T.C.

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ

MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNE VE ÖĞRETİM DENEYİMLERİNE YANSIMALARININ ARAŞTIRILMASI

SEMAHAT İNCİKABI

DOKTORA TEZİ

ABDULLAH ÇAĞRI BİBER

MAYIS - 2020

KASTAMONU

TEZ ONAYI

Semahat İNCİKABI tarafından hazırlanan "**Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yeterliklerine ve Öğretim Deneyimlerine Yansımalarının Araştırılması**" adlı tez çalışması **12/05/2020 tarihinde** aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Doç. Dr. Abdullah Çağrı BİBER Kastamonu Üniversitesi	…………………
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Abdulkadir TUNA Kastamonu Üniversitesi	…………………
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Naim ÜNVER Kastamonu Üniversitesi	…………………
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Çiğdem KILIÇ İstanbul Medeniyet Üniversitesi	…………………
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Rukiye Didem TAYLAN MEF Üniversitesi	…………………

Enstitü Müdürü	Prof. Dr. İzzet ŞENER	…………………

TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

Semahat İNCİKABI

ÖZET

Doktora Tezi

MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN İLKÖĞRETİM MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNE VE ÖĞRETİM DENEYİMLERİNE YANSIMALARININ ARAŞTIRILMASI

Semahat İNCİKABI
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Abdullah Çağrı BİBER

Matematik eğitimi temel anlamda öğrencilere gerçek yaşamada karşılaştıkları problemlere çözüm üretebilme becerisini kazandırmayı amaçlamaktadır. Bu amacın gerçekleştirilmesi sürecinde bireylere öğrenim süreçleri boyunca matematiksel modelleme yeterliklerinin kazandırılması önem arz etmektedir. Matematiksel modelleme yeterliğine sahip bireylerin yetiştirilebilmesini sağlayacak, öğretim programını okutacak olan öğretmenler olduğuna göre bu yeterliklerin öncelikle öğretmenlerde gelişmesi gerekmektedir. Bu temel prensipten hareketle, bu çalışmanın amacı matematiksel modelleme yeterlik eğitim sürecinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine yansımalarını ortaya koymak ve süreç sonunda becerisi yeterli bulunan öğretmen adaylarının bu becerilerini öğretim deneyimlerinde kullanma durumlarını analiz etmektir.

Belirlenen araştırma problemlerine cevap vermek için bu çalışmada nicel ve nitel yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma yöntem tercih edilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu 2019-2020 öğretim yılının güz ve bahar dönemlerinde Kastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı'nda öğrenim görmekte olan 15 matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Sonrasında üç öğretmen adayı MEB'e bağlı ortaokullarda MOE uygulaması yapmak üzere seçilmiştir. Bu araştırmada bütüncül yaklaşıma dayalı "teorik bilgi odaklı" tasarlanan öğrenme ortamları oluşturulmuştur. Araştırma süreci 15 hafta almıştır. Çalışma sürecinin ilk 13 haftası matematiksel modelleme eğitim ve MOE tasarım süreci olarak planlanmıştır. MOE uygulamaları için 3 haftalık süre ayrılmıştır. Araştırmada veri toplama araçları olarak matematiksel modelleme yeterlik ön ve son testleri (MMYT), matematiksel modelleme yeterlik anketi, modelleme prensipleri değerlendirme anketi, MOE tasarlama süreci çalışma yaprakları, matematiksel modelleme eğitimi değerlendirme anketi, modelleme etkinliklerini uygulama yarı yapılandırılmış gözlem formu ve modelleme etkinliklerini öğretimde deneyimlemeye yönelik yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır.

Araştırma bulguları ortaokul matematik öğretmen adaylarının model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme hakkındaki ön bilgilerinin kısıtlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte araştırma sonuçları grupların MOE tasarım yazım aşamalarında bazı farklılıklar bulunsa da benzer süreçlere yer verdiklerini belirlenmiştir. OMÖA'lar tarafından oluşturulan MOE'lerin tümü genel anlamda gerçeklik ve yapı belgelendirme prensiplerine uygun olarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre MOE tasarım eğitimi süreci OMÖA'ların matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri (Problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama) üzerine istatistiki anlamda anlamlı ve olumlu etki gerçekleştirmiştir. Öğretmen adayları genel olarak aldıkları eğitimi yararlı bulmuşlar ve MOE'leri öğretim deneyimlerinde kullanmaya yönelik olumlu tutum sergilemişlerdir. Öğretmen adaylarının modelleme uygulama deneyimlerinin genel anlamda modelleme uygulama süreçleriyle uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Bulgularla alan yazınla ilintili olarak tartışılmış ve elde edilen sonuçlar ışığında öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel modelleme yeterlikleri, Model oluşturma etkinlikleri (MOE), etkinlik tasarım süreçleri, MOE uygulama deneyimleri

Yıl, 2020 sayfa 235
Bilim Kodu: 101

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

INVESTIGATION OF REFLECTIONS OF MATHEMATICAL MODELING ACTIVITIES ON THE MATHEMATICAL MODELING EFFICACY AND TEACHING EXPERIENCES OF PROSPECTIVE PRIMARY SCHOOL MATHEMATICS TEACHERS

Semahat İNCİKABI
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mathematics and Sciences

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Abdullah Çağrı BİBER

Mathematics education aims to provide students the ability to produce solutions to the problems they encounter in real life. In the process of achieving this goal, it is important to provide individuals with mathematical modeling competencies throughout their learning processes. Since there are teachers who will be able to raise individuals with mathematical modeling competence and who will study the curriculum, these competencies must first develop in teachers. Stemming from the basic principles above, the aim of this study is to reveal the reflections of mathematical modeling education process on elementary mathematics teacher candidates' mathematical modeling competencies and to analyze the pre-service teachers' ability to use these skills in their teaching experiences.

In order to respond to the research problems identified, the mixed method in which quantitative and qualitative methods were used together was preferred in this study. The study group of this research consists of 15 mathematics teacher candidates studying at Kastamonu University Faculty of Education Primary Mathematics Teaching Undergraduate Program during the academic year of 2019-2020. Afterwards, three pre-service teachers were selected to apply MEAs in secondary schools affiliated to MoNE. In this research, learning environments designed based on a holistic approach and based on "theoretical knowledge" were created. The research process took 15 weeks. The first 13 weeks of the study process are planned as mathematical modeling training process and MEA design process. A three-week period is reserved for MEA applications. Data of the study were collected through mathematical modeling competency pre and posttests (MMCT), mathematical modeling proficiency rubric, modeling principles evaluation rubric, MOE design process worksheets, mathematical modeling education evaluation questionnaire, semi-structured observation form, and semi-structured interview.

Research findings reveal that secondary school mathematics teacher candidates have limited prior knowledge about model, modeling, mathematical model and mathematical modeling. Moreover, it was determined that PMT groups included similar processes although there were some differences in the MEA design stages. All the MEAs created by PMTs have been evaluated in accordance with the principles of reality and structure certification in general. According to the results of the research, mathematical modeling training process had a statistically significant and positive effect on the mathematical modeling competencies and sub-competencies (understanding the problem, simplifying, mathematizing, working mathematically, interpreting and verifying). Research findings also indicates that pre-service teachers found the training they received generally useful and showed a positive attitude towards using MEAs in their teaching experiences. Prospective mathematics teachers' modeling application experiences are generally compatible with modeling application processes. The findings were discussed in relation to the literature and the suggestions were presented in the light of the results obtained.

Key Words: Mathematical modeling competencies, Model eliciting activities (MEAs), activity design processes, MEA implementation experiences

Year, 2020 pages 235
Science Code: 101

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmalarım boyunca danışmanlığımı üstlenen, araştırmam boyunca bütün özverisiyle yanımda olarak yardım ve desteğini esirgemeyen, tanımaktan büyük onur duyduğum değerli danışman hocam Doç. Dr. Abdullah çağrı BİBER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez izleme komitemde yer alan ve tez yazım sürecimde verdikleri değerli tavsiyelerle önemli katkılarda bulunan Prof. Dr. Abdulkadir TUNA ve Dr. Öğr. Üyesi Naim Ünver hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin pilot ve esas uygulama süreçlerinde yardımını ve desteğini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Feyza ALİUSTAOĞLU hocama minnettarlıklarımı bildiririm. Gerek yüksek lisans eğitimim, gerekse de doktora eğitimim boyunca ilgi ve yardımlarıyla bana destek olan, beni bilimsel araştırmalar yapmaya teşvik eden Matematik Eğitimi Bilim dalında yer alan tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Son olarak çalışmalarım sırasında kendilerinden görmüş olduğum destek, sabır ve anlayışlarından dolayı kıymetli eşime ve biricik çocuklarıma, varlıklarıyla çalışma sürecimde yanımda olamasalar da, desteklerini esirgemeyen sevgili annem, babam ve kardeşlerime sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Semahat İNCİKABI
2020

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAYI ... ii
TAAHHÜTNAME ... iii
ÖZET ... iv
ABSTRACT ... vi
TEŞEKKÜR ... viii
İÇİNDEKİLER ... ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ... xii
ŞEKİLLER DİZİNİ ... xiii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ ... xiv
TABLOLAR DİZİNİ ... xv
1. GİRİŞ ... 1
1.1. Araştırmanın Amacı ... 3
1.2. Araştırma Problemleri ... 4
1.3. Araştırmanın Önemi ... 4
1.4. Araştırmanın Sayıltıları ... 9
1.5. Sınırlılıklar ... 9
2. KURAMSAL ÇERÇEVE ... 11
2.1. Matematiksel Modelleme ... 11
2.2. Matematiksel Modelleme Süreci ... 13
2.3. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ... 17
2.4. Matematiksel Model Oluşturma Etkinlikleri ... 21
2.4.1. Kişisel Anlamlılık Prensibi (Gerçeklik Prensibi) ... 23
2.4.2. Model Yapılandırma Prensibi: ... 23
2.4.3. Öz Değerlendirme Prensibi ... 24
2.4.4. Model Dokümantasyon Prensibi ... 24
2.4.5. Etkili Prototip Prensibi ... 24
2.4.6. Model Genelleme Prensibi: ... 24
2.5. Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesine Yönelik Öğrenme Ortamları ... 25
3. LİTERATÜR TARAMASI ... 29
3.1. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Üzerine Yapılmış Çalışmalar .. 29
3.2. Matematiksel Modelleme Sürecinde Yaşanan Zorluk ve Yanılgıları Belirlemeye Yönelik Yapılan Çalışmalar ... 34
3.3. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Modelleme Prensipleri Doğrultusunda Değerlendirildiği Çalışmalar ... 37
4. YÖNTEM ... 40
4.1. Araştırma Deseni ... 41
4.2. Çalışma Grubu ... 42
4.3. Araştırma Süreçleri ... 42
4.4. Etkinlik Uygulama ... 46
4.5. Öğrenme Ortamının Tasarımı ... 47
4.6. MOE Etkinlikleri ... 49
4.7. Veri Toplama Süreçleri ... 51
4.7.1. Veri Toplama Araçları ... 51

4.7.2. Verilerin Analizi ... 54
4.8. Araştırmanın Geçerlik Çalışmaları ... 64
4.8.1. Nicel Yaklaşımlarda Geçerlik ve Güvenirlik: ... 64
4.8.2. Nitel Yaklaşımlarda Geçerlik ve Güvenirlik: ... 65
4.9. Güvenirlik Kontrolleri ... 66
4.10. Pilot Uygulama Süreci ... 67
4.11. Etik Durumlar ... 69
5. BULGULAR ... 70
5.1. Öğretmen Adaylarının MOE'leri tasarlama süreçleri ... 70
5.1.1. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Hazırbulunuşlukları ... 70
5.1.2. MOE'lerin Tasarım Süreçleri ... 77
5.2. Tasarlanan Modelleme Etkinliklerinin Yeterlikleri Değerlendirilmesi 92
5.3. Matematiksel Modelleme Yeterlik Eğitiminin Modelleme Yeterlikleri ve Alt Boyutları Üzerine etkisi ... 95
5.3.1. Eğitim Sürecinin Matematiksel Modelleme Yeterliklerine Yansımaları ... 98
5.3.1.1. Problemi anlama yeterliğine yönelik yansımalar ... 98
5.3.1.2. Sadeleştirme yeterliğine ait yansımalar ... 100
5.3.1.3. Matematikselleştirme yeterliğine ait yansımalar ... 103
5.3.1.4. Matematiksel olarak çalışma yeterliğine ait yansımalar ... 106
5.3.1.5. Yorumlama yeterliğine ait yansımalar ... 108
5.3.1.6. Doğrulama basamağına ait yansımalar ... 110
5.4. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Eğitim Süreçleri Hakkındaki Görüşleri ... 113
5.4.1. MOE Yeterlik Eğitiminin Yararlılığı Hakkındaki Düşünceleri ... 113
5.4.2. MOE Tasarım Sürecine Yönelik Zorluklar ile İlgili Görüşler ... 117
5.4.3. MOE'leri Öğretimde Kullanmaya Yönelik Görüşler ... 120
5.5. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Uygulama Deneyimlerine Yönelik Bulgular ... 125
5.5.1. Yüzme Havuzu MOE Uygulamasına Yönelik Bulgular ... 125
5.5.2. Miras Paylaşımı MOE Uygulamasına Yönelik Bulgular ... 129
5.5.3. Oto Kiralama MOE Uygulamasına Yönelik Bulgular ... 132
5.5.4. MOE'lerin Sınıf İçi Uygulanmasına Yönelik Genel Değerlendirmeler ... 136
6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA ... 139
6.1. Ortaokul Matematik Öğretmen Adaylarının MOE'leri Tasarlama Süreçlerinden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuçlar ve Tartışma ... 139
6.2. Tasarlanan Etkinliklerinin Temel Modelleme Prensiplerine İlişkin Bulgulara Yönelik Sonuçlar ve Tartışma ... 145
6.3. Matematiksel Modelleme Yeterlik Eğitiminin Modelleme Yeterlikleri Üzerine Etkisine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma ... 148
6.4. Öğretmen Adaylarının MOE Yeterlik Eğitimi Süreçleri Hakkındaki Görüşlerine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma ... 151
6.5. Öğretmen Adaylarının Seçtikleri MOE Tasarımlarını Uygulama Deneyimlerine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma ... 156
6.6. Öneriler ... 162
6.6.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler ... 125
6.6.2. Uygulayıcılara Yönelik Öneriler ... 165

6.6.3. Program Geliştiricilere Yönelik Öneriler ... 166
KAYNAKLAR ... 168
EKLER ... 190
EK 1 Matematiksel modelleme yeterlik eğitim sürecinde yer verilen etkinlikler 191
EK 2 Matematiksel modelleme yeterlik testleri (MMYT) ... 200
EK 3 Matematiksel modelleme yeterlik anketi ... 204
EK 4 Matematiksel modelleme prensipleri değerlendirme formu ... 205
EK 5 MOE tasarlama süreci çalışma yaprakları ... 206
EK 6 Matematiksel modelleme eğitimi değerlendirme anketi ... 207
EK 7 Matematiksel modelleme etkinliklerini uygulama yarı yapılandırılmış gözlem formu ... 208
EK 8 Öğretim deneyimine yönelik yarı yapılandırılmış görüşmeler ... 210
EK 9 Öğretim deneyimine yönelik aday etkinlik listesi ... 211
EK 10 Gönüllü katılım formu ... 226
EK 11 Gruplara ait MOE tasarımları ... 227
ÖZGEÇMİŞ ... 234

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
MMYT	Matematiksel Modelleme Yeterlik Testi
MYDR	Modelleme Yeterliği Değerlendirme Rubriği
MOE	Model Oluşturma Etkinlikleri
MOR	Modelleme Uygulama Rehberi
OMÖA	Ortaokul Matematik Öğretmen Adayları

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Matematiksel modellemedeki basamaklar 14
Şekil 2.2. Matematiksel modelleme süreci 15
Şekil 2.3. Matematiksel modelleme döngüsü 16
Şekil 4.1. Araştırmanın süreçleri.. 43
Şekil 5.1. Ölüyen yürüler grubu etkinlik tasarlama süreci................................... 79
Şekil 5.2. Sonsuz/sonsuzlar grubu etkinlik tasarlama süreci 82
Şekil 5.3. Pisagorcular grubu etkinlik tasarlama süreci 86
Şekil 5.4. Seçici geçirgenler grubu etkinlik tasarlama süreci 90
Şekil 6.1. Öğrencilerin Öğrenme Sürecinde Doğru ve Yanlış İki Görüntü 160

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Sayfa

Fotoğraf 5.1. ÖY grubu MOE etkinliği 80
Fotoğraf 5.2. Sonsuz/sonsuzlar grubu MOE tasarımı 84
Fotoğraf 5.3. Pisagorcular grubu MOE etkinliği 87
Fotoğraf 5.4. Seçici geçirgenler grubu MOE tasarımı 92
Fotoğraf 5.5. Anlama yeterliği gelişimine yansımalar 1 98
Fotoğraf 5.6. Anlama yeterliği gelişimine yansımalar 2 99
Fotoğraf 5.7. Sadeleştirme yeterliği gelişimine yansımalar 1 101
Fotoğraf 5.8. Sadeleştirme yeterliği gelişimine yansımalar 2 102
Fotoğraf 5.9. Matematikselleştirme yeterliği gelişimine yansımalar 1 104
Fotoğraf 5.10. Matematikselleştirme yeterliği gelişimine yansımalar 2 105
Fotoğraf 5.11. Matematiksel olarak çalışma yeterliği gelişimine yansımalar 1 .. 107
Fotoğraf 5.12. Matematiksel olarak çalışma yeterliği gelişimine yansımalar 2 .. 108
Fotoğraf 5.13. Yorumlama yeterliği gelişimine yansımalar 1 109
Fotoğraf 5.14. Yorumlama yeterliği gelişimine yansımalar 2 110
Fotoğraf 5.15. Doğrulama yeterliği gelişimine yansımalar 1 111
Fotoğraf 5.16. Doğrulama yeterliği gelişimine yansımalar 2 112

