



Examining Mathematical Modeling Competencies of Pre-Service Middle School Mathematics Teachers by Gender: Multidimensional Item Response Theory

Yüksel Dede¹, Veysel Akçakın², Gürcan Kaya^{3*}

¹Gazi University, Faculty of Gazi Education, Ankara

²Uşak University Faculty of Education, Uşak

³Mehmet Akif Ersoy University Faculty of Education, Burdur

ARTICLE INFO

Article History:

Received

01.09.2018

Received in revised

form 21.11.2018

Accepted

29.11.2018

Available online

30.11.2018

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the mathematical modeling competencies of pre-service middle school mathematics teacher. In accordance with this purpose; in this study, which is designed as a causal comparison study, the mathematical modeling competencies of the pre-service middle school mathematics teacher were examined and it was determined whether these competency make a statistically significant difference according to the gender. Participants of the study consisted of 207 pre-service middle school mathematics teacher, 144 female and 63 male, determined by convenient sampling method. The results of the research show that the general mathematical modeling competencies, problem simplifying, identifying variables and interpreting/validation modelling sub-competencies of the pre-service middle school mathematics teachers have negative logit values and mathematizing and mathematical analysis modelling sub-competencies have positive logit values. It was determined that the pre-service teachers had the highest logit value of mathematical analysis sub-competency and the lowest logit value of interpretation and validation sub-competency. Moreover, there was no significant difference between the general modeling competence and the other modeling sub-competency scores of pre-service teachers according to gender.

© 2018 AUJES. All rights reserved

Keywords: Mathematical Modeling, Mathematical Modeling Competencies, Pre-service Middle School Mathematics Teachers, Gender, Multidimensional Item Response Theory

Extended Abstract

Purpose

Mathematical modeling is the process of solving real life problems using mathematical tools (Grünwald, 2013). Mathematical modeling is frequently suggested in the related literature in order to facilitate students to understand basic mathematical concepts and to show their relation to other disciplines of mathematics in learning environments. (English, 2009). There are studies in the literature which show that there is a statistically significant difference on mathematical modeling competencies according to gender (Mehraein & Gatabi,

*Corresponding author's address: Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Education. Burdur
e-mail: gurcan1900@gmail.com

2014; Ludwig & Xu, 2010) as well as there are studies which show no statistically significant difference (Gatabi & Abdolohpour, 2013; Ludwig & Reit, 2013; Ludwig & Xu, 2010; Frejd & Ärlebäck, 2011). In this context, the aim of the research is to determine the pre-service middle school mathematics teachers' mathematical modeling competencies. In accordance with this purpose; in this study, it was aimed to determine the pre-service middle school mathematics teachers' modeling competencies and to investigate whether these competencies make a statistically significant difference according to the gender.

Method

In the case of causal comparison studies, it is aimed to determine the differences and consequences that arise without any intervention on conditions and participants (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2012). For this reason, this research was designed as a causal comparison study and it was examined the effect of gender on mathematical modeling competencies. Participants of the study were identified by convenient sampling method which is one of the non-random sampling methods. Participants of the study consisted of 207 pre-service middle school mathematics teachers, 144 of whom were women and 63 were men. While findings in classical test theory depend on the properties of participants and tests, findings in item response theory can be obtained objectively without being affected by the attributes of participants and test (Demars, 2010). In this study, instead of developing a measurement tool again, the Mathematical Modeling Proficiency Test [MMPT] has been used. The validity and reliability of this test have been proved in the related literature and further developed by Izard, Haines, Houston, Crouch and Neill (2003).

Results and Discussion

The results of the research yields that pre-service middle school mathematics teachers have positive logit values of mathematical modeling competencies, simplifying problem, determining variables and negative logit values of interpretation-validation, mathematical modeling and mathematical scores. It was also determined that the pre-service teachers had the highest logit value in mathematizing and the lowest logit values of interpretation-validation competency. From the gender perspective, it is determined that female pre-service mathematics teachers are more successful than male pre-service mathematics teachers in mathematical analysis but less successful than the male pre-service mathematics teachers in all other modelling competencies. The male pre-service middle school mathematics teachers were found to have a good level of mathematizing if compared to other competencies and interpretation-validation competency were found to be weaker than other competencies. Likewise, the female pre-service middle school mathematics teachers' mathematizing competency was found to be better than other competencies and interpretation-validation competency was found to be weaker than other competencies. However, these differences

found in this study are not statistically significant. There are some studies which supports this finding (Gatabi & Abdolahpour, 2013; Ludwig & Reit, 2013; Ludwig & Xu, 2010; Frejd & Ärlebäck, 2011) in the related literature and it can be also seen that there are studies that do not support these findings (Mehraein & Gatabi, 2014; Ludwig & Xu, 2010).

Conclusion

The results of this study show that it is necessary to give different activities and trainings to improve pre-service middle school mathematics teachers' mathematical modeling competencies. On the other hand, the MMPT used in this study can provide a preliminary view of pre-service teachers' mathematical modeling competencies. Therefore, more detailed research on the pre-service middle school teachers' mathematical modeling competencies is needed. In addition, the present study examined the effect of gender of pre-service middle school mathematics teachers' mathematical modeling competencies. In this context, further research can be done on the possible different variables that may have an influence on the students' (junior high school, high school, pre-service teachers, etc.) mathematical modeling competencies.



Ortaokul Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Cinsiyete Göre İncelenmesi: Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramı

Yüksel DEDE¹, Veysel AKÇAKIN², Gürcan KAYA^{3*}

¹ Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara

² Uşak Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Uşak

³ Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Burdur

MAKALE BİLGİ

Makale Tarihi:
Alındı 01.09.2018
Düzeltilmiş hali
alındı 21.11.2018
Kabul edildi
29.11.2018
Çevrimiçi yayımlandı
30.11.2018

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda; nedensel karşılaştırma araştırması olarak desenlenen bu çalışmada, ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri incelenmiş ve cinsiyet faktörünün bu yeterlikler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmadığı belirlenmiştir. Çalışmanın katılımcıları, seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile belirlenen 144'ü kadın ve 63'ü erkek olmak üzere 207 ortaokul matematik öğretmen adayından oluşmuştur. Araştırma sonuçları, ortaokul matematik öğretmen adaylarının genel matematiksel modelleme yeterliği, problemi yapılandırma, değişkenleri belirleme ile yorumlama-doğrulama yeterliklerinin negatif logit değerleri, matematik modeli oluşturma ve matematik çalışma yeterliklerinin ise pozitif logit değerleri aldıklarını göstermektedir. Öğretmen adaylarının matematik modeli oluşturma matematiksel modelleme alt yeterliğinin en yüksek logit değeri, yorumlama-doğrulama matematiksel modelleme alt yeterliğinin ise en düşük logit değeri aldığı belirlenmiştir. Ayrıca, cinsiyet faktörünün öğretmen adaylarının genel matematiksel modelleme yeterliği ve matematiksel modelleme alt yeterlikleri puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığı da tespit edilmiştir.

