01/10/2019

Summary

The aim of this study was to develop a usable *Mathematical Reasoning Self-Efficacy Scale* (MRSS) and to perform validity and reliability studies among prospective mathematics teachers. To achieve this purpose, the study was carried out in two stages: *scale development* and *implementation*. The participants are composed of 373 and 221 students for scale development and implementation stages of the study, respectively. As a result of the exploratory factor analysis conducted for 49 items in the draft form of the scale, a four-dimensional structure explaining 52.502% of the total variance was obtained. The validity of the structure was then tested by the confirmatory factor analysis. Accordingly, a structure consisting of 21 items and of the sub-dimensions Generalization/Abstraction/Modeling, Reasoning/Connecting, Improving, and Creative Thinking was obtained. The reliability coefficient of the developed scale was calculated as .883. During the implementation stage, the pre-service mathematics teachers' self-efficacy levels were determined. In addition, at this stage, the grade level variable was investigated to identify whether it had a significant effect on the MRSS and sub-dimension scores. Accordingly, it was determined that the mathematical reasoning self-efficacy levels of the prospective teachers were below the average of the scale. In addition, it was found that mathematics reasoning self-efficacy beliefs of 1st- and 3rd-grade teacher candidates and 1st and 4th-grade teacher candidates differ significantly according to the grade level variable.

Keywords: Mathematical reasoning, Self-efficacy belief, Mathematics teacher candidates

Corresponding Author: Hayal Yavuz Mumcu, Dr., Ordu University, Turkey, hayalym52@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6720-509X.

Introduction

Mathematical reasoning is a mathematical skill which has been defined in different ways by different researchers in the literature. Altıparmak and Öziş (2005) define reasoning as a process of drawing conclusions from results, judgments, reasons, or propositions and of placing suggestions and judgments into a form and determining their validity. Bağcı (2015) defines reasoning as a cognitive process in which one's views and thoughts are based on logical reasons, and Erdem (2011) defines it as a high-level thinking process that elaborates and makes sense of a problem situation around the questions of “Why” and “How.” Although these definitions highlight different aspects of reasoning, the common understanding of the concept is that reasoning is a high-level thinking process that involves more than one way of thinking (Peresini and Webb, 1999). Reasoning skill, which plays a very important role in structuring mathematical knowledge (Toulmin, Rieke and Janik, 1984) and solving real-life problems (Alkan and Taşdan, 2011; Dreyfus, 1990; Liu and Niess, 2006, Yavuz Mumcu, 2011; Yavuz Mumcu and Aktürk, 2017) is emphasized as a basic skill which should be taught in schools in national and international curriculums. NCTM (2000) shows one of the basic mathematical aims for students is to gain reasoning/evidence and to accept subject skill as one of the basic components of mathematics from pre-school to 12th grade. Furthermore, NCTM (2000) seeks to enable these students to establish and explore mathematical relationships, develop and evaluate mathematical arguments and evidence, to identify the various methods of reasoning and proof, and to selectively use the appropriate one when relevant. However, one of the mathematical process skills that the curriculum aims to develop is expressed as mathematical reasoning and proof, and in this context, the students are expected to make generalizations and inferences based on logic in mathematics and daily life; to defend the accuracy and validity of their inferences, feelings, and thoughts in mathematics and non-mathematics; to be able to use mathematical models, rules, and relationships in explaining their thoughts; to be able to use mathematical relationships while analyzing a (mathematical) situation; to be able to make predictions by using different strategies and to defend it for logical reasons; to apply general relations to special situations; to use induction and deduction effectively in the process of mathematical verification; and to choose the most appropriate method of proof in the process of proving a mathematical proposition (MEB, 2013, p.8). The same document states that environments should be prepared for the development of reasoning (reasoning) skills of students in math learning process (MEB, 2013, p.13). In the same document, the value of mathematical reasoning skills in facilitating school life and out-of-school life is emphasized, and the necessity of raising awareness on this issue is stated (MEB, 2013, p.13). In addition, mathematical reasoning skills come to the forefront in international student assessment projects. One of these projects, the Program for International Student Assesment (PISA) survey, organized on a three-year basis by the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), focuses on the extent to which 15-year-old students can use the mathematics they learn at school in their lives and determines students' mathematics literacy levels in this content. Under the PISA project, mathematical reasoning is considered one of the skills of using mathematics, and it is revealed that every step of the process of solving real-life problems requires the use of reasoning skills (OECD, 2004, p.158). Another international project as comprehensive as PISA is the Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS); it aims to evaluate the knowledge and skills of 4th- and 8th-grade students in mathematics and science courses. The basic skills the TIMSS exams focus on are knowledge (35%), practice (40%) and reasoning (25%), and problem situations involving real-life scenarios are used to monitor these skills (MEB, 2016). Therefore, it can be said that mathematical reasoning skill is at the center of TIMSS exams too.

Today, the reasoning skill, which is considered an important skill for the 21st century, is defined and evaluated differently by different researchers. Umay (2003) defines reasoning as an ability that emerges only in the advanced stages of thinking and states that not every mathematical thinking process has reasoning characteristics. In her study, she draws the boundary of mathematical thinking and reasoning skills by saying that if an idea is not based on knowledge, it cannot be justified, it does not include logical approaches, and it cannot be considered as reasoning (p.235). In line with this view, some researchers who deal with mathematical reasoning in relation to thinking processes (Alkan and Bukova-Güzel, 2005; Edwards, Dubinsky and McDonald, 2005; Harel and Sowder, 2005; Tall, 1995) suggest that thinking processes are gradual and individuals may have different levels of mathematical thinking depending on their prior knowledge and life experience. Alkan and Taşdan (2011), one such researcher, defines mathematical thinking as a process consisting of six stages that require knowledge of mathematical methods and reasoning. These stages are 1) Understanding events, facts, and problems correctly or sense-making, 2) Application of methods and paths, 3) Generalization/Abstraction/Modeling, 4) Reasoning/Connecting, 5) Improving, and 6) Creative Thinking. The last four of these stages represent mathematical reasoning processes. In this study, indicators were created for each subcomponent of mathematical reasoning skill. Some of these indicators are given in Table 1.