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Matematiksel modellemeye yönelik öğrenme ortamı yaklaşımları. 26
Tablo 3.1. Modelleme yaklaşımlarının sınıflandırılması 30
Tablo 3.2. Modellemeye ait yanılgılar ve göstergeleri 36
Tablo 4.1. Katılımcılara ait bilgiler 42
Tablo 4.2. Çalışmanın uygulama süreçleri 44
Tablo 4.3. Modelleme yeterliklerine ait etkinlik yönergeleri 48
Tablo 4.4. Tasarlanan öğrenme ortamında uygulanan MOE'ler ve amaçları ... 50
Tablo 4.5. Veri toplama araçları 52
Tablo 4.6. Veri analizi yaklaşımları 55
Tablo 4.7. Modelleme yeterlikleri değerlendirme rubriği boyutlarına ait düzeyler ve açıklaması 57
Tablo 4.8. Prensiplere İlişkin Değerlendirme İçerikleri 59
Tablo 4.9. Matematiksel modelleme uygulama aşamaları 63
Tablo 4.10. Kodlayıcılar Arası Uyuşma Oranları 67
Tablo 4.11. Etkinliklerin MOE Prensipleri ile İlişkisi 68
Tablo 5.1. Modelleme kavramlarına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri 71
Tablo 5.2. Gerçek hayat temelli problem özellikleri hakkındaki görüşler 73
Tablo 5.3. Gerçek yaşam temelli etkinlikler (GYTE) ve matematik eğitimi hakkındaki görüşler (n) 75
Tablo 5.4. Etkinliklerinin modelleme prensipleri bağlamında değerlendirme puan (0-3 puan) ortalamaları 93
Tablo 5.5. Etkinliklerinin modelleme prensipleri bağlamında değerlendirmesinde öz, akran ve uzman değerlendirme ortalamaları 94
Tablo 5.6. MMYT Ön-test ve Son-test normallik testi sonuçları 95
Tablo 5.7. MMYT ön-test ve son-test ortalama puanların t-testi sonuçları 96
Tablo 5.8. MOE yeterlik eğitim süreci hakkındaki düşünceler (n) 114
Tablo 5.9. MOE'leri tasarım sürecine yönelik zorluklar 118
Tablo 5.10. Öğretmen adaylarının MOE'lerin sınıfta kullanım avantajlarına yönelik düşünceleri (n) 121
Tablo 5.11. Öğretmen adaylarının MOE'lerin sınıfta kullanım dezavantajlarına yönelik düşünceleri (n) 123
Tablo 5.12. MOE'lerin derslerde kullanım durumlarına ilişkin görüşler 124
Tablo 5.13. Gözlem değerlendirmeleri 137

1. GİRİŞ

Matematik yaşamımızda bazen doğrudan yansımalarını gördüğümüz bazen ise yaşamımıza anlam kazandırmak için kullandığımız bir bilimdir. Buna bağlı olarak yaşamımızı böylesine etkileyen matematiğin bir ders olarak okullarımızdaki yeri de oldukça önemlidir. Bu nedenle matematik derslerini gerçek yaşam problemlerine çözüm üretme becerisi kazandıracak şekilde yürütmek gerekir. Bunun için günlük yaşamda karşılaştığımız olayların hangi matematiksel kavramlar ile ilişkili olduğunu düşünmek ve bunları problem durumları olarak sunmak faydalı olabilir. Bununla birlikte güncellenen matematik öğretim programında öğrencilerin problem çözme sürecinde kendi akıl yürütmelerini işe koşabilmeleri, matematiksel dili ve terminolojiyi doğru olarak kullanmaları ve matematiksel okuryazarlık becerilerini geliştirmeleri amaçlanmıştır (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2017). Matematiksel okuryazarlığın ve içerdiği problem çözme sürecinin temel unsurları arasında modelleme becerileri yer almaktadır (Stacey, 2015). Matematiksel modelleme etkinliklerinin diğer bir deyişle model oluşturma etkinliklerinin, matematik okuryazarlık performansı yüksek bireyler yetiştirmedeki olumlu etkisi yapılan birçok çalışmada ortak anlayış olarak ileri sürülmektedir (English, 2006; Mousoulides vd., 2008; Oswalt, 2012; Asempapa, 2015; Bakırcı, 2016). Stacey (2011)'e göre matematiksel modellemenin etkili bir şekilde öğrenildiği ortamlarda, öğrenciler bir problem üzerinde, problemin matematiksel olarak formüle edilmesi, matematiksel terimler içerisinde çözüm üretilmesi ve çözümden elde edilen sonuçların yorumlanarak eleştirel bakış açısıyla ele alınması döngüsünde hareket ederek oldukça önemli bir zaman harcarlar.

Son dönemlerde dünya genelinde matematiksel modellemeye olan ilgi artmış ve ilköğretimden başlayıp ilerleyen kademe öğretim programlarında modelleme yeterlikleri ayrıntılı biçimde ele alınmaya başlanmıştır (Niss, 1988; National Council of Teacher of Mathematics [NCTM], 1989, 2001; Blum, 2002; Lingefjard, 2004; Blomhøj ve Kjeldsen, 2006). Amerikan Ulusan Matematik Konseyi'nin Amerika'da matematik öğretimine yön veren ve matematik eğitimi prensipler ve standartları içeren bildirgesinde, erken çocukluk döneminden başlayarak bütün sınıf seviyelerindeki öğretim programlarında matematiksel öğrenmelerin anlamlandırmalar yoluyla desteklenmesi için problem çözme süreçlerinde matematiksel modellerin işe koşulmasının gerekliliği vurgulanmaktadır (NCTM, 2000).

Ülkemizdeki uygulanmış olan matematik dersi öğretim programlarında:

> "Teknolojik gelişmelerle birlikte daha önceki kuşakların karşılaşmadığı yeni problemlerle karşılaşılan günümüz dünyasında, matematiğe değer veren, matematiksel düşünme gücü gelişmiş, matematiği modelleme ve problem çözmede kullanabilen bireylere her zamankinden daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. (MEB, 2018)"

> "(...) Bu çerçevede, matematik öğretim programının geliştirmeyi hedeflediği matematiksel beceri ve yeterlilikler arasında matematiksel modelleme ve problem çözme yer almaktadır (MEB, 2013)."

ifadeleriyle bireylerin matematiksel modelleme yeterliliklerinin geliştirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Matematiksel modelleme becerisinin öğrenme ortamlarına entegresiyle ilgili ise matematik öğretim programında (MEB, 2018),

> "Programın uygulanmasında matematik öğrenme aktif bir süreç olarak ele alınmalı; öğrencilere araştırma yapma, matematiksel ilişkileri keşfetme ve ispatlama, modelleme ve problem çözme, çözüm ve yaklaşımları sınıf ortamında paylaşma ve tartışma olanakları sunulmalıdır. (...) Bu bağlamda, eğitim materyalleri (kitap, video, yazılım vb.) ve bunların kullanılacağı matematik öğrenme ortamları/etkinlikleri yapılandırılırken programın yaklaşımını hayata geçirebilmek için [dikkat edilmesi gereken bir husus] öğrencilerin seviyesine ve ilgilerine uygun, aktif katılımlarını sağlayacak gerçekçi problem çözme ve modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamları tercih edilmelidir."

ifadelerine yer verilmiş ve öğretim sürecine dahil edilmesi gereken bir beceri olarak önerilmiştir. Bunula birlikte Matematik Uygulamaları dersi kitapları (MEB, 2012a; 2012b) incelendiğinde, öğrencilerin bu dersi seçmeleri durumunda, bir kısmı modelleme yapmayı gerektiren gerçek yaşam problemlerini çözmeleri gerektiği görülmektedir. Öğrencilerde modelleme becerilerinin gelişimi sınıfta öğretime yön veren öğretmenlerin de modelleme yeterliklerine sahip olması ile mümkündür.

Öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini geliştirmesinde ve bu becerilere yönelik etkinliklerin derslerde etkin olarak işe koşulmasında öğretmenlerin ve sahip oldukları yeterliklerin önemi yadsınamazdır. Milli Eğitim Bakanlığı 2017 yılında yayımladığı öğretmen mesleği genel yeterliklerinde öğretmenlerin sahip olması gereken yeterlikler arasında derslerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesi, konuların öğretiminde uygun yöntem ve yaklaşımları kullanabilmesi ve uygulamada olan öğretim programını tanıma, kavrama ve yürütülebilmesini ele almıştır. Bu bağlamda, öğretmenlerin öğretim programlarında (Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü (ÖYEGM), 2017) ele alınan becerilerden birisi olan modelleme becerisine gerek sahip olmaları gerekse bunları sınıftaki öğrencilere kazandırabilecek planlama, düzenleme ve pedagojik alan bilgisine sahip olmaları gerekmektedir. Bu kapsamda, öğretmenlerin derslerinde modellemeden etkin bir şekilde yararlanabilmeleri için öncelikle öğretmen yetiştiren kurumlarda öğretmen eğitimi sırasında öğretmen adaylarına modelleme yeterliliklerinin kazandırılması gerekir (Kaiser, 2007; Ferri ve Blum, 2013).

1.1. Araştırmanın Amacı

Matematik eğitiminin amaçlarından biri bireyleri günlük hayatta karşılaştıkları problemlere çözüm üretebilecek becerilerin kazandırılmasıdır (Baki, 2010). Eğitimin bu amacı öğrenci ve öğretmen adaylarının öğrenim süreçleri boyunca matematiksel modelleme yeterliklerinin kazandırılması ile gerçekleştirilebilir. Matematiksel modelleme yeterliğine sahip bireylerin yetiştirilebilmesini sağlayacak, öğretim programını okutacak olan öğretmenler olduğuna göre bu yeterliklerin öncelikle öğretmenlerde gelişmesi gerekmektedir. "Nasıl öğrendiyse öyle öğretir" ilkesinden yola çıkarak, geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarına üniversite öğrenimlerinde matematiksel modelleme deneyimlerinin yaşatılması ve bu yeterliklerin kazandırıldığı öğrenme ortamlarının sunulması önemlidir.

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda, bu çalışmanın amacı matematiksel modelleme yeterliklerine yönelik etkinliklerin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine yansımalarını ortaya koymak ve süreç sonunda becerisi yeterli bulunan öğretmen adaylarının bu becerilerini öğretim deneyimlerinde kullanma durumlarını analiz etmektir.

1.2. Araştırma Problemleri

Yukarda ifade edilen amaç doğrultusunda araştırma problemleri aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

1) İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinliklerini (MOE) tasarlama süreçleri nasıl şekillenmiştir?

    a) Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili hazır bulunurlukları nasıldır?

    b) Öğretmen adayları MOE tasarlama süreçlerinde hangi aşamaları takip etmişlerdir?

2) Öğretmen adaylarının tasarladıkları MOE'lerin modelleme temel prensipleri (gerçeklik, model oluşturma, öz değerlendirme, yapı belgelendirme, model genelleme) bağlamlarındaki yeterlikleri nasıldır?

3) Bütüncül yaklaşımla MOE'leri tasarlama süreci ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini nasıl etkilemiştir?

4) Modelleme yeterliğine sahip öğretmen adaylarının bu becerilerini öğretim deneyimlerine yansıtma durumları nasıldır?

5) Öğretmen adaylarının bütünsel yaklaşımla aldıkları MOE yeterlik eğitim sürecine yönelik değerlendirmeleri nasıldır?

1.3. Araştırmanın Önemi

Matematiksel modelleme yeterliklerinin kazanılması, öğretim programlarının alışılagelmiş tanımlama-örnek verme-pratik etme-değerlendirme sürecinden farklı olarak daha detaylandırılmış öğretim programlarının geliştirmesini zorunlu kılmaktadır (Antoinus vd., 2007). Modellemeyi temel alan öğrenme ortamlarında matematiksel kavramların gerçek dünya bağlamlarında uygulanabilirliği üzerine yapılacak etkinlikler odak noktasını oluşturmaktadır (Kaiser vd., 2010; Lesh vd., 2010). Bu bağlamda günümüz eğitim modellerinde gereksinim duyulan gerçek yaşam problemleriyle mücadele edecek bireylerin yetiştirilmesi doğrultusunda bilgi ve yaşam arasındaki köprünün kurulması önem arz etmektedir. Matematik derslerinde yukarıda ifade edilen bağlantının sağlanmasında matematiksel modelleme süreçlerini derslerde etkin bir şekilde uygulayacak öğretmenlere önemli sorumluluklar yüklenmektedir. Öğretmenlerin bu sorumluluklarını etkin bir şekilde yerine getirmeleri lisans eğitimleri süresince modelleme yeterlik eğitimleri almaları ve öğretme yeterliğine ulaşmaları yoluyla mümkün görülmektedir (Kaiser, 2007; Borromeo Ferri, 2010). Buradan hareketle modelleme yeterliklerinin öğretmen adaylarına kazandırılması süreci önemlidir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme teorik bilgilerinin ve modelleme yeterlik düzeylerinin belirlenmesinin modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik süreçlerin planlanması aşamalarında önemli olduğu düşünülmektedir.

Matematiksel modelleme kavramı ve becerileri geçmişten günümüze önemli bulunmuş ve öğretim programları genel hedeflerinde yer almıştır (NCTM, 1989, 2000; Blomhoj ve Kjeldsen, 2006; Niss vd., 2007). Amerikan ulusal matematik konseyi matematiksel modellemenin probleme çözümünde kullanmanın önemine vurgu yapmış ve bu sayede kavramlar arası ilişkileri anlamlandırmanın mümkün olacağını ifade etmiştir (NCTM, 2000). Ülkemizdeki matematik dersi öğretim programlarında modelleme kavramı ilk kez matematik eğitiminin genel amaçları içerisine 2005 yılında girmiş ve öğrencilerin matematik öğrenme sürecinde “model kurabilecek, modelleri sözel ve matematiksel ifadelerle ilişkilendirebilecek” (MEB, 2005) şekilde donatılması hedeflenmiştir. Yine matematik öğrenme öğretme sürecinin somut deneyimlerle başlatılması ve bu süreçte matematiksel modellerin kullanılmasının önemine işaret edilmiştir. Şuan yürürlükte olan 2017 yılı (ilkokul ve ortaokul) matematik dersi öğretim programında, matematiksel modelleme temel matematiksel beceri olarak ele alınmıştır. Matematik dersi öğretim programı, öğretmenlerin matematik öğretme sürecinde matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirici ve işe koymayı gerektiren etkinliklerin uygulanması yoluyla, öğrencilerin matematiksel modellemeler yapabilme becerisine sahip olmasına vurgu yapmaktadır (MEB, 2017). Ulusal ve uluslararası programlarda önemle vurgulanan öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin gelişimi, öğretmenlerin modelleme yeterliklerine sahip olması ile mümkündür. Bu doğrultuda öğretmen yetiştiren fakültelerde modelleme yeterlik uygulamalarının yapılması, bu doğrultuda lisans/lisansüstü seviye derslerin planlanması önemlidir. Ayrıca planlanan uygulamalarının öğretmen adaylarının modelleme yetkinliğini geliştirme durumlarının kontrol edilmesi ve öğretmen adaylarının bu yetkinliklerini sınıflarda işe koşma potansiyellerinin incelenmesi önem arz etmektedir.

Öğretim programlarında matematiksel modellemenin önemine yönelik vurgulamalar yapılmasına rağmen, hem ulusal hem de uluslararası çalışmalar, öğrencilerin gerçek yaşam bağlamlarında matematiksel bilgilerini istenen düzeyde kullanamadıklarını göstermektedir (Matthews ve Silver, 1983; Arcavi, 2002; Umay, 2003; Carpenter vd., 2005; Busse, 2005; Vinner, 2007; Baki ve Aydın-Güç, 2014a). Öğrencilerin matematiksel bilgileri ile karşılaştıkları gerçek yaşam problemlerine çözüm üretebilmeleri için matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi gerekir (Baki ve Aydın-Güç, 2014b; Busse, 2011; Maaß, 2006). Yapılan araştırmalar, matematiksel modellemenin öğretilebilir ve öğrenilebilir olduğunu, matematiksel modellemeye yönelik eğitim alan bireylerin matematiksel modellemede daha başarılı olduğunu belirtmektedirler (Özer-Keskin, 2008; Ferri ve Blum, 2013). Bu durum ise araştırmacıları matematiksel modelleme yeterliklerinin kazandırılmasında hangi öğrenme deneyimlerinin etkili olduğunu araştırmaya yönlendirmektedir. Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik farklı öğrenme ortamlarının tasarlanarak değerlendirilmesi, iyi derecede matematiksel modelleme yeterliğine sahip bireyler yetiştirilmesi açısından önemlidir.

Matematiksel modelleme yeterliklerin geliştirilmesi sürecine yönelik öğrenme ortamlarının tasarımında farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bunların arasında yer alan bütüncül yaklaşıma dayalı öğrenme ortamlarında, matematiksel modelleme sürecinin birkaç alt boyutuna odaklanmak yerine tamamına odaklanılarak yeterliklerin geliştirilmesi hedeflenmektedir (Crouch ve Haines, 2004). Bu çalışmada bütüncül yaklaşımla matematiksel modelleme becerilerinin gelişimine odaklanmaktadır. Bütüncül yaklaşımının kullanımında da farklılaşmalar mevcuttur. Bazı uygulamalar teorik bilgiye dayanarak ve yönlendirme olmadan modelleme sürecini tamamlama şeklinde iken (Kaiser, 2007; Bukova-Güzel, 2011) bazı uygulamalarda teorik bilgi içermeyen ve yönerge içermeyen model oluşturma ortamlarında modelleme yeterlikleri geliştirme çalışmaları (Korkmaz, 2010; Braun, 2014; Mehraein ve Gatabi, 2014a) yapılmıştır. Aydın Güç (2015) çalışmasında öğretmen adaylarının modelleme yeterliklerini geliştirme sürecinde yönergeler içeren modelleme alt-yeterliklerinin sistemli bir şekilde yapılandırıldığı bütüncül öğrenme ortamına yer vermiştir. Ancak bulguları alt-yeterliliklerin varlığının, otomatik olarak ait oldukları matematiksel modelleme yeterliğinin varlığını işaret etmediğini göstermiştir. Tekin-Dede ve Yılmaz (2013) modelleme etkinlikleri üzerinde çalışan öğrenci çalışmalarını matematiksel modelleme alt-yeterlikleri bağlamında değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda ise alt-yeterliklere yönelik çalışmalar aynı olmadığından, alt yeterliklerin ait oldukları yeterliklerin bütününü temsil edemediği belirlenmiştir. Zöttl vd. (2011) tarafından yapılan vurgulamalar matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin varlığının, otomatik olarak ait oldukları matematiksel modelleme yeterliklerinin varlığını içerip içermediği sorusuna işaret etmektedir. Bununla birlikte öğrencilerin modelleme sürecine herhangi yönlendirme olmadan bırakılması öğrencilerin bazı süreçleri göz ardı etmelerine sebep olabilir. Nitekim bu tür yaklaşım benimseyen öğrenme ortamlarında öğrencilerin yorumlama ve doğrulama süreçlerine yönelik çalışmalarının yetersiz olduğu görülmektedir (MaaB, 2006; Kaiser, 2007; Bukova-Güzel, 2011).