© 2018 AUJES. Tüm hakları saklıdır

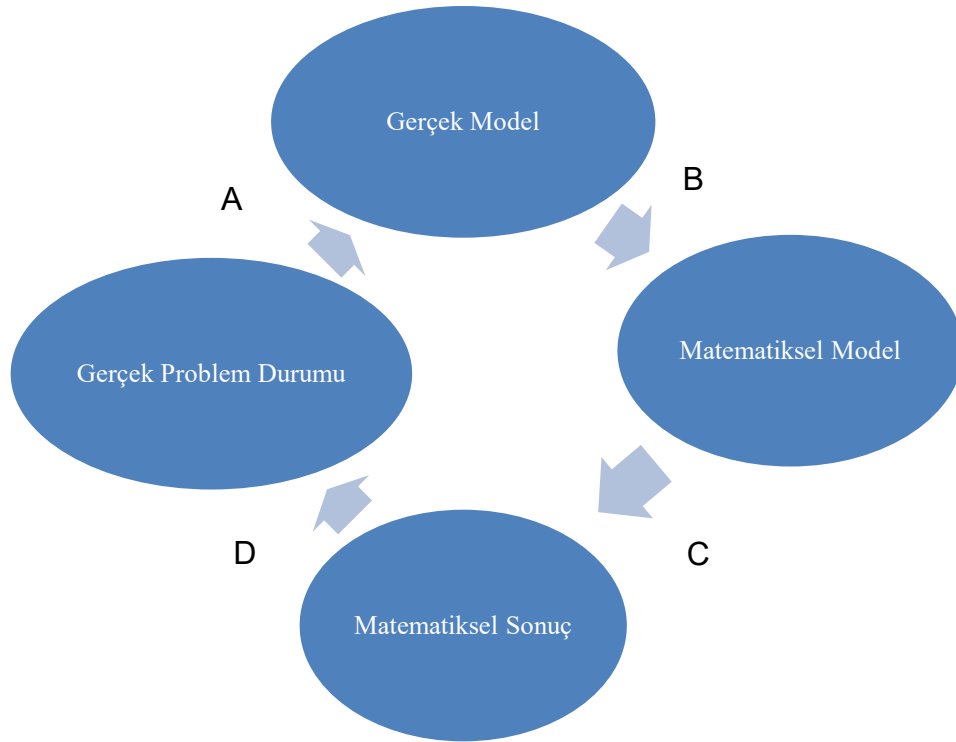
Anahtar Kelimeler: Matematiksel Modelleme, Matematiksel Modelleme Yeterlikleri, Ortaokul Matematik Öğretmen Adayları, Cinsiyet, Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramı

Giriş

Modellemenin birçok tanımı olmakla birlikte genel anlamda problemi yapılandırma, matematiksel olarak ifade ederek matematiksel modeli oluşturma ve model üzerinde çalışarak bir çözüm bulma ve bulunan çözümün doğruluğunu kontrol etme süreci olarak ifade edilebilir (Blum ve Leiß, 2006; Borromeo Ferri, 2006; Kaiser, 2007; Maaß, 2006). Temel olarak matematik modelleme gerçek yaşam problemlerinin matematiksel araçlar kullanılarak çözülmesi sürecidir (Grünwald, 2013). Matematiksel modelleme, öğrencilerin temel matematiksel kavramları anlamalarını kolaylaştırması ve matematiğin diğer disiplinlerle ilişkilerini göstermesi

*Sorumlu Yazarın Adresi: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Burdur.
e-posta: gurcan1900@gmail.com

bakımından öğrenme ortamlarında kullanılması literatürde önerilmektedir. (bkz., English, 2009). Matematiksel modelleme sürecinin bir parçası olan –yukarıda belirtildiği üzere– problemi yapılandırma, matematiksel olarak ifade etme, matematiksel model oluşturma, çözümü bulma, çözümün doğruluğunu kontrol etme, matematiksel modelleme yeterlikleri olarak da ifade edilmektedir (bkz., Maaß, 2006). Matematiksel modelleme alt yeterlikleri temel olarak matematiksel modelleme döngüsüne dayanmaktadır ve döngünün farklı aşamalarını gerçekleştirmek için gerekli yetenekleri içermektedir (Kaiser ve Schwarz 2006'den aktaran Grünwald, 2013). Ayrıca, öğrencilerin matematiksel modellemede uzmanlaşması için öğrencilerin öncelikle matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesinin önemine vurgu yapılmaktadır (Stillmann, Galbraith, Brown ve Edwards, 2007). Bu kapsamda şimdiki çalışmada, matematiksel modellemeyi en genel şekilde ortaya koyan (Blum, 1985; Kaiser, 2007, s.111) şekil 1'deki modelleme döngüsü ele alınmıştır:



- A: Problemi Yapılandırma
Değişkenleri Belirleme
- B: Matematik Model Oluşturma
- C: Matematiksel Çalışma
- D: Yorumlama-Doğrulama

Modelleme döngüsünde yer alan A, B, C ve D süreçleri aynı zamanda matematiksel modelleme yeterlikleri olarak da ifade edilmektedir (Kaiser, 2007). Şimdiki araştırmada ise gerçek problem durumunun matematikleştirilebilmesi için problemin uygun şekilde yapılandırılmış olması ve problemin çözümüne ulaşabilmek için değişkenlerin ayırt edilebilmesi gerektiği için gerçek problem durumundan gerçek

modele geçiş iki ayrı yeterlik olarak ele alınmıştır. Ayrıca, yorumlama ve doğrulama süreçleri birlikte yürütülen süreçler olduğu için bu çalışmada, Kaiser'in (2005) matematiksel modelleme döngüsündeki gibi yorumlama ve doğrulama yeterlikleri birlikte ele alınmıştır. Matematiksel modelleme yeterliklerinin tanımları soru örnekleriyle birlikte Ek 1'de verilmiştir.

