

## ORTAOKUL MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİKSEL MODEL OLUŞTURMA ETKİNLİKLERİNE YÖNELİK DEĞERLENDİRMELERİ\*

Semahat İNCİKABI\*\*, Abdullah Çağrı BİBER\*\*\*

### ÖZET

*Bu çalışmanın amacı matematiksel model oluşturma eğitim sürecine yönelik ortaokul matematik öğretmeni adaylarının değerlendirmelerini ortaya koymaktır. Doküman analizi şeklinde yürütülmüş olan çalışmanın katılımcıları 15 matematik öğretmeni adaydır. Araştırmada veri toplama aracı olarak matematiksel modelleme eğitimi değerlendirme anketi kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre öğretmen adayları genel olarak aldıkları eğitimi yararlı bulmuşlar ve model oluşturma etkinliklerini (MOE) öğretim deneyimlerinde kullanmaya yönelik olumlu tutum sergilemişlerdir. Bununla birlikte matematiksel modelleme eğitim sürecinin kendilerine sağladığı yararlar arasında üst düzey düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlamasını göstermişlerdir. MOE'lerin sınıf ortamında kullanılmasının avantajları arasında duyuşsal gelişime katkı, bilişsel becerilere katkı, pedagojik fırsatlar ve gerçek yaşama hazırlık sağlama yer almaktadır. Öğretmen adayların MOE'lerin sınıf içinde kullanımına yönelik bazı çekinceleri de mevcuttur. Çoğunlukla MOE'lerin sınıf içinde uygulanmasının zaman alıcı olacağını belirtmişlerdir. Bununla birlikte MOE'lerin sınıf içinde uygulanma sürecinde gerek problem bağlamı hazırlanırken gerekse matematiksel modelleme süreci sınıfta gerçekleştirilirken öğrencilerin sosyal çevrelerinin ve bilişsel düzeylerinin göz önünde bulundurulmasının sınıflardaki öğrenci yoğunluğundan dolayı zorluk çıkaracağı ifade edilmiştir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıflarda uygulanmasına yönelik bir diğer zorluk ise öğretmenlerin sistemsel (sınav ve müfredat) baskılara maruz kalması şeklinde ifade edilmiştir. Bu çalışmada yapılan son görüşmelerde öğretmen adayları modelleme etkinliklerini öğrenme ortamlarında kullanım planlamalarıyla ilgili çoğunlukla MOE'lerin grup etkinliği olarak uygulama eğilimlerinden bahsetmişlerdir. Araştırma bulgularına göre modelleme yeterli eğitimi alan öğretmen adaylarının çoğunluğu kullanacakları etkinlikleri kendilerinin tasarlayacağını ifade ederken bazı öğretmen adayları tasarım süreçlerinde öğrencilerin de yer alacağını vurgulamıştır. Bulgularla alanyazınla ilintili olarak tartışılmış ve elde edilen sonuçlar ışığında öneriler sunulmuştur.*

**Anahtar Kelimeler:** Matematiksel modelleme eğitimi, model oluşturma etkinlikleri, matematiksel modellemeye yönelik görüşler, ortaokul matematik eğitimi.

## MIDDLE SCHOOL MATHEMATICS TEACHER CANDIDATES' EVALUATION OF MATHEMATICAL MODEL ELICITING ACTIVITIES

### ABSTRACT

*This study aims to reveal the evaluations of middle school mathematics teacher candidates for the mathematical model eliciting the education process. The study participants, which was carried out in the form of document analysis, are 15 prospective mathematics teachers. In the research, a mathematical modeling education evaluation questionnaire was used as a data collection tool. According to the research findings, pre-service teachers found the education they generally received useful and showed a positive attitude towards using model eliciting activities (MEAs) in their teaching experiences. However, they showed that the mathematical modeling education process contributes to the development of higher-order thinking skills among the wounds they provide. The advantages of using MEAs in the classroom environment include contributing to affective development, contributing to cognitive skills, pedagogical opportunities, and provision for real life. Pre-service teachers also have some hesitations about the use of MEAs in the classroom. They often stated that it would be time-consuming to apply mathematical modeling activities in the classroom. However, it has been stated that considering the students' social environment and cognitive levels in the classroom during the application of the MEAs in the classroom will be complicated while preparing the problem context and performing the mathematical modeling process in the classroom. Another difficulty in the implementation of mathematical modeling activities in the classroom was expressed as the teachers' systematic (exam and curriculum) pressures. Results also indicated teacher candidates' tendency to apply modeling activities in their learning environments, mostly as a group activity of MOEs. According to*

\* Bu makale birinci yazarın doktora tezinin bir bölümünden üretilmiştir.

\*\* Dr., Kastamonu Üniversitesi, agdassemahat@yahoo.com

\*\*\* Doç. Dr., Kastamonu Üniversitesi, acbiber@kastamonu.edu.tr

*the research findings, while most of the teacher candidates who received modeling proficiency training will design the activities they will use, some pre-service teachers emphasized that students also will take part in the design process. The findings were discussed with the literature, and the suggestions were presented in light of the results obtained.*

**Keywords:** *Mathematical modelling education, model eliciting activities, opinions regarding mathematical modelling, middle school mathematics education*

## Giriş

Dünya genelinde matematiksel modellemeye olan ilgi artmış ve ilköğretimden başlayıp ilerleyen kademe öğretim programlarında modelleme yeterlikleri ayrıntılı biçimde ele alınmaya başlanmıştır (Blum, 2002; Niss, 1988). Amerikan Ulusal Matematik Konseyi'nin Amerika'da matematik öğretimine yön veren ve matematik eğitimi prensipleri ve standartları içeren bildirgesine göre erken çocukluk döneminden başlayarak bütün sınıf seviyelerindeki öğretim programlarında matematiksel öğrenmelerin anlamlandırmalar yoluyla desteklenmesi için problem çözme süreçlerinde matematiksel modeller işe koşulmalıdır (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Ülkemizde uygulanan matematik öğretim programlarında da öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliliklerinin geliştirilmesi gerektiği ve öğretim sürecine dahil edilmesi gereken bir beceri olarak önerilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018).

Öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini geliştirmesinde ve bu becerilere yönelik etkinliklerin derslerde etkin olarak kullanılmasında öğretmenlerin ve sahip oldukları yeterliklerin önemi yadsınamaz. Bu kapsamda, derslerde modellemeden etkin bir şekilde yararlanabilmek için öncelikle eğitimleri sürecinde öğretmen adaylarına modelleme yeterliliklerinin kazandırılması gerekir (Ferri ve Blum, 2013; Kaiser, 2007). Öğretmen adayları veya öğretmenlerle yapılan model oluşturma etkinlikleri (MOE) onların mesleki gelişimine katkı sağlamaktadır (Lesh ve Doerr, 2003).

İlk kez Lesh, Hoover, Hole, Kelly ve Post (2000) tarafından tanımlanan MOE'ler, gerçek dünyadan problem senaryolarının sunulduğu, öğrencilerin sadece problem durumunu çözmeye yarayan bir model oluşturulmasının gerektiği bir etkinlik olmak yerine, aynı zamanda başka bağlamlara da genellenebilir olan bir model geliştirmelerini gerektiren matematik tabanlı etkinlikler olarak tanımlanmaktadır (Lesh ve Harel, 2003). MOE'lerin öğrencilere sağladığı fırsatlar, önceden öğrenilen bilgilerin uygulamasına olanak vermesi ve gerçek yaşam durumlarını matematikselleştirme yoluyla matematik öğrenmelerinin daha kapsamlı olmasını desteklemesi olarak açıklanmıştır (Yoon, Dreyfus, & Thomes, 2010).

