



<http://kefad.ahievran.edu.tr>

Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi

ISSN: 2147 – 1037

Mathematical Modeling Problems Designed by Pre-service Teachers and their Views on the Design Process

Emine Özgür Şen

Article Information



CrossMark

DOI: 10.29299/kefad.853996

Received: 05.12.2019

Revised: 13.03.2020

Accepted: 06.09.2020

Keywords:

Designing Mathematical,
Modeling Problem,
Pre-Service Teachers,
Mathematics

Abstract

The study aimed to examine the mathematical modeling problems designed by primary education pre-service mathematics teachers and their views on the design process. The study was conducted within the scope of the Mathematical Modeling in Primary Education course (area elective) in the second year of the undergraduate program of primary education mathematics teaching. In this context, 49 pre-service teachers participated in the study. The study adopted a qualitative design and its data consisted of mathematical modeling problems designed by pre-service teachers and their reports. The data were analyzed using content analysis. The mathematical modeling problems designed by pre-service teachers were evaluated according to the mathematical modeling, activity design principles (reality principle, model construction principle, self-assessment principle, model documentation principle, model shareability and reusability principle, effective prototype principle). As a result of the study, it was determined that the pre-service teachers faced difficulties in designing mathematical modeling problems that satisfied all of the principles. It was found that the process of designing mathematical modeling enabled the pre-service teachers to have an idea about the issues they did not know and approach questions and problems with different perspectives. The teachers stated that designing the problems was time-consuming and they faced difficulties in establishing mathematical models and determining subjects.

Öğretmen Adaylarının Tasarladıkları Matematiksel Modelleme Problemleri ve Tasarlama Sürecine İlişkin Görüşleri

Makale Bilgileri



CrossMark

DOI: 10.29299/kefad.853996

Yükleme: 05.12.2019

Düzeltilme: 13.03.2020

Kabul: 06.09.2020

Anahtar Kelimeler:

Matematiksel Modelleme,
Problemi Tasarlama,
Öğretmen Adayı,
Matematik

Öz

Bu çalışma, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının tasarladıkları matematiksel modelleme problemleri ve tasarlama sürecine ilişkin görüşlerini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma, ilköğretim matematik öğretmenliği lisans programı ikinci sınıf (alan içi seçmeli ders) İlköğretimde Matematiksel Modelleme dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda çalışmaya 49 öğretmen adayı katılmıştır. Nitel olarak tasarlanan çalışmanın verilerini öğretmen adayları tarafından tasarlanan matematiksel modelleme problemleri ve raporları oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri içerik analizi kullanılarak çözümlenmiştir. Öğretmen adaylarının tasarladıkları matematiksel modelleme problemleri matematiksel modelleme etkinlik tasarım prensipleri (gerçeklik prensibi, model oluşturma prensibi, öz değerlendirme prensibi, yapı değerlendirme prensibi, model genelleme prensibi, etkili prototip prensibi) temel alınarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda, öğretmen adaylarının tüm prensipleri karşılayacak nitelikte matematiksel modelleme problemi tasarlamakta güçlükler yaşadıkları tespit edilmiştir. Matematiksel modelleme tasarlama süreci öğretmen adaylarına bilmedikleri konular hakkında fikir sahibi olma, soru ve problemlere farklı bakış açıları ile bakabilme noktalarında farkındalık kazandırdığı tespit edilmiştir. Öğretmen adayları problem tasarlamanın zaman alması, matematiksel model kurma ve konu belirleme aşamalarında zorlandıklarını belirtmişlerdir.

Sorumlu Yazar : Emine Özgür Şen, Dr. Öğretim Üyesi, Yozgat Bozok Üniversitesi, Türkiye, senozgur@yahoo.com,

ORCID ID: 0000-0002-8177-0984

Atıf için: Şen, E.Ö. (2020). Öğretmen adaylarının tasarladıkları matematiksel modelleme problemleri ve tasarlama sürecine ilişkin görüşleri. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3), 1530 - 1560.

Giriş

Günümüz koşullarında matematik eğitimi, sadece matematiği bilen değil sahip olduğu matematiksel bilgiyi kullanan, uygulayan aynı zamanda problem çözme becerisine sahip bireyleri yetiştirmeyi hedeflemektedir (Soylu ve Soylu, 2006). Ortaokul matematik dersi öğretim programına baktığımızda bireyleri toplumun değişen ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde bilgiyi üreten, ürettiği bilgiyi hayatta işlevsel olarak kullanacak nitelikte yetiştirmeyi amaçlamaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Bu amaçlar doğrultusunda matematiksel bilgi ve becerilerini kullanarak karşılaştığı problemlere çözüm üretebilen, karar verme sürecinde uygun seçim ve kombinasyonlar oluşturabilen bireyler matematiği bilen ve uygun durumlarda etkili şekilde kullanabilen bireylerdir (Yavuz-Mumcu ve Baki, 2017).

Geleneksel problem çözme yaklaşımları öğrencilerin gelişimine imkân sağlayan karmaşık, dağınık, gerçek dünya verilerini keşfetme ve çözmek için gerekli olan yapı ve süreçleri sınırlandırır (Hamilton, 2007). Bu yöntemin aksine, matematiksel modelleme bireylerin zorlu ama karmaşık verileri anlamlı şekilde deneyimlemeleri için zengin fırsatlar sunar (Mousoulides ve English, 2008). Modelleme algoritma ve şematik hesaplamalardan ziyade matematik eğitiminin amaçlarını karşılamanın bir yolu olarak gösterilmektedir (Schwarz ve Kaiser, 2007). Bu bağlamda matematiksel modelleme, öğrencilerin rutin olmayan gerçek hayat problemleri üzerine yoğunlaşmalarını sağlayarak matematiksel yapılar oluşturma, geliştirme, tekrar gözden geçirme ve başka matematiksel durumlara genelledebilmelerine olanak sağlar (Doruk, 2011).

Matematiğin yanı sıra mühendislik, fen, teknoloji gibi alanlar ile de yakından ilişkili (Crouch ve Haines, 2004) olan matematiksel modelleme gerçek dünya ile matematik arasında bir köprü görevi görmektedir (Borromeo-Ferri, 2006; Lingefjärd, 2006). Lege (2003) matematiksel modellemeyi gerçek anlamdaki durumlara anlayış kazandırmak ve olayları tahmin etme için matematiksel terimlerinin kullanıldığı bir süreç olarak tanımlamaktadır. Cheng (2001) matematiksel modellemeyi sorunlara çözüm bulmak amacıyla gerçek dünya problemlerini temsil eden bir süreç olarak nitelendirmektedir. Modelleme aracılığıyla bir gerçek dünya problemi veya durumu basit ve soyut matematik problemine dönüşür (Cheng, 2001). Aynı zamanda çevremizdeki ürün ve süreçlerin nasıl kullanıldığını görmemiz için matematik ve birçok disiplini bir araya getiren disiplinler arası bir konudur (Lingefjärd, 2007).

Gerçek dünya problemini çözme çabası sırasında bireylerin geliştirdikleri ve kullandıkları süreçler matematiksel modelleme süreçleri olarak tanımlanır (Lesh ve Doerr, 2003). Modelleme doğası gereği, paylaşılabilir bir ürünü geliştirmek için öğrencilerin küçük gruplar halinde çalıştığı sosyal deneyimlerdir. Bu süreç boyunca öğrenciler problem bilgilerini yorumlama, uygun kararlar verme, hipotez, tartışma, karşı iddia sunma, önceki öğrenmeleri uygulama gibi durumlar ile karşı karşıya kalırlar (English, 2006). Mousoulides, Christou ve Sriraman (2008) modelleme süreçleri ile matematiksel yetenek arasındaki etkileşimin sürekli ve karşılıklı olduğunu ifade etmektedirler. Bu

bakımdan modelleme problemleri, bireylerin farklı yollardan matematiksel anlam gelişimini desteklemekte ve farklı öğrenme şekillerini mümkün kılmaktadır (English, 2006). Öyle ki, matematiksel modelleme, beklenen tüm sonuçlar elde edilinceye kadar tekrar eden süreci kapsar (Lesh ve Harel, 2003). Bireyler modelleme problemleri üzerine çalıştıkları ve modelleme döngüleri boyunca ilerledikçe modelleme yetenekleri şekillenir ve gelişir (Mausoulides ve diğerleri, 2008). Voskoglou (2006) bu süreçleri problemin anlaşılması, matematik olarak ifade etme, çözüm, çözümün kontrolü ve elde edilen sonuçlarının yorumlanması; Borromeo-Ferri (2006) ise problemin anlaşılması, sadeleştirme, matematik olarak ifade etme, çözüm, yorumlama ve çözümün doğruluğunu kontrol etme olarak ifade etmiştir.

Galbraith (2012) okul yaşantısı içinde matematiksel modelleme becerisinin kazanılması gerektiğini belirtmektedir. Çünkü öğrenciler model oluşturarak problem durumu ile ilgili fikir, görüş ve düşünceleri yansıtabilir ayrıca matematiksel bilgilerini kavramsallaştıracak ortamlara sahip olurlar (Şahin ve Eraslan, 2016). Zbiek ve Conner (2006) matematiksel modelleme faaliyetlerinin öğrencilerin matematiği anlama ve öğrenme motivasyonlarını olumlu etkilediğini belirtmektedirler. Ek olarak, matematiksel modelleme problemleri matematiksel kavram, matematik dili ve ispat bilgisinin yanı sıra sorgulama ve matematiksel düşünme becerilerinin gelişimini desteklemektedir (Kim ve Kim, 2010). Örneğin, Cheng (2001) matematiksel modelleme problemleri için asıl vurgunun bazen cevabı bulmaktan ziyade problem çözme süreci olduğunu dile getirmiştir. Bu nedenle, derslerinde matematiksel modellemeye zaman ayıran öğretmenler öğrencilerin matematiği öğrenmelerinde önemli rol oynarlar. Ancak, modelleme süreci hem öğrenciler hem de öğretmenler için zor bir süreçtir (Blum ve Ferri, 2009). Özellikle öğretmenler için modelleme bağlamı hakkında gerçek dünya bilgisi ve açık uçlu modellerin daha az öngörülebilir olmasından kaynaklı bazı zorluklar yaşadıkları söylenebilir (Cai ve diğerleri, 2014). Öğrenciler ise problem durumunu yanlış anlamaktan kaynaklı sıkıntılar yaşamaktadırlar. Öğrencilerin problemi matematiksel olarak ifade edebilmeleri için öncelikli olarak problem durumunu anlamaları gerekir. Çünkü bilgisinin yorumlanması, uygun miktarların seçilmesi, yeni miktarlara yol açılacak işlemlerin belirlenmesi anlamlı temsillerin yapılması ancak problem durumunun doğru anlaşılması ile gerçekleşir (Lesh ve Doerr, 2003).