Matematiksel Modelleme ve Cinsiyet

Literatürde, cinsiyetin matematiksel modelleme yeterliliği üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturduğunu gösteren çalışmalar olduğu gibi (bkz., Mehraein ve Gatabi, 2014; Ludwig ve Xu, 2010), istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığını (bkz., Gatabi ve Abdolapour, 2013; Ludwig ve Reit, 2013; Ludwig ve Xu, 2010; Frejd ve Ärlebäck, 2011) ortaya koyan çalışmalar da görülmektedir. Örneğin, Ludwig ve Xu (2010) yaptıkları çalışmada Çin (Şangay) ve Almanya'da öğrenim gören 9. ve 11. sınıf (15 ve 17 yaş) öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini cinsiyet değişkenine göre incelemişlerdir. Araştırma sonuçları, cinsiyete göre matematiksel modelleme yeterlikleri bakımından Çinli öğrenciler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğunu fakat Alman öğrenciler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir (Ludwig ve Xu, 2010). Ayrıca Çinli 9. ve 11. sınıf kadın ve erkek öğrencilerinin matematik modelleme yeterlikleri arasında 11. sınıf lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu da belirlenmiştir. Benzer şekilde, 9. ve 11. sınıf Alman erkek öğrencilerinin matematik modelleme yeterlikleri arasında 11. sınıf lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu da tespit edilmiştir. Fakat kadın öğrenciler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Her bir sınıf seviyesi için Çinli ve Alman öğrenciler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Gatabi ve Abdolapour (2013) tarafından yapılan çalışmada, 9. ve 10. sınıf İranlı öğrencilerin matematik modelleme yeterlikleri üzerinde cinsiyetin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığını belirlenmiştir. Ayrıca aynı çalışmada 10. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin 9. sınıf öğrencilerine göre daha iyi olduğu da tespit edilmiştir. Benzer şekilde; Frejd ve Ärlebäck (2011) tarafından yapılan çalışmada, 12. sınıf İsveçli öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliği ve matematiksel modelleme alt yeterlikleri üzerinde cinsiyetin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığını belirlenmiştir. Ayrıca, Frejd ve Ärlebäck (2011) tarafından kullanılan ölçme aracını çalışmasında kullanan Grünwald (2013) da, kadın ve erkek öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri ve modelleme yeterliklerinin alt boyutları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca –yukarıda verilen bazı araştırma sonuçlarından da görüldüğü üzere– cinsiyetin matematiksel modelleme yeterlikleri üzerindeki etkililiğini inceleyen çalışmaların genellikle lise düzeyindeki öğrenciler ile yapıldığı da görülmektedir. Bununla birlikte literatürde matematiksel modelleme yeterlikleri üzerine yapılan çalışmaların genellikle klasik test teorisine göre ele alındığı görülmektedir. Türkiye'de ise doğrudan cinsiyetin matematiksel modelleme yeterlilikleri üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bununla birlikte matematiksel modellemeyi öğrencilere öğretecek olan geleceğin öğretmen adaylarında matematiksel modelleme

yeterliklerinde cinsiyete göre fark oluşması durumunda öğrenme süreci bundan olumsuz etkilenebilir. Bundan dolayı ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin cinsiyete göre farklılaşıp farklılaşmadığını incelemek önem arz etmektedir.

Türkiye'deki Matematik Öğretim Programları ve Matematiksel Modelleme

Matematiksel modelleme ve uygulamalarına birçok ülkenin farklı düzeylerdeki matematik öğretim programlarında yer verildiği görülmektedir (bkz., Grünwald, 2013). Türkiye'de de daha önceki programlarda olduğu gibi son güncellenen matematik öğretim programında da matematiksel modellemenin önemi şu şekilde vurgulanmaktadır.

Başta teknolojik gelişmeler olmak üzere hayatımızda yaşanan değişimlerin ortaya çıkardığı yeni problemlerin çözümü için; matematiğe değer veren, matematiksel düşünme gücü gelişmiş, matematiği modelleme ve problem çözüme kullanabilen bireylere her zaman olduğundan daha çok ihtiyaç duyulmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018, s. 11).

Bununla birlikte, Ortaöğretim Matematik Eğitimi Lisans Programı'nda yapılan son güncellemelerde de "Matematiksel Modelleme" dersine yer verildiği görülmektedir (bkz., Yüksek Öğretim Kurulu [YÖK], 2018a). Benzer şekilde, son güncellenen İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı'nda da "Matematik Öğretimde Modelleme" dersi zorunlu ders olarak müfredata eklenmiştir (bkz., YÖK, 2018b). Matematiksel modelleme dersinin yükseköğretim programlarına dâhil edilmesi (bkz. YÖK, 2018b) ve matematiksel modellemenin orta öğretim ve ilköğretim müfredatlarında kullanılmasının vurgulanması (bkz. MEB, 2018), matematiksel modellemeye ve dolayısı ile matematiksel modelleme yeterliliğine verilen önemin Türkiye'de arttığını göstermektedir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Literatürde, 15 yaş grubu öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar olmasına rağmen (bkz., Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı [OECD], 2015), matematik öğretmen adaylarının –özellikle ortaokul matematik öğretmen adaylarının– matematiksel modelleme yeterliklerini inceleyen yeterli düzeyde bir çalışmanın olmadığı –özellikle Türkiye'de cinsiyet bağlamında– görülmektedir. Bu bağlamda, ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca, matematiksel modelleme yeterliklerinin karmaşık bir yapıya sahip olduğu düşünüldüğünde, şimdiki çalışmada ilgili literatürdeki çalışmalardan farklı olarak matematik öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri, ham puanlar yerine yetenek puanlarıyla incelenmiştir. Gözlenen ve gerçek puanlar teste bağımlı iken yetenek puanları testten bağımsız olarak hesaplanabilmektedir (Lord, 1953) ve dolayısıyla yetenek yeterlik puanlarının hesaplanması daha önemli hale gelmektedir. Çünkü test puanları ve buna bağlı gerçek puanlar değerlendirme sürecine bağımlıdır (Hambleton ve Jones, 1993). Yani, ölçme aracının kolay olması durumunda bireyler

yüksek puan alırlarken ölçme aracının zor olması durumunda ise bireyler düşük puan alabilmektedirler. Ayrıca, ilgili literatürde yapılan çalışmalarda klasik test teorisi kullanıldığı için elde edilen sonuçlar, kullanılan ölçme aracına bağlı olabilir. Bu kapsamda, kullanılan ölçme aracından bağımsız olarak bu tür çalışmaların tekrarlanması literatüre daha güvenilir bir katkı sunabilir. Bununla birlikte, ilgili çalışmalarda modellemenin alt basamaklarına göre kadın ve erkek öğrencilerin farklı başarılar gösterdiği de görülmesine rağmen bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına ilişkin bir analiz de genellikle yapılmamıştır.

Bu kapsamda bu araştırmanın amacı, ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin kullanılan ölçme aracından bağımsız olarak belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda; bu çalışmada, ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi ve bu yeterliklerin öğretmen adaylarının cinsiyetine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmadığının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, araştırmada aşağıdaki problemlere cevap aranmıştır:

1. Ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri nasıldır?
2. Ortaokul matematik öğretmen adaylarının cinsiyetleri, matematiksel modelleme yeterlikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmaktadır mıdır?

Yöntem

Araştırmanın Deseni

Nedensel karşılaştırma türü araştırmalarda, koşullar ve katılımcılar üzerinde herhangi bir müdahale olmaksızın ortaya çıkan farklılıkların ve sonuçların belirlenmesi amaçlanır (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2012). Bu nedenle bu araştırma, bir nedensel karşılaştırma araştırması olarak desenlemiştir ve cinsiyetin, matematiksel modelleme yeterlikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Katılımcılar

Çalışmanın katılımcıları, seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışmanın katılımcıları, 144'ü kadın ve 63'ü erkek olmak üzere farklı iki üniversitede öğrenim gören 207 ortaokul matematik öğretmen adayından oluşmaktadır. Çalışma grubunu oluşturan ortaokul matematik öğretmen adayları iki, üç ve dördüncü sınıflarda öğrenim görmektedir. Bu öğretmen adayları ayrı bir ders altında matematiksel modelleme dersini almamış olsalar dahi matematiksel modellemenin gerçek yaşamda yer alan bir probleme çözüm üretme süreci olduğunu düşünülecek olursa matematiksel modelleme adı altında olmasa bile öğretim hayatlarının çeşitli kademelerinde gayri ihtiyarî olarak matematiksel modelleme süreciyle ilgili deneyime sahiplerdir. Bundan dolayı seçilen çalışma grubunun bu çalışma için uygun olduğuna karar verilmiştir. Ayrıca bu çalışmada analizler madde tepki kuramına göre yapıldığından dolayı katılımcıların seçiminin bulguları etkilemediği söylenebilir. Çünkü klasik test teorisinde bulgular

katılımcıların ve maddelerin özelliklerine bağlı iken, madde tepki kuramında bulgular, katılımcıların ve testin özelliklerinden etkilenmeyerek objektif şekilde elde edilebilmektedir (Demars, 2010).