Alanyazında MOE'lerin öğrenme süreçlerinde kullanımına yönelik öğretmen ve öğretmen adaylarının görüşlerinin incelendiği çalışmalar mevcuttur. Erarslan (2011) öğretmen adaylarıyla yürüttüğü çalışmada MOE eğitim sürecine yönelik öğretmen adaylarının olumlu düşüncelerini beyan etmiş ve model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel düşünme ve üst düzey düşünsel süreçlere olumlu katkısına yönelik bulgular elde etmiştir. Eric (2010) ve Maaß (2011) de çalışmalarında modelleme etkinliklerinin ilgi çekici ve eğlenceli olarak algılandığı ve bu etkinliklerle matematiğin günlük hayattaki işlevinin daha iyi ortaya konulduğuna yönelik dönütlere ulaşımlardır. Modelleme eğitim sürecine yönelik bu olumlu görüşlerin yanı sıra öğretmen adayları MOE eğitim sürecinde yaşanan bazı zorluklara da dikkat çekmiştir. En çok vurgulanan zorluk MOE'leri tasarlama sürecinin zaman alıcı olması olmuştur. Öğretmen ve öğretmen adaylarıyla yapılan farklı çalışmalarda katılımcıların da benzer görüşe sahip olduğu ve MOE'leri zaman alıcı olarak vurguladığı dikkat çekmektedir (Tekin-Dede ve Bukova-Güzel, 2013; Deniz, 2014; Genç ve Karataş, 2017). Bu zorluk aynı zamanda öğretmenlerin kendi tasarımlarından kaçınıp hazır etkinliklerle uygulamaya gitmelerine ve modelleme

etkinliği tasarımına yönelik olumsuz tutumlar geliştirmelerine neden olmuştur (Sarıoğlu ve Karataş, 2018). Bu sorunun üstesinden gelmek için MOE'leri tasarlama ve uygulamaya yönelik deneyimin önemli olduğu ilgili çalışmalarda vurgulanmıştır (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006; Yu ve Chang, 2011).

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda, bu çalışmanın amacı matematiksel modelleme yeterliklerine yönelik etkinliklere ilişkin ortaokul matematik öğretmen adaylarının görüşlerini ortaya koymaktır. İfade edilen amaç doğrultusunda araştırma problemi “Öğretmen adaylarının MOE yeterlik eğitim sürecine yönelik değerlendirmeleri nasıldır?” şeklinde tanımlanmıştır.

### **Yöntem**

Bu çalışma doküman analizi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Doküman incelemesi, araştırılması hedeflenen olgu veya olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsar. Nitel araştırmada doküman incelemesi tek başına bir veri toplama yöntemi olabileceği gibi diğer veri toplama yöntemleri ile birlikte de kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

### **Çalışma Grubu**

Bu araştırmanın katılımcıları 2019-2020 akademik yılında İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı dördüncü sınıfta öğrenim gören 15 matematik öğretmen adayından (10 kız, 5 erkek) oluşmaktadır.

### **Araştırma Süreci**

Araştırma süreci İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programında yürütülen Aktif Öğrenme dersinde gerçekleştirilmiş ve 10 hafta (haftada 3 ders saati ve her ders 45 dakika) sürmüştür (Tablo 1). Bu süreç matematiksel modelleme eğitim ve MOE tasarım süreci olarak planlanmıştır. Tasarlanan öğrenme ortamındaki etkinlikler teorik bilgi verilmesi sürecinde yönergeler dâhilinde sunulmuştur. Teorik bilgi derslerinin tamamlanmasından sonra öğrencilerin matematiksel modelleme sürecine yönelik hiçbir yönerge içermeyen serbest MOE'ler ile çalışma süreçleri başlatılmıştır. Bu süreçte öğretmen adayları gruplar halinde MOE'ler üzerinde çalışmıştır. Sonrasında her gruptan MOE tasarım sürecine girmeleri istenmiştir.

Tablo 1. Çalışmanın uygulama süreçleri

Haftalar	Amaç
1	Tanışma ve ön testleri (açık uçlu anket ve MMYT) uygulama
2 & 3	Teorik bilgi süreci
4 & 5	MOE'leri problemleri çözümü <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Yatak problemi (Borromeo Ferri, 2014)</li> <li>○ Adenuar problemi (Herget vd.,2001)</li> <li>○ Nüfus tahmini (Ural, 2014)</li> <li>○ Devin botu (Ural, 2018)</li> <li>○ Büyük ayak problemi [Tekin Dede ve Bukova Güzel (2011), Lesh ve Doerr (2003)'den uyarlamıştır.]</li> <li>○ Boy-ayak uzunluğu problemi (Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2014)</li> <li>○ Pisa kulesi problemi [Bukova Güzel vd. (2016), Dede, vd. (2017)'den uyarlamıştır].</li> <li>○ Yakıt problemi (Bukova Güzel vd. (2016), Tekin (2012)'den tasarlamıştır)</li> <li>○ Antik tiyatro problemi (Tekin vd. 2010)</li> </ul>
6 & 7	Matematiksel modelleme problemlerinin temel prensiplerinin tanımlanması, tartışılması: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gerçeklik prensibi</li> <li>○ Model Oluşturma Prensibi</li> <li>○ Öz Değerlendirme Prensibi</li> <li>○ Yapı Belgelendirme Prensibi</li> <li>○ Model Genelleme Prensibi</li> <li>○ Etkili Prototip Prensibi</li> </ul> Matematiksel Modelleme Etkinliklerini prensipler açısından değerlendiren tez ve makalelerin incelenmesi, tartışılması
8	Matematiksel modelleme problemi tasarlama süreci - Çalışma yaprakları uygulanması
9	Matematiksel modelleme problemi tasarlama süreci devamı - Çalışma yaprakları uygulanması
10 & 11	Hazırlanan modellerin sunumu
12	MMYT son uygulaması

### Veri Toplama Süreci

Araştırmada veri toplama aracı olarak Matematiksel Modelleme Eğitimi Değerlendirme Anketi kullanılmıştır. Bu ankette modelleme eğitim sürecinin değerlendirilmesine yönelik açık uçlu üç soru yer almaktadır. Ankette öğretmen adaylarının eğitim hakkındaki düşünceleri, modelleme problemi oluşturmanın zor ve kolay yönleri, modelleme etkinliklerinin öğrenme ortamlarında kullanımına yönelik görüşleri araştırılmıştır.

Modelleme eğitimi değerlendirme anketlerinden elde edilen verilerin analizinde içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizi, toplanan verilerin daha ayrıntılı incelenmesini ve bu verileri açıklayan kavram, kategori ve temalara ulaşılmasını gerektiren bir analiz sürecidir (Bengtsson, 2016; Merriam ve Grenier, 2019). Analiz sırasında ve bulguların yorumlanması süreçlerinde farklı araştırmacılardan da incelemeler istenerek sürecin geçerliği arttırılmıştır.

Kodlamalar biri bu çalışmanın araştırmacısı diğeri ise matematiksel modelleme yeterlikleri sürecine yönelik araştırmalar yürütmüş olan bir uzman tarafından yapılmıştır. Kodlayıcılar arasında uyum yüzdesi %84 olarak hesaplanmıştır. Miles ve Huberman

(1994), iyi bir nitel güvenilirlik için kodlamanın güvenilirliğinin en az %80 uyum düzeyinde olması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda çalışmada kodlayıcılar arası güvenilirliğin yeterli olduğu görülmüştür. Bununla birlikte anlaşmazlığa düşülen temalar tekrar tartışılmış ve fikir birliği sağlanmıştır. Araştırmanın bulguları sunulurken her bir veri toplama aracında elde edilen temalar (ve varsa alt temalar) ilgili alıntılarla ayrıntılı bir şekilde desteklenerek açıklanmıştır (Patton, 2002).

### **Etik Durumlar**

Katılımcıların seçimi gönüllük esasına dayanmıştır. Araştırmada katılımcılar için herhangi bir yönden zararlı bir uygulama yer almamıştır. Katılımcılara araştırma süreçleri hakkında aynı bilgiler verilmiş ve kişisel bilgileri gizli tutulmuştur.

### **Bulgular**

Bu kısımda, Matematiksel Modelleme Eğitimi Değerlendirme Anketi'nden elde edilen bulgular; matematik öğretmeni adaylarının eğitimin yararlılığına yönelik görüşleri, MOE tasarım sürecinin zorluklarına yönelik görüşleri ve MOE'leri ileriki öğretim deneyimlerinde kullanım tercihlerine yönelik görüşleri dâhilinde sunulmuştur.

### **MOE Yeterlik Eğitiminin Yararlılığı Hakkındaki Düşünceleri**

Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının, katıldıkları MOE yeterlik eğitimi sürecine yönelik görüşleri açık uçlu bir anket yardımıyla toplanmış ve bulgular Tablo 3'de sunulmuştur. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (n=14) aldıkları eğitimi yararlı bulurken bir öğretmen adayı sürecin kendisine katkı sağlamadığından bahsetmiştir:

Aslında aldığımız modelleme eğitiminin içeriği çok doluydu. Matematiğin değerini daha iyi anlamamıza ve öğrencilerimize anlatmamıza faydası olabilirdi. Ancak ben kendimi modelleme konusunda en baştan beri yetersiz hissediyorum (ÖA13).