Literatürde öğretmen, öğretmen adayı ve öğrencilerin matematiksel modellemeye yönelik görüş, uygulamaları ve çeşitli değişkenlere bağlı olarak etkilerinin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Deniz ve Akgün (2014) ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme yöntemi ve bu yöntemin sınıf içinde uygulanmasına yönelik görüşlerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, öğrenciler matematiksel modelleme yöntemi ile denklem ve formül kullanarak günlük hayat problemlerinin nasıl ifade edilebileceğini fark ettiklerini belirtmişlerdir. Doruk ve Umay (2011) yaptıkları çalışma modelleme etkinlikleri ile çalışan grupların günlük yaşamlarında matematik dilini kullanma düzeylerini bu etkinlikleri kullanmayanlardan yüksek olduğunu göstermiştir. Doruk (2011) çalışmasında ortaokul öğrencilerinin iletişim becerilerini destekleyen deneyimler yaşamasında

matematiksel modelleme etkinliklerinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Çiltaş ve Işık (2013) modelleme yoluyla öğretimin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, öğretmen adayları modelleme yöntemi ile öğretime olumlu baktıkları ve öğretmen olduklarında bu yöntemi kullanacakları şeklinde görüş belirtmişlerdir. Şahin ve Eraslan (2019) öğretmen adaylarından staj yaptıkları okulda matematiksel modelleme etkinlikleri uygulamalarını istemişlerdir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme hakkındaki görüşleri matematik öğrenimi, bireysel gelişim, matematiğin gerçek yaşamla ilişkisini kavrama ve akademik başarıya olumlu katkılar şeklinde kategorize edilmiştir. Yavuz-Mumcu ve Baki (2017) lise öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini araştırmışlardır. Öğrencilerin çok sık karşılaşmadıkları, alışık olmadıkları ve verilerin açıkça verilmediği problem durumlarında çok fazla zorlandıkları ayrıca matematiksel modelleme hakkında bilgi eksikliklerinden dolayı süreçte başarısız oldukları tespit edilmiştir. Duran, Doruk ve Kaplan (2016) ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme süreçlerini inceledikleri çalışmada öğretmen adaylarının matematiksel model oluşturmada güçlükler yaşadıklarını ortaya koymuştur. Erdoğan (2019) ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye yönelik özyeterlilik inançlarının istenilen seviyede olmadığı ve geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bukova-Güzel (2011) çalışmasında ortaöğretim öğretmen adaylarının oluşturdukları matematiksel modelleme problemleri ve problem çözümlerinde modelleme süreçlerini ne derece uyguladıklarını araştırmıştır. Araştırmacı çalışmanın sonucunda, öğretmen adaylarının modelleme sürecini anlamada başarılı olduklarını ancak yorumlama ve doğrulama aşamasında zorlandıklarını tespit etmiştir. Tekin-Dede ve Bukova-Güzel (2013a) matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliklerine ilişkin ön görüşleri ve tasarımlarının ardından ortaya çıkan görüşlerini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonunda öğretmenler, model oluşturma etkinlikleri öğrencilerin ilgisini çekmek ve matematik ile diğer disiplinler arasında bağlantı kurması nedeniyle derslerde kullanılabileceği yönünde görüş belirtmişlerdir. Tekin-Dede ve Bukova-Güzel (2013b) dört matematik öğretmeni tarafından hazırlanan Obezite Problemi adlı etkinliği model oluşturma etkinlik prensipleri çerçevesinde değerlendirmişlerdir. Çalışmada, öğretmenlerin gerçek yaşam durumuna uygun genellenebilir bir model oluşturmaya dikkat ettikleri tespit edilmiştir. Deniz ve Akgün (2016) matematik öğretmenlerinin matematiksel model oluşturma prensiplerine uygun etkinlikler tasarlayabilme yeterliliklerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, öğretmenler geçerlilik ve model genelleme prensiplerine uygun, öz değerlendirme prensibini kısmen sağlayan etkinlikler tasarlamışlardır. Sağıroğlu (2018) beş lise matematik öğretmenin matematiksel modelleme etkinliği oluşturma, uygulayabilme yeterliliği ve matematiksel modelleme ile ilgili görüşlerini araştırmıştır. Çalışmasının sonucunda, öğretmenler modelleme etkinliklerine alışık olmamalarından kaynaklı olarak süreç boyunca zorlandıkları ve etkinlik oluşturamadıkları tespit edilmiştir. Bu çalışmaların yanı sıra yapılan diğer çalışmalarda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerileri ve karşılaştıkları

zorlukları (Ural, 2014); matematiksel modellemeye ilişkin görüşleri (Urhan ve Dost, 2016); modelleme etkinlikleri bağlamında öğrenci hatalarına yönelik pedagojik yaklaşımlarını (Didiş, Erbaş ve Çetinkaya, 2016); matematiksel modelleme farkındalıkları (Akgün, Çiltaş, Deniz, Çiftçi ve Işık, 2013); farklı modelleme türleri bağlamında oluşturulmuş matematiksel modelleme problemlerinin çözüm basamaklarında kullandıkları gösterim şekillerini (Özaltun, Hıdıroğlu, Kula ve Bukova-Güzel, 2013) araştırılmıştır. Yurt dışında, matematik öğretmen adayı (Anhalt ve Cortez 2016; Anhalt, Cortez ve Bennett, 2018; Kaiser, Schwarz ve Tiedemann, 2010; Lingefjärd, 2006; Zbiek ve Conner, 2006), matematik öğretmeni (Lingefjärd ve Meier, 2010; Yu ve Chang, 2011) ve öğrenciler (Crouch ve Haines, 2004; Mousoulides ve diğerleri, 2008; Voskoglou, 2006) ile matematiksel modelleme üzerine çalışmalar yapmışlardır.

Matematiksel modelleme üzerine yapılan çalışmalar genellikle bir problem durumu için oluşturulan modelleme süreçlerinin değerlendirilmesi, matematiksel modellemeye yönelik görüşler ve kuramsal çerçeve üzerine odaklanmaktadır. Matematiksel modelleme etkinliği oluşturma ve tasarlama üzerine yapılan çalışmaların ise ortaöğretim matematik öğretmenleri gerçekleştirildiği görülmektedir. Yapılan bu çalışma, literatürde yapılmış olan çalışmalardan farklı olarak ilköğretim matematik öğretmen adaylarının tasarladıkları modelleme problemleri ve tasarlama sürecine ilişkin görüşlerini incelemeyi amaçlamaktadır. Blum ve Ferri (2009) matematiksel modellemenin matematik eğitiminde yoğun şekilde tartışılan ve yayılan konulardan biri olmasına rağmen sınıf uygulamaları için belirgin bir role sahip olmadığını belirtmektedirler. Kaiser ve Schwarz (2006) modelleme temelli bir matematik anlayışını teşvik etmek ve okullarda modelleme süreçlerini yürütebilmek için, öğretmen adaylarının modelleme örneklerine aşina olması gerektiğini eğer böyle bir tecrübeleri olmazsa bu tür örnekleri derslere entegre etmekte sıkıntı yaşayabileceklerini belirtmektedir. Bu çalışmada, literatürde yapılan çalışmalardan farklı olarak öğretmen adaylarından kendi yaşantılarından bir durumu matematiksel modelleme problemine dönüştürmeleri istenmiştir. Böylelikle matematiksel modelleme problemi oluşturma tecrübesini deneyimlemeleri ve bu deneyimin kendilerine nasıl bir farkındalık sağladığının tespit etmeleri amaçlanmaktadır. Bu bakımdan araştırmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu amaçla yapılan bu çalışmada, ilköğretim matematik öğretmenlerinin oluşturmuş olduğu matematiksel modelleme problemlerini değerlendirmek ve sürece ilişkin görüşlerini incelemek amaçlanmıştır.

Yöntem

Araştırma Modeli

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının tasarladıkları matematiksel modelleme problemlerini değerlendirmek amacıyla betimsel yöntem kullanılmıştır. Betimsel araştırmalar, verilen bir durumu olabildiğince tam ve dikkatli bir şekilde tanımlamak amacıyla kullanılmaktadır (Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2018).

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu İç Anadolu Bölgesinde bir devlet üniversitesinin İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı'na kayıtlı 49 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Katılımcıların seçiminde uygun durum örneklemesinden kolay ulaşılabilir örnekleme tekniği kullanılmıştır (Sönmez ve Alacapınar, 2017).

Veri Toplama Aracı ve Süreci

Bu çalışma, ilköğretim matematik öğretmenliği 2. sınıf müfredatında yer alan İlköğretimde Matematiksel Modelleme (alan içi seçmeli ders) dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın verilerini öğretmen adayları tarafından hazırlanan matematiksel modelleme problemleri ve raporları oluşturmaktadır.

Veriler 2018- 2019 eğitim öğretim yılı güz dönemi toplanmıştır. İlköğretimde matematiksel modelleme haftada 2 saat teorik olarak yürütülen bir derstir. Araştırmacı, 12 hafta boyunca matematiksel modellemenin teorik ve uygulamalı kısımları üzerinde durmuştur. Ders kapsamında matematiksel model, matematiksel modelleme, matematiksel modelleme süreci, matematiksel modelleme etkinlik tasarım prensipleri, matematiksel modelleme etkinliklerinin özellik ve yaklaşımları tartışılmıştır. Ayrıca sınıf içerisinde grup çalışması ve sınıf içi tartışma yöntemleri kullanılarak matematiksel modelleme örnekleri uygulamalı olarak çözülmüştür.

Daha sonra öğretmen adaylarından kendi belirledikleri bir konu hakkında matematiksel modelleme etkinlik tasarım prensiplerini dikkate alarak matematiksel modelleme problemi oluşturmaları istenmiştir. Oluşturacakları problem için herhangi bir konu ve sınıf seviyesi sınırlaması yapılmamıştır. Ayrıca oluşturdukları problemler için örnek bir çözüm yapmaları ve problemi oluştururken başvurdukları kaynaklar, problem durumlarının gerçek hayatla bağlantısını nasıl kurdukları ve sürece ilişkin olumlu ve zorladıkları noktalar hakkında görüşlerini içeren rapor hazırlamaları istenmiştir. Öğretmen adayları problemleri bireysel olarak hazırlamışlardır.