Veri Toplama Aracı ve Analizi

Bu çalışmada, yeniden bir ölçme aracı geliştirmek yerine ilgili literatürde bulunan, geçerliği ve güvenilirliği uluslararası çalışmalarda gösterilmiş ve zaman içinde Izard, Haines, Houston, Crouch ve Neill (2003) tarafından daha da geliştirilmiş olan Matematiksel Modelleme Yeterlilik Testi [MMYT] kullanılmıştır. MMYT, kaynak dil olan İngilizceden hedef dil olan Türkçeye ileri çeviri tekniği (Hambleton ve Patsula, 1998) kullanılarak uyarlanmıştır. Bu teknikte, test bağımsız araştırmacılar tarafından çevrilir daha sonra yapılan bu çeviriler arasında uyumsuzluklar giderilerek teste son hali verilir. Bu çalışmada, daha önce modellemeyle ilgili çalışmalar yapmış olan bağımsız iki uzman tarafından ilgili test, hedef dile çevrilmiş daha sonra yapılan çevirilerdeki uyumsuzluklar giderilmiştir. Üçüncü bir araştırmacı ise hedef dil ile kaynak dil arasındaki testin uyumluluğunu incelemiştir. MMYT, 22 maddeden ve 7 alt boyuttan oluşmaktadır. Fakat, bu boyutlar araştırmacılar tarafından yeniden değerlendirilerek, sonuçlar beş alt boyut üzerinden değerlendirilmiştir. Bu boyutlar, problemi yapılandırma (6), değişkenleri belirleme (3), matematik model oluşturma (3), matematik çalışma (3), yorumlama ve doğrulamadır (7). Boyutlar ve boyutlara ilişkin bazı örnek maddeler EK 1de verilmiştir.

MMYT, çoktan seçmeli beş seçenekten oluşan bir test olup 1-18 arasındaki sorular, doğru cevap 2, kısmen doğru cevap 1, yanlış cevaplar ise 0 puan şeklinde hesaplanmıştır MMYT'deki 19-22. sorular ise doğru cevap 2, yanlış cevap 0 şeklinde puanlanmıştır (bkz. Ek 1). Örneğin Ek1'deki birinci soruda eğer bir kişi " Havanın yağışlı veya güneşli olması ihtimali" ifadesini seçerse doğru (2 puan), eğer "Yolun düz olması ifadesini seçerse kısmen doğru (1 puan) olarak değerlendirilmektedir. MMYT'deki 1-18. sorular kısmi olarak, 19-22, sorular ise 0-2 şeklinde puanlandığından dolayı veriler kısmi puanlama analizi ile analiz edilmiştir. Bu analiz Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramına göre yapılmıştır Elde edilen ham veriler, öncelikle Madde Tepki Kuramı kullanılarak Logit Ölçeği'ne dönüştürülmüş ve öğretmen adaylarının matematik modelleme yeterlik puanları elde edilmiştir. Logit Ölçeği'nde puanlar genellikle -3 ile +3 arasında yer almaktadır (Erkuş, 2003). Bununla birlikte, Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramı'nda toplam puan, doğrudan hesaplanamamaktadır bundan dolayı yapılan çalışmalarda toplam puan tek boyutlu madde tepki kuramı kullanılarak hesaplanmaktadır (bkz., Martin, Mullis ve Chrostowski, 2004; Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD], 2005). Çok boyutluluk ve tek boyutlulukla ilgili teorik çelişkiyi önlemek için (bkz. Brandt, 2008), Brandt (2008) Rasch Alt Boyut Modeli'ni [RAM] önermiştir. Bu çalışmada da, Modelleme Yeterlilik Testi'nin toplam puanı, RAM ile elde edilmiştir.

Öğretmen adaylarına MMYT uygulandıktan sonra elde edilen puanlar, Conquest programına aktarılmış ve analiz için gerekli olan syntax yazılmıştır. Analiz sonucunda her bir alt boyuta ve toplam puana ait "beklenen sonsal olası değer" [EAP/PV] güvenilirlik katsayıları ile her bir öğretmen adayına ait alt yeterlik ve alt boyutların

toplamı alınarak genel yeterlik Logit puanları elde edilmiştir. Burada, yüksek puanlar, yüksek yeterliği ifade etmektedir. Öğrencilerin puanları, SPSS 22 programına aktarılmış ve cinsiyetin matematiksel modelleme alt yeterlik puanları ve toplam matematiksel modelleme yeterlik puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmadığı bağımsız *t* testi ile incelenmiştir.

Bulgular

Bu kısımda, araştırmada toplanan verilerin güvenilirliği ile modelleme alt yeterlikleri ve toplam modelleme yeterlik puanları cinsiyete göre incelenmiştir. Bu kapsamda, öncelikle MMYT'nin güvenilirliği Conquest programı ile elde edilebilen EAP/PV güvenilirlik katsayılarına göre incelenmiştir. Buna göre, MMYT'nin toplam puanlarına ait EAP/PV güvenilirliği .817, problemi yapılandırma alt yeterlik puanları güvenilirliği .693, değişkenleri belirleme alt yeterlik puanları güvenilirliği .695, matematik modeli oluşturma alt yeterlik puanları güvenilirliği .724, matematik çalışma alt yeterlik puanları güvenilirliği .629 ve yorumlama-doğrulama alt yeterlik puanları güvenilirliği ise .732 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, MMYT'den elde edilen verilerin güvenilir olduğu ortaya koymaktadır. Çok Boyutlu Madde Tepki Kuramı'yla yapılan analiz sonucunda, ortaokul matematik öğretmen adaylarının her bir alt boyut için puanları hesaplanmıştır. Bireylerin toplam puanları ise Brandt (2008) tarafından önerilen RAM kullanılarak bulunmuştur. Daha sonra, MMYT'nin her bir alt boyutunun ve toplam puanlarının, cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturup oluşturmadığı bağımsız *t* testi ile incelenmiştir. Bağımsız *t* testi sonucunda elde edilen veriler, Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1'den görüleceği üzere, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliği logit puanlarının ortalaması, kadın ortaokul matematik öğretmen adayları için -0.11 logit, erkek ortaokul matematik öğretmen adayları için -0.06 logit ve tüm ortaokul matematik öğretmen adayları için ise -0.09 logit olarak hesaplanmıştır. Kadın ve erkek ortaokul matematik öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($t(205) = -.51, p > .05$).