Blum ve Borromeo-Ferri (2009), Tekin-Dede ve Yılmaz (2013), matematiksel modelleme sürecinin karmaşık yapısını bireylerin zihninde yapılandırmak amacıyla bütüncül bir yaklaşımla tasarladıkları öğrenme ortamlarında çalışılan model oluşturma etkinliklerini, matematiksel modelleme basamaklarını takip etme şeklinde yürütmüşlerdir. Bu ortamlarda matematiksel modelleme sürecinin genellikle alt basamaklarına odaklanılmış, basamaklar arası geçişteki gerekli yeterliklere ait alt yeterliklere ise değinilmemektedir. Böyle bir yaklaşımda ise matematiksel modelleme sürecini başarıyla tamamlamak için gerekli alt-yeterliklere yönelik deneyimlerin desteklendiği varsayımı mevcuttur. Nitekim çalışma sonuçlarında bu tür öğrenme ortamlarında öğrencilerin bazı basamaklarda zorluklar yaşadığı belirtilmektedir. Bu çalışmalarda da basamaklar arası geçişlerde yaşanan zorlukların hangi yeterliklerin eksikliğinden kaynaklandığı ele alınmamaktadır. Bu nedenlerden dolayı bu tez çalışmasında uygulanan teorik destekli yönlendirilmiş uygulamalar sonucunda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme basamaklarında ve bunlara ait yeterliklerde oluşan gelişimlere odaklanılmıştır.

Öğretmen adayları veya öğretmenlerle yapılan modelleme etkinlikleri onların mesleki gelişimine katkı sağlamaktadır (Lesh ve Doerr, 2003). Birçok çalışmada öğretmenlerin öğrencilerine etkili bir biçimde matematiksel modellemeyi öğretebilmesi için, öncelikle bu konuda kendilerinin beklenen düzeyde olması gerektiği vurgulanmaktadır (Krauss vd., 2008). YÖK tarafından yenilenen alan eğitimi lisans programlarında matematiksel modelleme eğitimi zorunlu ders kapsamına alınmıştır. Ancak matematiksel modellemeye öğretim programında yer verme eğilimi olsa bile matematik derslerinde sadece birkaç modelleme örneği yer almaktadır ve neredeyse hiçbir öğretmenin matematiksel modelleme deneyimi yoktur (Blum ve Ferri, 2006; Frejd, 2012; Kawasaki, 2012). Ayrıca öğretmenlerin birçoğu matematiksel modellemeden ve öğretimdeki öneminden habersizlerdir (Siller ve Kuntze, 2012; Akgün vd., 2013). Dolayısıyla modelleme deneyiminin öğretmen adaylarına kazandırılması önemli bulunmaktadır.

Matematik dersi öğretim programları modellemelerin öğretimde kullanılmasına ve öğrencilerin gerçek yaşam durumlarıyla ilişkilendirecek yeterlik düzeylerine ulaştırmanın önemine ve gerekliliğine vurgu yapmaktadır (NCTM, 2000; MEB, 2017). Bu bağlamda öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini geliştirmek için, öğretmen eğitimindeki öğretimler de bu becerileri geliştirecek şekilde tasarlanmalı, bu doğrultuda etkinlikler hazırlanmalıdır (Vorhölter vd., 2014). Dolayısıyla öğretmen ve öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik hizmet içi ve hizmet öncesi programlarda öğrenme ortamlarının tasarlanması gerekmektedir (Aydın Güç, 2015). Alan yazın incelendiğinde matematiksel modelleme üzerinde yapılan çalışmalarda öğretici eğitimi üzerinde çok fazla makale ve tez olmasına rağmen öğretmen adaylarına verilen eğitimle birlikte bu becerilerin pratiğe dönüştüğü öğretim deneyimlerini ve öğrencilerdeki değişimi birlikte inceleyen çalışmalara rastlanmamıştır.

Matematiksel modellemenin doğası gereği geleneksel öğrenme ortamlarında kullanılması sürecinde yaşanan zorlukları belirten çalışmalar incelendiğinde matematiksel modellemenin matematik derslerine entegre edilmesinin zaman gerektirdiği ve öğrenciler için matematiği daha da zorlaştırdığı belirtilmektedir. Dolayısıyla matematiksel modellemenin bir amaç olarak ele alınması ve matematik derslerinin dışında matematiksel modelleme dersleri ile öğretilmesi fikri dikkat çekmektedir. Bu bağlamda matematiksel modellemenin matematik derslerinde kullanım sürecindeki zorlukları ortadan kaldırmak amacıyla matematik dersleri dışında matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimini amaçlayan öğrenme ortamlarının geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden bu çalışmada matematiksel modelleme, matematik derslerinin dışında ayrı bir ders olarak tasarlanmıştır. Bu nedenle bu çalışmada tasarlanan öğrenme ortamı, matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine yönelik öğretmen eğitimi programlarında yer verilebilecek örnek bir ders içeriği niteliğindedir.

1.4. Araştırmanın Sayıltıları

Bu araştırmanın sayıltıları şunlardır:

- Öğretmen adaylarının, sınıfta yapılan etkinliklerde ve ölçme araçlarındaki sorulara yanıt verirlerken gerçek duygu ve düşüncelerini belirttikleri ve gerçek performanslarını ortaya koydukları varsayılmıştır.

- Öğretmen adaylarının görüşmelerde yer alan soruları açık yüreklilikle ve içten yanıtladıkları varsayılmıştır.

1.5. Sınırlılıklar

Planlanan araştırma, nitel ve nicel bir araştırma için yeterli denek sayısına sahip olduğu düşünülen ve uygulama süreci olarak da uzun bir araştırmadır. Yapılan araştırma;

1. 2019-2020 Eğitim-Öğretim Güz yarıyılı Kastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği programına devam eden 15 dördüncü sınıf öğrencisiyle,

2. 16 hafta süren uygulama ile,

3. Uygulamada gerçekleştirilen etkinliklerle

4. Süreçte kullanılan veri toplama araçlarıyla sınırlandırılmıştır.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu kısımda araştırmanın kuramsal yapısı matematiksel modelleme, matematiksel modelleme süreci, modelleme yeterlikleri ve değerlendirilmesi çerçevesinde sunulmuştur.

2.1. Matematiksel Modelleme

Matematiksel modelleme sürecinin açıklanabilmesi için öncelikle model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme terimlerinin tanımlanması uygun olacaktır. Bu bölümde model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme terimleri tanımlandıktan sonra matematiksel modelleme süreci tanımlanacaktır.

Modeller, karmaşık sistemleri oluşturma, tanımlama ve açıklama sürecinde ele alınan kural, işlem ve ilişkiler gibi farklı yapıları içeren zihindeki kavramsal sistemlerin farklı gösterimlerle dış dünyaya aktarılmış hali olarak tanımlanmaktadır (Lesh ve Doerr, 2003). Burada zihindeki kavramsal sistemler, öğrencilerin modelleme sürecinde kullandıkları zihinsel araçların tamamı olan zihinsel modeller olarak tanımlanmaktadır. Bunlar bireylerin gerçek yaşamı anlamaya çalışırken geliştirdikleri fikirler, bakış açıları, kurallar ve bir takım araç gereçler olabilir. Başka bir deyişle model, karmaşık bir sistemi etkileyen durumların zihinde harmanlanmasıyla, karmaşık sistemin farklı bir formla dış dünyaya aktarılmış halidir. Model, genel olarak karmaşık sürecin nasıl meydana geldiğini veya karmaşık bir nesnenin nasıl oluştuğunu anlamamızı sağlayan, bu karmaşık yapının basitleştirilmiş bir temsilidir (Harrison, 2001).

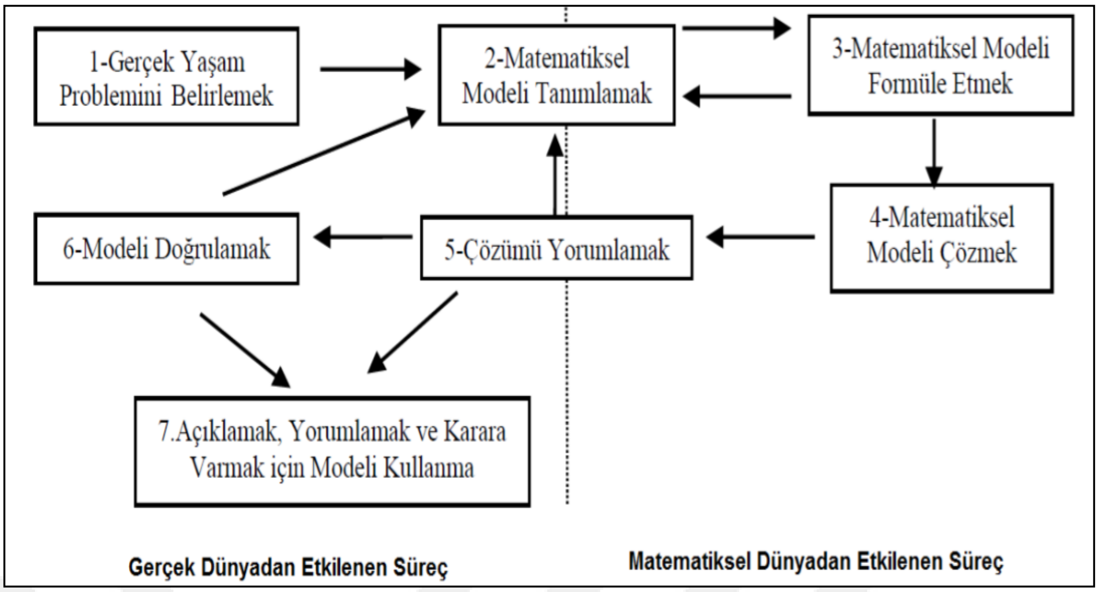
Modelleme ise, karşılaşılan bir problemle ilişkili olayları tanımlama, açıklama veya oluşturma sürecinde ortaya çıkan problem durumlarını zihinde düzenleme, farklı şema ve modeller kullanma ve oluşturma sürecidir (Lesh ve Doerr, 2003). En genel anlamıyla modelleme, gerçek hayattan bir objenin veya bir durumun temsilini oluşturma olarak tanımlanabilir (Erbaş vd., 2014). Genel olarak denilebilir ki modelleme bir süreci ifade ederken, model ise modelleme sonucunda ortaya çıkan ürünü ifade etmektedir (Siriraman, 2005). Model ve modelleme terimlerinin tanımları göz önünde bulundurulduğunda, matematikte model ve modelleme, karmaşık olan sistemleri, matematiksel dili kullanarak matematiksel olarak anlamlı hale getirebilme yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Lesh ve Doerr, 2003). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme yaklaşımının öncülerinden olan Lesh ve Doerr (2003), matematiksel model ve modelleme terimlerinin anlam bakımından her ikisini de içeren model oluşturma (model eliciting) kavramını kullanmıştır. Matematiksel model, gerçeğin bir bölümünün belli bir amaca hizmet etmek için matematik dilini kullanarak soyut olarak taklit edilmesi olarak tanımlanabilir (Bender, 1978). Lesh ve Doerr (2003) matematiksel modeli, öğrencilerin bir durumu matematiksel olarak açıklamak, tanımlamak, yorumlamak ve temsil etmek amacıyla geliştirdikleri kavramsal sistemler olarak tanımlamaktadır. Başka bir deyişle matematiksel modeller, gerçek yaşamdaki problemlerin yorumlanmasında ve çözümlenmesinde yardımcı olan zihinsel yapıların matematiksel forma dönüştürülmüş dış temsilleridir (Lesh ve Doerr, 2003). Yani bireylerin çözüm getirmek istedikleri gerçek yaşam durumlarına, çözüm üretmek için kullanmaya karar verdikleri matematiksel bilgi ve durumu etkileyen diğer kavramlara ait zihinsel yapılarının harmanlanmış matematiksel dış temsili matematiksel model olarak tanımlanmaktadır.

Matematiksel modelleme, gerçek hayattaki problemlere çözüm getirebilmek için problemin matematiksel bir forma dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır (Berry ve Houston, 1995; Cheng, 2001). Niss (1988) matematiksel modellemeyi gerçek dünya durumunun bir bölümünü temsil etmek amacıyla kullandığımız matematiksel oluşumlar ve oluşumlar arasındaki ilişkilerin birleşimi olarak tanımlamaktadır. Gravemeijer (2002) ise matematiksel modellemeyi gerçek yaşam durumlarının işleyişini ve yapısını anlamlandırabilmek için, gerçek yaşam durumlarının matematiğe aktarılarak matematiğin sembolik diliyle ifade edilme süreci olarak tanımlamaktadır. Birçok araştırmacı da matematiksel modellemeyi gerçek hayattaki bir problemin matematik dünyasına taşınarak, matematiksel yöntemlerle analiz edilmesini içeren bir süreç olarak tanımlamaktadır (Borromeo-Ferri, 2006; Maaß, 2006; Bukova-Güzel ve Uğurel, 2010; Erbaş vd., 2014).

Yapılan tanımlamalar incelendiğinde modelleme sürecinin zihinsel modellerden etkilendiğine ve modelin zihinsel modellerin dış temsili olduğuna vurgu yapıldığı görülmektedir. Ayrıca tanımlarda dikkat çeken iki unsur söz konusudur. Birincisi gerçek dünya ile matematiksel dünya arasında arasındaki ilişkiye yapılan vurgu, ikincisi ise matematiksel modellemenin bir süreç olarak ele alınmasıdır. Bu çalışmada da matematiksel modelleme, gerçek hayattaki problemlere zihindeki kavramsal yapılar yardımıyla matematiksel bir çözüm getirme süreci olarak tanımlanmaktadır.

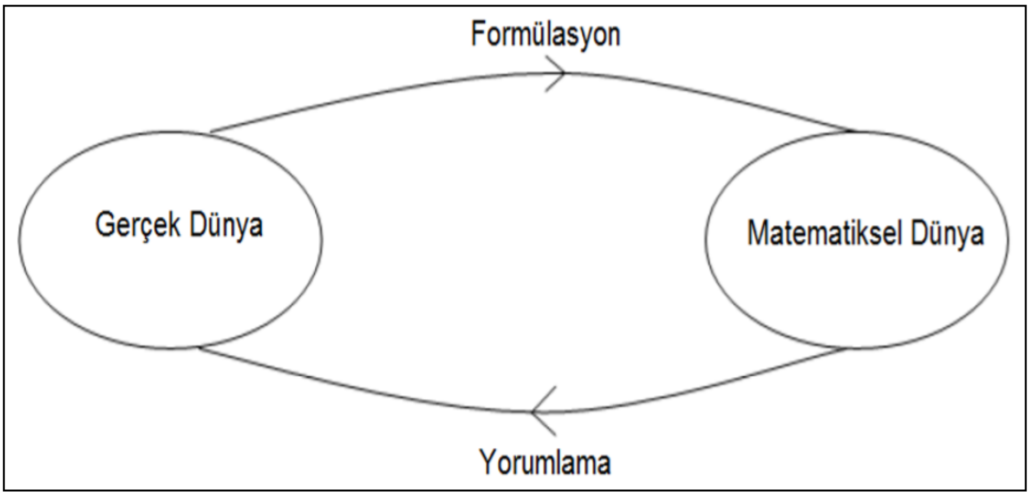
2.2. Matematiksel Modelleme Süreci

Eğitimin önemli amaçlarından birinin günlük yaşamda karşılaşılan problemleri çözebilen bireyler yetiştirmek olması, matematiksel modellemenin önemli bir bileşen olarak öğretim programlarında ele alınmasına sebep olmuştur. Bu bağlamda araştırmacılar matematiksel modelleme yapabilen bireyler yetiştirmek için öğrencilere yaşatılması gereken süreci belirlemek amacıyla, matematiksel modelleme sürecinde geçilen basamakları ve bu basamaklar arasındaki geçişleri belirlemeye çalışmışlardır ve yapılan çalışmalar matematiksel modellemenin birçok etkinliği içeren karmaşık bir süreç olduğunu göstermiştir (Justi ve Gilbert, 2002). Bu alanda yapılan ilk çalışmalardan biri Kapur (1982) tarafından yapılmıştır. Kapur (1982) matematiksel modelleme sürecini; uygun değişkenleri seçme, değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma, değişkenler ve ilişkileri dikkate alarak matematiksel bir model ortaya koyma, model ve modelin uygulamalarını test etme basamaklarının bütünü olarak açıklamaktadır. Mason (1988) ise matematiksel modelleme sürecini gerçek dünyadan etkilenen ve matematiksel dünyadan etkilenen iki farklı sürece ayırmış ve bu süreçlerde yaşanan basamakları Şekil 2.1.'deki gibi açıklamıştır:



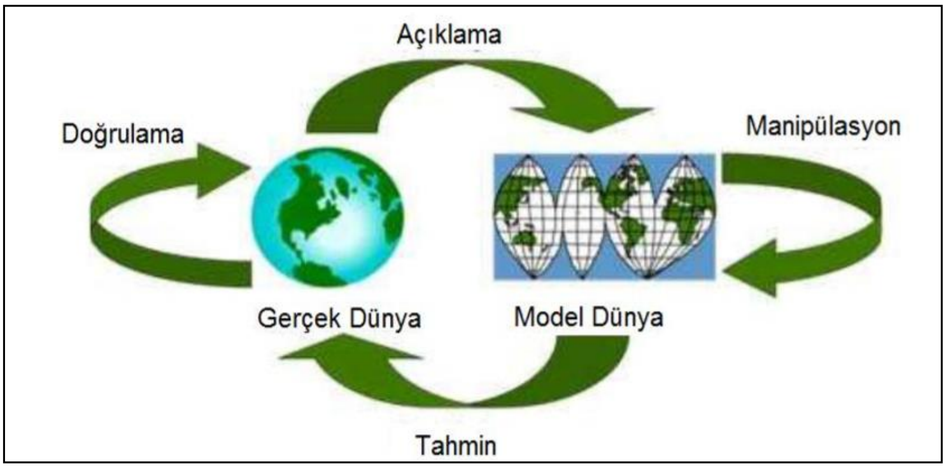
Şekil 2.1. Matematiksel modellemedeki basamaklar (Mason, 1988)

Mason (1988), ilk basamaktan son basamağa doğru gidişin genel olarak tanımladığı basamaklar bağlamında gerçekleştiğini, ancak özellikle gerçek sonuçlara ulaşırken karşılaşılan yapının daha karmaşık olduğunu vurgulamaktadır. Mason (1988), oluşturulan modelin gerçeğe uygun olduğu düşünülse de, modelden elde edilen sonuçların gerçek yaşama uygun olmayan veya gerçek yaşama dönüştürülemeyen sonuçlar olduğu görülebileceği ve bu durumda da geçilen sürecin yeniden incelenmesi ve gerekli basamağa yeniden dönülmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Dolayısıyla Mason (1988), kendinden önceki çalışmalara farklı olarak matematiksel modelleme sürecinde modelin doğrulanması basamağına yer vermektedir. Mason (1988) tarafından tanımlanan matematiksel modelleme sürecinden farklı olarak, Berry ve Houston (1995), matematiksel modelleme sürecini basit bir şekilde gerçek dünya ile matematiksel dünya etkileşimi olarak ifade edilebileceğini dile getirmekte ve Şekil 2.2.'deki gibi resmetmektedir.