Veri Analizi

Araştırmanın verileri içerik analizi kullanılarak çözümlenmiştir. Öğretmen adaylarının tasarladıkları matematiksel modelleme problemleri Tekin-Dede ve Bukova-Güzel (2014) in çalışmasında yer alan matematiksel modelleme etkinlik tasarım prensipleri (gerçeklilik prensibi, model oluşturma prensibi, öz değerlendirme prensibi, yapı değerlendirme prensibi, model genelleme prensibi, etkili prototip prensibi) ölçüt alınarak analiz edilmiştir.

Tablo 1. Model oluşturma etkinlik prensipleri

Prensip	Açıklama
Gerçeklilik	Gerçek yaşamda anlamlı olabilecek durumları içermelidir. Öğrenciler kendilerinden yardım isteyen gerçek bir kişi için model oluşturmalarıdır.
Model oluşturma	Problem durumu ürün olarak bir kelime ya da sayı üretmek yerine model oluşturmalarıdır.
Öz değerlendirme	Problem durumunun çözümü öğrencilerin grup arkadaşlarıyla tartışarak karar almalarına olanak sağlamalıdır.
Yapı belgelendirme	Problem durumunun çözümü öğrencinin tüm düşüncelerini ayrıntılı olarak ifade etmesine olanak sağlamalıdır.
Model genelleme	Oluşturulan model benzer durumlara genellenebilmeli, yeniden kullanılabilir ve paylaşılabilir olmalı.
Etkili prototip	Model ileride karşılaşılabilecek durumlar için geçerliliğini korumalı ve ilk örnek (prototip) oluşturmalarıdır.

Kaynak: Tekin-Dede ve Bukova-Güzel (2014)

Analiz için derslerinde matematiksel modelleme etkinliklerini etkin olarak kullanan matematik öğretmeni ile birlikte çalışılmıştır. Öğretmen adaylarının tasarladığı problemler öncelikle matematiksel model etkinlik tasarım prensiplerine ait basamakları karşıladığı ve karşılamadığı şeklinde bireysel olarak kodlanmıştır. Güvenirlilik çalışması için “güvenirlilik=görüş birliği/ (görüş birliği + görüş ayrılığı) x 100” (Miles ve Huberman, 1994) formülüne başvurulmuştur. Aynı veri setini kodlayan uzmanlar, ortaya çıkan kodlama benzerlikleri ve farklılıkları sayısal olarak karşılaştırılarak bir kodlama yüzdesine ulaşılır. Güvenirlilik yüzdesinin en az %70 olması gerekmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). İki uzman arasındaki güvenlilik yüzdesi %89 olarak hesaplanmıştır. Görüş farklılığının olduğu noktalarda uzmanlar tartışarak tekrar değerlendirme yapmışlardır. Bu doğrultuda iki uzmanın değerlendirme sonucu %95 olarak bulunmuştur.

Araştırmanın Etik İzinleri

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Bulgular

Bu kısımda öğretmen adaylarının tasarladıkları matematiksel modelleme problemleri, bu problemleri tasarlariken yararlandıkları kaynaklar, matematiksel modelleme problemi tasarlama sürecine ilişkin olumlu ve olumsuz görüşlerinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının hepsi matematiksel modelleme problemini günlük yaşam bağlantısı ile ilişkili şekilde tasarlamışlardır. Öğretmen adaylarının %63 (f=31) inin tasarladığı matematiksel modelleme problemi gerçeklilik, model oluşturma, öz değerlendirme, yapı değerlendirme ve model genelleme prensiplerini desteklediği tespit edilmiştir. Ancak bu problemler etkili prototip olma özelliğini karşılamamaktadır. Tasarlanan bu problemler incelendiğinde öğretmen

adaylarının kendi günlük hayatlarında karşılaşılabilecek durumlara uygun problemler tasarlamışlardır ancak bu problem durumları modelin daha sonra karşılaşılabilecek durumlar için geçerliliğini koruma ve ilk olma özelliği taşımamaktadır. Öğretmen adaylarının %20 (f=10) sinin tasarladığı matematiksel modelleme problemi sadece gerçeklik prensibini karşılamaktadır. Bu problemler, matematiksel model oluşturma prensibini taşımaması nedeniyle diğer prensipleri sağlamamaktadır. Öğretmen adaylarının %17 (f=8) inin tasarladığı matematiksel modelleme probleminde eksikler olması nedeniyle gerekli prensipleri sağlamadığı tespit edilmiştir. Aşağıda çalışmaya katılan öğretmen adaylarının tasarladıkları matematiksel modelleme problemlerinden bazı örnekler verilmiştir.

Çalışmaya katılan bir öğretmen adayı ortaokul öğrencileri için uzunlukları ölçme, denklemler ve ondalık sayılarla işlemler konusuna yönelik hazırladığı “Köprüde kaç araç var?” isimli matematiksel modelleme problemini aşağıdaki şekilde tasarlamıştır.

“İstanbul Boğazında bulunan Fatih Sultan Mehmet Köprüsü’nün toplam uzunluğu 1.510 metredir. Bu köprü boyunca araç kuyruğu oluştuğunu düşünürsek köprü üzerinde bir şeritte yaklaşık kaç araç bulunur?”

Çalışmaya katılan diğer bir öğretmen adayı ise lise öğrencilerine yönelik olarak açılar ve oran-orantı konuları için hazırladığı “Güneş saati hesaplama” isimli matematiksel modelleme problemini aşağıdaki şekilde oluşturmuştur.

“Güneş ışınlarının pürüzsüz bir şekilde düştüğü bir düzlemin orta kısmına dikilen bir çubuk ile güneş ışınlarının çubuğun düzlem üzerindeki hareketine göre saat hesaplaması yapılır. Dünyanın yörüngesinin elips şeklide olması, dünyanın dönme eksenin eğik olması güneş saatinin zamanı tam ve hatasız göstermesine engel olabilir.

Bu bilgilerden yola çıkarak Ekvator da bulunan güneş saati öğlen saat 12.00 yi gösterdiği açı ile Türkiye’nin herhangi bir ilinde aynı saatte gösterdiği açı arasındaki farkı bulmaya yardımcı olacak bir model oluşturunuz.”

Beşinci sınıf öğrencileri için uzunlukları ölçme ile ilgili kazanımlara yönelik olarak “Ney seçimi” isimli matematiksel modelleme problemini hazırlayan öğretmen adayının örneği aşağıda verilmiştir.

Ney üflemek isteyen Esra Hanım kursları araştırarak kendisine en yakın ney kursuna kaydını yaptırır. Ney hakkında yeterli bilgisi olmadığından kurs öğretmeninden yardım alır. Öğretmenin Esra Hanım’a tavsiyesi çapı kalın, uzunluğu boyu ile orantılı ve sağlığı açısından başparesi kaliteli malzemenen ve ortalama fiyatta bir neyi tercih edebileceğini söylemiştir. Aşağıdaki tablo 2’yi inceleyerek Esra hanıma uygun bir ney seçiminde yardımcı olur musunuz?

Tablo 2. Ney çeşitleri ve özellikleri

Ney çeşidi	Çap	Uzunluk	Başpare	Fiyat (TL)
Manzur	0,027 m	78 cm	Ahşap	600
Kız	2,4 cm	0,7 m	Ahşap	230
Süpürge	0,22 dm	580 mm	Plastik	100
Kız	23 mm	7 dm	Manda boynuzu	250

Not: 1. Başpare neyin dudağa koyulan kısmıdır. Yapı malzemesine göre sağlığı etkilemektedir. 2. Ortalama bir bayan boyu için en uygun ney boyu 70 cm ve altıdır.

Öğretmen adaylarının tasarlamış olduğu bu matematiksel modelleme problemleri öğrencilerin gerçek hayatta karşılaşılabilecek durumları ortaya koyması nedeni ile gerçeklik prensibini sağlamaktadır. Problemlerin çözümü bir matematiksel model oluşturmaya yönelik olarak tasarlandığından model oluşturma prensibini karşılamaktadır. Bu problemlerin çözüm aşamaları öğrencilerin kendilerini değerlendirme, karar verme, düşüncelerini açıklayabilme imkânı sağlaması açısından öz değerlendirme ve yapı belgelendirme prensiplerini karşılamaktadır. Oluşturulan problemlerin sınıf seviyeleri dikkate alındığında bu problemler benzer durumlar için uygulanabilir olması ve geçerliliğini koruması nedeni ile model genelleme prensibini taşıdıkları söylenebilir. Tasarlanan bu problemler için etkili prototip prensibi için değerlendirme yapılmamıştır.

Öğretmen adaylarından matematiksel modelleme problemlerini tasarlama sürecinde başvurdukları kaynakları belirtmeleri istenmiştir. Aşağıdaki Tablo 3 öğretmen adaylarının problemleri hazırlarken başvurdukları kaynaklar hakkında bilgiler sunmaktadır.

Tablo 3. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini hazırlama aşamasında başvurduğu kaynaklar

Kodlar	f	%
İnternet	28	37
Derste işlenen örnekler	17	23
Matematiksel modelleme kitapları	10	13
Aile-arkadaş-çevre	6	8
Bir ticari işletmenin verileri	5	7
Makaleler	4	5
Matematik ders kitabı	2	3
Dergiler (otomobil, yemek vb.)	2	3
Akademisyenler	1	1
Toplam	75	100

Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının geneli matematiksel modelleme problemini tasarlama sürecinde en fazla İnternet'i (f=28, %37) kullanmıştır. İnternet dışında ilköğretimde matematiksel modelleme dersinde kullanılan örnekler (f=17, %23) ve matematiksel modelleme kitaplarını (f=10, %13) kaynak olarak kullandıkları tespit edilmiştir. Bu kaynakların yanı sıra problemini tasarlama sürecinde öğretmen adayları aile, arkadaş ve yakın çevrelerinin (f=6, %13) görüşlerine başvurdukları belirtmişlerdir. Ayrıca bir ticari işletmenin verilerini (f=5, %7) kullandıklarını belirten öğretmen adayları bulunmaktadır. Bu katılımcılar bir ticari işletmenin z-raporu, bir oyuncak mağazasının ürünlerinin özellikleri, bir lokantanın fiyat listesini problemleri

oluştururken kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, matematiksel modelleme makaleleri (f=4, %5), matematik ders kitabı (f=2, %3), çeşitli dergiler (f=2, %3) ve akademisyenler (f=1, %1) problemlerini oluşturma sürecinde başvurdukları kaynaklar arasındadır.

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemi tasarlama sürecine ilişkin olarak görüşleri olumlu ve süreç boyunca zorlandıkları noktalar olmak üzere iki başlık altında toplanmıştır. Aşağıdaki Tablo 4 öğretmen adaylarının matematiksel modelleme tasarlama sürecine ilişkin olumlu görüşleri hakkında bilgiler sunmaktadır.