Table 1. *Components and indicators of mathematical reasoning*

Components of mathematical reasoning	**Indicators**
Creative Thinking	Going beyond the current situation Independent thinking Defining cases differently Creating usable ideas
Improving	Evaluating the cases for different conditions Questioning Answer questions such as "if…there was"

	Tend to investigate the reasons
Reasoning/Connecting	Making inferences Critical thinking Detecting the meaning/contributions of stages and parts in the whole/Analysis Connecting
Generalization / Abstraction / Modeling	Forecasting possible situations Making assumptions Justification of thoughts Reaching results, explaining-defending the results

Mathematical reasoning is one of the basic skills used by every individual in his/her daily life, because the studies on using mathematics support this situation (OECD, 2013; Yavuz Mumcu, 2011). Similarly, Burton (1984) and Alkan and Bukova-Güzel (2005) state that the application field of mathematical reasoning is not only the world of mathematics, and every professional must use mathematical thinking skills to find solutions to the problems they face. Therefore, studies about teaching reasoning skills, which are among the basic skills required for each individual, have gained importance today. Brodie (2010) states that guides such as teachers are needed to develop individuals' mathematical reasoning skills, while Çiftci (2015) states that only teachers who can use mathematical reasoning effectively can create learning environments that will support the development of this ability. In this context, Albayrak Bahtiyari (2010) states that mathematics teachers should be educated in terms of the meaning, necessity, and importance regarding the concepts of proof and reasoning.

Self-efficacy is defined as an individual's own judgment on his/her capacity to successfully perform the activities necessary to demonstrate certain performance (Bandura, 1986). Pajares and Miller (1994) found that self-efficacy perception positively affects mathematics achievement; however, this effect is greater than the effects of other variables. Therefore, researchers determine that the mathematical reasoning self-efficacy of students is important in terms of dealing and predicting this skill in different ways, because the self-efficacy beliefs of students who are generally unsuccessful in reasoning processes are not expected to be high.

The literature on mathematical reasoning skills generally examines the reasoning skills of students (Çetinkaya and Soybaş, 2018; Gürbüz, Erdem and Gülburnu, 2018; Lynn-Junk, 2005) and teacher candidates (İlhan and Aslaner, 2018; Öz and Işık, 2018; Yavuz-Mumcu and Aktürk, 2017). However, no studies have approached the perception of self-efficacy towards mathematical reasoning skills. Based on this gap in the literature, this study has two main objectives. The first is to develop a usable mathematical reasoning self-efficacy scale, which is valid and reliable for prospective teachers, and the second is to determine the mathematics reasoning self-efficacy levels of prospective mathematics teachers. The results of the study will reveal the self-efficacy beliefs of prospective teachers who are expected to provide opportunities for the development of mathematical reasoning skills and who are considered as future teachers, and thus the research proposals related to the current situation can be developed. In this context, the sub-questions for the study are as follows.

• What is the level of pre-service mathematics teachers' self-efficacy beliefs of mathematical reasoning and its sub-dimensions?

• Do pre-service teachers' self-efficacy beliefs regarding mathematical reasoning and sub-dimensions differ according to grade level?

Method

In this research, the survey method was used. Survey research is a scientific research method which is conducted to help illuminate the unique characteristics of a universe (Johnson and Christensen, 2000). These studies are descriptive, and the data are obtained from data collection tools such as questionnaire, achievement test, and attitude scale (Özdemir, 2014). For this study, the researchers decided to use mathematical reasoning self-efficacy of pre-service mathematics teachers. The study was carried out in two stages. The first stage of the study is scale development and the second stage is the implementation of the developed scale. The findings obtained from the analysis carried out during the study are given in relation to these stages.

Participants

For the scale development and implementation stages of the study, 373 and 221 pre-service teachers, respectively, volunteered to take part in the study. These participants are attending mathematics teaching programs at different state universities in the 2018-2019 academic year. The general characteristics of the participants are given in Table 2.

Table 2. *Characteristics of the participants of the study*

	Grade Level								
	1		**2**		**3**		**4**		
Stages of the study	N	%	N	%	N	%	N	%	Total
Scale development	92	*24.66*	102	*27.34*	93	*24.93*	86	*23.05*	373
Implementation	57	*25.8*	57	*25.8*	54	*24.4*	53	*24*	221
Total									594

Data Collection Tool

Developing mathematical reasoning self-efficacy scale (MRSS). In the preparation of the MRSS draft form, the scale development stages proceeded with preparing scale items, taking expert opinions, pre-testing, validity, and reliability (Tavşancıl, 2005). In order to ensure the construct validity of the scale, exploratory and confirmatory factor analyses were performed, and Cronbach's Alpha analysis was performed for reliability. Correlation analysis and item analysis were conducted based on the difference between the upper and lower group averages.

Studies on mathematical reasoning skills and indicators in the literature (Alkan and Taşdan, 2011; Çoban, 2010; Gök and Erdoğan, 2011; İncebacak and Ersoy, 2016; Mullis and Martin, 2013;

OECD, 2013) were examined for the determination of the draft form items. Accordingly, the researchers tried to determine the themes which the theoretical schemes in the related studies emphasize jointly for mathematical reasoning skills, and the indicators included in the study of Alkan and Taşdan (2011) were used to a large extent. Accordingly, a draft form consisting of 52 items was prepared in which the numbers of positive and negative items were equal.