Bazı öğretmen adayları MOE yeterlik eğitim sürecinin ilk başlarda sıkıcılığına yönelik ifadeleri vardır.

“...ilk zamanlar çok sıkıldığımı itiraf etmeliyim. Bu tarz problemlerle ilk defa karşılaştım ve varsayımlar üzerine kurulu soruları çözmek sıkıcıydı. Fakat derse devam ettikçe ilgilim arttı çünkü çok yönlü düşünebilmeye başlamıştım” (ÖA14).

Yukarıdaki ifadeden de anlaşılabilceği gibi kendisi için alışıl gelmiş olmayan bir problem çözme sürecine girmek ilgi kaybına neden olmuş ve sonrasında kendilerinde fark ettikleri olumlu değişiklikler sürece olan ilgilerinde değişime neden olmuştur. Bununla birlikte dersin teorik kısmının sıkıcı olduğunu ve uygulama aşamasına geçildikçe ilginin arttığını aşağıdaki ifadede vurgulanmaktadır.

“Dersin ilk süreçlerinde çok saçma, vakit kaybı ve faydasız bir ders olarak düşünmüştüm. Hatta ilk konularımız uzun anlatımlar şeklinde geçtiğinden uykulu şekilde ve derse adapte olmadan giriyordum. Ama uygulama kısmına geçince her şey değişti. Uygulamalarla ve oluşturduğumuz problemlerle ufkumuz açıldı” (ÖA1).

*Tablo 2. MOE yeterlik eğitim süreci hakkındaki düşünceler (n)*

Yararlı bulanlar (14)
Beceri gelişimi (15)
• Problem çözme (9)
• Problem kurma (8)
• Yaratıcılık (8)
• Yansıtıcı düşünme (5)
• Eleştirel düşünme (4)
• Sorgulama (2)
MOE farkındalık oluşumu (14)
Farklı bir ders deneyimi sağlama (11)
Matematiğin gerçek hayattaki kullanışlılığının anlaşılmasını sağlama (11)
Matematiğin önemini anlama (9)
Problemlere bakış açısını değiştirme (7)
Mesleki gelişime katkı (7)
Eğlenceli bulma (7)
Kendini fark etme (öz değerlendirme) imkânı sunma (3)
Yararsız Bulanlar (1)
Öz-yetersizlik algısı
Olumsuz Yönler (3)
Teorik yükleme
Alışılmamış problem durumları

Dersin özellikle OMÖA'ların pasif olduğu bu ilk aşamalarına karşı olumsuz görüşlerine rağmen eğitim sürecine tamamladıktan sonra öğretmen adaylarının hepsi derse olumlu görüş bildirmişlerdir. OMÖA bu eğitim sürecinin kendileri üzerindeki olumlu etkileri arasında üst düzey düşünme becerilerinin gelişimine yönelik geri dönütler vermişlerdir. Problem çözme sürecine olan katkı ile alakalı olarak bir öğretmen adayı (ÖA15) "Gerçek hayat problemlerini çözme tecrübemi geliştirdi." ifadesiyle bu sürecin özellikle gerçek yaşamda karşılaşılabilecek problemleri aşma için beceri gelişimine katkısını vurgulamıştır. "Problem kurmanın problem çözmeden daha zor olduğunu fark ettim. İlk başlarda zorlandım ama şuan geldiğim noktada kendimi yeterli hissediyorum." (ÖA8) ifadesiyle başka bir öğretmen adayı bu eğitimin daha zor olarak algıladığı problem kurma beceri gelişimine olan olumlu katkısından söz etmiştir. Diğer taraftan bazı öğretmen adayları bu sürecin yaratıcılık, yansıtıcı düşünme, eleştirel düşünme ve sorgulama gibi diğer düşünsel beceri gelişimlerine olan katkılarından bahsetmişlerdir.

"Bu derse devam ettikçe farklı senaryolar araştırdıkça ve kendi etkinliğimi yazmaya çalıştıkça yaratıcı düşünme, sorgulama ve fikir sunma [yansıtma] zorunda kaldım. Kullanılan işlevler de gelişiyor haliyle" (ÖA2). "Kendi ürünümüzü ortaya koyduk ve konuda oldukça yeterli hissediyorum" (ÖA15). "Grup olarak etkinlik oluşturmak zor ama keyifliydi. Sürekli yeni fikirler ortaya atıldı. Artı ve eksileri tartışıldı. En iyi olanı yaptığımızı düşünüyorum. Bu süreç gerçekten bizi geliştirdi" (ÖA10).

Yukarıdaki ifadelerden MOE uygulamaları içinde yer verilen MOE etkinliği tasarlama sürecinin öğrencilerin düşünsel faaliyetlerine olumlu etkileri anlaşılmaktadır. Yine bu süreçte grup olarak etkinlik tasarımını gerçekleştirmenin katkıları üzerine de durulmuştur.

Tablo 3'te yer verilen MOE yeterlik eğitiminin yararları arasında MOE farkındalık oluşumuna katkısı, farklı bir ders deneyimi sağlama, matematiğin gerçek hayattaki kullanışlılığını desteklemesi, matematiğin önemini ortaya koyması, problemlere bakış açısını değiştirmesi, mesleki gelişime katkı sunması, eğlenceli olması, ön yargılardan

kurtulmaya destek olması ve kendini fark etme (öz değerlendirme) imkânı sunması yer almaktadır.

“Modelleme konusunda bilmediğim birçok kavramı öğrenip kendimi bu konuda gelişmiş bir birey olarak görmekteyim” (ÖA2). “Modelleme süreçleri bana adım adım problem çözmeyi öğretti. Bu modelleme basamaklarından daha önceden hiç haberim olmamıştı” (ÖA6).

Yukarıdaki ifadelerden de anlaşılabilirliği üzere modelleme eğitim sürecinden sonra öğretmen adayları hem modellemeye ilişkin kavramlardan hem de modelleme basamaklarının işe koşulmasına dair bir farkındalık sahibi olmuşlardır. Yine lisans eğitimi sürecinde aldıkları bu ders deneyiminin diğer derslerden farklılığına işaret etmişlerdir: “Lisansta böyle bir etkinlik oluşturma sürecine girmemiştik. Tüm kararları kendimiz verdik ve gerçekte olan bir durumu nasıl sınıfa taşıyacağımızı öğrendik (ÖA11).” Bu öğretmen adayı aldıkları derse kıyasla bir farklılık olarak MOE tasarım oluşturma sürecinde kendi (grup arkadaşlarıyla birlikte) karar vermelerinin farklı bir ders deneyimi olarak görmektedir. Bununla birlikte bu eğitim sürecinin matematiğe ait düşüncelerde oluşan farklılıklar yönüyle de katkısı belirlenmiştir. Bu katkı matematiğin günlük hayattaki işlevinin içselleştirilmesi ve öneminin anlaşılması şeklinde öğretmen adayları tarafından ifade edilmiştir.

“Gerçek veriler ile günlük yaşamdan problemlerle matematiği somutlaştırdık. Matematik bizim ne işimize yarayacak, sorusuna cevap niteliğinde bir seminerdi” (ÖA3). “Bu dersten sonra matematiğin ne kadar önemli olduğunu bir kez daha anladım. Matematik her yerde” (ÖA6).

Eğitim sürecinin problemlere bakış açısını değiştirdiğini ifade eden öğretmen adayları, bu değişimin özelliklerini kendi ortaokul deneyimlerinden de yola çıkarak vurgulamışlardır:

“Bu ders sonunda problemlere bakış açımız değişti. Daha öncede farklı problemler çözmüştük ancak modelleme problemleri varsayımlar içermesi, farklı değişkenlere yer vermesi ve çocuğun gerçek yaşamından olması yönünden çok daha farklı. Bence tüm problemler böyle kurgulanmalı” (ÖA8). “[Senaryo] Zihninde canlanmıyorsa çözemezsin soruyu. Ne çektik havuz problemlerinden ortaokulda. Modelleme problemleri çocuklara uygun” (ÖA14).