Tablo 4. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemi tasarlama sürecine ilişkin olumlu görüşleri

Kodlar	f	%
Bilmedikleri konular hakkında fikir sahibi olma	12	19
Matematiğin günlük hayatla bağlantısını kurma	11	17
Günlük hayatta karşılaşılan problemleri çözmek için yardımcı olması	10	15
Soru ve problemlere farklı bakış açılarından yaklaşma	5	8
Bir probleminin farklı çözüm yollarının olabileceğini fark etme	4	6
Problemlerin farklı sonuçlarının olabileceğini fark etme	4	6
Matematiksel modelleme problemlerinin mantığını kavramak açısından yardımcı olması	4	6
Düşünme becerisini geliştirme	4	6
Bir problemin içinde farklı durumların bir arada olabileceğini fark etme	2	3
Araştırma becerisi	2	3
Matematiksel modelleme problemlerine karşı farkındalık	2	3
Kendini geliştirme	1	2
Merak duygusu	1	2
Hayal gücü	1	2
Yaraticılık	1	2
Toplam	64	100

Öğretmen adayları matematiksel modelleme problemi tasarlama sürecinin kendilerine sağladığı en büyük avantajı bilmedikleri konular hakkında bilgi edinmelerine (f=12, %19) fırsat sunması olduğunu belirtmişlerdir. Matematiğin günlük hayatla bağlantısı (f=11, %17) ve günlük hayatta karşılaştıkları problemleri çözebilme konusunda yardımcı (f=10, %15) olmak açısından matematiksel modelleme problemlerinin önemine değinmişlerdir. Öğretmen adayları matematiksel modelleme problemlerinin matematiksel soru ve problemler farklı bakış açıları (f=5, %8) ile bakmalarını sağladığı aynı zamanda bir problemin farklı çözüm yolları (f=4, %6) ve farklı sonuçlarının (f=4, %6) olabileceği konusunda farkındalıklarını geliştirdiğini belirtmişlerdir. Bazı öğretmen adayları ise kendi problemlerini tasarlamanın matematiksel modelleme mantığını kavramaya (f=4, %6) yardımcı olduğuna değinmiştir. Ayrıca, düşünme becerisi (f=4, %6), araştırma becerisi (f=2, %3), merak duygusu (f=1, %2), hayal gücü (f=1, %2) ve yaratıcılıklarının (f=1, %2) gelişmesine katkı sağladığını belirtmişlerdir. Bazı öğretmen adayları ise bu sürecin matematiksel modellemeye olan farkındalıklarını artırdığından (f=2, %3) bahsetmişlerdir.

Matematiksel modelleme problemi tasarlama sürecinin araştırma becerisi gelişimine katkısı olduğunu belirten öğretmen adayları araştırma yapmanın kendilerinde hissettirdiği olumlu

duygulara değinmiştir. Öğretmen adaylarından biri matematiksel modelleme problemini oluşturmak için farklı denemeler yaptığını belirtmiştir. Problem oluşturma ve problem için uygun çözüm geliştirme aşmalarının matematiksel modelleme problemlerinin amacını anlamak açısından yararlı olduğuna değinmiştir. Öğretmen adaylarından biri ise *“Derste yapılan uygulamalarda neden bu problemler ile uğraşmak zorundayız diye düşünüyordum. Bu tür sorular sınavlarda çıkmıyor. Gereksiz yere zaman harcıyoruz şeklide düşünüyordum. Problem yazmak matematiksel modellemenin mantığını kavramama yardımcı oldu.”* şeklindeki ifadeleri ile sürecin kendisinde yarattığı farkındalığa değinmiştir.

“Hangi kreşi seçmeli?” şeklinde bir matematiksel modelleme problemi hazırlayan öğretmen adayı görüşünü *“Gerçek hayatta bazı konularda seçimler yapmak zorunda kalıyoruz. Bu seçimleri bir matematiksel modelleme problemi çözer gibi çözebiliriz. Konu ile ilgili olasılıkları belirleyerek her birine bir puan karşılık getirerek karar verebiliriz.”* şeklinde ifade ile matematiksel modelleme problemlerini çözmek için kullanılan yöntemleri seçim yapmak zorunda kaldığımız durumlara uyarlayabileceğimize değinmiştir. Bir öğretmen adayı, basit seçimler yaparken bile farkında olmadan matematiksel işlemler kullanıldığını matematiksel modelleme problemleri ile fark ettiğini ifade etmiştir.

Öğretmen adaylarından ikisi ise matematiksel modelleme problemi oluştururken problem çözmenin ne kadar önemli olduğunu ve öğrencilerin kendilerini çok fazla geliştirebileceklerini fark etmelerine olanak sağladığını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarından biri bu konudaki görüşünü *“Bu problemler gerçek hayat problemlerini matematik dili ile ifade etmeyi, karmaşık sistem ve yapıları düzenleme ve çözümlenme ayrıca zihinsel olarak gelişmemize yardım olduğunu düşünüyorum.”* şeklinde belirtmiştir.

Öğretmen adayları matematiksel modelleme problemini tasarlama sürecinde karşılaştıkları zorluklar hakkında da görüşler belirtmişlerdir. Aşağıdaki Tablo 5 öğretmen adaylarının matematiksel modelleme tasarlama sürecinde karşılaştıkları zorluklar hakkında bilgiler sunmaktadır.

Tablo 5. Öğretmen adaylarının matematiksel model tasarlama sürecinin zorluklarına ilişkin görüşleri

Kodlar	f	%
Çok fazla zaman alması	17	29
Matematiksel modeli kurma	12	20
Matematiksel modelleme problemini oluşturma	11	19
Araştırma yapmak	5	8
Kaynak yetersizliği	4	7
Oluşturduğu problemi sadeleştirme süreci	4	7
Problem konusu belirleme	3	5
Matematiksel modelleme çözüm aşamalarını sağlama	2	3
Sınıf seviyesini ayarlama	1	2
Toplam	59	100

Öğretmen adayları matematiksel modelleme problemi tasarlama sürecinin en olumsuz yönünün çok fazla zaman alması (f=17, %29) olduğunu belirtmişlerdir. Tasarladıkları problem için matematiksel model kurma (f=12, %20) ve matematiksel modelleme problemini oluşturma (f=11, %19) aşamalarında zorlandıklarına değinmişlerdir. Bazı öğretmen adayları ise geniş bir araştırma alanı içeren problemler için verileri nasıl düzenlemeleri gerektiği konusundaki belirsizlikten dolayı

araştırma yapmakta (f=5, %8) zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Bazı öğretmen adayları (f=4, %7) oluşturdukları problemler çok uzun olduğundan problemi sade ve anlaşılır şekilde düzenleme aşamasında zorlandıklarını belirtmişlerdir. Örneğin fiyat listelerine ihtiyaç duyulan problemler için farklı fiyat listelerinin olması ve bunlar arasından nasıl seçim yapmaları gerektiğini belirlemek konusunda yaşadıkları zorluklardan bahsetmişlerdir. Ayrıca, öğretmen adayları matematiksel modelleme sürecine ilişkin olarak problem konusu belirleme (f=3, %5), matematiksel modelleme problemi çözüm aşamalarını sağlama (f=2, %3) ve problemin sınıf seviyesine uygunluğunu ayarlama (f=1, %2) aşamalarında zorlandıklarını belirtmişlerdir.

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu çalışmada ilköğretim matematik öğretmen adaylarının tasarladıkları matematiksel modelleme problemi ve sürece ilişkin görüşleri araştırılmıştır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının tasarladıkları matematiksel modelleme problemleri, problemleri tasarlarken başvurdukları kaynaklar ve sürecine ilişkin görüşleri incelenmiştir.

Öğretmen adayları tasarladıkları matematiksel modelleme problemlerinde kendi günlük yaşamlarında karşılaşılabilecek problem durumlarına yer vermişlerdir. Bu bakımdan öğretmen adaylarının tasarladıkları matematiksel modelleme problemleri incelendiğine gerçeklik prensibini sağladıkları tespit edilmiştir. Ancak, bazı öğretmen adaylarının tasarladıkları matematiksel problemlerde model oluşturma prensibini yerine getirmediği tespit edilmiştir. Model oluşturma prensibinde problem durumu için bir sayı üretmek yerine matematiksel bir model oluşturulması beklenmektedir (Tekin-Dede ve Bukova-Güzel, 2014). Bu öğretmen adayları problemlerini matematiksel model oluşturmak yerine bir sayı üretmeye yönelik hazırlamışlardır. Bu bakımdan öğretmen adaylarının matematiksel model kurma konusunda bazı eksiklerinin olduğu söylenebilir. Ural (2014) öğretmen adaylarının matematiksel model üretmekte zorlandığını söylemektedir. Bunun sebebini ise öğrencilerin rutin ve matematiksel olarak hazır verilen problemlere alışık olması, gerçek yaşam durumlarına matematiksel olarak nasıl bakmaları gerektiği ve bilgiyi transfer etme becerilerinin gelişmemiş olmasından kaynaklı olabileceğini ifade etmiştir. Sonuç olarak, matematiksel modelleme problemlerinin temel aşamalarından biri olan model oluşturma prensibi hakkında öğretmen adaylarının çok yönlü düşünme becerilerinde eksiklikler olduğu söylenebilir. Öğretmen adaylarının tasarladığı problemler için etkili prototip olma özelliği ile ilgili değerlendirme yapılmamıştır. Matematik öğretmenleri ile modelleme etkinlik tasarlama üzerine yapılan diğer çalışmada da etkili prototip prensibi için değerlendirme yapmadıklarını tespit edilmiştir (Tekin-Dede ve Bukova-Güzel, 2013b; Deniz ve Akgün, 2016; Yu ve Chang, 2011). Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinlikleri için gerekli olan bu prensipleri tam olarak karşılayamamaları normal karşılanabilir. Çünkü, deneyim ve tecrübe gibi faktörlerin bu tür problemler oluşturmak için önemli olduğu söylenebilir. Bu nedenle, öğretmen adaylarının yeterli eğitimlik deneyimi olmadığı

düşünüldüğünde matematiksel modelleme problemlerinde eksikliklerin olması normal karşılanabilir. Deniz ve Akgün (2016) matematiksel modelleme prensiplerine uygun etkinlikleri hazırlayabilmek için tecrübe ve yeterince araştırma yapmanın önemli olduğunu vurgulamaktadırlar. English (2006) öğrencilerin matematiksel durumları farklı şekilde yorumlama ve bu durumlar ile ilgili anlayışlarını akranlarına anlamlı şekilde aktarabilmelerine teşvik eden deneyimlerin verilmesinin zorunlu olduğunu belirtmektedir. Cai ve diğerleri (2014) ise öğretmen adaylarının modelleme konusunda bilgi ve anlayışlarının gelişimi için matematiksel modellemeyi deneyimlemeleri gerektiğini ifade etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemi tasarlama sürecinde en fazla başvurdukları kaynak İnternet olmuştur. Günümüzde teknolojinin geniş kullanım alanından dolayı bu sonucun elde edildiği söylenebilir. Ayrıca aile, arkadaş, akademisyen, yakın çevre gibi farklı kişilerin görüşlerini de almayı tercih ettikleri görülmektedir. Doruk (2011) matematiksel modelleme etkinlikleri sosyal çevre ile ilgili bağlamları içermesi nedeniyle öğrencilerin fikirlerini tartışma, yakın ve uzak kişilerle iletişim kurmalarında önemli rol oynadığını belirtmektedir. Ayrıca bu süreçte dergi, makale, kitap gibi kaynaklara başvurdukları tespit edilmiştir. Bu bakımdan, yapılan bu tür çalışmalar öğrencilerin araştırma sorgulama becerilerine katkı sunmak açısından faydalı olduğu söylenebilir.