After writing the draft items, the opinions of 4 expert lecturers and 6 mathematics teachers who are continuing their graduate education were consulted. Draft items were prepared in a form suitable for dual rating in order to gather expert opinions. Accordingly, the experts were asked to provide their opinions as *appropriate* or *not appropriate* regarding the draft items and to write the reasons for their negative opinions in the explanation section. At the end of this process, the content validity of the items was calculated with the formula "[Number of experts responding positively ÷ (Total number of experts / 2)] - 1" (Veneziano and Hooper, 1997), and it was decided that 3 items with a validity of less than 0.80 would be excluded. Accordingly, the draft scale, which has become a total of 49 items, 24 of which are negative, is arranged in a five-degree Likert structure. The response options of the scale items are never (1), rarely (2), sometimes (3), most of the time (4) and always (5). The lowest score that can be obtained from the scale is 49, and the highest score is 245.

The draft form was applied to prospective teachers of 20 students attending the first year of the mathematics teaching program at a state university. During this exercise, it was provided that 1 item, which is difficult to understand by the teacher candidates, was expressed more clearly. Apart from this, there was no need for a different change on the draft scale items. It was observed that teacher candidates completed the draft scale in 20 minutes on average. Accordingly, the approximate filling time of the scale was determined as 20 minutes.

Exploratory factor analysis (EFA). In order to perform the exploratory factor analysis of the mathematical reasoning self-efficacy scale, the adequacy of the sample size was tested with the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) measurement technique, and the KMO value was calculated as 0.932. This value was found suitable for factor analysis (Hutcheson and Sofroniou, 1999). In addition, it was determined whether the Barlett Bars Test of Sphericity value was significant to determine whether the data came from the multivariate normal distribution, and the Chi-square value of the Barlett test was determined to be statistically significant ($X^2 = 8033.308$; $p < 0.01$).

In order to reveal the factor pattern of the scale which is suitable for AFA, the varimax technique, which is a vertical rotation method, and the principal components analysis were selected. In the first EFA, the items were distributed to 10 factors with an eigenvalue greater than 1 and a variance value greater than 5%. When the line graph which is drawn depending on the eigen values of the factors is examined, it was seen that there was a rapid decrease until the fourth factor and after this point the graph follows a horizontal course. However, since the theoretical scheme used in the study is four dimensional, EFA was repeated for a four-factor structure. Thompson (2004) states that a line graph is more effective than eigenvalues in determining the number of factors. Similarly, Erkuş (2012) states that, in determining the number of factors, it is necessary to consider the current conceptual structure as well as the eigenvalues. Based on all of these elements, the researchers examined the results obtained from the rotation process for the four-dimensional structure in terms of loading value and overlapping, and a total of 28 items were excluded from the scale. A four-factor structure was obtained in which the total variance explained by the obtained items was 52.502%. Factor loadings of the items in the scale and the variance ratios explained by sub-factors are given in Table 3.

Table 3. *EFA results of MRSS*

İtem	Sub-scale Factor Loadings			
	f1	f2	f3	f4
I5- I can use my intuition to solve mathematical problems.	.570			
I6- I can determine the limitations of a mathematical situation.	.652			
I7-I can correctly establish the relationships between existing ones and those that are to be achieved in a mathematical situation.	.674			
I11- I can show different situations that serve as an example of a mathematical situation.	.660			
I12-I can find mathematical solutions to the problems I encounter in real life, and explain / defend the solutions I have reached.	.710			
I15- I can convince people about the accuracy of my mathematical thinking.	.650			
I27- I can justify my thoughts on mathematical situations (I can give reasons for my thoughts).	.539			
I23- I have difficulty in revealing the meaning and contributions of the stages and parts of the mathematical processes in the whole.		.499		
I31-I have difficulty questioning the underlying causes of mathematical situations.		.478		
I35-I have difficulty connecting mathematical concepts among themselves.		.556		
I39-I have difficulty deciding on the accuracy or inaccuracy of a mathematical expression.		.723		
I42-I have difficulty deciding the correctness of the methods I use to solve real-life problems.		.648		
I44- I have difficulty in calculating profit / loss.		.721		
I49- I have difficulty in understanding and evaluating mathematical situations.		.606		
I3- I have difficulty in constructing new information about mathematical situations using my existing knowledge.			.731	
I8-I have difficulty in evaluating a mathematical situation for different conditions.			.615	
I13-I have difficulty in using my intuition to evaluate mathematical situations.			.655	
I32- I can think one step ahead of the current situation in mathematical situations.				.496
I36- I can think in my own way in mathematical situations.				.695
I38- I can think spatially in mathematical situations.				.740
I46- I can use the functions of mathematical objects out of the ordinary.				.675
Described Variance	17.04%	15.25%	9.36%	10.84%
Described Total Variance: 52.502%				

Table 3 shows a four-dimensional structure explaining that 52.502% of the total variance and the factor loadings of the items constituting this structure vary between .478 and .740. Scherer, Wiebe, Luther, and Adams (1988, as cited in Tavşancıl 2005, p.48) produce the values of 40% to 60% of the variance ratio, indicating that a strong factor structure indicates. Therefore, it can be said that the amount of variance explained is sufficient for the factor structure. In addition, it is seen that the factor loading values obtained are within acceptable limits, because Tabachnick and Fidel (2001) state that items with factor loading values of 0.40 and above can be considered very good, and those with 0.70 and above can be evaluated as excellent. The sub-factors for MRSS were named in relation to the theoretical schema envisaged in the study. Accordingly, the first factor consisting of 7 items was named as Generalization/Abstraction/Modeling (GAM), the second factor consisting of 7 items is Reasoning/Connecting (R/C), the third factor consisting of 3 items is Improving (I), and the fourth factor consisting of 4 items was referred to as Creative Thinking (CT). After the exploratory factor analysis, a 4-factor structure was obtained consisting of 21 items, 10 of which were negative. The negative items of the scale are I3, I8, I13, I23, I31, I35, I39, I42, I44, and I49.

Item analysis. Item analysis is carried out to develop a coherent scale by determining whether the items in the scale measure a property that the scale aims to measure without mixing it with other features.