Şekil 2.2. Matematiksel modelleme süreci (Berry ve Houston, 1995)

Bu sürece göre matematiksel modelleme sürecinde gerçek yaşamdaki bir problem, matematiksel bir probleme dönüştürülmekte, matematiksel olarak elde edilen sonuçlar da gerçek dünyada yorumlanarak gerçek yaşam problemine çözüm getirilmektedir. Lesh ve Doerr (2003) ise Berry ve Houston (1995) gibi matematiksel modelleme sürecini gerçek dünya ile model dünya arasında arası geçişlerden oluşan ve açıklama, manipülasyon, tahmin ve doğrulama basamaklarını içeren bir süreç olarak ele almaktadır (Şekil 2.3.). Açıklama basamağında öncelikli olarak gerçek dünya ile model dünya arasında bir ilişkinin kurulması gerektiğini işaret etmektedirler. Bu süreçte ilk aşama reel dünyaya ait çözülebilen bir problem tanımlanması ve tanımlanan problemin verilerinin matematiksel olarak analiz edilmesi şeklindedir. Bu sayede bilgiler önem sırasına göre sıralanarak sadeleştirme sağlanır. Bununla beraber bu basamakta gerçek yaşam durumları ile ilgili varsayımlar üretilir. Bir sonraki basamak olan manipülasyon basamağında ise matematiksel model oluşturma süreci başlatılır. Bu doğrultuda matematiksel semboller ifadeler ve beceriler işe koşulur. Üçüncü basamak olan tahmin sürecinde modelin kullanılması ve matematiksel çözümün gerçekleştirilmesi ile ulaşılan veriler gerçek yaşam bağlamında ön değerlendirme sürecine alınır. Sonra ulaşılan sonuçların problem bağlamı ile ilişkili olma durumu sınanır ve düzenlemeler yapılır. Modelleme sürecinin son basamağı olan doğrulama basamağında ise tahminleri yoluyla ulaşılan sonuçların problemin gerçek yaşam bağlamı ile örtüşme durumu analiz edilir ve geliştirilen modelin uygulanabilirliği hakkında bir karara ulaşılır.



Şekil 2.3. Matematiksel modelleme döngüsü (Lesh ve Doerr, 2003)

Matematiksel modelleme sürecini açıklayan farklı çalışmalar incelendiğinde, genel olarak hemfikir olunan durumun matematiksel modelleme sürecinde hedefe ulaşmak için katı bir sürecin söz konusu olmadığıdır (Blum ve Niss, 1991; Lesh ve Doerr, 2003; Crouch ve Haines, 2004; Borromeo-Ferri, 2006). Bir diğer hem fikir olunan durum ise matematiksel modelleme sürecinin döngüsel bir süreç olduğudur (Zbiek ve Conner, 2006). Dolayısıyla matematiksel modelleme gerçek dünya ile matematiksel dünya arasında etkileşimlerin yaşandığı bir süreç olarak açıklanmaktadır (Borromeo-Ferri, 2006). Yapılan tanımlamalar ise bu iki dünya arasında yaşanan etkileşimlerin hangi basamakları içerdiği konusunda farklılaşmaktadır. Bu basamaklar bazı çalışmalarda daha basit açıklanırken, bazı çalışmalarda oldukça ayrıntılı şekilde ele alınmaktadır. Hatta bazı çalışmalarda basamaklar boyunca ilerlenirken yaşanacak alt-süreçler tanımlanmakta ve alt-süreçler arası geçişler detaylandırılmaktadır. Matematiksel modelleme sürecinde bir basamaktan başka bir basamağa geçiş olarak adlandırılabilecek olan ilerleme ise, bilişsel engellerin başarılı bir şekilde üstesinden gelmeyi gerektirmektedir (Blum, 2011). Bu ilerlemenin sağlanması yani karşılaşılan bilişsel engellerin aşılması için de bireylerin bazı yeterliklere sahip olması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu yeterlikler ise alan yazında matematiksel modelleme yeterlikleri olarak adlandırılmaktadır. Bu bağlamda Blum ve Kaiser (1997) de tanımladıkları matematiksel modelleme sürecinin basamaklarını dikkate alarak bu basamaklar arası geçişi sağlayan matematiksel modelleme yeterlikleri ve bu yeterliklere ait göstergeleri (alt-yeterlikleri) tanımlamıştır.

2.3. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri

Bu bölümde matematiksel modelleme yeterliği tanımının daha iyi anlaşılması için öncelikle yeterlik ve matematiksel yeterlik terimlerinin tanımları yapılmış, ardından matematiksel modelleme yeterliği tanımlanarak, alan yazında kabul gören yeterliklere ait performans göstergeleri tanıtılmıştır.

Yeterlik, kişinin verilen bir durumdaki zorluklara yanıt vermek için harekete geçmeye bilinçli ve derinlemesine hazır olmasıdır (Jensen, 2007). Tanımından anlaşılacağı gibi eylem yeterlik kavramının temelidir. Burada eylem verilen durumda bireyin belirli özelliklerle ilgili bilinci ile yönlendirilmesidir (Jensen, 2007). Bu eylem esnasında durumla ilgili güçlü kavrayış yeterliğin de güçlü olmasını gerektirmez ve her yeterlik belirli bir olgunluğa getirilebilir. Ayrıca yeterlikler, yeterlik tanımında adı geçen verilen durumun tarihsel, sosyal, psikolojik vb. durumları anlamında bağlamsaldır (Wedege, 1999 akt. Jensen, 2007). Yapılan tanımlamalardan da anlaşılacağı gibi yeterlik, değerlendirilmesi ele alınan ve açıkça bir kişi tarafından kullanılan bir beceridir (Weinert, 2001 akt. Ludwig ve Reit, 2013). Daha geniş anlamda bu tanımlama, matematiksel modelleme yeterliğini eylem için yönelmek olarak tanımlayan Blomhoj ve Jensen (2003) tarafından yapılan tanımlama ile uyum göstermektedir.

Matematiksel yeterlik ise yeterlik tanımına paralel olarak ele alındığında, yeterlik tanımında geçen verilen durum ifadesindeki durumun matematik alanında bağlamsal olduğu yeterlik olarak tanımlanabilir. Yeterlik tanımında belirtilen zorluklar matematiksel olduğunda buna matematiksel yeterlikler denir. Yani matematiksel yeterlik, bir kişinin verilen bir durum ile ilgili matematiksel zorlukların bazılarında eyleme geçmek için bilinçli ve derinlemesine hazır olması olarak tanımlanabilir (Jensen, 2007). Blomhoj ve Jensen (2007), matematiksel yeterliği bireyin verilen bir durumda belirli bir matematiksel zorluğa cevap vermek üzere harekete geçmeye derinlemesine hazır olması‖ olarak tanımlamaktadır. Matematik eğitiminin gelişimi amacıyla matematiksel zorlukların neler olduğu hakkında yapılan analizler ve tartışmalarla, matematiksel zorluklar çeşitlendirilmiş ve konuya özgü matematiksel yeterlikler belirlenmiştir. Niss (1988), matematiksel yeterlikleri iki genel gruba ayırmıştır. Birinci grup matematiksel yeterlikler matematiksel sorular sormayı ve cevaplamayı içeren matematiksel düşünme, problem kurma/çözme, matematiksel modelleme ve matematiksel muhakeme yeterlikleridir. İkinci grup matematiksel yeterlikler ise matematiksel dil ve araçları yönetmeyi içeren matematiksel varlıkları temsil, matematiksel sembolleri/biçimleri ele alma, matematik hakkında iletişim, matematik ile iletişim, matematiksel iletişim ve araç / gereçlerin kullanımı yeterlikleridir. Görüldüğü gibi matematik bağlamındaki yeterliklerin bağlamları da kendi içlerinde özelleştirilmiş ve matematiksel yeterliğin içerisinde olan yeterlikler tanımlanmıştır. Bu çalışmada özel olarak matematiksel yeterlikler arasında yer alan matematiksel modelleme yeterliği ele alınmıştır.

Alan yazın incelendiğinde bazı çalışmaların matematiksel modellemeyi bir beceri, bazı çalışmaların ise bir yeterlik olarak ele aldığı görülmektedir (Henning ve Keune, 2007). Yapılan tanımlamalar modelleme yeterlikleri ile modelleme becerileri arasındaki farkı açıklamaktadır. Kaiser (2007) matematiksel modelleme yeterliklerini, sadece beceri değil aynı zamanda gerçek dünyaya dayalı matematiksel yönleri dikkate alarak matematiksel modelleme yoluyla problemlerle çalışmak için bilinçli ve derinlemesine hazır olmak olarak tanımlamaktadır. Henning ve Keune (2007) matematiksel modelleme becerilerinin doğrudan gözlenemeyeceğini, ancak öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleriyle çalışırken sergilemiş oldukları davranışların gözlemlenebileceğini, bu nedenle teorik incelemeler ve deneysel çalışmalarda elde edilen sonuçlara dayanarak matematiksel modelleme yeterlikleri üzerine odaklanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Matematiksel modelleme yeterliği, model oluşturma etkinliklerinde karşılaşılan zorluklarla baş etmede matematiksel modelleme becerisini işe koşmak için bilinçli bir şekilde hazır olunması olarak tanımlandığında, öğrenci çalışmaları sırasında gözlemlenen davranışların matematiksel modelleme yeterlikleri olduğu söylenebilir. Bu bağlamda bu çalışmada matematiksel modelleme yeterlikleri ele alınacaktır.

Yeterliğin ve matematiksel yeterliğin tanımları göz önüne alındığında, matematiksel modelleme yeterliği, verilen durumun matematiksel modelleme bağlamında olduğu yeterlik olarak tanımlanabilir. Belirtilen zorluklar ise matematiksel modelleme sürecine aittir. Yani matematiksel modelleme yeterliği, bir kişinin verilen bir durumda matematiksel modelleme sürecinin tüm aşamaları boyunca karşılaştığı zorluklarla baş etmede bilinçli ve derinlemesine hazır olması olarak tanımlanabilir (Jensen, 2007). Blomhoj ve Jensen (2003) de benzer şekilde matematiksel modelleme yeterliğini matematiksel modelleme sürecini tüm basamaklar boyunca yürütmek için hazır bulunurluk durumu şeklinde tanımlamaktadır. Maaß (2006), matematiksel modelleme yeterliklerini, matematiksel modelleme sürecini amaca yönelik ve uygun bir şekilde tamamlamak için gerekli olan yeterlik ve yeteneklerin bütünü olarak tanımlamakta ve aynı zamanda matematiksel modelleme yeterliklerinin bireyin sahip olduğu yeterlikleri süreç içinde eyleme dönüştürmede bilinçli ve derinlemesine hazır olmasını da içerdiğini belirtmektedir. Bu çalışmada da matematiksel modelleme yeterliği, yeterlik kavramının genel tanımına uygun bir şekilde, bireyin, belirli bir durumda matematiksel modelleme sürecinin tüm aşamalarını başarmak için gerekli kavrayış ve hazır olma durumu olarak ele alınmıştır.

Matematiksel modelleme yeterlikleri birçok faktör içeren, bilişsel psikolojik yönlere (gerçek yaşamdan matematiğe geçiş sürecindeki farklı düşünme stillerinin etkisi gibi) ulaşan oldukça karmaşık bir yapıdır (Borromeo-Ferri, 2010). Matematiksel modelleme yeterliklerinin tam olarak anlaşılması ve bu yeterliklerle ilişkili olan yeterliklerin tespit edilerek daha da detaylandırılması için yeterliklerin doğrudan matematiksel modelleme süreci ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir (Maaß, 2006). Bu bağlamda Blum ve Kaiser (1997) matematiksel modelleme yeterliklerini anlamlandırmış oldukları matematiksel modelleme sürecine bağlı olarak tanımlamış ve bu yeterlikleri de detaylandırarak her yeterliğin içerdiği alt-yeterlikleri belirmiştir (Blum ve Kaiser 1997):

Yeterlik 1: Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayanan bir model oluşturma

- Problem için kabuller oluşturma ve mevcut durumu daha basit hale getirme
- Mevcut durumu etkileyen niceliklere karar verme, bunları isimlendirme ve anahtar değişkenleri belirleme
- Değişkenler arasındaki ilişkileri belirleme
- Problemde verilenlere bakarak çözümde kullanılacak ve kullanılmayacak bilgileri ayırt etme

Yeterlik 2: Gerçek modeli kullanarak matematiksel model oluşturma

- İlgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade etme
- Gerektiğinde ilgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkiyi basitleştirme, sayılarını ve karmaşıklıklarını azaltma
- Uygun matematiksel temsilleri kullanma ve durumları grafiksel olarak gösterme

Yeterlik 3: Oluşturulan matematiksel modeli kullanarak matematiksel problemleri çözme

- Uygun problem çözme stratejilerini kullanma (problemi parçalara ayırma, probleme farklı bir açıdan yaklaşıma, nicelikleri değiştirme vb.)
- Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma

Yeterli 4: Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama

- Matematiksel sonuçları matematiksel olmayan bağlamlarda yorumlama
- Özel bir durum için elde edilen sonuçları genelleme
- Problemin çözümünü uygun matematiksel dili kullanarak ve/veya çözümler hakkında iletişim kurarak inceleme

Yeterlik 5: Çözümü doğrulama

- Elde edilen çözümlerin kritik olarak analizini yapma ve kontrol etme
- Eğer çözümler problem durumuyla uyuşmazsa, oluşturulan matematiksel modelin bazı bölümlerini tekrar gözden geçirme veya modelleme sürecini baştan alma
- Problemin farklı çözüm yollarını düşünme veya mevcut çözümleri farklı biçimlerde geliştirme
- Genel olarak oluşturulan modeli sorgulama.

Yukarıda tanımlanan matematiksel modelleme yeterlikleri ve bu yeterliklere ait alt-yeterlikler, matematiksel modelleme sürecindeki zorluklarla baş etmek için gerekli yeterliklerdir. Yani matematiksel modelleme sürecinin basamaklarına paralel olarak karşılaşılan zorlukların ortadan kaldırılmasına olanak sağlayacak yeterlikler ve alt yeterliklerdir (Grünewald, 2012). Bununla birlikte matematiksel modellemenin tanımlanan alt yeterlikleri, modeli uygulayanları matematiksel modelleme sürecinin belli basamaklarını yeterli şekilde yürütmek için etkinleştiren önemli unsurlardır.

Bununla beraber yeterliklerin varlığının, otomatik olarak genel matematiksel modelleme yeterliklerinin varlığını içermediği vurgulanmaktadır (Zöttl, 2010). Bu bağlamda bu çalışmada matematiksel modelleme yeterliği, Blum ve Kaiser (1997) tarafından tanımlanan modelleme yeterlik süreçleri boyunca karşılaşılan zorluklarla bilinçli baş etme olarak tanımlanmakta ve bu süreçlerin içerdiği alt-yeterlikler dikkate alınmaktadır. Bahsedilen matematiksel modelleme yeterliklerinin ortaya çıkarılması ve geliştirilmesi için ise matematiksel model oluşturma etkinlikleri kullanılabilir (Lesh vd. 2000).

2.4. Matematiksel Model Oluşturma Etkinlikleri

Matematiksel modelleme etkinliklerinin tanımı, kullanım amacına yönelik bakış açılarından etkilenmektedir. Bunun için öncelikle uygulama ve matematiksel modelleme etkinlikleri arasındaki farkı tartışmak gerekmektedir. Uygulama etkinlikleri olarak adlandırılan etkinlikler matematikten gerçek dünyaya geçiş odaklıdır. Model zaten öğrenilmiş ve inşa edilmiştir. Bu tür etkinliklerde "Matematiksel bilginin bu bölümünü nerede kullanabilirim?" sorusuna cevap aranır (Stillman, 2012). Matematiksel modellemede ise odak gerçek dünyadan matematiğe doğrudur. Matematiksel model gerçek yaşam durumunun matematikselleştirilmesi ve belirtilmesi ve idealleştirilmesi yoluyla inşa edilir. Bu tür etkinliklerde "Bu problemin çözümünde bana yardımcı olabilecek matematiği nerede bulabilirim?" sorusuna cevap aranır (Stillman, 2012). Her iki etkinlik türü de sınıflarda kendine yer bulmaktadır. Bu çalışmada amaç öğrencilere gerçek yaşamda karşılaşacağı problemlere çözüm getirebilecek yeterliklerin kazandırılması olduğundan, gerçek yaşamda karşılaşılan problemlerin çözümü için "Bana yardımcı olacak matematiği nerede bulabilirim?" sorusuna cevap aranacak matematiksel modelleme etkinlikleri ele alınmıştır.

Farklı araştırmacılar tarafından yapılan matematiksel modelleme tanımlamaları aynı çerçevede ele alınmış olsa da, matematiksel modelleme müfredat tartışmaları ve uygulamalarda kullanıldığında farklı yorumlamalara sahiptir (Stillman, 2012). Bu yüzden de matematiksel modelleme etkinlikleri de farklı bakış açılarından etkilenmektedir. Bir bakış açısı matematiksel modellemeyi belirli matematiksel içeriğin ilişkisini gösteren, geliştiren ve güdüleme sağlayan bir araç (Chinnappan,

2010) olarak ele alırken, diğer bir bakış açısı ise matematiksel modellemeyi matematiksel öğrenmelerin gerçekleştirilmesi için bir araç olarak görmek yerine amaç olarak ele almaktadır (Blomhoj ve Jensen, 2007). Lesh ve Doerr (2003) tarafından tanımlanan model ve modelleme yaklaşımı, ilk bakış açısıyla doğrudan ilişkili iken, ikinci bakış açısının elemanlarını da içeriğe dâhil ederek matematiksel modellemeye daha geniş bir bakış açısı sunmaktadır. Yani matematiksel modelleme matematiksel kavramların öğretimi için araç iken, aynı zamanda kazanılması gereken bazı matematiksel modelleme yeterlikleri söz konusudur. Lesh ve Doerr (2003) bu tür etkinlikleri hem süreç ve hem de modeli içeren "model oluşturma etkinlikleri (MOE)" olarak adlandırmaktadır. Stillman (2012) ise kendi bakış açısını ilk bakış açısını kapsayan ikinci bakış açısı olarak ele almaktır. Yani matematiksel modelleme bir amaçtır ancak bu amaca ulaşırken bazı matematiksel kavramların öğretimi de gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada ise Stillman (2012) tarafından tanımlanan bakış açısı benimsenmiştir. Bu bağlamda bu çalışmada matematiksel modellemenin matematik eğitimin amacı olarak ele alınmış ve matematik eğitiminde öğrenilecek kavramlardan uzaklaşmadan bazı matematiksel kavramların öğrenimi veya genişletilmesine fırsatlar sunulmuştur. Bu tür etkinlikler hem süreç hem de model odaklı olduğundan MOE olarak adlandırılabilir.