Yapılan bu çalışmanın sonucunda elde edilen diğer bir bulgu, öğretmen adaylarının matematiksel modellemenin matematiğin günlük hayatla bağlantısını kurma ve günlük hayatta karşılaşılan problem durumlarına çözüm üretmek için yararlanılabilecek bir yöntem olduğunu görmelerine imkân sağlamış olmasıdır. Benzer sonuçlar literatürde yer almaktadır. Örneğin; Urhan ve Dost (2016), öğretmenlerin modelleme etkinliklerinin matematik konuları arasındaki ilişkileri anlama ve matematiğin günlük hayatla ilişkilendirmeye önemli katkılar sunduğu görüşünde olduklarını belirtmişlerdir. Deniz ve Akgün (2014), matematiksel modelleme etkinlikleri sayesinde öğrencilerin matematiğin günlük hayatta nasıl kullanıldığını görebilmekte ve matematiğin günlük hayattaki kullanışlılığına dair görüşlerini etkilediğini tespit etmiştir. Yu ve Chang (2011) öğretmenlere dokuz hafta modelle ile ilgili eğitim vermiştir. Eğitim sürecinin sonunda öğretmenlerin modellemenin gerçek yaşamla ilişkisini fark etmek ve problem çözme yeteneklerini geliştirmek açısından faydalı olduğuna ancak matematik derslerinde kullanılmasının önünde bazı engeller olabileceğine inandıklarını tespit etmiştir. Bu görüşlerden farklı olarak, Crouch ve Hainse (2004) öğrencilerin matematik dünyası ile gerçek dünyayı birbirine bağlama konusunda zayıf olduklarını dolayısı ile öğrencilerin matematik ve gerçek dünya arasındaki bağlantıları kurmalarını destekleyecek deneyimlere ihtiyaç olduğunu belirtmektedir. Anhalt ve Cortez (2016) 11 öğretmen adayı ile yapmış olduğu deneysel çalışmanın sonucunda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecini anlamak yönünde ilerleme kaydetmelerine rağmen gerçek hayat bağlamı arasındaki bağlantıları kurabilmeleri için zamanın gerekli olduğunu söylemektedirler.

Matematiksel modelleme problemi tasarlama süreci, öğretmen adaylarının bilmedikleri konular hakkında araştırma yapma, elde ettikleri verileri düzenleme, düşünme becerisi, yaratıcılık, hayal gücü, kendini geliştirme, merak duygusu gibi becerilerinin gelişimine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca problemlerinin farklı çözüm yollarının olabileceği ve bir problemin birden fazla sonucunun olabileceği konusunda fikir sahibi olmalarına imkân sağlamıştır. Benzer şekilde, Özdemir ve Işık (2015) matematiksel modelleme etkinliklerinin olay ve durumlar karşısında akıl yürütme, yaratıcılık becerisi ve matematik bilgilerini içselleştirmede yardımcı olduğunu belirtmektedir.

Yavuz-Mumcu ve Baki (2017) yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin matematiksel modellemenin anlamına ilişkin bilgi eksiklerinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yapılan bu çalışmanın öğretmen adaylarının kendi matematiksel modelleme problemlerini tasarlamaları matematiksel modelleme kavramını anlamalarına fırsat sağlaması açısından yardımcı olduğu söylenebilir. Deniz ve Akgün (2014), okullarda öğrencilerin etkili bir şekilde matematiksel modelleme yöntemi içeren etkinlikler ile karşılaşabilmeleri için sınıf içerisinde etkili bir şekilde uygulayabilen öğretmenlere ihtiyaç olduğunu ifade etmektedirler.

Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının çoğunun matematiksel modelleme problemi tasarlama süreci için fazla zaman harcadıkları ayrıca problem oluşturma, problem için matematiksel model kurma, problem konusu belirleme, problem tasarlama aşamalarında zorlandıkları tespit edilmiştir. Lingefjård (2007) matematiksel modelleme dersinin tasarlanması ve uygulanmasının zor bir iş olduğunu söylemektedir. Çünkü matematiksel modelleme öğretme ve değerlendirme prosedürleri yanı sıra çeşitli problem ve konuların üstesinden gelebilmeyi gerektirmektedir. Yapılan bu çalışmada öğretmen adaylarının matematiksel modelleme tasarlama sürecinde zorlandıklarını göstermektedir. Duran ve diğerleri (2016) öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini çözme sürecinde zorlandıklarını tespit etmiştir. Akgün ve diğerleri (2013), matematiksel modelleme etkinliklerinin zaman alması, sınıf ortamında uygulanması, dersleri karmaşık hale getirmesi nedeni ile öğretmenlerin; Yavuz-Mumcu ve Baki (2017) matematiksel bilgi eksikliklerinden kaynaklı olarak öğrencilerin zorlandıklarını tespit etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının kendi matematiksel modelleme problemlerini oluşturma ile ilgili deneyimler yaşamlarının önemli olduğu düşünülmektedir. Matematiksel modelleme problemlerini tasarlama sürecinde yaşadıkları olumlu ve olumsuz durumlar öğretmen adaylarının meslek yaşamlarına başladıklarında tecrübe olarak kendilerine fayda sağlayacaktır. Ayrıca öğretmen adaylarının matematiğin günlük yaşamda nasıl kullanıldığı hakkında farkındalıklarını artması açısından bu tür uygulamaların yapılmasının önemli olduğu söylenebilir.



<http://kefad.ahievran.edu.tr>

Ahi Evran University Journal of Kırşehir Education Faculty

ISSN: 2147 – 1037

ENGLISH VERSION

Introduction

In today's conditions, mathematics education aims to educate individuals who not only know mathematics, but also have the ability to use their mathematical knowledge and solve problems (Soylu and Soyly, 2006). When looking at the middle school mathematics curriculum, it can be seen that it intends to raise individuals so that they can produce information to meet the changing needs of society and use that information functionally in life (Ministry of National Education [MoNE], 2018). For these purposes, individuals who can produce solutions to the problems they face using their mathematical knowledge and skills, and come up with appropriate choices and combinations in the decision-making process, are those who know mathematics and can use it effectively in appropriate situations (Yavuz-Mumcu and Baki, 2017).

Traditional problem-solving approaches limit the structures and processes necessary to explore and solve complex, dispersed, real-world data that enable students to develop (Hamilton, 2007). In contrast to these approaches, mathematical modeling offers rich opportunities for individuals to experience challenging, but complex data in a meaningful way (Mousoulides and English, 2008). Modeling is presented as a way to meet the objectives of mathematics education rather than as algorithms and schematic calculations (Schwarz and Kaiser, 2007). In this context, mathematical modeling allows students to focus on non-routine real-life problems, and create, develop, and revise mathematical structures, and generalize them into other mathematical situations (Doruk, 2011).

Mathematical modeling is closely related to fields such as engineering, science, and technology (Crouch and Haines, 2004), and serves as a bridge between the real world and mathematics (Borromeo-Ferri, 2006; Lingefjärd, 2006). Lege (2003) described mathematical modeling as a process in which mathematical terms are used to make sense of situations in real terms and predict events. Cheng (2001) described mathematical modeling as a process in which real-world problems are represented to find solutions to problems. Through modeling, a real-world problem or situation turns into a simple and abstract mathematical problem (Cheng, 2001). It is also an

interdisciplinary topic that combines mathematics and many disciplines to see how products and processes around us are used (Lingefjård, 2007).

The processes developed and used by individuals in an effort to solve real-world problems are defined as mathematical modeling processes (Lesh and Doerr, 2003). Modeling, by its nature, consists of social experiences in which students work in small groups to develop a product that can be shared. During this process, students are faced with situations such as interpreting the problem information, making appropriate decisions, providing hypothesis, discussions, and counterclaims, and applying their previous learning (English, 2006). Mousoulides et al. (2008) stated that the interaction between modeling processes and mathematical ability is continuous and mutual. In this regard, modeling problems support the development of mathematical meaning for individuals in different ways and enable different forms of learning (English, 2006). Thus, mathematical modeling covers a process that is repeated until all of the expected results are obtained (Lesh and Harel, 2003). As individuals work on modeling problems and make progress through modeling cycles, their modeling capabilities are formed and developed (Mausoulides et al., 2008). Voskoglou (2006) referred to these processes as understanding the problem, expressing it in mathematical terms, solving it, verifying the solution, and interpreting the results, whereas Borromeo-Ferri (2006) described them as understanding the problem, simplifying it, expressing it in mathematical terms, solving it, interpreting it, and verifying the solution.

Galbraith (2012) argued that mathematical modeling skills must be acquired at school. This is because students can create models to reflect their ideas, opinions, and thoughts regarding the problem situation and have environments to conceptualize their mathematical knowledge (Şahin and Eraslan, 2016). Zbiek and Conner (2006) stated that mathematical modeling activities positively affect the motivation that students have toward understanding and learning mathematics. In addition, mathematical modeling problems support the development of mathematical concepts, knowledge of mathematical language and proof, as well as inquiry and mathematical thinking skills (Kim and Kim, 2010). For example, Cheng (2001) expressed that the chief emphasis for mathematical modeling problems is sometimes placed on the process of solving problems rather than finding the answer. Therefore, the teachers who spend time on mathematical modeling in their lessons play an important role in students learning mathematics. However, the modeling process is a difficult procedure for both the students and teachers (Blum and Ferri, 2009). For teachers, it can be said that they experience some difficulties due to real-world knowledge of the modeling context and less predictable nature of open-ended models (Cai et al., 2014). Students, on the contrary, may experience troubles due to misunderstanding of the problem situation. Students must first understand the problem situation to express the problem mathematically. This is because a correct understanding of the problem is essential for interpreting the information, selecting the appropriate amounts, determining the

operations that can lead to new amounts, and making meaningful representations (Lesh and Doerr, 2003).