Table 4. *Item analysis results for MRSS*

Item no	Item-total correlation	t*
I5	.538	-10.593
I6	.569	-10.598
I7	.550	-11.238
I11	.600	-11.277
I12	.621	-12.585
I15	.565	-10.484
I27	.635	-11.936
I23	.632	-13.795
I31	.504	-9.493
I35	.564	-11.036
I39	.447	-8.353
I42	.530	-10.423
I44	.493	-11.209
I49	.628	-14.211
I3	.523	-9.003
I8	.508	-9.167
I13	.564	-11.992
I32	.607	-12.816
I36	.612	-12.481
I38	.501	-8.353
I46	.402	-6.742

The reason for using item analysis in Likert-type scales is to provide a one-dimensional feature, which is the most important subject of the Likert scaling technique, and this means that all items measure the same attitude (Tavşancıl, 2005). For this purpose, item analysis based on the difference between the upper and lower group means and correlation were performed. Examination of Table 4 reveals a significant difference between the lower and upper groups (p <.01), and the item-total correlation values are above .30 (Büyüköztürk, 2007). Therefore, it can be said that the items in the scale have the desired level of discrimination.

A correlation coefficient higher than 0.70 indicates a high-level relationship, between 0.30 and 0.70 indicates a medium-level relationship, and below 0.30 indicates a low-level relationship (Büyüköztürk, 2007). Therefore, Table 5 indicates that the correlation values between the factors of the scale and for the total of the scale are high for GAM, R/C, and CT, and medium for I.

Table 5. *Correlations between MRSS factor scores*

	Correlations			
Factors	GAM	R/C	I	CT
GAM	1			
R/C	.447	1		
I	.422*	.590*	1	
CT	.615*	.340*	.250*	1
MRSS/Total	.835*	.809*	.682*	.708*

When the correlation values of the factors are examined, it is seen that they generally take values below 0.60. Therefore, the factors are independent from each other for the developed MRSS (Engs, 1996), and the scale could be used as a whole, and sub-factors could be used separately.

Confirmatory factor analysis (CFA). CFA was performed to confirm the structure revealed by EFA for MRSS. According to CFA results, the X^2/sd index was found to correspond to a perfect fit (X^2 = 546.64; sd = 227; p =, 000; X^2/sd = 2.40). An X^2/sd of less than 3 indicates a perfect fit, while an X^2/sd of less than 5 refers to a moderate fit (Kline, 2013). Accordingly, it can be said that the available data are highly compatible with the developed structure.

Table 6. *Fit index values obtained as a result of CFA*

Fitness Measure	**CFA Result**	**Quality of Fitness**
RMSEA	0.05	Perfect (Brown, 2006; Joreskog ve Sörbom, 1993)
RMR	0.03	Perfect (Byrne, 1994)
SRMR	0.05	Perfect (Brown, 2006; Hu ve Bentler, 1999)
CFI	0.92	Good (Hu ve Bentler, 1999; Sümer, 2000)
GFI	0.92	Good (Sümer, 2000)
IFI	0.94	Good (Schumacker ve Lomax, 2004)
NFI	0.86	Acceptable (Tabachnick ve Fidel, 2001)
NNFI	0.91	Good (Kelloway, 1989)
AGFI	0.89	Good (Schumacker ve Lomax, 2004)
PGFI	0.71	Good (Sümer, 2000)

RMSEA, RMR, and SRMR values were perfect; CFI, GFI, IFI, NNFI, AGFI, and PGFI values were good; and NFI values were found to be acceptable for the theoretical structure of MRSS, according to the data in Table 6. The internal consistency of the scale was examined by the Cronbach's alpha coefficient, calculated based on item analysis. The internal consistency coefficients of the subscales were .825 for GAM, .792 for R/C, .679 for I, and .720 for CT. The total reliability coefficient of the scale was calculated as .883. The data obtained from the sub-factors of the scale are quite reliable, and the data obtained from GAM and the general scale are highly reliable (Kalaycı, 2014).

Data Analysis

The lowest score that can be obtained from MRSS developed within the scope of the study is 21 (21x1), and the highest score is 105 (21x5). The GAM and R/C factors of MRSS consist of 7 items, the I factor consists of 3 items, and the CT factor consists of 4 items. Therefore, the lowest score that can be obtained from GAM and R/C factors is 7, and the highest score is 35. The lowest score that can be obtained from the I factor is 3, the highest score is 15, the lowest score can be obtained from the CT factor is 4, and the highest score is 20. Accordingly, if the scores that can be obtained from MRSS and its sub-factors are shown on a table, it is seen that the mean total score of the scale is 63 and the mean scores of the sub-dimensions are 21, 21, 9, and 12, respectively (Figure 1). Accordingly, the structure in Figure 1 was used to determine the mathematical reasoning self-efficacy levels of prospective teachers.

1	2	3	4	5	
21	42	63	84	105	Total score distribution for the scale
7	14	21	28	35	Score distribution for GAM
7	14	21	28	35	Score distribution for R/C
3	6	9	12	15	Score distribution for I
4	8	12	16	20	Score distribution for CT

Figure 1. *Total score distribution of MRSS and its sub-dimensions*

In addition, the Kruskall Wallis-H (KWH) test was used to examine the change in the mathematics reasoning self-efficacy scores of prospective teachers attending different grade levels. In case there is a significant difference in the results of the KWH test, the Mann Whitney-U test was applied over the paired combinations of the groups (Büyüköztürk, 2007), and the source of the difference was examined.

Findings

For the first sub-problem of the study, the mean scores of the preservice teachers on mathematical reasoning and sub-dimensions with reliability coefficients calculated for the related variables are given in Table 7.