Ortaokul matematik öğretmeni adayları aldıkları bu eğitimin mesleki gelişimlerine katkılarından da bahsetmişlerdir. “...Bu ders sayesinde öğretmen olunca daha iyi öğretim yapacağım. Bu [modellemeye dayalı] etkinlikler işimi kolaylaştıracak.” (ÖA5) ifadesinden bu katkının öğretimin niteliğini artırma ve derse karşı olumlu tutum geliştirme şeklinde olabileceğini (“...Bu eğitim sayesinde öğrencilerim beni ve dersimi sevecekler” (ÖA1)) düşündükleri belirlenmiştir. Diğer taraftan öğretmen adayları bu eğitim sürecinin keyifli geçtiğini ve eğlendiklerini ifade etmişlerdir. Yine bazı öğretmen adayları bu eğitim süreci sayesinde becerilerini değerlendirme imkânı bulduklarını ve bu yolla kendi sınırlarının fark ettiklerini vurgulamışlardır: “Modelleme tasarlama deneyimleri sayesinde kendi sınırlarımı fark ettim. Ne kadar matematik bildiğimi, matematik bilgimi ne kadar kullanabildiğimi anladım. (ÖA15)”

### **MOE Tasarım Sürecine Yönelik Zorluklar ile İlgili Görüşler**

OMÖA’ların MOE tasarım sürecine yönelik zorluklarla ilgili görüşlerinden elde edilen bulgular Tablo 4’de verilmiştir. Öğretmen adaylarının en çok vurguladığı zorluk MOE’leri tasarlama sürecinin zaman alıcı olmasıdır. Zaman alıcılık boyutunda bu durumun gerçek verilerle işe koşulması (ÖA2), verilere ulaşma doğrulama sürecinin derin bir araştırma gerektirmesi (ÖA14), modelleme çözüm basamaklarını gerçekleştirilmesi (ÖA3) ve modelleme prensiplerinin sağlanması (ÖA6) durumlarından kaynaklandığı belirlenmiştir.

*Tablo 3. MOE'leri tasarım sürecine yönelik zorluklar*


---

Zaman alıcı / Uğraştırıcı (14)
Matematik ile gerçek hayat arasındaki ilişkiyi kurgulama (12)
Değişkenleri belirleme (9)
Modele karar verme (8)
MOE'deki problemler ile diğer matematik problemleri arasındaki farklar (13)
Uğraştırıcı olma
Grup çalışması gerektirme
Aktif katılım içermesi
Özgünlük/Alışılmamış olma
Çoklu çözümler sunma
Varsayımlardan hareket etme
Öğrenciye uygun problem bulma (11)
Anlaşılır sade bir dil kullanma
Öğrencinin bağlamında olma
Sınıf seviyesine uygun olma
Hazır bulunuşluğuna uygun olma
Bireysel farklılıkları dikkate alma
Öğretmenlerin etkinlik oluşturmaya alışkın olmamaları/deneyimsizlik (6)

---

OMÖA'ların MOE tasarım sürecine yönelik diğer zorlukları matematik ile gerçek hayat arasındaki ilişkiyi kurgulama sırasında gerçekleşmiştir. "Matematiğin her konusunu günlük hayata entegre etmek zor. Örneğin, köklü ifadeler konusunda nasıl bir senaryo ile modelleme etkinliği gerçekleştirilebilir ki? Bulduğumuz örneklerde de konu ve gerçek hayat arasındaki vurgulamayı yapacak sözleri seçmek de ayrı bir beceri. (ÖA2)." Verilen ifadeden matematiğin günlük hayattaki varlığının her konuda sağlanamayacağı ve bu ilişki belirlense bile uygun senaryonun oluşturulmasının da kolay olmadığı şeklindeki algı dikkat çekmektedir. Buna ek olarak MOE tasarım sürecinde modeli ortaya koymak için değişkenlerin belirlenmesi süreci de öğretmen adayları arasında ele alınan zorluklar arasındadır. Değişkenler bağlamında zor olarak ifade edilen durumlar arasında gerekli ve gereksiz değişkenleri işe koşma (ÖA10), varsayımlara olanak verecek değişkenleri belirleme (ÖA8) ve gerçek duruma uygun değişkenleri seçme (ÖA6) unsurları göze çarpmaktadır. OMÖA'ların modelleme etkinliği tasarım sürecine yönelik bir diğer zorluk olarak etkinliğin odağında olacak matematiksel modele karar verme sürecidir.

"Bu etkinlik tasarımının zor tarafı hangi modeli kullanacağına karar verene kadar! Ondan sonrası çorap söküğü gibi geliyor. Modelin gerçek yaşamdaki karşılığını bul. Metni yaz ve etkinliği tamamla. (ÖA5)" ifadesi modele karar vermeyle ilgili zorluk algısına örnek olarak verilebilir. Matematiksel modelleme etkinliğinde işe koşulacak modelin matematiksel cümlesinin anlaşılabilirliğinin sağlanması (ÖA14) ve bu modelin genellenebilir özellik sergilemesi (ÖA10) modele karar vermeyi zorlaştıran unsurlar olarak ifade edilmiştir. Modelleme etkinliklerindeki problemlerin alışılabilir diğer matematik problemlerinden sergiledikleri farklılıklarında bu tasarımın gerçekleştirme sürecini zorlaştırdığına yönelik bulgular elde edilmiştir. OMÖA ifadelerinde bu tür problemlerin gerek uzunluğundan gerekse farklı düşünsel süreçleri içermesinden dolayı uğraştırıcı olması (ÖA11), kendi deneyim süreçlerinden de çıkardıkları gibi modelleme problemlerinin grup halinde çalışmayı gerektirmesi ve bu doğrultuda öğrencinin aktif katılımını içermesi (ÖA6), öğretmen adaylarının kendi eğitim süreçlerinde karşılaştıkları problemlerden farklı olması (alışkanlıklarının dışında olması) (ÖA2), doğası gereği farklı ve kişiye göre değişebilecek çoklu çözüm yollarına olanak sağlaması (ÖA8) ve varsayımları da göz önünde bulunduran



soru köklerine yer vermesi (ÖA12) gibi unsurları modelleme etkinliklerinde yer alan problemlerin diğer matematik problemlerinde farklı özellikleri olarak vurgulamışlardır.

MOE tasarım süreçlerinin zorluklarıyla ilgili belirtilen bir diğer husus ise modelleme ortamında yer alacak problem durumunun öğrenciye uygun olarak düzenlenmesidir. Bu doğrultuda matematiksel modelleme etkinliğinde yer verilen ifadelerin öğrencinin anlayacağı şekilde sade bir anlatıma sahip olması (ÖA3), modelleme etkinliğinin öğrencinin kendi hayatında ya da çevresinde karşılaşılabileceği bir durumu örneklendirmesi (ÖA14), öğrencinin okuduğu öğretim kademesine uygun olması (ÖA7), ön bilgilerini göz önünde bulundurması (ÖA10) ve genel anlamda bireysel farklılıkları göz önüne bulundurması (ÖA12) gerekliliklerine yönelik zorluklar vurgulanmıştır.

OMÖA'larından bazıları modelleme etkinliği tasarımında zorluk yaşamalarının bir gerekçesi olarak bu tür etkinlik oluşturmayla daha önce derslerinde karşılaşmamış olmalarını ya da derslerdeki modelleme etkinliklerine dayalı deneyimlerinin yetersizliğini işaret etmişlerdir.

“...Daha önceki derslerimizde matematiksel modellemeye yönelik uygulamalarda bulunmamıştık. Bu yüzden modelleme süreçlerinde zorluk yaşadım.” (ÖA2)

“...Derslerimizde cebirsel ifadelerin modellenmesi ile ilgili etkinlikler yapmıştık. Örneğin iki kare farkını modelledik. Ancak gerçek yaşam durumlarını modelleme süreçlerine girmedik ya da böyle ortamlar oluşturmadık. Bu deneyim eksikliği bizim için zorlayıcı oldu” (ÖA6).

#### MOE'leri Öğretimde Kullanmaya Yönelik Görüşler

Öğretmen adaylarının hepsi matematiksel modelleme kullanmayı gerektiren etkinlikleri kendi sınıflarında kullanmaya istekli olduklarını bildirmişlerdir. Tablo 5'te öğretmen adaylarının MOE'lerin öğrenme ortamlarında kullanılmasının avantajlarına yönelik bulgular sunulmuştur. Tabloya göre MOE'lerin sınıf ortamında kullanılmasının avantajları olarak dört ana tema ortaya çıkmaktadır: Duyuşsal gelişime katkı, bilişsel becerilere katkı, gerçek yaşama hazırlık ve pedagojik fırsatlar sağlama. Bazı öğretmen adayları matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiğe karşı duyuşsal anlamada olumlu davranışlar sergilemesine neden olacağını ifade etmişlerdir. Bu bağlamda modelleme etkinliklerinin “matematik ne işe yarıyor? sorusuna cevap bulmasını” (ÖA9) sağlayacağı ve işe yararlığına inancın destekleyeceği (ÖA14), öğrencilerin matematik dersine karşı olumlu tutum geliştirmesine yardımcı olacağı (ÖA1), matematik üretebilme deneyimi sonucunda matematiği sevdireceği (ÖA6), öğrencilerin matematiğin zorluğuna ve “matematikte başarılı olmanın doğuştan gelen bir yetenek ile olduğuna ilişkin” (ÖA7) kaygılarını ve/ya önyargıları gidereceği ve “öğrencilerin matematik yapabilme deneyimleri sonucu” (ÖA2) öz-güven kazanmalarını sağlayacağı ifade edilmiştir.