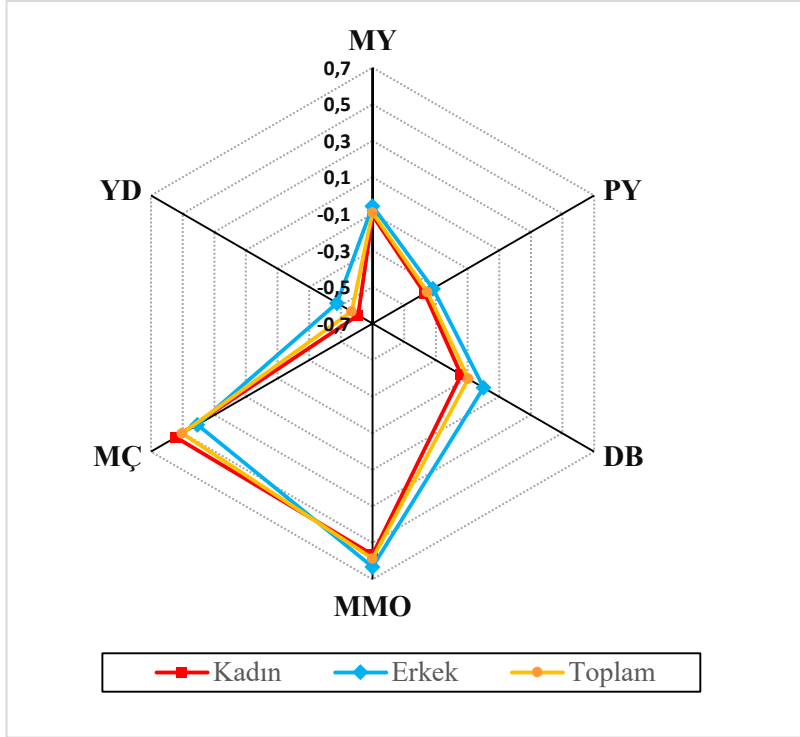
Tablo 1. Modelleme yeterlik logit puanlarının cinsiyete göre karşılaştırılması

Boyutlar	Toplam		Cinsiyet		Ort fark	GA %95	<i>t</i>	sd	<i>p</i>	
	Ort	SS	Ort	SS						
MY	-.09	.67	Kadın	-.11	.64	.05	-.25, .15	-.51	205	61
			Erkek	-.06	.74					
PY	-.35	.86	Kadın	-.37	.77	-.05	-.31, .2	-.41	205	68
			Erkek	-.32	1.03					
DB	-.10	.98	Kadın	-.14	.96	-.14	-.43, .15	-.95	205	34
			Erkek	.002	1.04					
MMO	.59	1.17	Kadın	.56	1.14	-.07	-.42, .28	-.38	205	70
			Erkek	.63	1.24					
MÇ	.50	.86	Kadın	.54	.90	.14	-.12, .39	1.06	205	29
			Erkek	.41	.77					
YD	-.57	1.24	Kadın	-.61	1.19	-.13	-.5, .24	-.71	205	48
			Erkek	-.48	1.36					

Not: MY: Modelleme yeterlik, PY: problemi yapılandırma, DB: değişkenleri belirleme, MMO: matematik model oluşturma, MÇ: matematik çalışma, YD: yorumlama-doğrulama, GA: Güven aralığı.

MMYT'nin alt bileşenleri dikkate alındığında ise problemi yapılandırma yeterliği logit puanları ortalaması, kadın ortaokul matematik öğretmen adayları için -0,37 logit iken erkek ortaokul matematik öğretmen adayları için -0,32 logit ve tüm ortaokul matematik öğretmen adayları için ise -0,35 logit olarak hesaplanmıştır. Kadın ve erkek ortaokul matematik öğretmen adaylarının problemi yapılandırma yeterlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($t(205)=-.41, p >.05$). Değişkenleri belirleme yeterliği logit puanları ortalaması kadın ortaokul matematik öğretmen adayları için -.14 logit iken erkek ortaokul matematik öğretmen adayları için .00 logit ve tüm ortaokul matematik öğretmen adayları için ise -.10 logit olarak hesaplanmıştır. Kadın ve erkek ortaokul matematik öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme yeterlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($t(205)=-.95, p>.05$). Matematik model oluşturma yeterliği logit puanları ortalaması, kadın ortaokul matematik öğretmen adayları için .56 logit iken erkek ortaokul matematik öğretmen adayları için .63 logit ve tüm ortaokul matematik öğretmen adayları için ise .59 logit olarak bulunmuştur. Kadın ve erkek ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematik model oluşturma yeterlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($t(205)=-.38, p>.05$). Matematiksel çalışma yeterliği logit puanları ortalaması kadın ortaokul matematik öğretmen adayları için .54 logit iken erkek ortaokul matematik öğretmen adayları için .41 logit ve tüm ortaokul matematik öğretmen adayları için ise .50 logit olarak bulunmuştur. Kadın ve erkek ortaokul matematik öğretmen adayları matematiksel çalışma yeterlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($t(205)=1.06, p>.05$). Son olarak, yorumlama-doğrulama yeterliği logit puanları ortalaması, kadın ortaokul matematik öğretmen adayları için -.61 logit iken, erkek ortaokul matematik öğretmen adayları için -.48 logit ve tüm ortaokul matematik öğretmen adayları için ise -.57 logit olarak hesaplanmıştır. Kadın ve erkek ortaokul matematik öğretmen adaylarının yorumlama-doğrulama yeterlikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı da tespit edilmiştir ($t(205)=-.71, p>.05$).

Yukarıdaki bulgular ışığında, ortaokul matematik öğretmen adaylarının modelleme alt yeterliklerine ilişkin puanları cinsiyete göre incelendiğinde, kadın ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel model oluşturma ve matematik çalışma alt yeterliklerinde pozitif logit değeri aldıkları görülmektedir. Diğer alt yeterliklerde ise kadın ortaokul matematik öğretmen adaylarının negatif logit değeri aldıkları belirlenmiştir. Bunun yanında, erkek ortaokul matematik öğretmen adaylarının değişkenleri belirleme, matematiksel model oluşturma ve matematik çalışma alt yeterliklerinde pozitif logit değeri aldıkları görülmektedir. Diğer alt yeterliklerde ise erkek ortaokul matematik öğretmen adaylarının negatif logit değeri aldıkları görülmektedir (bkz., Şekil 1).



Şekil 1. Ortaokul matematik öğretmen adaylarının modelleme yeterlik puanları (logit puan)

Not: MY: Modelleme yeterlik, PY: problemi yapılandırma, DB: değişkenleri belirleme, MMO: matematik model oluşturma, MÇ: matematik çalışma, YD: yorumlama-doğrulama.