Table 7. *The mean scores of the prospective teachers about the MRSS and its sub-factors*

	N	$\bar{x}$	ss	Cronbach-Alpha
GAM		16.09	3.86	.847

R/C		25.04	3.78	.783
I	221	10.48	1.84	.721
CT		10.29	2.51	.682
MRSS/Total		61.92	5.32	.670

When the data in Table 7 is examined, it is seen that the pre-service teachers' self-efficacy mean scores for mathematical reasoning are 61.92. Although this value is lower than the scale average (63), it is close to the said value. Therefore, it is seen that pre-service teachers' self-efficacy towards mathematical reasoning is close to the average but below it. The average score calculated for the GAM sub-dimension (16.09) is considerably smaller than the factor average (21). The pre-service teachers' self-efficacy towards GAM is well below the average. The mean scores of the R/C and I factors were 25.04 and 10.48, respectively, and these values were higher than the factor means (21 and 9, respectively). The mean score for the CT factor (10.29) is lower than the factor mean (12). When all these data are taken together, it is determined that pre-service teachers' mathematical reasoning self-efficacy is at the average level; however, the mean factor score is higher in I-R/C, CT, and GAM, respectively. Therefore, it can be said that pre-service teachers' self-efficacy related to generalization/abstraction/modeling and creative thinking processes are lower than other factors and self-efficacy towards improving, and reasoning/connecting are higher than other factors.

As a result of the analyses conducted for the second sub-problem of the study, the data in Table 8 was obtained. The total scores of the pre-service teachers at different grade levels differed significantly ((sd = 3, n = 221) = 9.55, p <.05). The difference is between the 1st and 3rd grade prospective teachers and the 1st and 4th grade prospective teachers, and in both cases, it is in favor of the first graders. When the sub-dimensions of the MRSS were taken into consideration, GAM ((sd = 3, n = 221) = 14.61, p <.05) and CT ((sd = 3, n = 221) = 16.28, p <. 05) demonstrated significant self-efficacy scores. Significant differences in the GAM and CT sub-dimensions are between 1st and 2nd, 1st and 3rd, and 1st and 4th grade teacher candidates. For GAM and CT sub-dimensions, all of these differences are in favor of 1st graders. No significant differences were observed in the R/C dimension according to the grade level variable ((sd = 3, n = 221) = 3.14, p> .05), and the difference was observed in favor of 3rd graders.

Table 8. *Kruskal Wallis test results for prospective teachers at different grade levels*

Factors		**N**	**Mean Rank**	**sd**	**χ^2**	**p**	**Significant difference**
	1	57	135.96				1-2
GAM	2	57	112.15	3	14.61	.000**	1-3
	3	54	91.94				1-4
	4	53	102.34				
	1	57	101.73				

R/C	2	57	108.40	3	3.14	.370	1-3
	3	54	122.74				
	4	53	111.80				
I	1	57	100.44				
	2	57	119.48	3	2.69	.441	
	3	54	111.19				
	4	53	113.04				
CT	1	57	138.79				1-2
	2	57	103.59	3	16.28	.001**	1-3
	3	54	92.92				1-4
	4	53	107.51				
MRSS/ Total	1	57	131.77				
	2	57	109.93	3	9.55	.023*	1-3
	3	54	95.76				1-4
	4	53	105.34				

The data in Table 8 indicates that the scores of the teacher candidates decreased as the grade level increased. This situation is also valid for GAM and CT sub-dimensions. However, it is observed that the R/C and I scores increase as the grade level increases.

Discussion, Conclusion, and Suggestions

The main purpose of this study is to develop a measurement tool that can be used to measure the mathematical reasoning self-efficacy beliefs of prospective teachers. In this process, firstly the theoretical structure and sub-dimensions of mathematical reasoning skills have been determined. For the sub-dimensions and indicators of reasoning skills, Alkan and Taşdan's (2011) study was used, and 52 draft items were created. As a result of item analysis and exploratory factor analysis, 28 additional items were removed from the draft scale, which had fallen to 49 items after expert opinions. At the end of this process, the Mathematical Reasoning Self-Efficacy Scale (MRSS), which consists of four dimensions and a total of 21 items, was obtained. The structure used by Alkan and Taşdan (2011) for the sub-dimensions of the scale was used, and these dimensions were called Generalization/Abstraction/Modeling (GAM), Reasoning/Connecting (R/C), Improving (I), and Creative Thinking (CT). As a result of exploratory factor analysis, 52.502% of the total variance of the structure was determined to be measured, and as a result of the confirmatory factor analysis conducted for the verification of the structure, all of the compliance values were within acceptable limits. In order to determine the reliability of the scale, the Cronbach-Alpha reliability coefficients were calculated for the overall scale of the scale and the values for GAM, R/C, I, and CT sub-factors. These values were calculated as .825 for general of the scale and as .792, .679, .720, and .883 for the sub-dimensions, respectively. Moreover, the significance of the relationships between the sub-dimensions of the scale was tested, and it was accepted that a valid and reliable measurement tool was developed based on the data obtained.

By applying the developed scale in the second stage of the study on a different study group, both the sub-problems of the study were sought, and the usefulness of the scale was tested. In the implementation phase, 221 pre-service teachers who were enrolled in the primary mathematics teaching program at a state university participated. The mathematical reasoning self-efficacy levels of the pre-service teachers were determined, and the researchers attempted to determine whether the mathematical reasoning self-efficacy levels of the pre-service teachers in different grade levels differed significantly. According to the results of the implementation phase, it was seen that the mathematical reasoning skill levels of the prospective teachers were below the average of the scale. When the sub-dimensions of MRSS were taken into consideration, it was seen that pre-service teachers' self-efficacy levels were below average in the GAM and CT sub-dimensions and above average in the R/C and I dimensions.

In the literature, there are no studies on mathematical reasoning self-efficacy beliefs. Therefore, in this part of the study, the results of the studies conducted on the mathematical thinking and reasoning skills of prospective teachers are given. In addition, mathematical reasoning is an essential component of mathematics literacy, and most situations in which mathematics is used in real life require the use of mathematical reasoning. In this context, in the discussion section of the study, the results of the studies carried out on the mathematical literacy self-efficacy of the prospective teachers were also included. According to the sub-problems of the study, the results of these studies were interpreted in relation to the current study results.