In the literature, there are studies on the views and practices of teachers, pre-service teachers, and students regarding mathematical modeling, as well as various effects that depend on numerous variables. Deniz and Akgün (2014) examined the mathematical modeling method and its application within the classroom. In their study, the students stated that they realized how to express daily life problems with equations and formulas using the mathematical modeling method. Doruk and Umay (2011) demonstrated that the level of mathematical language usage in daily life was higher in groups who worked with modeling activities than in those who did not. Doruk (2011) found that mathematical modeling activities were effective in ensuring that secondary school students had experiences that supported their communication skills. Çiltaş and Işık (2013) investigated the effect of teaching through modeling on the mathematical modeling skills of primary education pre-service mathematics teachers. In their study, the pre-service teachers indicated that they looked positively at teaching using the modeling method and that they would use this method when they became teachers. Şahin and Eraslan (2019) asked the pre-service teachers to implement mathematical modeling activities at their internship school. In their study, the views of pre-service teachers on mathematical modeling were categorized as mathematics learning, personal development, understanding the relationship between mathematics and real life, and positive contributions to academic achievement. Yavuz-Mumcu and Baki (2017) studied mathematical modeling skills of high-school students. They found that the students experienced great difficulty with problem situations that they did not encounter frequently or to which they were not accustomed to, and when the data were not clearly presented, they failed due to the lack of knowledge on mathematical modeling. Duran et al. (2016) examined the mathematical modeling processes of primary education pre-service mathematics teachers and revealed that the pre-service teachers faced difficulties in creating mathematical models. Erdoğan (2019) emphasized that the beliefs of self-efficacy in mathematical modeling of primary education pre-service mathematics teachers were not at the desired level and should be developed. Bukova-Güzel (2011) examined the mathematical modeling problems developed by secondary education pre-service teachers and the extent to which they applied modeling processes in problem solutions, and found that pre-service teachers were successful in understanding the modeling process, but had difficulty in interpreting and verifying processes. Tekin-Dede and Bukova-Güzel (2013a) evaluated the views of mathematics teachers regarding model-eliciting activities as well as their views that came after their designs. At the end of the study, the teachers suggested that model-eliciting activities could be used in lessons to attract the attention of students and establish connections between mathematics and other disciplines. Tekin-Dede and Bukova-Güzel (2013b) assessed the activity called the Obesity Problem, prepared by four mathematics teachers, within the framework of the model-eliciting activity principles. They found that teachers paid attention to

creating a generalizable model suitable for real-life situations. Deniz and Akgün (2016) examined the competence of mathematics teachers for designing activities in accordance with the model-eliciting principles. In their study, the teachers designed activities that satisfied the validity, model shareability, and reusability principles and partially satisfied the principle of self-assessment. Sağıroğlu (2018) investigated the views of five high-school mathematics teachers on the ability to create and implement mathematical modeling activities and mathematical modeling. It was found that the teachers had difficulty throughout the process and failed to create activities, as they were not accustomed to the modeling activities. In addition to these studies, the mathematical modeling skills of pre-service teachers and the challenges they faced (Ural, 2014), their views on mathematical modeling (Urhan and Dost, 2016), pedagogical approaches to student errors in the context of modeling activities (Didiş et al, 2016), awareness of mathematical modeling (Akgün, Çiltaş et al, 2013), and representation patterns that they used in the solution steps of mathematical modeling problems created in the context of different types of modeling (Özaltun et al, 2013) were investigated as well. Studies were also conducted abroad on mathematical modeling with pre-service mathematics teachers (Anhalt ve Cortez 2016; Anhalt et.all, 2018; Kaiser, Schwarz ve Tiedemann, 2010; Lingefjärd, 2006; Zbiek ve Conner, 2006), mathematics teachers (Lingefjärd and Meier, 2010; Yu and Chang, 2011), and students (Crouch and Haines, 2004; Voskoglou, 2006; Mousoulides et al., 2008).

Studies on mathematical modeling usually focus on the evaluation of modeling processes created for a problem situation, views on mathematical modeling, and theoretical framework. Studies on creating and designing mathematical modeling activity were conducted with secondary education mathematics teachers. Unlike the studies in the literature, the present study aimed to examine the modeling problems designed by primary education pre-service mathematics teachers and their views on the design process. Blum and Ferri (2009) argued that although mathematical modeling is one of the topics widely discussed and scaled up in mathematics education, it does not have a prominent role in classroom applications. Kaiser and Schward (2006) indicated that pre-service teachers must be familiar with modeling examples to promote a modeling-centered understanding of mathematics and conduct modeling processes at schools, adding that if they do not have such experiences, they may have trouble integrating such examples into the courses. Unlike studies conducted in the literature, in the present study, the pre-service teachers were asked to transform a situation from their own lives into a mathematical modeling problem. In this way, they were ensured to have the mathematical modeling problem creation experience and determine what awareness this experience gave to them. In this regard, it is believed that the present study will contribute to the literature. In the present study, it was intended to evaluate mathematical modeling problems created by primary education pre-service mathematics teachers and examine their views on the process.

Method

Research Model

The descriptive method was used to evaluate the mathematical modeling problems designed by primary education pre-service mathematics teachers. Descriptive research was used to describe the given situations as fully and carefully as possible (Büyüköztürk et al., 2018).

Study Group

The study group consisted of 49 pre-service teachers enrolled in the primary education mathematics teaching undergraduate program of a state university in the central Anatolia region of Turkey. The convenience sampling technique was used in the selection of the participants (Sönmez and Alacapınar, 2017).

Data Collection Tools and Process

This study was conducted within the scope of the Mathematical Modeling in Primary Education course (area elective) in the second-grade curriculum of the primary education mathematics teaching program. The data of the study comprised mathematical modeling problems and reports prepared by teacher candidates.

The data were collected in the fall semester of the 2018–2019 academic year. Mathematical modeling in primary education is a theoretical course that is conducted 2 h a week. For 12 weeks, the researcher focused on the theoretical and practical parts of mathematical modeling. During the course, a mathematical model, mathematical modeling, mathematical modeling process, activity design principles, and the features of mathematical modeling activities and approaches were discussed. In addition, practical examples of mathematical modeling were solved using group work and in-class discussion methods in the classroom.

The pre-service teachers were then asked to create a mathematical modeling problem on a subject that they selected by taking into account the principles of designing mathematical modeling activities. There were no limitations on the subjects and grade levels for the problem they would create. In addition, they were told to make a sample solution for the problems that they created and prepare a report describing the resources that they referred to while creating the problem, and how they connected problem situations to real life as well as positive points and challenges regarding the process. The pre-service teachers prepared the problems individually.

Data Analysis

The data of the study were analyzed using content analysis. The mathematical modeling problems designed by the pre-service teachers were evaluated based on the principles of designing mathematical modeling activities described by Tekin-Dede and Bukova-Güzel (2014), comprising the

model construction principle, self-assessment principle, model documentation principle, model shareability and reusability principle, and effective prototype principle.

Table 1. *Model creation activity principles*

Principle	Explanation
Reality	It should include situations that can be meaningful in real life. Students should create a model for a real person who asks for help from them.
Model construction	The problem situation should create a model instead of producing a word or number as a product.
Self-assessment	The solution to the problem situation should enable students to make decisions by discussing with their group members.
Model documentation	The solution to the problem situation should allow the students to express all of their thoughts in detail.
Model shareability and reusability	The model created should be generalized to similar situations, and it should be reusable and shareable.
Effective prototype	The model must be valid for future situations and create the first instance (prototype).

Source: Tekin-Dede and Bukova-Güzel (2014)

For analysis, a cooperative effort was made with a mathematical teacher who effectively used mathematical modeling activities in his/her lessons. The problems designed by the pre-service teachers were first coded individually to show whether they satisfied the mathematical modeling activity design principles. The reliability of the study was calculated using the formula: $\text{reliability} = \frac{\text{agreement}}{\text{agreement} + \text{disagreement}} \times 100$ (Miles and Huberman, 1994). The experts encoded the same data set to compare the resulting encoding similarities and differences numerically to obtain a percentage of encoding. The reliability percentage had to be at least 70% (Yıldırım and Şimşek, 2011). The reliability percentage between the two experts was calculated as 89%. The experts discussed and reevaluated the points of disagreement. In this respect, the result of the evaluation by the two experts was found to be 95%.

Research Ethical Permission

In this study, all rules stated to be followed within the scope of "Directive of Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics" were followed. None of the actions specified under the second section of the Directive "Scientific Research and Publication Ethics Actions" have been carried out.

Findings

In this section, the findings related to the mathematical modeling problems designed by the pre-service teachers, the resources they used while designing these problems, and their positive and negative views regarding the mathematical modeling problem design process were presented.

All of the pre-service teachers who participated in the study designed their mathematical modeling problems in relation to everyday life. The mathematical modeling problems designed by 63% ($f=31$) of the pre-service teachers complied with the principles of reality, model construction, self-

assessment, model documentation, and model shareability and reusability. However, these problems failed to satisfy the principle of an effective prototype. When these problems were examined, it was found that the pre-service teachers designed the appropriate problems they may encounter in their daily lives; however, these problem situations failed to be valid prototypes for future cases. The mathematical modeling problems designed by 20% (f=10) of the pre-service teachers solely satisfied the principle of reality; however, these problems failed to satisfy other principles because they did not meet the principle of the model construction. It was found that the mathematical modeling problems designed by 17% (f=8) of the pre-service teachers did not satisfy the necessary principles due to their deficiencies. Below are some examples of the mathematical modeling problems designed by the participating pre-service teachers.

A pre-service teacher who participated in the study designed the following mathematical modeling problem entitled “How many vehicles are there on the bridge?” for secondary school students on the topic of measuring lengths, equations, and operations with decimal numbers:

“The total length of the Fatih Sultan Mehmet Bridge over the Bosphorus is 1510 m. Considering that the vehicles formed a tailback along this bridge, how many vehicles are there in a lane on the bridge?”

Another pre-service teacher who participated in the study formulated a mathematical modeling problem entitled “Sundial calculation” for high-school students on the topic of angles, ratios, and proportions, as follows:

“Calculation of the time is carried out according to the movement of the sun’s rays on the plane with a bar planted in the middle of a plane on which the sun’s rays fall smoothly. The elliptical shape of Earth’s orbit and the tilting axis of the Earth’s rotation may prevent the sundial from showing time fully and accurately.