Tablo 4. Öğretmen adaylarının MOE'lerin sınıfta kullanım avantajlarına yönelik düşünceleri (n)

Duyuşsal gelişime katkı (12)	Pedagojik fırsatlar sağlama (15)
Matematiğin işe yararlığını fark etme	Çoklu çözümler sunma
Derse karşı olumlu tutum geliştirme	Grup çalışmasına olanak verme
Matematiği sevme	Motivasyonu/ilgiyi artırma
Kaygıyı / Ön yargıyı giderme	Aktif öğrenme
Öz-güven kazanma	Anlamalı öğrenme
Bilişsel Becerilere katkı (11)	Öz değerlendirme
Problem çözme aşamalarını işe koşma	Eğlenerek öğrenme
Farklı bakış açısı kazandırma	Kalıcı öğrenme
Üst düzey düşünme süreçleri gelişimi	
Gerçek yaşama hazırlık (5)	

Bununla birlikte OMÖA'lar matematiksel model oluşturmayı ya da kullanmayı gerektiren öğrenme ortamlarında öğrencilerin bilişsel becerilerinde de gelişmeler olacağı öğretmen adayları tarafından vurgulanmamıştır. MOE'lerin öğrencilere modelleme destekli problem çözme süreçlerinde problem çözme aşamalarını işe koşmayı öğrenme (ÖA8) ve belirlenmiş aşamalar dâhilinde problem çözebilme (ÖA5), hem gerçek hayatta karşılaştıkları olaylara (ÖA12) hem de matematiğin içinde karşılaştıkları problemlere (ÖA14) farklı bakış açılarıyla yaklaşabilme ve eleştirel düşünme (ÖA3), sorgulama (ÖA8) ve yansıtıcı düşünme (ÖA3) gibi üst düzey düşünme süreçlerini problem çözme sürecinde kullanabilme fırsatları sağlayacağı ve bu yolla öğrencilerin bilişsel faaliyetlerinde gelişmeler sağlanacağı ifade edilmiştir.

Öğretmen adayları modellemeye dayalı etkinliklerin sınıf ortamında kullanılmasının diğer bir yararı olarak bu etkinliklerin öğrencileri günlük hayata hazırlamasını işaret etmişlerdir. Bu durumun sınıfta karşılaşılan modelleme etkinliklerinin öğrencilere “gerçek yaşamın bir ön uygulama deneyimi sağlaması” (ÖA7) ve karşılaştıkları problemlere kendi bağlamlarındaki varsayımlarıyla değerlendirme yoluyla başa çıkabilme becerisi kazandırması (ÖA13) şeklinde gerçekleşeceği ifade edilmiştir.

MOE'lerin öğretim deneyimlerinde yer verilmesinin sağlayacağı diğer faydalar ise pedagojik unsurlar olarak dikkat çekmektedir. OMÖA'lar matematiksel modelleme oluşturmaya yönelik etkinliklerin öğretmenlere matematiksel süreçlerde çoklu çözümleri işe koşmayı sağlayacağı ve “bu sayede matematiğin kurallara dayalı ve tek bir doğru çözümün hedeflendiği bir ders olmaktan çıkacağı” (ÖA7) yargısından kurtulmaya destek olacağı vurgulanmıştır. Bununla birlikte MOE etkinliklerinin “matematik programlarının vurguladığı grup çalışma faaliyetlerini” (ÖA6) işe koşacağı, derse karşı ilgisi artmış ve motive olmuş öğrencilerle sürecin yürütüleceği (ÖA1), öğrencilerinin kendi öğrenmelerinin aktif sorumlusu olacağı (ÖA13) ve gerek öğrenci (ÖA2) gerek öğretmen için öz değerlendirme imkânları sağlayacağı (ÖA14), öğrenme süreçlerinin anlamlılığına ve kalıcılığına (ÖA5) zemin hazırlayacağı ve tüm sürecin aynı zamanda eğlenceli olacağı (ÖA10) vurgulanmıştır.

OMÖA'lar matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıf ortamında kullanılması ile ilgili olarak görüşlerinde etkinliklerin kullanımına yönelik bazı dezavantajları dile getirmişlerdir (Tablo 6). Öğretmen adayların çoğunluğu matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıf içinde uygulanmasının zaman alıcı olacağını belirtmişlerdir. Bu zaman probleminin neden olarak “etkinliklerin yoğun uğraş gerektirmesi” (ÖA11), “modelleme basamaklarının yerine getirilmesi süreci” (ÖA12), “etkinlikleri grup halinde uygulanmasının getireceği yoğunluk” (ÖA1), “çoklu değişkenlerle başa çıkma süreci içermesi” (ÖA13) ve “varsayımların işe koşulması” (ÖA4) gibi unsurlar gösterilmiştir. Bununla birlikte MOE'lerin sınıf içinde uygulanma sürecinde gerek problem bağlamı hazırlanırken (ÖA15) gerekse matematiksel modelleme süreci sınıfta gerçekleştirilirken öğrencilerin sosyal çevrelerinin ve bilişsel düzeylerinin göz önünde bulundurulmasının sınıflardaki öğrenci yoğunluğundan dolayı zorluk çıkaracağı ifade edilmiştir.

*Tablo 5. Öğretmen adaylarının MOE'lerin sınıfta kullanım dezavantajlarına yönelik düşünceleri (n)*

Zaman yönetimi (12)	
Bireysel farklılıklara cevap verme (12)	Sosyal farklılıklar Bilişsel farklılıklar
Sisteme uyum (10)	Müfredata uyum Sınav baskısı
Kazanımı gerçekleştirme (6)	

Matematikselsel modelleme etkinliklerinin sınıflarda uygulanmasına yönelik bir diğer zorluk ise öğretmenlerin sistemsel baskılara kalması şeklinde ifade edilmiştir.

“Öğretmenler konuları belli sırayla belli sürede yetiştirmek zorundalar. Modelleme etkinlikleri çok zaman alıcı bu yüzden uygularsak konuları yetiştiremeyebiliriz. Bir diğer konuda öğrencilerin LGS sınavları var. Çok soru çözmeliyiz onları hazır hale getirmek için” (ÖA10).

Bu ifadeden öğretmen adayının öğretmenler üzerindeki sınav ve müfredatı takip etme şeklindeki baskılardan dolayı sınıfta kendi deyimleriyle “uğraştırıcı” ve “zaman alıcı” etkinlikleri sınıfta kullanmayı bir dezavantaj olarak gördüğü anlaşılmaktadır. Ayrıca matematikte çok soru çözmek ve başarı arasındaki doğrusal ilişkinin varlığına olan kısıtlı inanç burada da sürdürülmüştür. Diğer taraftan bazı öğretmen adayları müfredatta yer alan kazanımlarla matematikselsel modelleme etkinliklerin tam olarak uyumlu olmadığını ve her daim kullanmanın bir dezavantaj yaratacağına olan inançları şu şekilde ifade edilmiştir: “Modelleme etkinlikleri kısıtlı. Bununla birlikte bu etkinliklerin içindeki matematikselsel hedef bazen net olmuyor. Sınıfta her ders gerçekleştirmemiz gereken kazanımlar olacak. Modelleme etkinlikleriyle bunları tam olarak başarmak zor gibi görünüyor. (ÖA3)”

Öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerini sınıflarda kullanım durumlarıyla ilgili görüşlerinden ileriki mesleki deneyimlerinde etkinlikleri uygulama şekillerine, kullanım sıklıklarına ve hazırlanma durumlarına ait bilgiler elde edilmiş ve Tablo 7’de sunulmuştur. Tabloya göre öğretmen adayları çoğunlukla MOE’lerin grup etkinliği olarak uygulama eğilimlerinden bahsetmişlerdir. Bununla birlikte üç öğretmen adayı sadece bireysel uygulamaya gideceğini ifade ederken bazı öğretmen adayları matematikselsel modelleme etkinlik uygulamalarını hem grup hem de bireysel çalışma ortamlarında gerçekleştirmeyi planladıklarını vurgulamışlardır.