The literature includes many different studies that determine the mathematical literacy self-efficacy of teacher candidates according to different variables. In most of these studies, it is stated that the self-efficacy perceptions/beliefs of teacher candidates are above average. However, the other results obtained in the studies conducted are remarkable. One of these studies is the work of Dinçer, Akarsu, and Yılmaz (2016). The study examined the mathematics literacy self-efficacy of pre-service mathematics teachers and determined that pre-service teachers' self-efficacy perceptions were above average. However, in this study, sub-conclusions consistent with the results of this study were reached. Dinçer, Akarsu, and Yılmaz (2016) stated that the item with the highest score in the scale they used in their study was the ability *to analyze the data while making informed decisions*, and the item with the lowest score was that *I can use mathematical language effectively in proof.* The item with the lowest score appears to be related to proof-making processes. Therefore, although mathematical literacy self-efficacy of pre-service teachers is above average, it can be said that self-efficacy perceptions about reasoning processes are weaker, and the results of the studies overlap in this sense. In the same study, the item with the highest score is related to the analysis processes, so this item might be associated with the reasoning/connecting sub-dimension of mathematical reasoning skill (Alkan & Taşdan, 2011). The fact that the highest self-efficacy perception towards mathematics literacy is related to reasoning processes is consistent with the results obtained from this study. In this study, it was observed that the pre-service teachers reached the highest self-efficacy score in the sub-dimensions of MRSS in the reasoning/connecting dimension. Dinçer, Akarsu, and Yılmaz (2016) stated that the pre-service teachers' mathematics literacy self-efficacy scores are above average but can also be improved. Similar studies (Akkaya and Memnun, 2012; Güneş and Gökçek, 2013; Tekin and Tekin, 2004; Topbaş Tat, 2018; Yenilmez and Turgut, 2012) stated that pre-service mathematics teachers' self-efficacy beliefs towards mathematics literacy could be improved, although they are above average. Güneş and Gökçek (2013) found that pre-service teachers had shortcomings in the mathematical thinking sub-dimension of mathematics literacy. Yenilmez and Turgut (2012) stated that pre-service mathematics teachers do not consider themselves well equipped in terms of the field knowledge they have acquired during their undergraduate education, and therefore they are concerned that they will not be effectively mathematics literate. Therefore, it can be stated from these studies that pre-service teachers' literacy self-efficacy are at above-average values, but their skills and self-efficiencies related to these situations can be improved. These studies reveal that pre-service teachers have difficulty with mathematical thinking and proof processes in general. In this context, it can be said that the results in the literature support the results obtained from this study.

The results obtained from this study regarding mathematical reasoning skills, which is a higher dimension of mathematical thinking, can also be interpreted in relation to the results obtained from the studies of Alkan and Güzel (2005). This study stated that mathematics teacher candidates' mathematical thinking skills are at low levels. It was stated that pre-service teachers had difficulty with the processes of generalization, imagination, estimation, proving, and improving. Also, pre-service teachers' avoided developing different approaches and interpreting mathematical situations, which could be an indicator of pre-service teachers' lack of confidence in their knowledge and self-beliefs. Another result of the Alkan and Güzel's study is that prospective teachers have difficulty with generalization processes and failed in abstraction. In this study, it was observed that pre-service teachers' mathematical reasoning self-efficacy was generally below average, but they had the lowest self-efficacy in the GAM sub-dimension. Similarly, some studies conducted among students (Arslan and Yıldız, 2010; Moralı, Uğurel, Türnüklü and Yeşildere, 2006; Özer and Arıkan, 2002; Tall, 2008; Yeşildere and Türnüklü, 2007) stated that students have difficulty especially with the generalization and proof processes of mathematical thinking. In this context, the results of the related studies coincide with the present study. Another result obtained from this study regarding the sub-dimensions of mathematical reasoning is that the pre-service teachers' creative thinking self-efficacy scores are below average. Regarding this situation, Yavuz Mumcu and Aktürk (2017) stated that pre-service teachers generally failed in problem-solving situations requiring creative thinking. Similar results have been obtained in different studies (Bergqvist, Lithner and Sumpter, 2006; Boesen, Lithner and Palm, 2010; Çiftçi, 2015). Therefore, it can be said that the results of the aforementioned studies overlap with the results of the present study.

Another result obtained from this study that should be discussed are that the mathematical reasoning self-efficacy of the prospective teachers varies significantly according to the grade level variable. Accordingly, it was observed that, as the grade level increased, the pre-service teachers' self-efficacy scores decreased. This result can be interpreted in relation to the increasing difficulty and complexity of the thinking process and the content of the courses that the teacher trainees took during their undergraduate education. In the studies conducted on the subject, it is seen that different results were obtained. Some studies (Jain and Dowson, 2009; Lee, 2009; OECD, 2004; Özyürek, 2010; Schnulz, 2005) showed that mathematics literacy self-efficacy belief also increased or did not change as grade level increased (Özgen and Bindak, 2011). However, some studies state otherwise. It can be said that the different results obtained from different studies can be interpreted depending on this situation considering that factors such as past learning experiences might also have an effect on the development of reasoning skills (Steen, 1999; Tourniaire and Pulos, 1985).

Based on the preceding discussion, a less-positive picture regarding the pre-service teachers' mathematical reasoning skills and self-efficacy beliefs. In today's society, mathematical reasoning is a skill that individuals use with or without awareness, not only in mathematical applications, but also in social situations, and this skill increases in importance day by day. Therefore, theoretical or practical studies dealing with the development of mathematical reasoning skills should be planned and conducted. In these studies, the effects of different teaching practices on the development of this skill can be investigated. Thus, the results of these studies can be directly utilized by teachers and students in mathematics learning environments. In addition, affective factors that might be effective in the development of reasoning skills could be investigated.