Based on this information, create a model for calculating the difference between the angle shown on a sundial at 12.00 at noon in Ecuador and the angle shown at the same time in any province of Turkey”.

Below is an example of a pre-service teacher who designed a mathematical modeling problem called “Choosing a reed flute” on the subject of measuring lengths for fifth graders:

“Esra wants to play a reed flute and enrolls in the nearest course. She does not have enough knowledge of characteristics of a good reed flute, so she gets help from the course teacher. The teacher’s advice to Esra was that she could choose a reed flute with a thick diameter, length proportional to her height, and a mouthpiece of quality material for her health, and which sells at an average price. Can you help Esra choose a suitable reed flute for herself by examining Table 2 below?”

Table 2. *Types and features of reed flutes*

Type	Diameter	Length	Mouthpiece	Price (TL)
Manzur	0.027 m	78 cm	Wooden	600
Kız	2,4 cm	0.7 m	Wooden	230
Süpürde	0.22 dm	580 mm	Plastic	100
Kız	23 mm	7 dm	Buffalo horn	250

Note: 1. The mouthpiece is the part of a reed flute where the lip rests. Its material may affect health. 2. For an average female height, the most suitable reed flute length is 70 cm and below.

These mathematical modeling problems designed by the pre-service teachers satisfied the principle of reality, as they described the situation that students may face in real life. The solution of the problems was designed to create a mathematical model that satisfied the principle of model construction. As the solution stages of these problems provided students with the opportunity to evaluate themselves, make decisions, and explain their thoughts, the principles of self-assessment and model documentation were met. Given the grade levels of the problems created, these problems were applicable to similar situations and remained valid, and it can be said that they satisfied the principle of model shareability and reusability. For these problems, the effective prototype principle was not evaluated.

The pre-service teachers were asked to specify the resources that they used in the process of designing mathematical modeling problems. Table 3 below presents the resources used by the pre-service teachers while preparing the problems.

Table 3. *Resources used by pre-service teachers in preparing mathematical modeling problems*

Codes	f	%
Internet	28	37
Examples covered in the course	17	23
Mathematical modeling books	10	13
Family, friends, and close circles	6	8
Data of a business entity	5	7
Articles	4	5
Mathematics textbook	2	3
Magazines (cars, food, etc.)	2	3
Academics	1	1
Total	75	100

In the process of designing mathematical modeling problems, most of the pre-service teachers who participated in the study used the Internet ($f=28$, 37%). They also used examples ($f=17$, 23%) and mathematical modeling books ($f=10$, 13%) used in primary education. In addition to these resources, the pre-service teachers stated that in the process of designing their problems, they resorted to the views of their families, friends, and close circles ($f=6$, 8%). Additionally, there were pre-service teachers who indicated that they used the data ($f=5$, 7%) of a business entity. These participants stated that they used the z reading of a commercial enterprise, the characteristics of the products of a toy store, and the price list of a restaurant while creating problems. Furthermore, mathematical modeling

articles (f=4, 5%), mathematical textbooks (f=2, 3%), various magazines (f=2, 3%), and academics (f=1, 1%) were used.

The views of the primary education pre-service mathematics teachers on the process of designing mathematical modeling problems were grouped as positive views and challenging points during the process. Table 4 below presents the information about the positive views of the pre-service teachers on designing the mathematical modeling.

Table 4. *Positive views of pre-service teachers on mathematical modeling problem design process*

Codes	f	%
Having an opportunity to learn about the topics they do not know	12	19
Establishing the connection of mathematics with everyday life	11	17
Helping to solve the problems encountered in everyday life	10	15
Approaching questions and problems from different perspectives	5	8
Realizing that there may be different solutions to a problem	4	6
Realizing that the problems may have different results	4	6
Helping to understand the logic of mathematical modeling problems	4	6
Developing thinking skills	4	6
Realizing that different situations can co-exist in a problem	2	3
Research skills	2	3
Awareness of mathematical modeling problems	2	3
Self-improvement	1	2
A sense of curiosity	1	2
Imagination	1	2
Creativity	1	2
Total	64	100

The pre-service teachers stated that the primary advantage of the mathematical modeling problem design process was that it provided them with the opportunity to learn about topics that they did not know about (f=12, 19%). They mentioned the importance of mathematical modeling problems in terms of the connection of mathematics with daily life (f=11, 17%) and its ability to resolve everyday life problems (f=10, 15%). The pre-service teachers reported that mathematical modeling problems allowed them to look at mathematical questions and problems from different perspectives (f=5, 8%), as well as realize that there may be different solutions to a problem (f=4, 6%) and different results for a problem (f=4, 6%). Some pre-service teachers mentioned that designing their own problems helped them to understand the logic of mathematical modeling (f=4, 6%). They also stated that it contributed to the development of their thinking skills (f=4, 6%), research skills (f=2, 3%), sense of curiosity (f=1, 2%), imagination (f=1, 2%), and creativity (f=1, 2%). A few of the pre-service teachers mentioned that this process increased their awareness of mathematical modeling (f=2, 3%).

The pre-service teachers who stated that the process of designing mathematical modeling problem contributed to the development of their research skills addressed the positive emotions that they felt while doing research. One of the pre-service teachers expressed that he/she performed different experiments to formulate the mathematical modeling problem. He/she maintained that the stages of formulating a problem and finding appropriate solutions for the problem were useful in

understanding the purpose of the mathematical modeling problems. One pre-service teacher described the awareness he/she developed during the process by saying, “I was thinking about why we had to deal with these problems in the course practices. Exams would not have questions like these. I was thinking that we were wasting time. Designing problems helped me understand the logic of mathematical modeling”.

One of the pre-service teachers, who developed a mathematical modeling problem entitled “Which nursery to choose?” expressed his/her view as follows: “We have to make choices on some issues in real life. We can solve these choices like a mathematical modeling problem. We can make decisions by determining the probabilities related to the subject and assigning scores to each of them”. He/she noted that the method used to solve mathematical modeling problems could be adapted to the situations in which choices had to be made. A pre-service teacher stated that mathematical modeling problems made him/her realize that even when making simple choices, mathematical operations were used unwittingly.

Two of the pre-service teachers articulated that while formulating mathematical modeling problems, they realized that it was extremely important to solve problems and students could greatly develop themselves. One of the pre-service teachers said, “I think these problems express real-life problems in the mathematical language and help us arrange and analyze complex systems and structures, and develop mentally”.

The pre-service teachers also expressed their views on the challenges that they faced in the process of designing mathematical modeling problems. Table 5 below presents information about the challenges that the pre-service teachers faced in the process of designing mathematical modeling.

Table 5. Pre-service teachers' views on the challenges of the mathematical model design process

Codes	f	%
Time-consuming	17	29
Establishing a mathematical model	12	20
Creating the mathematical modeling problem	11	19
Doing research	5	8
Shortage of resources	4	7
Process of simplification of the problem	4	7
Determining the problem subject	3	5
Providing mathematical modeling solution stages	2	3
Adjusting the grade level	1	2
Total	59	100

The pre-service teachers stated that the most negative aspect of the mathematical modeling problem design process was that it was time-consuming (f=17, 29%). They mentioned that they had difficulty in establishing the mathematical model (f=12, 20%) and creating the mathematical modeling problem (f=11, 19%) for the problem that they had designed. Some of the pre-service teachers indicated that they had trouble doing research (f=5, 8%) due to uncertainty regarding how to edit data for problems that involved a broad field of research. A few of the pre-service teachers (f=4, 7%) said

that they had difficulty editing the problem to make it simple and understandable because the problems that they had created were too long. For example, they noted that there were different price lists for problems in which such lists were needed, and they encountered difficulties choosing between them. In addition, the pre-service teachers revealed that they faced difficulties determining the problem topic ($f=3$, 5%), providing mathematical modeling problem solution stages ($f=2$, 3%), and ensuring the suitability of problem for the grade level in question ($f=1$, 2%).

Conclusion, Discussion, and Recommendations

In the present study, the mathematical modeling problems designed by the primary education mathematics pre-service teachers and their views on the process were investigated. In this context, the mathematical modeling problems designed by the pre-service teachers, the resources they used while designing the problems, and their views on their process were examined.

The pre-service teachers designed mathematical modeling problems by including problem situations that they may face in their daily lives. In this regard, when the mathematical modeling problems designed by the pre-service teachers were studied, it was found that they satisfied the principle of reality. However, it was determined that some of the pre-service teachers failed to satisfy the principle of model construction in the mathematical modeling problems that they designed. In the principle of model construction, a model should be created instead of generating a figure number for the problem situation (Tekin-Dede and Bukova-Güzel, 2014). These pre-service teachers formulated their problems to produce a figure instead of creating a mathematical model. In this regard, it can be said that the pre-service teachers had some shortcomings in building their mathematical models. Ural (2014) stated that the pre-service teachers in their study also had difficulty in mathematical model construction. He/she indicated that the reason for this was that the students were accustomed to routine and mathematically ready-made problems; hence, skills for looking at real-life situations mathematically and transferring knowledge had not been sufficiently developed. As a result, it can be said there were deficiencies in the multifaceted skills of the pre-service teachers for the principle of model construction, one of the basic stages of mathematical modeling problems. The principle of effective prototype was not evaluated for the problems designed by the pre-service teachers. In other studies of mathematics teachers who designed modeling activities, it was determined that they did not evaluate the principle of effective prototype (Tekin-Dede and Bukova, 2013b; Deniz and Akgün, 2016; Yu and Chang, 2011). It may have been seen as normal that the pre-service teachers were unable to fully meet these principles necessary for their mathematical modeling activities, because factors such as experience are important for creating such problems. Therefore, the defects in the mathematical modeling problems can be considered normal, given that the pre-service teachers did not have sufficient teaching experience. Deniz and Akgün (2016) emphasized the importance of experience and adequate research in preparing activities in accordance with the principles of

mathematical modeling. English (2006) indicated that it was mandatory to provide experiences that encouraged students to interpret mathematical situations differently and convey their understanding of these situations to their peers in a meaningful way. Cai et al. (2014) specified that pre-service teachers should experience mathematical modeling for the development of their knowledge and understanding of modeling.

In the process of designing mathematical modeling problems, the Internet was the resource used most frequently by the pre-service teachers. It can be said that this result was due to the widespread use of technology today. In addition, they preferred to consult different people, such as families, friends, academics, and close circles. Doruk (2011) indicated that as the mathematical modeling activities included contexts related to the social environment, they played an important role in students discussing their ideas and communicating with close and distant people. Moreover, it was found that they referred to magazines, articles, books, etc. In this regard, it can be argued that such studies will contribute to the research skills of the students.