Öğretmen adaylarının MOE’leri derslerde kullanım sıklıkları ile ilgili olarak bazıları her fırsatta kullanacaklarını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının çoğunluğu bu etkinlikleri kullanım durumlarının öğretecekleri konu bağlamına göre değişeceği ve müfredatta konuya ayrılan zaman ile ilgili sıkıntı yaşamamaları durumunda uygulayacaklarını vurgulamışlardır.

**Tablo 6.** MOE'lerin derslerde kullanım durumlarına ilişkin görüşler**Uygulama şekli**

Sadece bireysel etkinlik (3)

Sadece grup etkinliği (8)

Her ikisi de (6)

**Kullanım sıklığı**

Bazen (7)

Konu uygun olduğunda

Zamanın yetmesi durumunda

Sürekli (8)

**Hazırlayan**

Öğretmen (14)

Öğrenci (2)

Hazır (4)

Matematiksel modelleme oluşturma eğitimini tamamlayan öğretmen adayları ileriki mesleki deneyimlerinde MOE'leri derslerinde kullanım süreçlerine yönelik ifadelerinde çoğu öğretmen adayının kendi senaryolarıyla bu süreci yürüteceklerini ifade etmiştir. Diğer taraftan bazıları MOE'leri farklı kaynaklardan (ders kitapları, internet ya da diğer yazılı kaynaklarda yer alan) alacakları hazır olarak alıp uygulamayı tercih ettiğini belirtirken iki öğretmen adayı hazır ya da kendi tasarımlarının yanında öğrencilerini de basit düzeyde matematiksel modele dayalı etkinlik tasarlama süreçlerinde bulunduracağını vurgulamıştır.

**Sonuçlar ve Tartışma**

Bu çalışmada, OMÖA'ların aldıkları matematiksel modelleme eğitim süreçleri hakkındaki düşünceleri eğitimin yararlılığına yönelik algıları, MOE tasarım sürecine yönelik zorluklar ve MOE'leri ileriki öğretim deneyimlerinde kullanım tercihleri dâhilinde tartışılmıştır. Araştırma bulgularına göre öğretmen adayları genel olarak aldıkları eğitimi yararlı bulmuşlar ve MOE'leri öğretim deneyimlerinde kullanmaya yönelik olumlu tutum sergilemişlerdir. Ayrıca, matematiksel modelleme eğitim sürecinin kendilerine sağladığı yararlar arasında üst düzey düşünme becerilerinin (problem çözme, problem kurma, yaratıcılık, yansıtıcı düşünme, eleştirel düşünme ve sorgulama) gelişimine katkı sağlamasını göstermişlerdir. Bu bulgu, Erarslan (2011)'in öğretmen adaylarının MOE eğitim sürecine yönelik olumlu düşüncelerinin bulunduğu ve model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel düşünme ve üst düzey düşünsel süreçlere olumlu katkısının olduğu bulguları ile paralellik göstermektedir. Alanyazın, MOE'lerin üst düzey düşünsel becerilerin gelişimini destekleme durumunu MOE'lerin alışık olunmayan eylemler içermesi ve bu durumun yaratacağı engelleri aşmak için çoklu çözümleri, düşünsel süreçleri ve varsayımları işe koşmayı gerektirmesi ile açıklamaktadır (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006). Bu doğrultuda MOE tasarım süreçlerinde zihinsel ve duyuşsal gelişimlerin ortaya çıkması beklenen bir durumdur (Yu ve Chang, 2011; Thomas ve Hart, 2010). Bu çalışmanın bulgularına göre MOE yeterlik eğitiminin öne çıkan diğer yararları arasında matematiğin öneminin farkına varılması ve problemlere bakış açısını değiştirmesi, mesleki gelişime katkı sunması ve eğlenceli olması yer almaktadır. Lesh ve Doerr (2003) MOE tasarım süreçlerinin gerçek hayat problemlerini tanımlama, açıklama, yorumlama, varsayımlara dayalı olarak farklı çözüm yolları üretme gibi farklı becerileri geliştireceğini ifade etmektedir. Benzer şekilde Eric (2010) ve Maaß (2011) de çalışmalarında modelleme etkinliklerinin ilgi çekici ve eğlenceli olarak algılandığı ve bu etkinliklerle matematiğin günlük hayattaki işlevinin daha iyi ortaya konulduğuna yönelik dönütlere ulaştıklarıdır. Bu doğrultuda OMÖA'ların MOE tasarım süreci ve matematiğe yönelik tutumları arasındaki olumlu algılarının alanyazınla paralellik gösterdiği düşünülebilir.

Öğretmen adayları MOE eğitim sürecinde bazı zorluklara dikkat çekmiştir. En çok vurgulanan zorluk MOE'leri tasarlama sürecinin zaman alıcı olması olmuştur. Alan yazında yapılan öğretmen ve öğretmen adaylarıyla yapılan farklı çalışmalarda katılımcıların da benzer görüşe sahip olduğu ve MOE'leri zaman alıcı olarak vurguladığı dikkat çekmektedir (Deniz, 2014; Genç ve Karataş, 2017; Tekin-Dede ve Bukova-Güzel, 2013b). Bu zorluk aynı zamanda öğretmenlerin kendi tasarımlarından kaçınıp hazır etkinliklerle uygulamaya gitmelerine ve modelleme etkinliği tasarımına yönelik olumsuz tutumlar geliştirmelerine neden olmuştur (Sarioğlu ve Karataş, 2018). Bu sorunun üstesinden gelmek için MOE'leri tasarlama ve uygulamaya yönelik deneyimin önemli olduğu ilgili çalışmalarda vurgulanmıştır (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006; Yu ve Chang, 2011). Bu durumla ilişkili olarak bu çalışmada elde edilen bir başka sonuç ise öğretmen adaylarının modelleme tasarım süreçlerinde yaşadıkları zorluğun bir nedeni olarak deneyimsizliklerini göstermeleri olmuştur. Benzer olarak alan yazında yapılan diğer araştırma süreçleri de MOEde deneyimsizlikten kaynaklanan zorluk algılarına işaret etmiştir (Yu ve Chang, 2011; Dede ve Bukova-Güzel, 2013b; Deniz, 2014).

Araştırma bulgularına göre MOE'lerin sınıf ortamında kullanılmasının avantajları arasında duyuşsal gelişime katkı, bilişsel becerilere katkı, pedagojik fırsatlar ve gerçek yaşama hazırlık sağlama yer almaktadır. Duyuşsal olarak matematiğin işe yararlığını fark etme, derse karşı olumlu tutum geliştirme, matematiği sevmeye, kaygıyı ve ön yargıyı giderme ve öz-güven kazanma vurgulanmıştır. Bilişsel bağlamda öne çıkan unsurlar problem çözme aşamalarını işe koşma, farklı bakış açısı kazandırma ve üst düzey düşünme süreçleri gelişimi şeklindedir. Araştırma sonuçlarına göre çoklu çözümler sunma, grup çalışmasına yer verme, güdüleme, nitelikli ve kalıcı öğrenme yer verilen pedagojik fırsatlar arasındadır. Bu bulgular doğrultusunda ilgili alan yazın incelendiğinde Deniz ve Akgün (2014) yaptıkları araştırma sonucunda matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilere matematiğin günlük hayatta nerelerde kullanıldığını göstererek onların matematiğin günlük hayattaki kullanışlılığı ile ilgili görüşlerini etkilediğini belirlemiştir. Frejd (2012) ve Maaß (2011) yaptıkları çalışmalarda matematiksel modelleme etkinliklerinin günlük yaşam ve matematik ilişkisinin anlaşılmasına ve matematiğin kullanışlılığını öğrenmelerinde önemli yerinin olduğu sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte matematiksel modelleme problemlerinin derslerde kullanımının öğrencilerin başarılarını ve derse katılımlarını arttıracak ve bu yüzden bu tür problemlerin matematik derslerinde kullanılması gerekliliğini gösteren araştırmalarda mevcuttur (Bukova-Güzel ve Uğurel, 2010; Deniz, 2014; Kaiser ve Schwarz, 2006; Sandalcı, 2013; Zihar ve Çiltaş, 2018). Diğer taraftan geleneksel matematik derslerinin aksine modelleme etkinlikleri ile öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiğini tespit eden çalışmalar da mevcuttur (Blum, 2011; Bonotto, 2007; Kim ve Kim, 2010; Muşlu, 2016).