References

Akkaya, R. and Memnun, D. (2012). Öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlığa ilişkin öz-yeterlik inançlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, *19*, 96-111.

Albayrak Bahtiyari, Ö. (2010). *8. sınıf matematik öğretiminde ispat ve muhakeme kavramlarının ve önemlerinin farkındalığı.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Alkan, H. and Güzel, E. B. (2005). Öğretmen adaylarında matematiksel düşünmenin gelişimi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 25(3), 221-236.

Alkan, H. and 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.

Altıparmak, K. and Öziş, T. (2005). An investigation upon mathematical proof and development of mathematical reasoning. *Ege Eğitim Dergisi*, *6*(1), 25-37.

Arslan, S. and Yıldız, C. (2010). 11. sınıf öğrencilerinin matematiksel düşünmenin aşamalarındaki yaşantılarından yansımalar. *Eğitim ve Bilim*, *35*(156), 17-31.

Bağcı, V. (2015). *Matematiksel muhakeme becerisinin ölçülmesinde klasik test kuramı ile genellenebilirlik kuramındaki farklı desenlerin karşılaştırılması*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Bandura, A. (1986). The explanatory and predictive scope of self-efficacy theory. *Journal of Social and Clinical Psychology*, *4*(3), 359-373.

Bergqvist, T., Lithner, J. and Sumpter, L. (2006). Upper middle students' task reasoning. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *31*, 1495-1509.

Boesen, J., Lithner, J. and Palm, T. (2010). The relation between types of assessment tasks and the mathematical reasoning students use. *Educational Studies in Mathematics*, *75*(1), 89-105.

Brodie, K. (2010). Teaching mathematical reasoning in secondary school classrooms. New York: Springer.

Brown, T. A. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research*. NY: Guilford Publications.

Burton, L. (1984). Mathematical thinking: The struggle for meaning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35-49.

Büyüköztürk, S. (2007). *Sosyal Bilimler için veri analizi el kitabi.* Ankara: Pegem Yayıncılık.

Byrne, B. M. (1994). *Structural equation modeling with EQS and EQS/Windows: Basic concepts, applications, and programming*. California: Sage Publications, Inc.

Çetinkaya, A. and Soybaş, D. (2018). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin problem kurma becerilerinin incelenmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, *11*(1), 169-200.

Çiftçi, Z. (2015). *Ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel akıl yürütme becerilerinin incelenmesi.* Unpublished Doctoral Dissertation, Atatürk University, Erzurum.

Çoban, H. (2010). *Öğretmen adaylarının matematiksel muhakeme becerileri ile bilişötesi öğrenme stratejilerini kullanma düzeyleri arasındaki ilişki.* Unpublished Doctoral Dissertation, Gaziosmanpaşa University, Tokat.

Dinçer, B., Akarsu, E. and Yılmaz, S. (2016). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematik okuryazarlığı özyeterlik algıları ile matematik öğretimi yeterlik inanç düzeylerinin incelenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *7*(1), 207-228.

Dreyfus, T. (1990). Advanced mathematical thinking. In Nesher, P. ve Kilpatrick, J. (Ed.), *Mathematics and cognition* (pp. 113-134). Cambridge UK: Cambridge University Press.

Edwards, B. S., Dubinsky, E. and McDonald, M. A. (2005). Advanced mathematical thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, *7*(1), 15-25.

Engs, R. C. (1996). Construct validity and re-assessment of the reliability of the health concern questionnaire. In H. L. Robert, Feldman ve J. H. Humphrey (Ed.), *Advances in health education/current research* (s. 303-313). New York: AMS Press Inc.

Erdem, E. (2011). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel ve olasılıksal muhakeme becerilerinin incelenmesi*. Unpublished Master's Thesis, Adıyaman University, Adıyaman.

Erkuş, A. (2012). *Psikolojide ölçme ve ölçek geliştirme.* Ankara: Pegem Akademi Yayınları.

Gök, B. and Erdoğan, T. (2011). Sınıf öğretmeni adaylarının yaratıcı düşünme düzeyleri ve eleştirel düşünme eğilimlerinin incelenmesi. *Journal of Faculty of Educational Sciences*, *44*(2), 29-51.

Güneş, G. and Gökçek, T. (2013). Öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, *20*, 70-79.

Gürbüz, R., Erdem, E. and Gülburnu, M. (2018). Sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel muhakemeleri ile uzamsal yetenekleri arasındaki ilişki. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, *26*(1), 1-6.

Harel, G. and Sowder, L. (2005). Advanced mathematical thinking at any age: Its nature and its development. *Mathematical Thinking and Learning*, *7*(1), 27-50.

Hu, L. T. and Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, *6*(1), 1-55.

Hutcheson, G. D. and Sofroniou, N. (1999). *The multivariate social scientist: Introductory statistics using generalized linear models.* Thousand Oaks, CA: Sage.

İlhan, A. and Aslaner, R. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının geometrik şekiller üzerine akıl yürütme becerilerinin üniversite ve sınıf düzeyi değişkenleri açısından incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *19*(2), 82-97.

İncebacak, B. B. and Ersoy, E. (2016). Problem solving skills of secondary school students. *China-USA Business Review*, *15*(6), 275-285.

Jain, S. and Dowson, M. (2009). Mathematics anxiety as a function of multidimensional self-regulation and self-efficacy. *Contemporary Educational Psychology*, *34*(3), 240-249.

Johnson, B. and Christensen, L. (2000). *Educational research: Quantitative and qualitative approaches*. Needham Heights, MA, US: Allyn & Bacon.

Jöreskog, K. G. and Sörbom, D. (1993). *LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*. Lincolnwood: Scientific Software International, Inc.

Kalaycı, Ş. (2014). Faktör analizi. İçinde Ş. Kalaycı (Ed.), *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* (s. 321-331). Ankara: Asil Yayın Dağıtım.