Tablo 1'deki verilerin görselleştirilmiş hali, Şekil 1'de sunulmuştur. Ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematik modellemeye yeterlikleri logit puanları ortalaması $-0,09$ logit, problemi yapılandırma yeterlikleri logit puanları ortalaması $-0,35$ logit, değişkenleri belirleme yeterlikleri logit puanları ortalaması $-0,10$ logit, matematik model oluşturma yeterlikleri logit puanları ortalaması $0,59$ logit, matematik çalışma yeterlikleri logit puanları ortalaması $0,50$ logit ve yorumlama-doğrulama yeterlikleri logit puanları ortalaması $-0,57$ logit olarak bulunmuştur. Bu bulgulara göre, her iki gruptaki öğretmen adaylarının, matematiksel model oluşturma ve matematik çalışma alt yeterlikleri puanları pozitif logit değeri alırken, toplam modelleme yeterlik, problemi yapılandırma ve değişkenleri belirleme ve yorumlama-doğrulama alt yeterlikleri puanları ise negatif logit değeri almışlardır. Ayrıca, ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik model oluşturma ve matematiksel çalışma yeterliklerinin diğer matematiksel modelleme yeterliklerine göre daha yüksek ve yorumlama-doğrulama matematiksel modelleme yeterliğinin ise diğer yeterliklere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematik modelleme yeterlikleri ve matematiksel modelleme alt yeterlikleri, cinsiyet değişkenine göre incelenmiştir. Araştırma sonuçları, ortaokul matematik öğretmen adaylarının toplam matematik modelleme yeterlikleri, problemi yapılandırma, değişkenleri belirleme ve yorumlama-doğrulama modelleme alt yeterliklerinin düşük (negatif logit değerler), matematik modeli oluşturma ve matematik çalışma alt yeterliklerinin ise yüksek

(pozitif logit değerler) olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu çalışmada öğretmen adaylarının, matematiksel modelleme alt yeterliği olan matematik modeli oluşturma yeterliğinde diğer modelleme alt yeterliklerine göre daha başarılı, yorumlama-doğrulama yeterliğinde ise diğer modelleme alt yeterliklerine göre daha az başarılı oldukları görülmüştür.

Araştırma sonuçlarına cinsiyet perspektifinden bakıldığında ise kadın matematik öğretmen adaylarının matematik çalışma yeterlik puanlarında, erkek matematik öğretmen adaylarına göre daha başarılı oldukları ama diğer tüm yeterlik puanlarında ise erkek matematik öğretmen adaylarının daha başarılı oldukları belirlenmiştir. Erkek ortaokul matematik öğretmen adaylarının ise matematik model oluşturma yeterlik puanlarının diğer alt yeterlik puanlarına göre iyi düzeyde, yorumlama-doğrulama yeterlik puanlarının ise diğer alt yeterlik puanlarına göre zayıf düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde, kadın ortaokul matematik öğretmen adaylarında da matematik model oluşturma yeterlik puanlarının diğer alt yeterlik puanlarına göre iyi düzeyde, yorumlama ve doğrulama yeterlik puanlarının ise diğer alt yeterlik puanlarına göre zayıf düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ancak, burada bulunan bu farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir. İlgili literatürde bu bulguları destekleyen çalışmaların (bkz., Gatabi ve Abdolapour, 2013; Ludwig ve Reit, 2013; Ludwig ve Xu, 2010; Frejd ve Årlebäck, 2011) yanında, bu bulguları desteklemeyen çalışmaların (bkz., Mehraein ve Gatabi, 2014; Ludwig ve Xu, 2010) olduğu da görülmektedir. Örneğin, Ludwig ve Xu'nun (2010) yaptıkları çalışmada, –daha önce de belirtildiği üzere– cinsiyet, Çinli öğrenciler arasında modelleme yeterlikleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluştururken Alman öğrenciler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Bu çalışmadaki Alman öğrencilerin sonuçlarına benzer şekilde, yapılan diğer çalışmalarda Almanya ve İsveç'teki öğrencilerin matematik modelleme yeterlikleri ve modelleme yeterliklerinin alt boyutları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı da görülmektedir (bkz., Kaiser ve Grünwald, 2015; Frejd, & Årlebäck, 2011). Şimdiki çalışmada ve yukarıda belirtilen çalışmalarda Türkiye, Almanya ve İsveç'teki öğrencilerin modelleme yeterliklerinde cinsiyetin anlamlı bir fark oluşturmamasının, Çinli öğrencilerde ise fark oluşturmasının sebebi öğretim programından veya kültürden kaynaklanmış olabilir. Fakat bu konuda daha kesin bilgiye sahip olabilmek için bu ve buna benzer değişkenleri içerisinde barındıran çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bir başka çalışmada Mehraein ve Gatabi (2014) tarafından 13 yaşındaki 6. sınıf öğrencileri ile yapılan yarı deneysel çalışmada, ön testte kız öğrencilerin daha iyi matematiksel modelleme yeterliğine sahip oldukları ancak son testte erkek öğrencilerin daha iyi matematiksel modelleme yeterliğine sahip oldukları belirlenmiştir. Bu çalışmada, erkek öğrenciler matematiksel ifadeleri kullanırlarken, kız öğrenciler ise sözel ifadeleri daha iyi kullanmışlardır (bkz., Mehraein ve Gatabi, 2014). Gatabi ve Abdolapour (2013), 9. ve 10. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmada da öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığını belirlemişlerdir. Bu iki çalışmanın sonuçları sınıf seviyesi arttıkça cinsiyete göre matematik modelleme yeterliği arasındaki farkın kapandığına işaret etmektedir. Fakat kesin olarak bunu söyleyebilmek için sınıf

seviyesi ve cinsiyet değişkenlerin matematik modelleme yeterliği üzerindeki etkisini inceleyen çalışmaların yapılması gerekmektedir. Şimdiki çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde Ludwig ve Reit (2013) tarafından yapılan çalışmada da modelleme yeterliliklerinin cinsiyete bağlı olmadığı ortaya konmuştur. Ludwig ve Reit'in (2013) çalışmasına paralel olarak Kaiser ve Grünewald (2015) tarafından yapılan çalışmada da, kız ve erkek öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri ve modelleme yeterliklerinin alt boyutları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde; Frejd ve Årlebäck (2011) tarafından yapılan çalışmada 12. sınıf öğrencilerinin modelleme yeterliği ve modelleme alt yeterlikleri arasında cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını belirlenmiştir. Grünewald'ın (2013) çalışmasında da, kız ve erkek öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri ve modelleme yeterliklerinin alt boyutları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Şimdiki çalışmanın sonuçları, Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı [PISA] (OECD, 2015) sınavlarının sonuçları gibi, –matematiksel modelleme yeterlik puanları düşük düzeyde olsa da– Türkiye'deki öğrencilerin cinsiyetinin matematiksel modelleme yeterlik puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmadığını göstermiştir. Matematiksel modelleme yeterlik puanları düşük düzeyde olsa da şimdiki çalışmada da ortaokul matematik öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre matematik modelleme yeterlik puanları ve modelleme yeterliklerinin alt boyut puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı ve her iki grubun da matematiksel modelleme yeterlik puanlarının düşük düzeyde kaldığı belirlenmiştir. Türkiye'deki matematik eğitimi müfredatlarında matematiksel modellemeye değinilse de (MEB, 2013; MEB, 2017, MEB, 2018a) matematiksel modellemenin öğrenme ortamlarında kullanımı halen istenilen düzeyde olmadığı söylenebilir. Çünkü Türkiye'deki öğretmen adayları, üniversitelere göre farklılık gösterse de lisans öğrenimleri boyunca matematiksel modellemeyle ilgili genellikle fazla deneyime sahip olmadan öğretimlerini tamamlamaktadırlar (bkz. YÖK, 2006). Bundan dolayı, matematiksel modellemeyi öğretim ortamlarına taşımakta güçlük çekmektedirler. Ayrıca, öğretmen adaylarının geçmişte hazırlandıkları ortaöğretime ve lisans eğitimine geçiş sınavlarında öğrencilere sorulan sorular, genellikle modellemenin sadece matematiksel olarak ifade etme alt yeterliğini içerdiğinden (bkz., 2010-2017 yıllarındaki ortaöğretime geçiş sınavları ve liseye geçiş sınavları) öğretmen adaylarının şimdiki çalışmada matematiksel modelleme alt yeterliğinde daha yüksek puan almalarına neden olmuş olabilir. Ayrıca, öğretmen adaylarının öğrenim hayatları boyunca karşılaştıkları sorular, genellikle çoktan seçmeli veya ezberle dayalı olduğundan ve yorumlama-doğrulama alt yeterliğini genellikle içermemesi bu modelleme alt yeterliğinden diğer modelleme yeterliklerine göre düşük puan alınmasına neden olmuş olabilir.