Öğretmen adaylarının MOE'lerin sınıf içinde kullanımına yönelik bazı çekinceleri de mevcuttur. Çoğunlukla matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıf içinde uygulanmasının zaman alıcı olacağını belirtmişlerdir. Bununla birlikte MOE'lerin sınıf içinde uygulanma sürecinde gerek problem bağlamı hazırlanırken gerekse matematiksel modelleme süreci sınıfta gerçekleştirilirken öğrencilerin sosyal çevrelerinin ve bilişsel düzeylerinin göz önünde bulundurulmasının sınıflardaki öğrenci yoğunluğundan dolayı zorluk çıkaracağı ifade edilmiştir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıflarda uygulanmasına yönelik bir diğer zorluk ise öğretmenlerin sistemsel (sınav ve müfredat) baskılara maruz kalması şeklinde ifade edilmiştir. Alan yazında öğretmen ve öğretmen adaylarının MOE'leri sınıf içinde kullanımına yönelik kaygıları arasında modelleme kavramı ve süreçleri hakkındaki yetersizlikler (Akgün, Çiltaş, Deniz, Çiftçi, & Işık, 2013; Urhan ve Dost, 2016), problem farklılıkları (Kawasaki, Moriya, Okabe, & Maesako, 2012; Deniz, 2014) ve MOE'leri uygulamanın zaman alıcı olması (Blum, 1991) hakkında

yapılmış çeşitli araştırmalar mevcuttur. Bunun yanı sıra, öğretmenlerin matematiksel modelleme uygulamalarındaki deneyimsizliği de modelleme kullanım durumlarını etkileyen faktörler arasında gösterilmiştir (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006; Erarslan, 2011; Özturan Sağırlı, 2010; Thomas ve Hart, 2010). Öğretim sürecinde MOE uygulamalarını yaygınlaştırmak amacıyla, öğretmenlerin zaman sıkıntısı çekmemeleri için ders planlamalarını MOE'lere yer ayıracak biçimde yapmaları önem taşımaktadır (Tekin-Dede ve Bukova-Güzel, 2013a). Bu bağlamda hizmet içi seminerler düzenlenerek öğretmenlerin MOE'leri derslerinde uygulamaları ve uygun ders planları hazırlamaları konusunda teşvik edilmeleri önerilmektedir. Alanyazında, bu çalışmaya benzer biçimde öğretmen adaylarının sınav sistemi ve müfredat baskısı dolayısıyla MOE'leri sınıf içinde kullanmama eğilimine sahip olduğunu bulgulayan çalışmalar mevcuttur. Akgün ve diğerleri (2013) öğretmenlerle yaptıkları araştırmada matematiksel modelleme problemlerinin sınavlarda çıkan problemlerden farklı özelliklere sahip olması nedeniyle kullanmak istemediklerini belirlemiştir. Bu doğrultuda Kawasaki ve diğerleri (2012) çalışmalarında matematiksel modellemenin ulusal sınav sistemine uygun olmadığını ve eğitim alışkanlıkları ve beklentileri dikkate alınarak matematiksel modellemenin etkin bir şekilde uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Blum ve Borromeo-Ferri (2009) ise çalışmalarında matematiksel modellemenin uygulanmasının eğitim tartışmaları ve bunların günlük okul uygulamaları arasındaki boşluktan dolayı hem öğretmen hem de öğrenci açısından zor olduğunu belirtmiştir. Modelleme etkinlikleri öğretim programlarının uyumsuzluğu ile ilgili değerlendirmelere bakıldığında, ortaöğretim matematik dersi öğretim programında matematiksel modelleme etkinliklerine yeterince yer verilmediği düşüncesi hâkim olduğu görülmektedir (Kaiser, 2007; Kal, 2013). Akgün ve arkadaşları (2013) ve Güder (2013)'in ilköğretim matematik öğretmenleriyle, Çiltaş (2011) ve Özer Keskin (2008) ise ilköğretim matematik öğretmeni adayları ile yaptıkları çalışmalarda katılımcılar modellemenin matematik öğretim programının içinde yer alması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmanın katılımcıları ayrıca bu etkinlikleri kullanım durumlarının öğretecekleri konu bağlamına göre değişeceği ve müfredatta konuya ayrılan zaman ile ilgili sıkıntı yaşamamaları durumunda uygulayacaklarını vurgulamışlardır. Deniz (2014) yaptıkları araştırmada öğretmenlerin benzer kaygılara sahip olduğu ve modelleme etkinlikleri kullanımını geometri, problemler, fonksiyon ve parabol konularla kısıtlamış olduklarını belirlemiştir. Yine Güder (2013) yapmış olduğu çalışmada ortaokul matematik öğretmenlerinin MOE'leri her konuya uygun bulmadıkları ve en çok kesirler, sayma pulları, cebirsel ifadeler, özdeşlikler, örüntü ve süslemeler konularında kullandıklarını tespit etmiştir. Bununla birlikte farklı araştırmalarda öğretmenlerin öğretim programının çok yoğun olması nedeniyle, modelleme etkinliklerinin derslerde kullanmaya isteksizlikleri vurgulanmıştır (Akgün et al., 2013; Urhan ve Dost, 2016).

Bu araştırmada yapılan son görüşmelerde OMÖA'lar modelleme etkinliklerini öğrenme ortamlarında kullanım planlamalarıyla ilgili olarak öğretmen adayları çoğunlukla MOE'lerin grup etkinliği olarak uygulama eğilimlerinden bahsetmişlerdir. Alan yazında öğretmenlerin, öğretmen adaylarının ve öğrencilerin modelleme etkinliklerini grup çalışması halinde kullanma eğilimleri belirlenmiştir (Deniz, 2014; Kal, 2013). Grup etkinliği olarak MOE tasarımlarının ve uygulamalarının olumlu bilişsel ve duyuşsal katkılarını ortaya koyan araştırmalar mevcuttur (Deniz ve Akgün, 2014; Doğan Temur, 2012). Diğer taraftan grup etkinliği olarak MOE uygulamaları bazı iletişim ve organizasyon sıkıntılarını da beraberinde getirebilmektedir (Korkmaz, 2010). MOE tasarımları genel anlamda matematiksel model oluşturma, tahminde bulunma, değerlendirme ve genelleme gibi sosyal işlevler içerir ve elde edilen ürünler paylaşılabılır olmalıdır (Zawojewski, Lesh, & English, 2003). Bu durum MOE etkinliklerinin grup çalışması şeklinde yürütülmesinin bir avantaj sağlamaktadır (English, 2006) çünkü grup

çalışmaları öğrencilere işbirliği yapmayı, yardımlaşmayı ve ürünlerini paylaşmayı sağlamaktadır (Galbraith ve Clatworthy, 1990). Grup etkinliği olarak MOE uygulamalarında yaşanan sıkıntıları aşmak için gruplardaki öğrenci sayısı tüm bireylerin üst düzeyde katılımını sağlayacak biçimde ayarlanmalı, üyelerin gönüllülüğü sağlanmalı ve işbirlikçi çalışma ortamı düzenlenmelidir (Antonius, Haines, Jensen, Niss, & Burkhardt, 2007). Bu süreçte üç ya da dört kişilik gruplarla çalışılması tavsiye edilmektedir (Zawojewski et al., 2003).

Araştırma bulgularına göre modelleme yeterlik eğitimi alan öğretmenlerin çoğunluğu kullanacakları etkinlikleri kendilerinin tasarlayacağını ifade ederken bazı öğretmen adayları tasarım süreçlerinde öğrencilerinde yer alacağını vurgulamıştır. Alan yazın incelendiğinde MOE'leri hazır olarak kullanma eğiliminin MOE tasarımıındaki yetersizlik hissi ile ilgili olarak deneyim vurgusu yapılmaktadır (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006; Yu ve Chang, 2011). Matematiksel model oluşturma etkinliklerinde deneyimsizlik sınıf içi uygulamalarda sıkıntılara neden olmaktadır (Deniz, 2014; Tekin-Dede ve Bukova-Güzel, 2013a; Yu ve Chang, 2011). Bu durum öğretmenlerin MOE uygulamalarında kendi tasarımlarından kaçınıp hazır etkinlikleri kullanmalarına neden olabilmektedir (Sarioğlu ve Karataş, 2018). Bu doğrultuda bu araştırmanın katılımcısı olan öğretmen adaylarının istatistiki olarak belirlenen matematiksel modelleme yeterlik gelişimlerinin öz-yeterlik algılarına da yansıdığı düşünülebilir.