İlk kez Lesh vd. (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). Benzer şekilde model oluşturma etkinlikleri, öğrencilerin anlamlı durumların mantıklı çıkarımlarında bulundukları, icat ettikleri, genişlettikleri ve kendi matematiksel yapılarını geliştirdikleri öğretim tasarımın belli ilkelerini kullanarak oluşturulmuş problem çözme etkinlikleri olarak tanımlanmaktadır (Kaiser ve Sriraman, 2006). MOE'ler öğrencilere iki farklı fırsat sağlamaktadır. Bunlardan birincisi önceden öğrenilmiş oldukları bilgilerin uygulanmasının yapılması, ikincisi ise gerçek yaşam durumlarını matematikselleştirme yoluyla matematiksel konuları daha da derinlemesine anlamalarının sağlanmasıdır (Yoon vd., 2010). Bu çalışmada da matematiksel model oluşturma etkinlikleri, öğrencilerin önceden öğrenmiş oldukları bilgileri kullanarak gerçek yaşam problemini matematikselleştirme yoluyla matematiksel modelleme sürecinin tamamından geçmelerine ve geçmiş öğrenmelerini genişletmeye veya anlamlandırmaya olanak sağlayan etkinlikler olarak kabul edilmiştir.

Matematiksel modellemenin öğretimde ele alınmasına yönelik farklı araştırmacılar tarafından farklı bakış açıları benimsense de, MOE'lerin bazı prensipleri sağlaması gerektiği fikir birliği sağlanan bir konudur. Bu prensiplerin belirlenmesine yönelik uzman öğretmenlerle uzun süreli çalışmalar yapılmış ve gerçek yaşam problemlerini temsil eden 6 prensibi olduğu belirtilerek, model oluşturma etkinlikleri geliştirilirken bu öğretim odaklı prensiplerin benimsenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Lesh vd., 2000). Lesh vd. (2000) tarafından tanımlanan bu prensipler şu şekildedir:

2.4.1. Kişisel Anlamlılık Prensibi (Gerçeklik Prensibi)

Etkinlik gerçek veya gerçeğe yakın verilere dayanan, anlamlı ve bireylerin günlük yaşamlarıyla ilgili olmalıdır. “Bu gerçekten gerçek hayat durumlarında olabilir mi?”, “Öğrenciler, kendi kişisel bilgi ve deneyimlerinin genişletilmesine dayanarak durumu anlamlaştırmaya teşvik edilebilecek mi?”, “Öğrenci fikirleri ciddiye alınacak mı ya da öğrenciler problem durumu için düşünülecek (tek) doğru yolun öğretmenlerin (veya yazarların) düşüncesine riayet etmek zorunda mı bırakılacak?” sorularına cevap verilmelidir.

2.4.2. Model Yapılandırma Prensibi:

Etkinlik model oluşumuna izin verecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu model elemanlar, bu elemanlar arasındaki ilişkiler ve işlemler ile bu ilişkileri düzenleyen desen ve kurallardan oluşmalıdır. “Etkinlik öğrencilerin bir model oluşturulması, değiştirilmesi, genişletilmesi veya düzeltilmesi için gerekli ihtiyacı açık bir şekilde fark etmelerini sağlıyor mu?”, “Etkinlik yapısal olarak önemli bir sistemi yapılandırmayı, tanımlamayı, açıklamayı, manipüle etmeyi (yararlı bir biçimde kullanma), tahmin etmeyi ve kontrol etmeyi içeriyor mu?”, “Önem, yüzeysel seviyedeki bilgilerden ziyade altında yatan ilişkilere ve düzenlere odaklı mı?” sorularına cevap verilmelidir.

2.4.3. Öz Değerlendirme Prensibi

Bireyler kendi kendini değerlendirebilmeli veya çözümlerinin kullanışlılığını ölçebilmelidir. “Kriterler öğrencilerin alternatif cevapların yararlığını değerlendirebilmeleri için açık mıdır?”, “Öğrencilerin verdikleri cevapların yeterince iyi olduğuna kendi kendilerine karar vermeleri mümkün olacak mı?”, “Hangi amaçlar için sonuçlara gerek duyuluyor? Kimin tarafından? Ne zaman?” sorularına cevap verilmelidir.

2.4.4. Model Dokümantasyon Prensibi

Etkinlik öğrencilerin, problem durumuyla ilgili kendi düşünceleri ve çözüm yollarını açıkça ortaya çıkaracak yazılı bir doküman oluşturmalarını gerektirmelidir. “Cevap öğrencilerin durum (verilenler, hedefler, olası çözüm yolları) hakkında nasıl düşündüklerini açıkça ortaya çıkarmalarını gerektirecek mi?”, “Ne tür sistemler (matematiksel nesneler, ilişkiler, denklemler, örüntüler, düzenler) hakkında düşünüyorlar?” sorularına cevap verilmelidir.

2.4.5. Etkili Prototip Prensibi

Üretilen model mümkün olduğunca basit fakat matematiksel olarak da bir o kadar önemli olmalıdır. “Önemli bir model için ihtiyaç oluştururken bile, durum mümkün olduğunca basit midir?”, “Çözüm yapısal olarak benzer çeşitli durumları yorumlamak için kullanışlı bir prototip sağlayacak mı?”, “Deneyim diğer yapısal olarak benzer durumları anlamlandırabilmek için güç veya açıklayıcı güce sahip olan bir hikâye sağlayacak mıdır?” sorularına cevap verilmelidir.

2.4.6. Model Genelleme Prensibi:

Yeniden kullanılabilir, paylaşılabilir, modifiye edilebilir modelleri üretmeyi düşünmeleri için öğrenciler, tek amaçlı yolları üretmenin ötesine gitmeye ikna edilmelidirler. Ortaya konulan çözümler genellenebilir veya benzer başka durumlara kolayca adapte edilebilir olmalıdır. “Oluşturulan kavramsal araç sadece belirli bir durum için mi geçerli, yoksa durumların daha geniş bir aralığında geçerli olmak için kolayca değiştirilebilir ve genişletilebilir mi?" sorusuna cevap verilmelidir.

Görüldüğü gibi matematiksel modelleme etkinliklerinin sahip olması gereken özelliklerde vurgulanan niteliklerin gerçeklik, model oluşturmaya imkân sağlama, bir probleme çözüm getirme prensipleri olduğu görülmektedir. Bu prensiplerin yanında Lesh vd. (2000) diğer araştırmacılardan farklı olarak MOE'lerin öz değerlendirme, etkili prototip ve model genelleme prensiplerini de sağlaması gerektiğini vurgulamaktadır. Matematiksel modelleme süreci dikkat alındığında farklı çözüm yolları üzerinde düşünme, matematiksel modeli yorumlama ve doğrulama süreçlerinin yaşanması için MOE'lerin öz değerlendirme prensibine uygun olması gerektiği düşünülmektedir. Benzer şekilde elde edilen çözümü genelleme ve gerçek bağlamlarda sonuçları yorumlama süreçlerinin yaşanması için de etkili prototip ve model genelleme prensiplerini sağlaması gerektiği düşünülmektedir. Bu bağlamda bu çalışmada model oluşturma etkinliklerinin Lesh vd. (2000) tarafından tanımlanan prensiplere sahip olması gerektiği benimsenmiştir.

2.5. Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesine Yönelik Öğrenme Ortamları

Matematiksel modellemenin eğitimde ele alınması gereken önemli bir bileşen olduğu konusunda varılan fikir birliğinin ardından, matematiksel modelleme yeterliklerin nasıl değerlendirilmesi gerektiği tartışma konusu yaratmıştır. Yapılan çalışmalar matematiksel modelleme yeterliğini değerlendirilebilir bir kavram olarak ortaya koymaktadır. Ancak matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl ölçüleceği üzerine hala tartışmalar sürmekte ve kapsamlı bir anlaşmaya henüz varılmamıştır. Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde ise "mikro-düzeyde yaklaşım", "bütüncül yaklaşım" ve "karma yaklaşım" olmak üzere üç değerlendirme yaklaşımı dikkat çekmektedir. Matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirme çalışmaları Tablo 2.1.'deki gibi gruplandırılabilir.

Tablo 2.1. Matematiksel modellemeye yönelik öğrenme ortamı yaklaşımları

Yaklaşım	Tasarlanan Öğrenme Ortamları
Mikro-düzey Yaklaşım	Alt-yeterlik odaklı
Bütüncül Yaklaşım	Teorik bilgi odaklı Serbest Model Oluşturma Etkinliği (MOE) odaklı Matematiksel modelleme basamaklarını takip etme süreci odaklı
Karma Yaklaşım	Hem mikro-düzey hem bütüncül yaklaşım içerikli (Mikro-düzey ve bütüncül yaklaşım dengesi)

Tablo 2.1.'den görüldüğü gibi matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine yönelik yaklaşımlardan sadece bütüncül yaklaşım kendi içinde sınıflandırılmıştır. Mikro-düzey yaklaşımın benimsendiği çalışmalarda ise yaklaşımın doğasına uygun olarak matematiksel modelleme sürecinin alt yeterliklerin geliştirilmesine yönelik çalışmalara yer verilmektedir. Mikro-düzey yaklaşımın tercih edildiği çalışmalara bakıldığında, öğrenme ortamlarında belirli bir yönerge içermeyen aktivitelere yer verildiği ortaya çıkmaktadır. Bu duruma örnek olarak Crouch ve Haines (2004) tarafından mikro-düzeyde bir bakış açısıyla geliştirilen öğrenme ortamları verilebilir. Yaptıkları çalışmada matematiksel modelleme sürecinin tamamına odaklanmak yerine birkaç alt boyutuna odaklanarak yeterliklerin artırılmasını amaçlamışlardır (Crouch ve Haines, 2004). Mesela bir aktivitede esas amaç matematiksel modeli doğrulama yeterliğini geliştirmek iken başka bir aktivitede temel amaç gerçek modelden matematiksel modele transfer yeterliğini geliştirmek olabilir. Bu konu ile ilgili olarak Crouch ve Haines (2004) modelleme yeterliklerinin farklı aktivitelerle geliştirilmesinin bütün yeterlikleri aynı anda kullanma becerisini sağlayacağını ifade etmişlerdir.

Matematiksel modellemeye yönelik öğrenme ortamı yaklaşımlarından bir diğeri olan bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamları "serbest MOE odaklı," "matematiksel modelleme basamaklarını takip etme süreci odaklı" ve "teorik bilgi odaklı" olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Serbest MOE odaklı öğrenme ortamlarında teorik bilgi odaklı öğrenme ortamlarının aksine matematiksel modellemeye yönelik herhangi teorik bilgi verilmez. Bu süreçte öğrencilere herhangi bir direktif verilmeksizin MOE’lere çözüm olabilecek matematiksel modelleri geliştirmeleri beklenmektedir. Bu süreçte rehberlik faaliyeti olarak ihtiyaç duyan öğrencilere kritik ipuçları verilebilir. Korkmaz (2010) serbest MOE odaklı yaptığı grup çalışmasında, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmek amacıyla herhangi bir yönerge içermeyen yedi farklı MOE geliştirmiştir. MOE’ler incelendiğinde Korkmaz (2010) tarafından geliştirilen öğrenme ortamının bütüncül yaklaşıma göre tasarlanmış serbest MOE odaklı bir öğrenme ortamı olduğu söylenebilir. Benzer şekilde alan yazın incelendiğinde bütüncül yaklaşımın benimsendiği serbest MOE odaklı öğrenme ortamlarının öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerine önemli ölçüde katkı yaptığı söylenebilir (Korkmaz, 2010; Huang, 2011; Özdemir ve Üzel, 2013; Braun, 2014; Mehraein ve Gatabi, 2014b).

Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamlarından bir diğeri de “matematiksel modelleme basamaklarını takip etme süreci odaklı” öğrenme ortamlarıdır. Bu öğrenme ortamlarında öğrencilerin bilişsel düzeyleri göz önünde bulundurulur ve matematiksel modelleme sürecinin basamakları bu doğrultuda tasarlanır. Matematiksel modelleme basamaklarını takip etme süreci odaklı öğrenme ortamlarında yönergeler yer almaz ve modelleme basamakları doğrultusunda öğrencilerin MOE etkinliğini gerçekleştirmeleri ve çözüme ulaşmaları amaçlanmaktadır. Bu yaklaşımda hedef matematiksel modelleme yeterliğinin tüm ana yeterliklerinin geliştirilmesidir.

Bütüncül yaklaşımın öğrenme ortamlarından bir diğeri olan Teorik bilgi odaklı öğrenme ortamında isminden de anlaşılacağı gibi matematiksel modelleme sürecine ve matematiksel modellemeye yönelik teorik konular anlatılmaktadır. Bu teorik konuların anlatılmasından sonra matematiksel modelleme sürecine yönelik herhangi bir direktif verilmeksizin öğrencilerin serbest MOE’ler ile çalışmalarına imkân tanınmaktadır. Bu çalışmalar esnasında gerektiği zamanlarda öğretmen kritik ipuçları verebilmektedir. Öğrencilerin çalışmaları sırasında gerektiğinde öğretmen tarafından stratejik ipuçları verilmektedir. Matematiksel modelleme sürecinin tamamından geçmeyi hedefleyen aynı zamanda herhangi bir direktif içermeyen MOE’lerin yanı sıra teorik bilgilere de yer verilmektedir. Aynı şekilde alan yazın incelendiğinde birçok araştırmacı yaptıkları çalışmalarda öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmek için teorik bilgi odaklı bütüncül yaklaşıma uygun öğrenme ortamları tasarlamışlar ve çalışmaların sonucunda öğrencilere öğretmenler tarafından verilen teorik bilginin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesinde önemli bir yeri olduğunu ortaya koymuşlardır (Galbraith ve Clatworthy, 1990; Maaß, 2006; Kaiser, 2007; Kaiser vd., 2010; Ji, 2012; Mehraein ve Gatabi, 2014a).

Matematiksel modellemeye yönelik öğrenme ortamını ait mikro düzeyde ele alan yaklaşımlar öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini alt yeterlikler özelinde ele alırken, bütüncül yaklaşım benimsenerek tasarlanan öğrenme ortamlarında alt-yeterliklerden ziyade ana-yeterliklere odaklanılmaktadır (Maaß, 2006). Bununla birlikte matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik mikro-düzey ve bütüncül yaklaşımın dengesini öneren karma yaklaşımı benimseyen öğrenme ortamlarında, bütüncül bir yaklaşımla tüm yeterliklerin bir bütün olarak ele alındığı etkinliklere yer verildiği gerek duyulduğunda da bazı yeterliklerin mikro-düzeyde ele alındığı görülmektedir (Blomhoj, 2007; Blomhoj ve Jensen, 2003). Karma yaklaşıma dayalı matematiksel modelleme süreçleri içeren öğrenme ortamlarında önceden tasarlanmış MOE'ler üzerinde gerçekleştirilen tartışmalarla mikro-düzey yeterliklerin (yorumlama, sorgulama gibi) desteklenmesi sağlanabilir (Blomhoj, 2007). Mikro-düzey etkinliklerin ardından varsayımları, hipotezleri test etmeye imkân sağlayan ve matematiksel modelleme sürecinin tamamından geçmeyi gerektiren bütüncül yaklaşıma dayalı uygulamalar gerçekleştirilir (Blomhoj, 2007). Bu doğrultuda karma yaklaşımla tasarlanmış MOE'ye dayalı öğrenme ortamlarında bazı yeterlikleri kazandırmaya yönelik mikro-düzey ve matematiksel modelleme sürecinin tamamından geçmeyi gerektiren bütüncül yaklaşımla tasarlanmış MOE'ler belirli bir düzende ve amaç doğrultusunda kullanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında matematiksel modelleme yeterlik eğitimi sürecinde bütüncül yaklaşımla gerçekleştirilen teorik bilgi odaklı öğrenme ortamının tercih edilmesinin gerekçeleri arasında; (1) öğretmen adaylarının tüm yeterliklerinin desteklenmesinin amaçlanması ve (2) bu hedefe ulaşmada yer alan etkin öğrenme ortamının teorik bilgi odaklı olması üzerine ilgili alan yazının yaptığı vurgu yer almaktadır.

3. LİTERATÜR TARAMASI

Yapılan bu çalışmada bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamının, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine yansımalarını ortaya koymaktır. Bu bölümde ise araştırmanın problemleri doğrultusunda modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar, matematiksel modelleme sürecinde yaşanan zorluk ve yanılgıları belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar ve matematiksel modelleme etkinliklerinin modelleme prensipleri doğrultusunda değerlendirilmesine yönelik çalışmalar irdelenecektir.

3.1. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi çalışmalarına yer vermeden önce matematiksel modelleme yaklaşımları ile ilgili farklı görüşlerden bahsetmek yararlı olacaktır. İlk olarak Kaiser-Messmer (1986) çalışmasında zamanın modelleme uygulamaları ve tartışmalarından yola çıkarak iki yaklaşım sunmuştur: Pragmatist ve bilimsel-hümanist yaklaşım. Pragmatist yaklaşım uygulama problemlerinde öğrenenlerin matematiği kullanma becerilerine odaklanılırken, bilimsel-hümanisttik yaklaşım matematiği bir bilim olarak ve hümanist eğitim ideali olarak ele alır ve öğrencilerin matematik ve gerçeklik arasında ilişki kurma yeteneğine odaklanır. Sonrasında, mevcut modelleme yaklaşımları için bir sınıflandırma sistemi, önceki dönemlerde ileri sürülen model farklılıklarını göz önünde bulundurarak ve modelleme tartışmalarının güncel gelişmeleri dikkate alarak, Kaiser ve Sriraman (2006) matematiksel modellemeyi altı yaklaşıma ele almıştır (Tablo 3.1.) .

Tablo 3.1. Modelleme yaklaşımlarının sınıflandırılması

Yaklaşımın Adı	Temel Amaçlar	Önceki Yaklaşımlarla İlişkisi	Altyapısı
Gerçekçi veya uygulamalı modelleme	Pragmatik-faydacı hedefler: Gerçek yaşam problemlerini çözme, gerçek yaşamı anlama, modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi	Pollak'ın pragmatist yaklaşımı	Anglo-Saxon faydacılık ve uygulamalı matematik
Bağlamsal modelleme	Konu odaklı ve psikolojik hedefler: Sözel problemleri çözme	Sistem yaklaşımlarına yol açan bilgi işleme yaklaşımları	Amerikan problem çözme tartışmalarının yanı sıra günlük okul uygulamaları ve psikolojik laboratuvar deneyleri
Eğitimsel modelleme a. Didaktik modelleme b. Kavramsal modelleme	Pedagojik ve konu ile ilgili hedefler: a. Öğrenme süreçlerinin yapılandırılması ve teşvik edilmesi b. Kavram tanıtımı ve gelişimi	Bütünleştirici bakış açıları ve bilimsel-hümanist yaklaşımın diğer gelişmeleri	Didaktik teoriler ve öğrenme teorileri
Sosyo-eleştirel modelleme	Yaşanılan çevrenin eleştirel olarak gibi pedagojik hedefler	Özgürleştirici bakış açısı	Politik sosyolojideki sosyo-eleştirel yaklaşımlar
Epistemolojik veya teorik modelleme	Teori odaklı hedefler: Örneğin, teori geliştirmenin teşvik edilmesi.	"Erken" Freudenthal Bilimsel-hümanist yaklaşımı	Roma Epistemolojisi

Tablo 3.1.'in devamı

Yaklaşımın Adı	Temel Amaçlar	Altyapısı
Üst-Yaklaşım		
Bilişsel modelleme	a) Matematiksel modelleme süreci boyunca ortaya çıkan bilişsel süreçlerin analiz edilmesi ve bu bilişsel süreçlerin anlaşılması b) Modelleri zihinsel imgeler, hatta fiziksel resimler olarak kullanarak veya soyutlama veya genelleme gibi zihinsel süreç olarak modellemeyi vurgulayarak matematiksel düşünme süreçlerinin teşvik edilmesi	Bilişsel psikoloji

Not: Kaiser ve Sriraman (2006)'dan uyarlanmıştır.