Sınırlılıklar ve İleri Araştırmalar İçin Öneriler

Bu çalışmanın sonuçları, ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini arttıracak farklı etkinlik ve eğitimlerin verilmesinin gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer taraftan, bu çalışmada kullanılan MMYT,

öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin bir ön bakış açısı sağlayabilmektedir. Bundan dolayı, ortaokul öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri ile ilgili daha detaylı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, bu çalışmada iki üniversitede öğrenim gören ortaokul öğretmen adayları ile sınırlı olduğundan, farklı üniversitelerde okuyan ortaokul matematik öğretmen adayları ile de benzer çalışmaların yapılabilir ve bu çalışmaların sonuçları ile şimdiki çalışmanın sonuçları karşılaştırılabilir. Bu bağlamda, şimdiki çalışma bu tür ileri araştırmalar için iyi bir zemin teşkil edebilir. Ayrıca, şimdiki çalışmada ortaokul matematik öğretmen adaylarında cinsiyetinin, matematiksel modelleme yeterlikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu bağlamda, öğrencilerin (ortaokul, lise, öğretmen adayı vb.) matematiksel modelleme yeterlikleri üzerinde etkisi olabilecek olası farklı değişkenler üzerinde de ileri araştırmalar yapılabilir.

Kaynaklar

- Blum, W. (1985). Anwendungsorientierter mathematikunterricht in der didaktischen diskussion. *Mathematische Semesterberichte*, 32(2), 195-232.
- Blum, W. & Leiß, D. (2006). How do students and teachers deal with modelling problems? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Kahn (Eds.), *Mathematical modelling (ICTMA12): Education, engineering and economics* (pp. 222-231). Chichester: Ellis Horwood.
- Blum, W., Galbraith, P. L., & Niss, M. (2007). Introduction. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 3–32). New York, NY: Springer.
- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM*, 38(2), 86-95.
- Brandt, S. (2008). Estimation of a Rasch model including subdimensions. *IERI Monograph Series. Issues and Methodologies in Large-Scale Assessments*, 1, 51-70.
- DeMars, C. (2010). *Item response theory*. Oxford University Press.
- Erkuş, A. (2003). *Psikometri üzerine yazılar*. Ankara: Türk Psikologlar Derneği.
- Fraenkel, J.R., Wallen, N.E., & Hyun, H.H., (2012). *How to design and evaluate research in education*. New York, NY: McGraw-Hill Higher Education.
- Frejd, P., & Ärleback, J. B. (2011). First results from a study investigating Swedish upper secondary students' mathematical modelling competencies. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 407–416). New York: Springer.
- Gatabi, A. R., & Abdolahpour, K. (2013). Investigating Students' Modeling Competency through Grade, Gender, and Location. In Proceedings of the 8th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME (Vol. 8, pp. 1070-1077).

- Grünwald, S. (2013). The Development of Modelling Competencies by Year 9 Students: Effects of a Modelling. In G.A. Stillman, G. Kaiser, W. Blum, & J.P. Brown (Eds.), *Teaching Mathematical Modelling: Connecting to Research and Practice*. (pp. 185-194). Dordrecht: Netherlands
- Hambleton, R. K., & Jones, R. W. (1993). Comparison of classical test theory and item response theory and their applications to test development. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 12(3), 38-4
- Hambleton, R. K., & Patsula, L. (1998). Adapting tests for use in multiple languages and cultures. *Social indicators research*, 45(1-3), 153-171.
- Izard, J., Crouch, R., Haines, C., Houston, K., & Neill, N. (2003). Assessing the impact of teaching mathematical modelling: Some implications. In *Mathematical Modelling: A Way of Life—ICTMA 11* (pp. 165-177).
- Kaiser, G. (2005). Mathematical modelling in school—Examples and experiences. H. W. Henn, G. Kaiser (Eds.), *Mathematikunterricht im Spannungsfeld von Evolution und Evaluation*. Festband für Werner Blum. Hildesheim: Franzbecker, 99-108.
- Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics*, 110-119.
- Kaiser, G., & Grünwald, S. (2015). Promotion of mathematical modelling competencies in the context of modelling projects. In N. H. Lee and D. K. E. Ng (Eds.), *Mathematical Modelling: From Theory to Practice* (pp. 21-39). Singapore: World Scientific
- Kaiser, G., & Schwarz, B. (2006). Modellierungskompetenzen – Entwicklung im Unterricht und ihre Messung. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2006* (pp. 56–58). Hildesheim: Franzbecker.
- Lord, F. M. (1953). The relation of test score to the trait underlying the test. *Educational and Psychological Measurement*, 13, 517-548.
- Ludwig, M., & Reit, X.R. (2013, January). Comparative study about gender differences in mathematical modelling. *Proceedings of Fifth International Conference to review research on Science, TEchnology and Mathematics Education (epiSTEME 5)*: Mumbai, India
- Ludwig, M., & Xu, B. (2010). A Comparative Study of Modelling Competencies Among Chinese and German Students. *Journal für Mathematik-Didaktik* 31(1), 77-97.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies?. *ZDM*, 38(2), 113-142.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., & Chrostowski, S. J. (Eds.). (2004). *TIMSS 2003 technical report*. Chestnut Hill, MA: Boston College.