Araştırma sonuçlarına göre öğretmen adayları genel olarak aldıkları eğitimi yararlı bulmuşlar ve MOE'leri öğretim deneyimlerinde kullanmaya yönelik olumlu tutum sergilemişlerdir. Bu durumun yapılacak ileriki çalışmalarda kontrol edilmesi ve öğretmenlerin mesleki deneyimlerinde MOE'lere yer verme durumlarının analiz edilmesi tavsiye edilmektedir. Modelleme eğitim sürecine yönelik bu olumlu görüşlerin yanı sıra öğretmen adaylarının MOE eğitim sürecinde bazı zorluklara da dikkat çekmiştir. En çok vurguna zorluk MOE'leri tasarlama sürecinin zaman alıcı olması ve deneyimsizlik olmuştur. Alan yazında yapılan öğretmen ve öğretmen adaylarıyla yapılan farklı çalışmalarda yer alan katılımcıların da benzer görüşe sahip olduğu ve MOE'leri zaman alıcı olduğu ve bu süreçte deneyiminin önemine yapılan vurgular dikkat çekmektedir. Bu doğrultuda yapılacak çalışmalarda zaman sorununu aşmaya yönelik tedbirlerin geliştirilmesi önerilmektedir. Deneyimle ilgili problemin aşılmasında ise öğrencilerin lisans eğitimi sürecinde ve önceki yıllarda MOE ile karşılaştırılması önerilmektedir.

#### Kaynakça

- 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, 1-33.
- Antonius, S., Haines, C., Jensen, T. H., Niss, M., & Burkhardt, H. (2007). Classroom activities and the teacher. In W. Blum, P.L. Galbraith, H.W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 295-308). New ICMI Study Series, vol. 10. Springer, Boston, MA.
- Bengtsson, M. (2016). How to plan and perform a qualitative study using content analysis. *Nursing Plus Open*, 2, 8-14.
- Blomhoj, M., & Kjeldsen, T. H. (2006). Teaching mathematical modelling through project work. *The International Journal on Mathematics Education*, 38 (2), 163-177. Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education—Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, 51(1-2), 149-171.
- Blum, W. (1991). Applications and modelling in mathematics teaching - A review of arguments and instructional aspects. In M. Niss, W. Blum, and I. Huntley (Eds.), *Teaching of Mathematical Modelling and Applications* (pp. 10-29). England: Ellis Horwood.

- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education– Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, 51(1-2), 149-171.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, and G. Stillman (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 15-30). New York: Springer.
- Blum, W., & Borromeo-Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1 (1), 45-58.
- Bonotto, C. (2007). How to replace word problems with activities of realistic mathematical modelling. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI Study* (pp. 185-192). New York: Springer.
- Bukova-Güzel, E., & Uğurel, I. (2010). Matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki. *On dokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 69-90.
- Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi*. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir.(Tez No. 301126).
- Deniz, D. (2014). Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturabilme ve uygulayabilme yeterlikleri. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Erzurum.
- Deniz, D., & Akgün, L. (2014). Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme yönteminin sınıf içi uygulamalarına yönelik görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 103-116.
- Doğan Temur, Ö. (2012). Analysis of prospective classroom teachers' teaching of mathematical modeling and problem solving. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(2), 83-93.
- 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.
- Eraslan, A. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüşleri. *Elementary Education Online*, 10(1), 364-377.
- Eric, C. C. M. (2010). Tracing primary 6 students' model development within the mathematical modelling process. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(3), 40-57.
- Ferri, R. B., & Blum, W. (2013, February). Barriers and motivations of primary teachers for implementing modelling in mathematics lessons. In *Eighth Congress of European Research in Mathematics Education (CERME 8)*, Antalya, Turkey.
- Frejd, P. (2012). Modelling assessment of mathematical modelling–A literature review. In *MADIF-8: Evaluation and Comparison of Mathematical Achievement, 24-25 January 2012, Umeå, Sweden* (pp. 81-90). Svensk förening för Matematik Didaktisk Forskning-SMDF.
- Galbraith, P., & Clatworthy, N. J. (1990). Beyond standard models – Meeting the challenge of modelling. *Educational Studies in Mathematics*, 21 (2), 137-163.
- Genç, M., & Karataş, İ. (2017). Problem çözme süreçlerinde öğrencilerin modelleme seviyelerinin belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 608-632.
- Güder, Y. (2013). Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin görüşleri. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. *Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ.



- Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, and S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling Education, Engineering and Economics* (pp. 110-119). Chichester: Horwood.
- Kaiser, G. & Schwarz, B. (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university. *ZDM*, 38(2), 196-208.
- Kal, F. M. (2013). Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin problemi çözme tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli.
- Kawasaki, T., Moriya, S., Okabe, Y., & Maesako T. (2012). The problems of mathematical modelling introduction on mathematics education in Japanese school. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(5), 50-58.
- 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, 109-120.
- Korkmaz, E. (2010). İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri. Yayınlanmamış Doktora Tezi. *Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Balıkesir.
- Lesh, R. A., & Doerr, H. (2003). Foundations of model and modelling perspectives on mathematic teaching and learning. In R. A. Lesh, and H. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: Models and Modelling Perspectives on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving* (pp. 3-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lesh, R., & Harel, G. (2003). Problem solving, modeling, and local conceptual developing. *Mathematical Thinking and Learning*, 5 (2-3), 157-189.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In R. Lesh, and A. Kelly (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* (pp. 591-645). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Maaß, K. (2011). Identifying drivers for mathematical modelling - a commentary. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14* (pp. 367-373). Netherlands: Springer.
- Merriam, S. B., & Grenier, R. S. (Eds.). (2019). *Qualitative research in practice: Examples for discussion and analysis*. John Wiley & Sons.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018). *Ortaöğretim matematik dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara.
- Muşlu, M. (2016). *Doğal sayılarda işlemler konusunun öğretiminde matematiksel modelleme yönteminin öğrenci başarısına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 433816)
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Niss, M. (1988). Theme Group 3: Problem solving, modeling, and applications. In A. Hirst, and K. Hirst (Eds.), *Proceedings of The Sixth International Congress on Mathematical Education* (pp. 237-252). Budapest, Hungary: János Bolyai Mathematical Society.
- Özer Keskin, Ö. (2008). Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma. *Yayınlanmamış Doktora Tezi*. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Patton, M. Q. (2002). Two decades of developments in qualitative inquiry: A personal, experiential perspective. *Qualitative social work*, 1(3), 261-283.

- Sağiroğlu, D., & Karataş, İ. (2018). Investigation of mathematics teachers' processes of creating and implementing activities for mathematical modeling. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 12(2), 102-135.
- Sandalcı, Y. (2013). *Matematiksel modelleme ile cebir öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmelerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 347224)
- Tekin Dede, A., & Bukova Güzel, E. (2013a). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçlerinin incelenmesi: Obezite problemi. *İlköğretim Online*, 12(4), 1100-1119.
- Tekin Dede, A., & Bukova Güzel, E. (2013b). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçleri ve etkinliklere yönelik görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 288-299.
- Thomas, K., & Hart, J. (2010). Pre-service teacher perceptions of model eliciting activities. R. In Lesh, P. L. Galbraith, and C. R. Haines (Eds.), *Modelling Students' Mathematical Modelling* (pp. 531-539). New York, NY: Springer Science and Business Media.
- Urhan, S., & Dost, Ş. (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin derslerde kullanımı: Öğretmen görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(59), 1279-1295.
- Yıldırım, A., & Simsek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seckin.
- Yoon, C., Dreyfus, T., & Thomes, M. (2010). How high is the tramping track? Mathematizing and applying in a calculus model-eliciting activity. *Mathematics Education Research Journal*, 22(2), 141-157.
- Yu, S. Y., & Chang, C. K. (2011). What did Taiwan mathematics teachers think of model-eliciting activities and modelling teaching?. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo-Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 147-156). Springer, Dordrecht.
- Zawojewski, J. S., Lesh, R., & English, L. (2003). A models and modeling perspective on the role of small group learning activities. In R. A. Lesh, & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Zihar, M., & Çiltaş, A. (2018). Matematiksel modelleme yöntemiyle 8. sınıf üslü ifadeler konusunun öğretimine yönelik bir eylem araştırması. *e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 46-63.