Kaiser ve Sriraman yaptıkları sınıflandırmaların nesnel ve operasyonel ölçütlere göre değil, metinlerin analizine dayandırıldığına dikkat çekmektedir. Bununla birlikte modelleme de önerilen yaklaşımların sınırlarının net olarak belirlenmesi olanak dışıdır (Erbaş vd., 2014). Diğer taraftan Stillman (2012) matematiksel modellemeyi araç ve amaç olarak ele alan iki yaklaşımı vurgulamaktadır. Stillman'a göre bir yaklaşımda matematiksel modelleme belirli matematiksel içeriğin motive edici, gelişmekte ve uygunluğunu gösterirken, ikinci yaklaşımda modelleme, başka bir matematiksel öğrenmeye ulaşmak için bir araç olarak değil, eğitim amaçlı bir amaç olarak ele alınmaktadır. Stillman (2012)'ın yaklaşımı, matematiksel modellemeyi araç olarak kullanmanın yanında, amaç olarak da ele alan daha kapsamlı bir yaklaşımdır. Bu tez çalışmasında da, matematiksel modelleme matematik öğretiminin bir amacı olarak benimsenmiş ve matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik bir öğrenme ortamı tasarlanmıştır.

Modelleme yeterlikleri kapsamında yapılan çalışmalar genel anlamda deneysel süreçlerin öğrenci matematiksel modelleme yeterliklerindeki etkilerine odaklanmaktadır. Yapılan deneysel çalışmalar hem ortaokul düzeyinde (Grünewald, 2012; Brand, 2014; Kaiser ve Brand, 2015), bazen öğretmen adaylarıyla (Kertil, 2008; Güç ve Baki, 2016) bazen ise diğer katılımcılarla (Huang, 2011) yürütülmüş ve genellikle olumlu etkiler belirlenmiştir. Bununla birlikte modelleme yeterliklerine ait farklı alt boyutlarında yetersizlikler belirlenmiştir (Kertil, 2008; Biccard ve Wessels, 2011; Frejd ve Ärlebäck, 2011). Bu nedenle öğrencilerin modelleme yeterliklerini geliştirebilmek için çeşitli öğrenme ortamları tasarlanmaktadır. Literatür incelendiğinde bütüncül ve kısmi yaklaşıma göre öğrenme ortamlarının tasarlandığı görülmektedir (Blomhoj ve Jensen, 2003; Grünewald, 2012). Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamında, modelleme yeterlikleri eş zamanlı olarak işe koşulurken; kısmi yaklaşımda öğrenme ortamı, farklı zamanlarda belirli yeterliklerin geliştirilmesine odaklı olarak düzenlenmektedir (Grünewald, 2012; Güç ve Baki, 2016).

Kısmi yaklaşım sergileyen çalışmalar genel anlamda gelişimsel olarak matematiksel modelleme sürecinde ele alınan alt boyutlarının bir veya birkaçına yönelik etkinlikleri içermektedir. Uluslararası alan yazında kısmi yaklaşımla gerçekleştirilen çalışmalarda modelleme etkinliklerinin katılımcıların modelleme yeterliklerine olumlu katkıları göze çarpmaktadır (Izard vd., 2003; Crouch ve Haines, 2004; Haines ve Crouch, 2007). Ulusal alan yazında ise Bal ve Doğanay (2014), kısmi yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamı içeren çalışmalarında sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme konusunda yeterliklerini belirlemek, eksikliklerini belirlemek ve gidermek için eylem planları geliştirmeyi ve test etmeyi amaçlamışlardır.

Her iki yaklaşımında modelleme sürecindeki gelişimi sağlama adına önemli olduğu alan yazın tarafından ifade edilmektedir (Brand, 2014; Kaiser ve Brand, 2015). Fakat söz konusu araştırmaların sonuçlarından hareketle bütüncül yaklaşımın kısmi yaklaşıma göre daha iyi sonuçlar verdiği (Brand, 2014) dikkate alınarak bu çalışmada bütüncül yaklaşım temel alınmıştır. Bütüncül yaklaşımda, modelleme sürecinin teorisi verilmekte, ardından bu teorik bilgiler doğrultusunda matematiksel modelleme sürecine yönelik hiçbir yönerge içermeyen ancak gerektiğinde öğretmen tarafından stratejik ipuçlarının verildiği, serbest çalışılan MOE'ler uygulanmaktadır. Çoğu çalışmada verilen teorik bilginin matematiksel modelleme yeterliklerinin kazandırılmasında pozitif etkisi olduğu belirlenmiştir (Maaß, 2006; Kaiser, 2007; Kaiser vd., 2010; Bukova-Güzel, 2011; Ji, 2012; Mehraein ve Gatabi, 2014a).

Ortaokul öğrencileriyle bütüncül yaklaşımla yürüttükleri araştırmada Maaß (2006), düşük seviyedeki ortaokul öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilebileceği sonucuna ulaşılmış ve sınıflarda alt-yeterliklere dikkat çekilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Benzer bir yaklaşımla matematiksel modellemeye yönelik öğrenme ortamı tasarlayan Ji (2012), lise kademesinde teorik bilgi üzerine öğrencilerin kendi başlarına modelleme süreçleri içeren gerçek yaşam problemlerinde teorik eğitim almamış öğrencilere kıyasla daha başarılı olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte teorik bilgi almanın öğrencilerin matematiksel sonuçları gerçek dünyada doğrulamakta ve modelleri üzerinde eleştirel değerlendirmeler yapmaya katkısının olmadığı belirlenmiştir. Bütüncül yaklaşımla modelleme yeterlikleri üzerine odaklana Bukova-Güzel (2011) matematiksel modellemeye yönelik bir öğrenme ortamında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini oluşturma ve oluşturdukları problemleri çözme yaklaşımlarını incelemiştir. Bulgular tasarlanan öğrenme ortamının matematiksel modellemenin tüm basamaklarına (problemi anlama, basitleştirme/yapılandırma, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama, değerlendirme) yönelik olumlu katkılara işaret etmekle birlikte öğretmen adaylarının yorumlama ve doğrulama süreçlerinde sıkıntılar yaşadığını ortaya koymuştur. Bütüncül yaklaşımla modelleme yeterliklerinin gelişiminin hedeflendiği çalışmalarda, yeterliklerin tam olarak gelişmesinin (kendi deneyimlerinde 1 yıl gibi) zaman gerektirdiği görülmüştür (Huang, 2011; Mehraein ve Gatabi, 2014a).

Bütüncül yaklaşımın yer aldığı “serbest MOE içerikli” çalışmalarda alan yazında yer almaktadır. Bu ortamlarda herhangi bir teorik bilgi verilmeksizin ve yönerge içermeyen MOE’ler işe koşularak süreç yürütülmekte ve birçok araştırmacı serbest MOE’lerin matematiksel modelleme yeterliklerinin kazandırılmasında pozitif etkisi olduğunu ortaya koymuştur (Korkmaz, 2010; Özdemir ve Üzel, 2013; Mehraein ve Gatabi, 2014b; Braun, 2014; Çakmak-Gürel ve Işık, 2018). Braun (2014), serbest MOE içerikli gerçek yaşam bağlamlı bir öğrenme ortamı deneyiminde, süreçte kendilerine ipucu verilen öğrencilerin performansının ve yeterliklerinin arttığını belgelemiştir.

3.2. Matematiksel Modelleme Sürecinde Yaşanan Zorluk ve Yanılgıları Belirlemeye Yönelik Yapılan Çalışmalar

Matematiksel modelleme yeterliklerini desteklemeye yönelik hem mikro düzeyde hem de bütüncül yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamlarının sonuçları incelendiğinde her iki yönteminde yeterlik gelişimine katkıları oldukları belirlenmiştir. Bununla birlikte, öğrencilerin yaşadıkları zorluklar matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimini engellemektedir (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006; Maaß, 2007; Dowlath, 2008; Özer-Keskin, 2008; Biccard, 2010; Bukova-Güzel, 2011; Eraslan, 2011; Maaß ve Mischo, 2011; Eric vd., 2012; Tekin-Dede ve Yılmaz, 2013).

Uluslararası alan yazında yapılan çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, Maaß (2006)'ın modelleme yeterliliklerini ayrıntılı bir şekilde tanıttığı çalışmasında, yedinci sınıf öğrencilerine uygulanan bir modelleme probleminin çözümünde, modelleme yeterlilikleri çerçevesindeki öğrenci hatalarına ve kavram yanılgılarına yer verdiği görülmektedir. Lise öğrencileriyle modelleme problemleri üzerine çalışan Blum (2011), çalışmasında öğrenci yeterlikleri yanında yeterliliklere paralel olarak öğrencilerin yaşadığı zorluklara ve bu zorlukların modelleme yeterliklerine bağlamında değerlendirilmesine yer vermiştir. Dolayısıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanacak öğrenme ortamlarının, bu zorlukların bilinerek tasarlanması, benzer zorlukların ortaya çıkmasını önlemek adına önemlidir.

Blum (1991) matematiksel modelleme ortamlarının oluşturulmasının zorlukları hususunda iki noktaya dikkat çekmiştir: Zaman problemi ve karmaşıklık. Modellemeye ayrı bir konu alanı bileşeni olarak ele almanın zaman alacağının ifade eden Blum modelleme etkinliklerinin konuların öğretimine entegre edilmesini önermektedir. Diğer taraftan problem çözme sürecinde yer alacak modelleme çalışmaları matematiksel bilginin bir gerçek yaşama transferini de içerdiğinden matematik derslerini öğrenciler için daha karmaşık hale getirmektedir. Eric vd. (2012) öğrencilerin matematikselleştirme sürecinde gerçek yaşam ve matematiksel model arası geçişte zorlandıklarını ve gerçek yaşam bilgilerini işe koşmada yetersizliklerinden bahsetmektedir. Yine farklı çalışmalarda modellemeye dayalı öğrenme ortamlarının geleneksel ortamlardan farklı olmasından ve problem çözüm aşamalarının daha karmaşık süreçler gerektirmesinden dolayı öğrenci zorluklarına işaret etmektedir (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006; Thomas ve Hart, 2010; Eraslan, 2012; Akgün vd., 2013).

Bazı çalışmalarda modelleme basamakları arasındaki geçişlerde yaşanan zorluklara vurgular yapılmıştır. Bal ve Doğanay (2014) yapmış oldukları çalışmada öğretmen adaylarının değişkenlerin belirlenmesi, modelin oluşturulması ve modelin çözümlenmesi aşamalarında hatalar yaptıklarını belirlemişlerdir. Özdemir ve Üzel (2013) öğrencilerin anlama, sadeleştirme/basitleştirme, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama, doğrulama ve ortaya koyma basamaklarında zorluklar yaşadığını belirtmektedir. Bukova-Güzel (2011) de matematik öğretmeni adaylarının problemi anlama ve sadeleştirmede başarılı olduklarını ancak en çok yorumlama ve doğrulama yapmada zorlandıklarını belirlemiştir.

Maaß (2007), öğrencilerin matematiksel modelleme süreçlerine ait yetersizliklerini problemi anlayamama, matematiksel model oluştururken uygun değişkenleri belirleyememe, verilen modeldeki işlemleri yürütememe, matematiksel sonuçları yorumlayamama ve doğrulayamama, süreçlerin farkında olmama, sonuçlarını uygun argümanlarla destekleyememe, yanlış/eksik strateji işe koşma, zorluk karşısında vazgeçme şeklinde belirlemiştir. Benzer şekilde Hagena ve Borromeo-Ferri (2012) ise matematiksel modelleme basamaklarına ait hataları gerçek model oluşturma aşamasında yapılan hatalar, matematiksel model oluşturma aşamasında yapılan hatalar ve sonuçları yorumlama ve doğrulama süreçlerinde yapılan hatalar şeklinde sınıflandırmıştır.

Modelleme süreçlerindeki hatalara/yetersizliklere neden olan faktörler arasında modelleme konusundaki deneyimsizlik, zaman kısıtlılığı altında çalışma, matematiksel yetersizlik, sistematik çalışmama yer almaktadır (Şen-Zeytun, 2013). Modelleme sürecine yönelik kavram yanılgılarının da modelleme yetersizliklerine neden olduğu alan yazında belirlenmiştir (Maaß, 2006). Matematiksel modellemeye yönelik Maaß (2006) tarafından belirlenen kavram yanılgıları Tablo 3.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Modellemeye ait yanılgılar ve göstergeleri

Yanılgılar	Göstergeleri
Gerçek model oluşturma ile ilgili kavram yanılgıları	• Basitleştirmeyi tahmin etme olarak düşünme • Basitleştirmeyi hesaplamaların mümkün olduğunca basit hale getirilme yolu olarak düşünme • Gerçeklikten gerçek modele geçişte hata yapma • Gerçek modelde ortaya çıkan yanılgı
Matematiksel model kurma ile ilgili yanılgılar	• Gerçek model ve matematiksel model arasındaki farkı ayırt edememe • Matematiksel model terimini açıklayamama •
Matematiksel sonuçlar ile ilgili kavram yanılgıları	• Matematiksel sonuç olarak genellikle bir sayı kabul etme • Sayının her zaman doğru ve kesin sonucu temsil ettiğini düşünme • Yuvarlayarak matematiksel modelden matematiksel sonucun elde edilebileceğini savunma
Yorumlama ve doğrulama ile ilgili kavram yanılgıları	• Doğrulamanın her zaman aynı olmadığını düşünme • Doğrulamanın, matematiksel modellemeyi değersizleştirmeyi temsil ettiği izlenimine kapılma • Sonuçların doğrulanması veya değerlendirilmesinin aynı olduğunu düşünme • Yorumlama ve doğrulamayı ayırt edememe
Genel kavram yanılgıları	• Çözümün her yolu doğru olduğundan hata yapmanın mümkün olmadığını düşünme • Matematiğin gerçek dünya problemlerinin çözümüne yardım edemeyeceğini düşünme • Matematiksel modelleme süreciyle ilgili bilgiden matematiksel modelleme örneklerine bağlantı kurulamama

Bu kısımda verilen açıklamaların ışığı altında matematiksel modelleme öğretimine yönelik tasarlanacak öğrenme ortamlarında, matematiksel modellemenin doğası gereği geleneksel öğrenme ortamlarına entegre edilmesindeki zorluklar, matematiksel modelleme basamaklarındaki geçiş sürecinde yaşanan zorluklar ve süreçte yaşanması gereken durumlara yönelik kavram yanılgılarının matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanmasında etkisinin dikkate alınması gerekmektedir.

3.3. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Modelleme Prensipleri Doğrultusunda Değerlendirildiği Çalışmalar

Lesh vd. (2000) bir MOE tasarımı için gerekli olan prensipleri gerçeklik prensibi, model oluşturma prensibi, öz değerlendirme prensibi, yapı belgelendirme prensibi, model genelleme prensibi ve etkili prototip prensibi olarak sıralamaktadır. Bu prensiplerin geliştirilmesi süreçleri ile ilgili aşağıdaki ifadeleri dikkat çekmektedir:

> "…bu altı prensip laboratuvarlarında oturarak çalışan araştırmacılar tarafından geliştirilmemiştir. Aksine bu prensipler öğretmenler, öğrenciler, araştırmacılar ve öğretmen eğitimcileri tarafından 15 haftalık çok katlı öğretim deneyimleri olarak adlandırılan seminerler süresince, sürekli önerilerde bulunarak, test edilerek ve gözden geçirilip düzeltilerek son hallerine getirilmiştir."

Gerçeklik prensibi problemin gerçek bir ihtiyaçtan doğduğu temasından yola çıkarak problem durumunun öğrencilerin gerçek yaşamlarında karşılarına çıkması olası bir durum olması gerektiğini ifade etmektedir (Lesh vd., 2000; Chamberlin ve Moon, 2005, 2008; Lesh ve Caylor, 2007). Model oluşturma prensibi, öğrencilerin kendi matematiksel modellerini oluşturmaları gerekliliğine hitap etmektedir (Lesh vd., 2000; Lesh ve Caylor, 2007; English, 2009). Öz değerlendirme prensibi, öğrencilerin bir onay beklemeksizin kendi çözüm yaklaşımlarını değerlendirebilmelerini gerektirmektedir (Lesh vd., 2000; Chamberlin ve Moon, 2006; Lesh ve Caylor, 2007). Öğrencilerin kendi düşüncelerini ifade edebilmelerine olanak sağlaması bakımından öz değerlendirme prensibi ile ilişkili olduğu düşünülen yapı belgelendirme prensibi, oluşturulan çözümlerin öğrencilerin nasıl düşündüklerini açık bir şekilde ortaya çıkarır nitelikte olması gerektiğini savunmaktadır (Lesh vd., 2000; Lesh ve Caylor, 2007). Geliştirilen modelin paylaşılabilirliğini ve yeniden kullanılabilirliğini içeren model genelleme prensibi, özel bir durum veya amaç için değil, başkaları tarafından farklı amaçlar için paralel durumlarda kullanılabilecek genellenebilir modellerin geliştirilmesini ifade etmektedir (Lesh vd., 2000; Lesh ve Caylor, 2007). Son olarak etkili prototip prensibi, geliştirilen modelin benzer durumlar için etkili bir ilk örnek olmasını ve aradan zaman geçse dahi geliştirilen modelin öğrenciler tarafından hatırlanabilir olmasını savunmaktadır (Lesh vd., 2000; Lesh ve Caylor, 2007).

Modelleme prensipleri ile ilgili yapılmış çalışmalara bakıldığında alan yazında bazı prensipleri ile ilgili öneriler göze çarpmaktadır. Lesh ve Caylor (2007) modellemeyi bir uygulama ve matematik yapma etkinlikleri olarak karşılaştırdıkları çalışmaları, gerçek yaşam durumlarının matematiksel olarak çözümlenmesi sürecindeki olası durumları tartışmanın öğrencilerin kendi gerçek yaşam bilgi ve deneyimlerine dayalı durumları anlamlandırma sürecine katkılarını ortaya koymaktadır. Yine tanıtıcı makale ve hazır oluş sorularının amacı öğrencilere ardından gelecek problem durumunun bağlamını tanıtmak ve onları problem durumuna hazırlamak için yararlı olacağı savunulmaktadır (Chamberlin ve Chamberlin, 2001; Yu ve Chang, 2011). Chamberlin ve Moon (2005) çalışmalarında geliştirilen modellerin öğretmen desteği ya da onayı almaksızın çözümlerinin uygunluğunu ve kullanışlılığını kendi kendilerine değerlendirmeleri önemine vurgu yapmaktadırlar.