Kelloway, E. K. (1989). *Using LISREL for structural equation modeling: A researcher's guide*. London: Sage.

Kline, P. (2013). *Handbook of psychological testing.* London: Routledge.

Lee, J. (2009). Universals and specifics of math concept, math self-efficacy and math anxiety 41 PISA 2003 participating countries. *Learning and Individual Differences, 19*, 355-365.

Liu, P. H. and Niess, M. L. (2006). An exploratory study of college students' views of mathematical thinking in a historical approach calculus course, *Mathematical Thinking and Learning, 8*(4), 373-406.

Lynn Junk, D. (2005). *Teaching mathematics and the problems of practice: Understanding situations and teacher reasoning through teacher perspectives*. Doctoral dissertation, University of Texas at Austin.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2013). *İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2016). *TIMSS 2015 ulusal matematik ve fen ön raporu (4 ve 8. Sınıflar).* Ankara: Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

Moralı, S., Uğurel, I., Türnüklü, E. and Yeşildere, S. (2006). Matematik öğretmen adaylarının ispat yapmaya yönelik görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 14*(1), 147-160.

Mullis, I.V.S and Martin, M.O. (ed) (2013). *TIMSS 2015 Assesment Frameworks*. Boston: TIMSS and PIRLS International Study Center and IEA.

National Council of Teachers of Mathematics [NCTM](2000). Principles and standards for school mathematics. Reston: VA.

OECD (2004). *The PISA 2003 Assessment framework: mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Paris: OECD Publishing.

OECD (2013). *PISA 2012 Assessment and analytical framework: mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Paris: OECD Publishing.

Öz, T. and Işık, A. Matematik öğretmenliği öğrencilerinin matematiksel muhakeme beceri düzeylerinin araştırılması. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, *5*(3), 109-122.

Özdemir, E. (2014). Tarama yöntemi. In Metin, M. (Ed.), *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* (ss.77-97). Ankara: Pegem Akademi.

Özer, Ö. and Arıkan, A. (2002, Eylül). *Lise matematik derslerinde öğrencilerin ispat yapma düzeyleri.* V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Özgen, K. and Bindak, R. (2011). Lise öğrencilerinin matematik okuryazarlığına yönelik öz-yeterlik inançlarının belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 11*(2), 1073-1089.

Özyürek, R. (2010). The reliability and validity of the mathematics self-efficacy informative sources scale. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 10*, 439-447.

Pajares, F. and Miller, M. D. (1994). Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology*, *86*(2), 193-203.

Peresini, D. and Webb, N. (1999). *Analyzing mathematical reasoning in students' responses across multiple performance assessment tasks. Developing mathematical reasoning in grades K-12.* (Lee V. Stiff, 1999 yearbook editor). National Council of Teachers of Mathematics, Reston: Virginia.

Schnulz, W. (2005, April). *Mathematics self-efficacy and student expectations. Result from PISA 2003.* Annual Meeting of the American Educational Research Association in Montreal.

Schumacker, R. E. and Lomax, R. G. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Steen, L. A. (1999). Twenty questions about mathematical reasoning. In L. V. Stiff (Ed.), *Developing mathematical reasoning in grades K-12: 1999 Yearbook* (pp. 270-285). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Sümer, N. (2000). Yapısal eşitlik modelleri: Temel kavramlar ve örnek uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları*, *3*(6), 49-74.

Tabachnick, B. G. and Fidell, L. S. (2001). *Using multivariate statistics* (4. bs.). Boston, MA: Allyn and Bacon.

Tall, D. (1995, July). Cognitive growth in elementary and advanced mathematical thinking. In *PME conference* (Vol. 1, pp. 1-61). Program Committee of the 19th PME Conference, Brazil.

Tall, D. (2008). *The historical and individual development of mathematical thinking: Ideas that are setbefore and met-before.* Plenary presented at Colóquio de Histório e Tecnologia no Ensino Da Mathemática, UFRJ, Brazil.

Tavşancıl, E. (2005). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi.* Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Tekin, B. and Tekin, S. (2004). Matematik öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık düzeyleri üzerine bir araştırma, MATDER. Retrieved from http://www.matder.org.tr/matematik-ogretmen-adaylarinin-matematiksel-okuryazarlik duzeyleri-uzerine-bir-arastirma/.

Thompson, B. (2004). *Exploratory and confirmatory factor analysis: Understanding concepts and applications*. Washington: American Psychological Association.

Topbaş-Tat, E. (2018). Matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algıları. *İlköğretim Online*, *17*(2), 489-499.

Toulmin, S. E., Rieke, R. D. and Janik, A. (1984). *An introduction to reasoning* (2nd ed.). New York London: Macmillan; Collier Macmillan Publishers.

Tourniaire, F. and Pulos, S. (1985). Proportional reasoning: A review of the literature. *Educational Studies in Mathematics*, *16*(2), 181-204.

Umay, A. (2003). Matematiksel muhakeme yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24*(1), 234-243.

Veneziano, L. and Hooper, J. (1997). A method for quantifying content validity of health-related questionnaires. *American Journal of Health Behavior, 21*(1), 67-70.

Yavuz Mumcu, H. (2011). *12. sınıf öğrencilerinin matematiği kullanma becerilerinin yorumlanması.* Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Yavuz Mumcu, H. and Aktürk, T. (2017). An analysis of the reasoning skills of pre-service teachers in the context of mathematical thinking. *European Journal of Education Studies, 3*(5), 225-254.

Yenilmez, K. and Turgut, M. (2012). Pre-service mathematics teachers' self-efficacy levels of mathematical literacy. *Journal of Research in Education and Teaching*, *1*(2), 253-258.

Yeşildere, S. and Türnüklü, E. B. (2007). Examination of students' mathematical thinking and reasoning processes. *Ankara University. Journal of Faculty of Educational Sciences*, *40*(1), 181-213.