- Mehraein, S., & Gatabi, A.R.(2014). Gender and mathematical modelling competency: primary students' performance and their attitude. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 128, 198-203.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *İlkokul ve ortaokul matematik dersi (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Yazar.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Ortaöğretim matematik dersi öğretim programı*. Ankara: Yazar.
- OECD (2016), PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2005). PISA 2003 technical report. Paris: Author.
- Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J., & Edwards, I. (2007). A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. *Mathematics: Essential research, essential practice*, 2, 688-697.
- Yüksek Öğretim Kurulu [YÖK]. (2006). *İlköğretim matematik öğretmenliği lisans programı*. Ankara: Yazar. http://www.yok.gov.tr/documents/10279/49665/ilkogretim_matematik/cca48fad-63d7-4b70-898c-dd2eb7afbaf5
- Yüksek Öğretim Kurulu [YÖK]. (2018a). *Matematik öğretmenliği lisans programı*. Ankara: Yazar. http://www.yok.gov.tr/documents/10279/41805112/Matematik_Ogretmenligi_Lisans_Programi.pdf
- Yüksek Öğretim Kurulu [YÖK]. (2018b). *İlköğretim matematik öğretmenliği lisans programı*. Ankara: Yazar. http://www.yok.gov.tr/documents/10279/41805112/Ilkogretim_Matematik_Lisans_Programi.pdf

Ek 1:

<p>Problemi Yapılandırma: Verilen problem durumu irdelenir ve anlaşılmaya çalışılır. Daha sonra gerekli olan ve olmayan bilgiler belirlenir ve problem durumunun basit bir modelini oluşturulur.</p>
<p>Örnek Test Maddesi</p>
<p><i>Yeni bir otobüs güzergâhına yolcuların bekleyebileceği üstü kapalı bir durak konulmak isteniyor. En fazla sayıda yolcunun otobüsü kullanabilmesi için Belediye, otobüs durağını nereye koymalıdır?(Not: Talep fazlalığında ek sefer konulmayacaktır.)</i></p> <p>Yukarıdaki durum için basit bir matematiksel model oluştururken aşağıdaki varsayımlardan hangisi sizce en az önemlidir?</p> <p>A) Sadece bir üstü kapalı durağın konulması B) Yolun düz olması C) Havanın yağışlı veya güneşli olması ihtimali D) Otobüsün yarım saatte bir gelmesi E) Yolcuların otobüse vaktinde binebilmek için fazla mesafe yürümeyecek olması</p>
<p>Değişkenleri Belirleme: Verilen problem durumunun matematiksel olarak ifade edilebilmesi için problemin çözümü için gerekli olan değişkenler belirlenir.</p>
<p>Örnek Test Maddesi</p>
<p><i>Acil durumlarda bir büroyu boşaltmak için gereken zaman güvenlik uzmanı tarafından bilinmek istenmektedir. Çıkışın kolay ve güvenli olması açısından birbiriyle çelişen durumlar söz konusudur.</i></p> <p>Dolu bir ofisin, acil bir durumda tek sıra halinde tahliyesinin basit bir matematiksel modeli oluşturulmak istenmektedir. Ofisteki insanların acil tahliyelerinin matematiksel modeli oluşturulmak istendiğinde aşağıdaki seçeneklerden hangisi oluşturulmak istenen bu model için en uygun değişkenleri içermektedir?</p> <p>A) Alarm çaldıktan sonra geçen zaman; t zamanda çıkan insan sayısı; Alarmın çaldığı saat B) Çıkarılması gereken insan sayısı; Alarm çaldıktan sonra geçen zaman; t zamanda çıkan insan sayısı C) t zamanda çıkan insan sayısı; Acil durumun olduğu saat; Acil çıkış kapılarının genişliği D) İnsanların hepsinin çıkarılması için geçen zaman; Çıkan insanlar arasındaki boşluk; Acil çıkış kapılarının genişliği E) Sıra halinde dizilmiş insanların hızı; İlk insanın çıkışına kadarki gecikme zamanı; Dışarıya çıkarılmış kişisel eşyaların miktarı</p>
<p>Matematiksel Model Oluşturma: Belirlenen değişkenlere göre problemin matematiksel bir modeli oluşturulur.</p>

Örnek Test Maddesi

Büyük bir süpermarket çok sayıda yazar kasaya sahiptir. Fakat bazı kalabalık anlarda çok fazla kuyruk oluşmaktadır bu durumlarda birkaç tane ürün alan müşteriler için kuyrukta beklemek çok can sıkıcı olabilmektedir. Belli bir sayının altında ürün alan müşteriler için hızlı yazar kasalar konulmalı mıdır?

Aşağıda yarım kalmış problem durumu A,B,C,D,E seçeneklerinden hangisiyle **en uygun** şekilde tamamlanabilir?

Markette 5 tane yazar kasa olduğunu ve bu kasalara belli zaman aralıklarıyla farklı sayıda (30'dan az) ürün almış müşterilerin geldiklerini farz edelim. Normal olarak işleyen bu 5 yazar kasadaki her bir müşterinin ortalama bekleme süresiyle.....

- A) 1 yazar kasanın normal olarak çalıştığı diğer 4 yazar kasanın ise 8 veya daha az ürün alanlara ayrıldığı durumdaki her bir müşterinin bekleme süresiyle kıyaslayınız.
- B) 4 yazar kasanın normal olarak çalıştığı diğer yazar kasanın ise az ürün alanlara ayrıldığı durumdaki her bir müşterinin bekleme süresiyle kıyaslayınız.
- C) 1 yazar kasanın normal olarak çalıştığı diğer 4 yazar kasanın ise az ürün alanlara ayrıldığı durumdaki her bir müşterinin bekleme süresiyle kıyaslayınız.
- D) bazı yazar kasaların normal olarak çalıştığı diğer yazar kasaların ise az ürün alanlara ayrıldığı durumdaki her bir müşterinin bekleme süresiyle kıyaslayınız.
- E) 4 yazar kasanın normal olarak çalıştığı diğer yazar kasanın ise 8 veya daha az ürün alanlara

Matematiksel Çalışma: Oluşturulan matematiksel modelin çözülmesiyle sonuçlar bulunur.

Örnek Test Maddesi

Bir süper markette müşteriler iki kasada sıra oluşturmuşlardır. Birinci sırada m_1 tane müşteri vardır ve her biri n_1 tane ürün almıştır. İkinci sırada ise m_2 tane müşteri vardır ve her biri n_2 tane ürün almıştır. Her bir ürünü kasadan geçirmek t saniye sürmektedir ve her bir müşteri kasada p saniye beklemektedir. Müşteriler hangi sırada daha az bekleyeceklerini tahmin etmek istemektedirler.

Aşağıdaki seçeneklerden hangisi birinci kuyrukta beklemenin **daha avantajlı** olduğu durumu vermektedir?

- A) $m_1 (p + n_1 t) = m_2 (p + n_2 t)$
- B) $m_1 (p + n_1 t) < m_2 (p + n_2 t)$
- C) $m_2 (p + n_2 t) \leq m_1 (p + n_1 t)$
- D) $m_2 (p + n_2 t) < m_1 (p + n_1 t)$
- E) $m_1 (p + n_1 t) \leq m_2 (p + n_2 t)$

Yorumlama ve Doğrulama: Bulunan sonuçlar problem durumuyla kıyaslanarak yorumlanır ve doğrulanır.

Örnek Test Maddesi

Aşağıdaki seçeneklerden hangisi ayçiçeğinin büyümesinin (boy uzunluğunun) zamana (t) bağlı değişimini **en uygun (yakın)** şekilde matematiksel olarak modellemektedir?

A) $1 - e^{-t}$

B) $(1 - t)^2$

C) t

D) $t - t^2$

E) $\frac{1}{1 + e^{-t}}$