Etkili prototip prensibinin uygulanması ile ilgili yapılmış çalışmalarda bu prensibin etkili bir şekilde gerçekleştirilememesinin nedeni olarak modelleme etkinliklerinin tam olarak gerçekleştirilmemiş ve süreç içerisindeki etkisinin belirlenememiş olması olarak ifade edilmiştir (Lesh ve Caylor, 2007). Chamberlin ve Moon (2005) tanıtıcı makale ve hazır oluş sorularının amacının problemin kapsamı hakkında öğrencilerin ilgilerini ortaya çıkarmak ve tartışmalarını sağlamak olduğunu belirtmektedirler.

Modelleme etkinliklerinin modelleme prensiplerine uygunluğunun araştırıldığı çalışmalar incelediğinde prensipleri gerçekleştirme ile ilgili farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Tekin Dede ve Bukova Güzel (2013a) çalışmalarında ortaöğretim matematik öğretmenlerinin MOE tasarım süreçlerini incelemişler ve söz konusu MOE'nin tasarım prensiplerini sağlama durumunu değerlendirmişlerdir. Bulgular tasarımların gerçeklik, model oluşturma, yapı belgelendirme ve model genelleme prensiplerine uygun olduğu ancak öz değerlendirme ve etkili prototip prensiplerini gerçekleştirmede yetersiz kaldıkları belirlenmiştir. Yine MOE'lerin modelleme prensipleriyle ele alındığı başka bir çalışmada MOE tasarımlarının gerçeklik ve model oluşturma prensiplerine uygun olduğu fakat diğer dört prensibin varlığıyla karşılaşılmadığı ifade edilmiştir (Yu ve Chang, 2011). Benzer şekilde Tekin, Hıdıroğlu ve Bukova Güzel (2011) matematik öğretmen adaylarına tasarlattıkları MOE'ler için tüm katılımcıların gerçeklik, model genelleme ve etkili prototip prensibini göz önünde bulundurduklarını, bir problem durumunun model oluşturma prensibine, üç tanesinin ise yapı belgelendirme prensibine tamamen uygun olmadıklarını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte alan yazında yapılan çalışmalarda MOE'lerin modelleme prensiplerine uygunluğu genel olarak uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir (Lesh ve Caylor, 2007; Yu ve Chang, 2011; Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2013b).

Modelleme etkinliklerine yönelik değerlendirmelerin uzmanların yanında matematiksel modelleme ve süreçleri hakkında teorik bilgi almış, tasarım sürecinde bulunmuş, değerlendirmelere yönelik ölçütler üzerinde çalışmış ve bilgi birikimine sahip katılımcılar (öğretmen, öğretmen adayı) tarafından öz-değerlendirme ve akran değerlendirmesi yoluyla yapılmasının modelleme yeterliklerinin yorumlanmasında yararlı olacağı düşünülmektedir.

4. YÖNTEM

Bu kısımda araştırmanın yöntemi ve uygulama süreçlerine ait detaylara yer verilmiştir.

4.1. Araştırma Deseni

Matematiksel modelleme yeterliklerine yönelik etkinliklerin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine yansımalarını ortaya koymayı ve öğretmen adaylarının bu becerilerini öğretim deneyimlerinde kullanma durumlarını analiz etmeyi hedefleyen bu çalışmada nicel ve nitel yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma yöntem tercih edilmiştir. Karma yöntem Tashakkori ve Creswell (2007) tarafından "araştırmacının bir araştırma üzerinde hem nitel hem de nicel yaklaşımları kullanmak suretiyle verileri toplayıp analiz ettiği, bulguları bütün hale getirdiği ve çıkarımlarda bulunduğu araştırma" olarak tanımlanmıştır. Nitel ve nicel verilerin birlikte kullanıldığı çalışmalarda veri zenginliği artmakta dolayısıyla bulguların "inanılırlık" seviyesi çok daha yüksek olmaktadır (Fraser ve Tobin, 1992).

Karma yöntem desenlerinde çok sayıda sınıflandırma yapılmaktadır. Bu çalışmada karma yöntem desenlerinden iç içe karma desen kullanılmıştır. Bu desen nicel ve nitel araştırma desenleri çerçevesinde derlemenin bir araya getirildiği, nicel ve nitel verilerin analiz edildiği bir karma yöntem araştırma desenidir (Greene ve Caracelli, 1997; Greene, 2007). Bu desenin kullanıldığı bazı araştırmalarda nicel desenin unsurlarını desteklemek için nitel bir araştırma nicel bir deneyin içine [başında (keşfedici desen), süreç esnasında (birleştirici desen) ve / ya da sonunda (açıklayıcı desen) olacak şekilde] yerleştirilebilir. Aynı zamanda nitel veri hedeflere bağlı olarak birden fazla noktada da toplanabilmektedir (Creswell ve Plano, Clark, 2011). Bu çalışmada ise sürecin başında deneklerin modelleme deneyimlerinin ve matematiksel modelleme uygulama etkinliklerin belirlenmesi için, süreç esnasında katılımcıların MOE tasarımlarını nasıl gerçekleştirdiklerini belirlemek için, süreç sonrasında ise istatistiksel sonuçları daha detaylı açıklayabilmek, modelleme eğitim süreçlerine yönelik görüşlerini ortaya koymak ve uygulama deneylerini tanımlamak için kullanılmıştır (Creswell ve Clark, 2017).

4.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu, 2019-2020 öğretim yılının güz ve bahar dönemlerinde Kastamonu Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı dördüncü sınıfta öğrenim gören 15 matematik öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma Seçmeli II ve Öğretmenlik Uygulaması dersleri kapsamında yürütülmüştür. İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı'nda öğrenim görmekte olan son sınıf öğretmen adaylarının seçilmesinin nedeni, öğrencilerin bu çalışmada ele alınan MOE'leri tamamlamak için gerekli olan matematiksel kavramlara ve pedagojik süreçlere yönelik dersleri tamamlamış olmalarıdır.

Matematiksel modelleme eğitim sürecinde gruplarla çalışılmıştır. Öğretmen adaylarının modelleme yeterlik ön-test puanları ve genel not ortalamaları temel alınarak gruplar arası homojen bir yapı sağlanmış ve dört grup (3 veya 4 kişilik) oluşturulmuştur. Bu doğrultuda öğretmen adaylarından gruplarına isim belirlemeleri istenmiş ve gruplar sonsuz/sonsuzlar, ölüyen yürüler, seçici geçirgenler ve Pisagorcular olarak adlandırılmıştır. Ayrıca her bir öğretmen adayına grup dahil olduğu gruba göre bulguların sunumunda kullanılmak üzere kodlamalar atanmıştır. Gruplara, derse devam etmelerinin araştırma için önemli olduğu belirtilmiş, ders sürecinde yapacakları grup çalışmalarının videoya alınacağı ve araştırma kapsamında değerlendirileceği ayrıca eğer gerek duyulursa ders dışında görüşmeler yapılabileceği bildirilerek sürece gönüllü olarak katılıp katılmayacakları sorulmuştur. Gruplar sürece gönüllü ve devamsızlık yapmaksızın katılmayı kabul etmişlerdir. Karma yöntem araştırmalarında eğitim sürecine katılan bireyler arasından küçük bir örneklemin seçilmesi, görüş ve deneyimleri daha derinlemesine ortaya çıkarmak için uygun görülmektedir (Creswell, 2017). Bu araştırmada da bu doğrultuda matematiksel modelleme yeterlikleri uygun bulunan öğretmen adaylarından üçünün MEB'e bağlı ortaokullarda yaptıkları öğretimler çerçevesinde MOE öğretim deneyimleri analiz edilmiştir. MOE uygulaması yapan öğretmen adayları belirlenirken, etkinlik tasarımları, MMYT puanları ve ön ve son görüşmeler analiz edilmiş ve modelleme yeterlikleri yüksek bulunan öğrencilerden gönüllülük esasına göre seçim yapılmıştır.

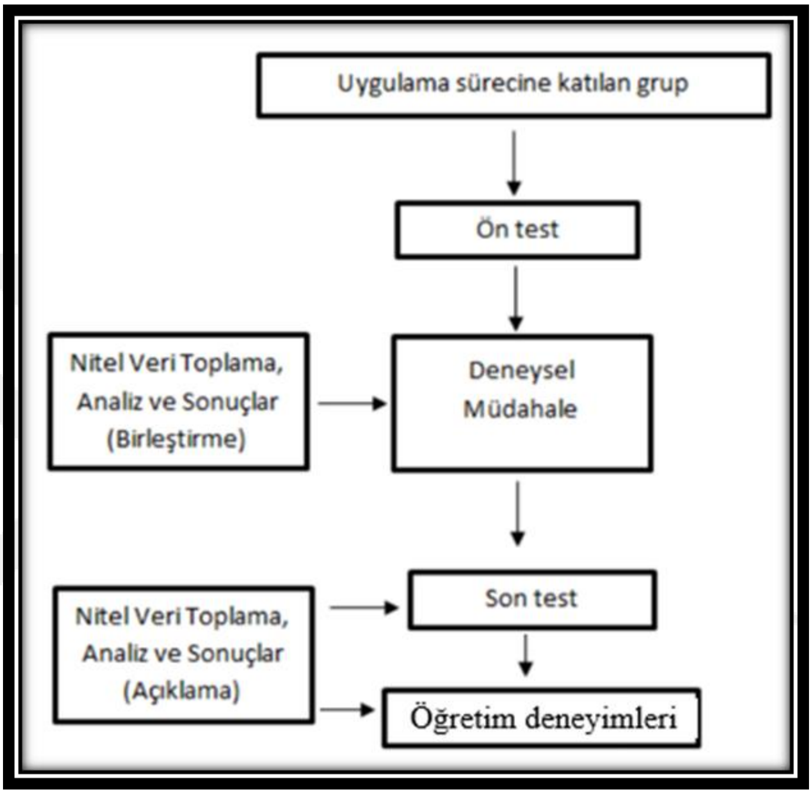
Çalışmaya dâhil olan öğretmen adaylarının demografik özellikleri Tablo 4.1.'de verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi katılımcılar 15 öğretmen adayından (10 kız 5 erkek) oluşmaktadır. Adayların lisans not ortalamaları 2,71 - 3,66 aralığında olup ortalama olarak 2,94 değerindedir. Adayların matematiksel modelleme ön test puanları 13 ile 27 arasında olup, 18,07 ortalamaya sahiptir.

Tablo 4.1. Katılımcılara ait bilgiler

Gruplar	Grup Üyesi Kodu	Ağırlıklı Not Ortalaması (4 üzerinden)	MMYT ön test puanı	Grup MMYT Ortalama	Cinsiyet
Sonsuz / Sonsuzlar	SS1	2,78	14,5	17,00	E
	SS2	3,18	13		K
	SS3	3,12	15,5		K
	SS4	2,71	25		K
Ölüyen yürüler	Ö1	2,95	19,5	19,00	K
	Ö2	3,26	24		E
	Ö3	2,88	16		K
	Ö4	2,85	16,5		K
Seçici Geçirgenler	SG1	2,78	25,5	17,63	E
	SG2	2,96	12,5		K
	SG3	2,47	14		K
	SG4	3,66	18,5		K
Pisagorcular	P1	2,35	20	18,00	K
	P2	2,87	18,5		K
	P3	3,22	15,5		E

4.3. Araştırma Süreçleri

Bu araştırmada kullanılan iç içe karma araştırma desenin kullanımına yönelik süreç Şekil 4.1.'de verilmiştir. Öncelikle ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri anketler ve matematiksel modelleme yeterlik testi (MMYT) ile ölçülmüştür. Sonrasında öğretmen adaylarının yeterlik durumlarını geliştirmek için etkinlikler belirlenip uygulanacak ve öğretmen adaylarından modelleme etkinliği tasarlanması istenmiştir. Sonraki aşamada uygulama sürecine katılan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri gelişimleri hazırlanan etkinliklerin kendileri, akranları ve uzmanlar tarafından değerlendirilmesi ile elde edilen bulgular, görüşmeler ve MMYT ile belirlenmiştir.



Şekil 4.1. Araştırmanın süreçleri

Ayrıca uygulama bitiminde uygulama sürecine katılan ve modelleme becerileri yeterli bulunan üç öğretmen adayının modelleme becerilerinin öğretim deneyiminde kullanma durumları gözlemler ve görüşmeler aracılığıyla incelenmiştir. Araştırmanın uygulama sürecine ait ayrıntılar Tablo 4.2.'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde toplam araştırma sürecinin 16 hafta sürdüğü görülmektedir. Çalışma sürecinin ilk 13 haftası matematiksel modelleme eğitim ve MOE tasarım süreci olarak planlanmıştır. Bu süreç ilköğretim matematik öğretmenliği programı güz döneminde yer alan dördüncü sınıf Seçmeli II (haftada 3 ders ve her ders 45 dakika) dersinde gerçekleştirilmiştir. Bu sürecin sonunda MEB'de uygulama yapacak öğretmen adaylarının seçimi gerçekleştirilmiştir. Üniversite ara tatil sürecinde sınıf içi uygulamalar için aday etkinlikler ilgili alan yazın dâhilinde taranmış ve matematiksel modelleme alanında uzman görüşlerine de başvurularak 12 aday etkinliğe karar verilmiştir.

Tablo 4.2. Çalışmanın uygulama süreçleri

	Haftalar	Amaç
	Hafta 1	Tanışma ve ön testleri (açık uçlu anket ve MMYT) uygulama
Matematiksel Modelleme Eğitim ve MOE Tasarım Süreci	Hafta 2	Teorik bilgi: a. Model, modelleme ve matematiksel modelleme kavramlarının tanımlanması b. Modellemenin Türk ve dünya Eğitim sistemlerindeki yeri ve önemi c. Farklı araştırmacılara ait Modelleme döngüsü şemaları, MOE örnekleri d. Modelleme Yeterlilikleri ve Bileşenlerinin tanımlanması
	Hafta 3	Teorik bilgi: o Modelleme problemlerinin özellikleri ve temel modelleme prensipleri o Modelleme problemi çözümünde öğretmen rolleri o Modelleme problemi uygulama süreçleri
	Hafta 4	Modelleme problemlerinin Borromeo Ferri bilişsel perspektifleri altında modelleme yeterliliklerine göre çözümü o Yatak problemi (Borromeo Ferri, 2014) o Adenuar problemi (Herget vd.,2001) o Nüfus tahmini (Ural, 2014) o Devin botu (Ural, 2018) o Büyük ayak problemi (Tekin Dede ve Bukova Güzel (2011), Lesh ve Doerr (2003)'den uyarlamıştır.)

Tablo 4.2.'nin devamı

Matematiksel Modelleme Eğitim ve MOE Tasarım Süreci	Hafta 5	Modelleme problemlerinin Borromeo Ferri bilişsel perspektifleri altında modelleme yeterliliklerine göre çözümü o Boy-ayak uzunluğu problemi (Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2014) o Pisa kulesi problemi (Bukova Güzel vd. (2016), Dede, vd. (2017)'den uyarlamıştır). o Yakıt problemi (Bukova Güzel vd. (2016), Tekin (2012)'den tasarlamıştır) o Antik tiyatro problemi (Tekin vd. 2010)
	Hafta 6	Matematiksel modelleme problemlerinin temel prensiplerinin tanımlanması, tartışılması: o Gerçeklik prensibi o Model Oluşturma Prensibi o Öz Değerlendirme Prensibi o Yapı Belgelendirme Prensibi o Model Genelleme Prensibi o Etkili Prototip Prensibi Matematiksel Modelleme Etkinliklerini prensipler açısından değerlendiren tez ve makalelerin incelenmesi, tartışılması
	Hafta 7	Grupların belirlenmesi ve modelleme etkinliğinin konusu hakkında grup karar verme süreci
	Hafta 8	Matematiksel modelleme problemi tasarlama süreci devamı - Çalışma yaprakları uygulanması
	Hafta 9	Matematiksel modelleme problemi tasarlama süreci devamı - Çalışma yaprakları uygulanması
	Hafta 10	Hazırlanan modellerin sunumu ve akran değerlendirmeleri
	Hafta 11	Hazırlanan modellerin sunumu ve akran değerlendirmeleri
	Hafta 12	MMYT son uygulaması
	Hafta 13	Açık uçlu anketlerin uygulanması
MOE Uygulama Süreci	Hafta 14	Sınıf içi uygulama etkinlik seçimi
	Hafta 15	MOE gerçek sınıf uygulamalarının yapılması ve gözlemlerin gerçekleştirilmesi
	Hafta 16	MOE uygulama deneyimine yönelik görüşmelerin yapılması

MOE uygulamaları için üç haftalık süre ayrılmıştır. Bu süreçte MEB sınıflarında uygulanacak olan MOE etkinliklerinin öğretmen adayları tarafından seçilmesi, uygulanması ve son görüşmelerin gerçekleştirilmesi şeklinde devam etmiştir. Araştırma sürecinin bu kısmı Öğretmenlik Uygulaması dersi kapsamında bahar döneminde gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlik Uygulaması Dersinin işe koşulmasının gerekçesi öğretmen adaylarının hem okulla hem de MOE uygulayacakları öğrencilerle geçmiş deneyimlerinin bulunması olmuştur. Öğretmen adaylarının uygulama için MOE seçimi Öğretmenlik Uygulaması dersi teorik sürecinde (2 ders saati) yapılmıştır. MOE uygulamaları her öğretmen adayı için 2 ders saati (her ders 40 dakika) şeklinde gerçekleşmiştir. Uygulamayı takip eden haftada her öğretmen adayı ile uygulamalarına yönelik görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

4.4. Etkinlik Uygulama

Bütüncül yaklaşım benimsenerek tasarlanan öğrenme ortamlarında alt-yeterliklerden ziyade genel yeterlikler ön planda tutulmaktadır. Önceki kısımlarda da açıklandığı gibi bütüncül yaklaşımın uygulandığı öğrenme ortamlarında üç faklı tasarım söz konusudur: Teorik bilgi odaklı, serbest MOE odaklı ve matematiksel modelleme basamaklarını takip etme prosedürü odaklı. Bu araştırmada bütüncül yaklaşıma dayalı "teorik bilgi odaklı" tasarlanan öğrenme ortamları oluşturulmuştur. Bu öğrenme ortamında yer alan süreçlerin ilk aşamasında matematiksel modelleme sürecine yönelik teorik bilgiler verilmektedir. Bu süreci takiben yönerge içermeyen serbest MOE'leri deneyimleme aşamalarına yönelik dersler planlanmaktadır. Bu deneyim süresince öğrencilere herhangi bir yönerge verilmemesine rağmen sürecin tıkandığı ve/veya modelleme basamaklarında yer alan aşamaların takip edilmesi gereken ve/veya modelleme yeterliklerin gelişimini sağlayacak noktalarda gerektiğinde stratejik ipuçları verilmesi önemlidir. Bu doğrultuda seçilen MOE etkinlikleri bu unsurları içerecek şekilde seçilmeli ve uygulama süreçlerine dahil edilmelidir. Bu öğrenme ortamının içeriği teorik bilgi ve uygulama olmak üzere iki grupta ele alınabilir.