Another finding of the present study was that mathematical modeling made it possible for pre-service teachers to establish the connection of mathematics with daily life and realize that it can be used to solve the problems encountered in everyday life. Similar results were reported in the literature. For example, Urhan and Dost (2016) believed that the modeling activities of teachers made significant contributions to the understanding of the relationships between mathematics topics and associating mathematics with everyday life. Deniz and Akgün (2014) found that the students were able to see how mathematics was used in everyday life as a result of their mathematical modeling activities, and this affected their views on the usability of mathematics in daily life. Yu and Chang (2011) taught teachers about the model for nine weeks. At the end of the training process, they found that the training was useful in making the teachers realize the relationship between modeling and real life, and improving their problem-solving skills; however, the teachers believed that there might be obstacles to using them in mathematics lessons. Unlike these views, Crouch and Hainse (2004) indicated that the students were weak in connecting the mathematical world with the real world, and therefore, needed experience that would support them in establishing these connections. Anhalt and Cortez (2016) conducted an experimental study with 11 pre-service teachers and found that although the pre-service teachers made progress in understanding the mathematical modeling process, they needed time to establish connections with the real-life context.

It was determined that the process of designing mathematical modeling problems contributed to the development of the skills of the pre-service teachers, such as doing research on topics that they did not know, editing the data obtained, thinking skills, creativity, imagination, self-improvement, and a sense of curiosity. It also allowed them to have an idea that there may be different solutions to their problems and that there may be more than one result for a problem. Similarly, Özdemir and Işık

(2015) indicated that mathematical modeling activities were beneficial for reasoning in the face of events and situations, creativity skills, and the internalization of mathematical knowledge.

In their study, Yavuz-Mumcu and Baki (2017) concluded that the students lacked knowledge regarding the meaning of mathematical modeling. It can be said that the present study helped the teacher candidates to design their own mathematical modeling problems, allowing them to understand the concept of mathematical modeling. Deniz and Akgün (2014) stated that teachers should apply the mathematical modeling model effectively in the classroom so that students can effectively encounter activities involving the mathematical modeling method in schools.

Most of the pre-service teachers who participated in the study spent a lot of time in designing mathematical modeling problems and had difficulty in creating problems and mathematical models for the problem, determining the problem topic, and designing problems. Lingefjärd (2007) indicated that designing and implementing a mathematical modeling course was a difficult task, since mathematical modeling required teaching and evaluation procedures, as well as the ability to overcome various problems and issues. The present study demonstrated that the pre-service teachers faced difficulty when designing mathematical modeling. Duran et al. (2016) found that pre-service teachers experienced trouble in the process of solving mathematical modeling problems. Akgün et al. (2013) determined that teachers had difficulty due to the fact that mathematical modeling activities took time, were applied in the classroom environment, and complicated the lessons, and Yavuz-Mumcu and Baki (2017) found that the students had trouble due to their lack of mathematical knowledge.

It is believed that it is important for pre-service teachers to have experience in creating their own mathematical modeling problems. Positive and negative situations that they encounter in the process of designing mathematical modeling problems will benefit them in their professional lives. Moreover, it can be said that it is imperative for teacher candidates to increase their awareness of how mathematics is used in everyday life.

References

- Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z. & Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12, 1-34.
- Anhalt, C.O. & Cortez, R. (2016). Developing understanding of mathematical modeling in secondary teacher preparation. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(6), 523-545.
- Anhalt, C.O., Cortez, R. & Bennett, A.B. (2018). The emergence of mathematical modeling competencies: an investigation of prospective secondary mathematics teachers. *Mathematical Thinking and Learning*, 20(3), 202-221.
- Blum, W. & Ferri, R.B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.
- Borromeo-Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 86-95.
- Bukova-Güzel, E. (2011). An examination of pre-service mathematics teachers' approaches to construct and solve mathematical modelling problems. *Teaching Mathematics and its Applications*, 30, 19-36.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem.
- Cai, J., Cirillo, M., Pelesko, J.A., Borromeo-Ferri, R., Borba, M., Geiger, V., ... Kwon, O.N. (2014). Mathematical modeling in school education: Mathematical, cognitive, curricular, instructional and teacher education perspectives. In *Proceedings of the Joint Meeting of PME 38 and PME-NA 36* (Vol. 1, pp. 145-172). PME-NA.
- Cheng, A.K (2001). Teaching mathematical modelling in Singapore schools. *The Mathematics Educator*, 6(1), 63-75.
- Crouch, R. & Haines, C. (2004) Mathematical modelling: transitions between the real world and the mathematical model. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35(2), 197-206.
- Çiltaş, A. & Işık, A. (2013). The effect of instruction through mathematical modelling on modelling skills of prospective elementary mathematics teachers. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 13(2), 1187-1192.
- Deniz, D. & Akgün, L. (2014). Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme yönteminin sınıf içi uygulamalarına yönelik görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 103-116.

- Deniz, D. & Akgün, L. (2016). The sufficiency of high school mathematics teachers' to design activities appropriate to model eliciting activities design principles. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*, 4, 1-14.
- Didiş, M.G., Erbaş, A. K. & Çetinkaya, B. (2016). Matematik öğretmen adaylarının öğrenci hatalarına yönelik pedagojik yaklaşımları. *İlköğretim Online*, 15(4), 1367-1384.
- Doruk, B.K. (2011). İletişim becerisinin gelişimi için etkili bir araç: Matematiksel modelleme etkinlikleri. *MATDER Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 1-12.
- Doruk, B.K. & Umay, A. (2011). Matematiğin günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 124-135.
- Duran, M., Doruk, M. & Kaplan, A. (2016). Matematik Öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçleri: kaplumbağa paradoksu örneği 1. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 5(4), 55.
- English, L.D. (2006). Mathematical modeling in the primary school: Children's construction of a consumer guide. *Educational Studies in Mathematics*, 63(3), 303-323.
- Erdoğan, F. (2019). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme öz yeterliklerinin belirlenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 118-130.
- Galbraith, P. (2012). Models of modelling: Genres, purposes or perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and application*, 1(5), 3-16.
- Hamilton, E. (2007). What changes are needed in the kind of problem-solving situations where mathematical thinking is needed beyond school? In R. Lesh, E. Hamilton & J. Kaput (Eds.), *Foundations for the Future in Mathematics Education* (pp. 1-6). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kaiser, G. & Schwarz, B. (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university. *ZDM*, 38(2), 196-208.
- Kaiser, G., Schwarz, B. & Tiedemann, S. (2010). Future teachers' professional knowledge on modeling. In *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (pp. 433-444). Springer, Boston, MA.
- Kim, S.H. & Kim, S. (2010). The effects of mathematical modeling on creative production ability and self-directed learning attitude. *Asia Pacific Education Review*, 11(2), 109-120.
- Lege, G.F. (2003). *A comparative case study of contrasting instructional approaches applied to the introduction of mathematical modeling*. Unpublished Doctoral Dissertation, Columbia University.
- Lesh, R. & Harel, G. (2003). Problem solving, modeling, and local conception development. *Mathematical Thinking and Learning: An International Journal*, 5(2/3), 157-190.
- Lesh, R.A. & Doerr, H.M. (2003). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Routledge.

- Lingefjård, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, 38(2), 96-112.
- Lingefjård, T. (2007). Mathematical modelling in teacher education-Necessity or unnecessarily. In *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 333-340). Springer, Boston, MA.
- Lingefjård, T. & Meier, S. (2010). Teachers as managers of the modelling process. *Mathematics Education Research Journal*, 22(2), 92-107.
- Miles, M.B. & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. Thousand Oaks: Sage.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018). Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)
- Mousoulides, N.G., Christou, C. & Sriraman, B. (2008). A modeling perspective on the teaching and learning of mathematical problem solving. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(3), 293-304.
- Mousoulides, N.G. & English, L.D. (2008, July, 17-21) *Modeling with data in Cypriot and Australian primary classrooms*. In: Joint Meeting of the International Group and the North American Chapter of Psychology of Mathematics Education (PME 32), Morelia, Mexico.
- Özaltun, A., Hıdıroğlu, Ç., Kula, S. & Bukova-Güzel, E. (2013). Matematik öğretmeni adaylarının modelleme sürecinde kullandıkları gösterim şekilleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 4(2), 66-88.
- Özdemir, G. & Işık, A. (2015). Katı cisimlerin alan ve hacimlerinin matematiksel model ve matematiksel modelleme yöntemiyle öğretimine yönelik öğretmen görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(3), 1251-1276.
- Sağıroğlu, D. (2018). *Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine yönelik etkinlik oluşturma ve uygulama süreçlerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak.
- Schwarz, B. & Kaiser, G. (2007). Mathematical modelling in school-experiences from a project integrating school and university. In *CERME 5-Proceedings of the fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2180-2189).
- Soylu, Y. & Soylu, C. (2006). Matematik derslerinde başarıya giden yolda problem çözmenin rolü. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(11), 97-111.
- Sönmez, V. & Alacapınar, F. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Şahin, N. & Eraslan, A. (2016). İlkokul öğrencilerinin modelleme süreçleri: Suç problemi. *Eğitim ve Bilim*, 41(183), 47-67.

- Şahin, N. & Eraslan, A. (2019). Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının matematik uygulamaları dersinde modelleme etkinliklerinin kullanılmasına yönelik görüşler. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 1(1), 373-393.
- Tekin-Dede A. & Bukova-Güzel E. (2013a). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçleri ve etkinliklere yönelik görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 300-322.
- Tekin-Dede, T. & Bukova-Güzel, E. (2013b). Examining the mathematics teachers' design process of the model eliciting activity: Obesity problem. *Elementary Education Online*, 12(4), 1100-1119.
- Tekin-Dede A. & Bukova-Güzel E. (2014). Model oluşturma etkinlikleri: Kuramsal yapısı ve bir örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 95-111
- Ural, A. (2014). Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 109-140.
- Urhan, S. & Dost, Ş. (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin derslerde kullanımı: öğretmen görüşleri. *Electronic Journal of Social Sciences*, 15(59), 1279-1295.
- Voskoglou, M.G. (2006). The use of mathematical modelling as a tool for learning mathematics. *Quaderni di Ricerca in Didattica*, 16, 53-60.
- Yavuz-Mumcu, H. & Baki, A. (2017). Matematiği kullanma aktivitelerinde lise öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerinin yorumlanması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(1),7-33.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin.
- Yu, S.Y. & Chang, C.K. (2011). What Did Taiwan Mathematics Teachers Think of Model-Eliciting Activities and Modelling Teaching? In *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 147-156). Springer, Dordrecht.
- Zbiek, R.M. & Conner, A. (2006). Beyond motivation: Exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 63(1), 89-112.