1. Teorik içerik:
    - Model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme tanımlamaları ve ilişkili örnekler
    - Öğretim programlarında matematiksel modelleme süreçlerine ait içeriklerin incelenmesi
    - Matematiksel modelleme sürecine yönelik farklı yaklaşımlar
    - Matematiksel modelleme yeterliliklerine ait açıklamalar ve bu bağlamda örnekler
    - Matematiksel modelleme temel prensiplerinin tanımlanması ve örnekler üzerinden tartışılması
2. Uygulamaya yönelik içerik:
    - Literatürde yer alan MOE örnekleri üzerine yürütülen bireysel ve grup çalışmaları
    - Grup olarak MOE tasarım çalışmaları
    - Tasarlanan MOE'lerin sunumları

4.5. Öğrenme Ortamının Tasarımı

Tasarlanan öğrenme ortamındaki etkinlikler Teorik bilgi verilmesi sürecinde yönergeler dâhilinde sunulmuştur. Yönergeler, öğrencilere bu yeterliklere dair deneyimler yaşatacak ve çalışmalarını düzenleyecek şekilde tasarlanmıştır. Teorik eğitim sürecinde kullanılan etkinliklerde yer alana yönergeler Aydın Güç (2015) tarafından belirlenen yönergeler dâhilinde hazırlanmıştır. Bu yönergeler Tablo 4.3.'te verilmiştir. Teorik bilgi derslerinin tamamlanmasından sonra öğrencilere matematiksel modelleme sürecine yönelik hiçbir yönerge içermeyen serbest MOE'ler ile çalışma süreçleri başlatılmıştır. Tasarlanan öğrenme ortamında öğretmen adayları gruplar halinde MOE'ler üzerinde çalışmıştır. Sonrasında her gruptan MOE tasarım sürecine girmeleri istenmiştir. Söz konusu MOE'nin içeriği ile ilgili herhangi bir kısıtlama yapılmamış, yalnızca MOE'nin ortaöğretimdeki seçilen bir sınıf düzeyine uygun olmasına ve bu sınıf düzeyinden seçtikleri konu/konulara yönelik olmasına dikkat etmeleri istenmiştir.

Tablo 4.3. Modelleme yeterliklerine ait etkinlik yönergeleri

Yeterlikler	Yeterliklere Uygun Geliştirilen Etkinlik Yönergeleri
Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterliği	o Ne biliyorsun? o Ne öğrenmek istiyorsun? o Varsayımların ne olabilir? o Hangi değişkenler en önemlileridir? o Hangi değişkenleri ihmal edebilirsin? o Hangileri değişmezdir? (parametreler nelerdir?) o Çözüm için ilk matematiksel modelin ne olabilir? o Daha sonra detaylandırmak üzere bir başlangıç modeli oluşturabilir misin? o Değişkenler ve başlangıç model arasındaki ilişkiyi belirleyebilir misin?
Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeterliği	o Başlangıç modelini probleme uygun şekilde detaylandırabilir misin? o Modeli mümkün olduğunca basit şekilde ifade edebilir misin? o Modeli karmaşıklıktan kurtarabilir misin? o Eğer uygunsa problem durumunu grafiksel olarak gösterebilir misin?
Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterliği	o Bu probleme benzer bir problem oluşturabilir misin?
Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterliği	o Bu model probleme hitap ediyor mu? o Bu model herkes tarafından aynı şekilde algılanıyor mu? o Bu model sadece bu durum için mi geçerlidir? o Modelin bir genellemesi yapılabilir mi?

Tablo 4.3.'ün devamı

Çözümü doğrulama yeterliği	o Modelin doğruluğunu gerçek veriler kullanarak test edebilir misin? o Bunun için hangi verileri toplamaya ihtiyacın var? o Bu en iyi model midir? o Farklı bir model oluşturulabilir mi? o Arkadaşlarının modelleri yanında seninkinin avantajları ve dezavantajları nelerdir?

Not: Funda Güç (2015)' ten uyarlanmıştır.

Grup çalışması sonunda ise her grup oluşturmuş olduğu MOE tasarımını sunmuş, sınıf tartışmaları yapılmış ve gruplar tarafından gerekli görüldüğünde tasarımları üzerinde düzenlemelere gidilmiştir. Öğrenme ortamında öğrencilere istediklerinde araştırma yapmak için sınıf dışına çıkabilme, sınıfta bulunan bir bilgisayar aracılığıyla istedikleri araştırmaları yapabilme ve uzman bir kişiye danışabilme gibi olanaklar sağlanmıştır. Yapılan pilot uygulama sonucu öğrenme ortamında gerçekleştirilen grup çalışmalarının ve sınıf tartışmalarının yürütülmesinde, tasarımda değişiklik yapmayı gerektirecek önemli bir sorunla karşılaşılmamıştır. Ancak etkinlikler, haftalık planlar ve değerlendirmeler ile ilgili çeşitli değişiklikler yapılmıştır. Etkinlikler ve değerlendirme sürecine dair yapılan düzenlemeler ise ilgili bölümlerde ayrıntılı şekilde verilmiştir.

4.6. MOE Etkinlikleri

Bu araştırmada bütüncül yaklaşımla tasarlanan öğrenme ortamı, matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yöneliktir. Bu öğrenme ortamında, dâhil olan katılımcıların matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme sürecine rehberlik etmesi amacıyla, ortaya çıkması beklenen ve yeterlikleri gerektiren eylemlere yönlendiren, matematiksel modelleme prensiplerinin tümünün varlığının dikkate alındığı MOE'ler kullanılmıştır (Ek 1). Tasarımında bu prensipleri içermeyen MOE'ler de düzenlemeye gidilmiştir. MOE'lerin seçiminde öğretmen adaylarının kendi deneyimlerinde karşılaşabilecekleri ancak çok içinde olmadıkları bağlamlar içermesine dikkat edilmiştir. Kullanılan MOE'ler ve amaçları ise Tablo 4.4.'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Tasarlanan öğrenme ortamında uygulanan MOE'ler ve amaçları

MOE	Amaç
Yatak Problemi (YP)	Öğretmen adaylarının farklı bir günlük hayat deneyiminde kendi oluşturdukları varsayımlara dayanarak çözüm sürecini modelleme yeterlilikleri bağlamında gerçekleştirme.
Adenuar Problemi (AP)	Öğretmen adaylarının, herhangi bir sayısal verinin verilmediği bir modelleme etkinliğindeki detayları, varsayıma dayalı olarak kullanarak çözüm sürecini gerçekleştirme.
Nüfus Tahmini (NT)	Gerçek verilerin kullanılarak oluşturulan bu etkinlikte herhangi bir teknolojik alet kullanılmadan, çözümü gerçekleştirme ve çözümün doğruluğunu gerçek bulgularla karşılaştırma.
Devin Botu (DB)	Gerçek bir durumla karşılaşan öğretmen adayları, hem değişkenleri hem varsayımları hem verileri yönergeler olmadan kendileri belirlemeleri, kendi özgün modellerini oluşturmaya çalışmaları. Bu süreçte gerçek yaşamdan gözlemler yapmaları ve süreç içinde önceki derslerde kazanmış oldukları becerileri yönergeler olmadan kullanmaları beklenmektedir.
Boy Ayak Uzunluğu (BAU)	Bir önceki etkinliğe benzer bir etkinlik olmakla birlikte birçok veriyi bir tablo dâhilinde hazır halde bulunduran bir modelleme etkinliğinin çözüm sürecini gerçekleştirme.
Büyük Ayak Problemi (BA)	Matematiksel modelleme problemleri ile ilk defa karşılaşacak olan öğretmen adaylarının, model oluşturma prensiplerinin tümünü sağlayan ve kendi verilerini kendilerinin oluşturabilecekleri bir etkinlikte Borromeo Ferri modelleme yeterlilikleri basamaklarına uygun bir şekilde çözümünü gerçekleştirme.

Tablo 4.4.'ün devamı

Pisa Kulesi (PK)	Öğretmen adaylarının yukarıdaki matematiksel modelleme problemlerini, matematiksel modelleme yeterliliklerinin ortaya çıkarılması göz önünde bulundurularak çözümleri yaptırıldıktan sonra, çözümünde farklı disiplinlerle ilişkisi bulunan problem türleriyle karşılaştırma.
Yakıt Problemi (YP)	Öğretmen adaylarının gerçekleşmesi muhtemel bir problem durumunda matematik ve günlük hayat deneyimlerini kullanarak çözüm sürecini yeterlilikler bağlamında değerlendirme.
Antik Tiyatro Problemi (AT)	Öğretmen adaylarının çözüm için uzamsal bir bakış açısı gerektiren problem durumunu, modelleme yeterliliklerini göz önünde bulundurarak çözüm sürecini gerçekleştirme.

4.7. Veri Toplama Süreçleri

Bu kısımda nitel ve nicel veri toplama araçları, veri toplama süreçleri ve analiz yaklaşımları açıklanmıştır.

4.7.1. Veri Toplama Araçları

Nitel ve nicel veri toplama araçları, amaçları ve uygulama süreçleri Tablo 4.5.'te verilmiştir. Araştırmada veri toplama araçları olarak matematiksel modelleme yeterlik ön ve son testleri (MMYT), matematiksel modelleme yeterlik anketi, modelleme prensipleri değerlendirme anketi, MOE tasarlama süreci çalışma yaprakları, matematiksel modelleme eğitimi değerlendirme anketi, modelleme etkinliklerini uygulama yarı yapılandırılmış gözlem formu ve modelleme etkinliklerini öğretimde deneyimlemeye yönelik yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır.

Tablo 4.5. Veri toplama araçları

	Araçlar	Amacı	İşe koşma süreci
Nicel veri toplama araçları	MMYT Ön Uygulama	Öğretmen Adayı Yeterliklerinin Belirlenmesi	MOE'ler öncesinde
	MMYT Son Uygulama	Öğretmen Adayı Yeterliklerinin Belirlenmesi	MOE uygulama sonrasında
	Modelleme Prensipleri Değerlendirme Formu	Tasarlanan MOE'lerin Öğretmen adayları ve uzmanlar tarafından modelleme prensipleri çerçevesinde değerlendirilmesi	Grupların MOE etkinlikleri sunumu sonrasında
Nitel veri toplama araçları	Matematiksel Modelleme Yeterlik Anketi	Öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye yönelik teorik yeterliklerine ulaşmak	Matematiksel modelleme eğitimi öncesinde
	MOE Tasarlama Süreci Çalışma Yaprakları	Öğretmen adayları tarafından MOE hazırlama sürecinin irdelenmesi	Bağımsız olarak MOE oluşturma süreci sırasında
	Matematiksel Modelleme Eğitimi Değerlendirme Anketi	Öğretmen adaylarının aldıkları eğitime yönelik değerlendirmelere ulaşmak	Matematiksel modelleme eğitimi sonrasında
	MOE uygulamaları değerlendirme yarı yapılandırılmış gözlem formu	Öğretmen adaylarının MOE'leri sınıf ortamında uygulamalarını MOE uygulama çerçevesinde değerlendirmek	Öğretim Deneyimi Aşamasında
	Öğretim Deneyimleri Yarı Yapılandırılmış Görüşmeleri	Öğretmen adaylarının MOE gerçek sınıf deneyimlerine yönelik değerlendirmelerini belirlemek	Öğretim deneyimi sonrasında

MMYT ön ve son uygulaması: Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi amacıyla uygulanmış iki sorudan oluşan açık uçlu testlerdir. Sorular ilgili alan yazından alınmıştır. Bazılarında güncel ve bağlamla ilgili uyarlamalar yapılmıştır. Bütüncül bir yaklaşımla hazırlanan sorular tüm yeterlikleri bir bütün olarak ele almakta ve bu durum göz önünde bulundurularak matematiksel modelleme sürecinin tamamından geçmeyi sağlamak için alt sorular içermektedir. Daha önce farklı çalışmalarda kullanılmış olan bu etkinlikleri uygulamadan önce uzman görüşüne başvurulmuştur. MMYT ön ve son uygulaması Ek 2'de sunulmuştur.

Matematiksel modelleme yeterlik anketi: Bu ankette öğretmen adaylarının modelleme hakkındaki teorik bilgilerini, modelleme etkinliklerinin sınıf ortamlarında kullanımı ile ilgili düşüncelerini ve deneyimlerini belirlemek için dört açık uçlu soru yer almaktadır (Ek 3).

Modelleme prensipleri değerlendirme formu: Öğretmen adayları tarafından tasarlanan MOE'lerin değerlendirilmesinin etkinlikleri tasarlayan grup, diğer akranları tarafından ve uzmanlar tarafından değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Modelleme prensipleri çerçevesi anketi değerlendiricilerden temel modelleme ilkeleri bağlamlarında (gerçeklik prensibi, model oluşturma prensibi, öz değerlendirme prensibi, yapı belgelendirme prensibi, model genelleme prensibi) değerlendirmelerini içermektedir (Ek 4).

MOE tasarlama süreci çalışma yaprakları: Gruplara modelleme etkinlikleri tasarım süreçlerini açıklamaları için çalışma yaprakları sağlanmıştır. Çalışma kâğıdında modelleme etkinliği oluşturma sürecine yönelik, planlama, etkinliğe karar verme ve kriterler, problem kurma ve kontrol/doğrulama aşamalarına yönelik açıklamalar istenmiştir (Ek 5).

Matematiksel modelleme eğitimi değerlendirme anketi: Bu ankette modelleme eğitim sürecinin değerlendirilmesine yönelik yarı yapılandırılmış 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 (Ek 6).

MOE uygulamaları değerlendirme yarı yapılandırılmış gözlem formu: Modelleme eğitimi süreci sonunda testlerden ve hazırlanan etkinliklerin değerlendirilmesi sonucu modelleme becerileri yeterli bulunan öğretmen adaylarından üçü ile seçtikleri etkinliklerin gerçek sınıf ortamında uygulamasına yönelik gözlemler yapılmıştır. Gözlem formu Tekin Dede ve Bukova Güzel (2016) tarafından tasarlanan "Modelleme Uygulamaları Rehberi" dâhilinde hazırlanmıştır. Gözlem formunda MOE sınıf içi uygulamalarında planlama, uygulama ve değerlendirme bileşenlerine yönelik odak noktaları ve değerlendirme ölçütleri (evet, kısmen, hayır) yer almaktadır. Uygulamalar araştırmacı ve bir uzman tarafından gözlenmiş olup Ek 7'de verilen gözlem formunda yer verilen ölçütler eş zamanlı olarak değerlendirilmiştir.

Öğretim Deneyimine Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler: Öğretim deneyimine katılan öğretmen adayları ile modelleme etkinliklerini gerçek sınıf ortamında uygulama deneyimlerine yönelik yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşme sırasında bu etkinliklerin öğrenciler tarafından sahiplenilmesine ait zorluklar ve avantajlar, öğretim sürecinin gerçekleştirilmesi sürecindeki pedagojik unsurlar ele alınmıştır (Ek 8).

4.7.2. Verilerin Analizi

Tablo 4.6.' da nicel ve nitel veri toplama araçlarından elde edilen bulguların analizinde kullanılan yaklaşımlar ve istatistik teknikleri verilmiştir. Nicel veri toplama araçları olarak MMYT ön ve son uygulamaları ve gruplar tarafından hazırlanan MOE değerlendirme anketi kullanılmıştır. MMYT uygulama sonuçlarının analizinde bağımsız gruplar arası T-Testi kullanılırken anketten gelen verilerin analizinde ortalama hesaplamaları yapılmıştır. Nitel veri toplama araçlarından elde edilen veriler içerik analizi ve betimsel analize tabi tutulmuş ve tematik kodlamalar gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.6. Veri analizi yaklaşımları

	Araçlar	Analiz Yaklaşımı	Analiz Tekniği
Nicel veri toplama araçları	MMYT Ön ve Son Uygulaması	Anlam çıkarıcı	Bağımsız gruplar arası T-Testi
	Gruplar tarafından hazırlanan MOE değerlendirme anketi	Doküman Analizi	Puan Ortalamaları
Nitel veri toplama araçları	Matematiksel modelleme yeterlik anketi	İçerik analizi	Tematik kodlama
	MOE tasarlama süreci çalışma yaprakları	İçerik analizi	Tematik kodlama
	Matematiksel modelleme eğitimi değerlendirme anketi	İçerik analizi	Tematik kodlama
	Modelleme Etkinliklerini Uygulama Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu	Betimsel Analiz	Tematik kodlama
	Öğretim Deneyimine Yönelik Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler	İçerik analizi	Tematik kodlama

MMYT kodlama süreçleri ve analizleri: MMYT ön ve son uygulamaları ikişer sorudan oluşan açık uçlu testlerdir. MMYT testlerinde Borromeo Ferri (2006)'nın bilişsel perspektif altında modelleme döngüsünün basamaklarına (problemi anlama, problemi sadeleştirme/planlama, problemi matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama) göre alt problemler oluşturulmuş ve öğretmen adaylarından çözümlerini bu alt problemlere göre gerçekleştirmeleri istenerek her bir basamağa ilişkin veri elde etmenin mümkün olması sağlanmıştır. Problem çözüm sürecinde katılımcılara herhangi bir müdahalede bulunulmamış ve süre kısıtlaması yapılmaksızın problemi çözmeleri beklenmiştir.

Testlerden elde edilen bulgular Tekin Dede ve Bukova Güzel (2018) tarafından geliştirilen Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği (MYDR) [Rubric for the Assessment of Modeling Skills" (RAMS)] ile puanlanmıştır (Tablo 4.7.). Yapılandırmacılık temelli teori yaklaşımını benimseyen MYDR'nin (Charmaz, 2006) geliştirme sürecindeki ön uygulamaları Hıdıroğlu vd. (2014), Hıdıroğlu vd. (2017) ve Tekin Dede vd. (2017) çalışmalarına dayanmaktadır. Bu uygulamalar sonucunda ölçeğin boyutları ve her boyut için düzeyleri Tablo 4.7.'deki gibi belirlenmiştir. MYDR ölçeği geliştirme sürecinde veri toplama ve analizinde, veri çeşitliliğine giderek geçerlik sağlanmış (Creswell, 2013), ölçeğin güvenirliği tüm uygulama aşamaları ayrıntılı bir şekilde tanımlanarak arttırılmıştır (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2018). Ölçek ve alt boyutlarına yönelik geçerlik/güvenirlik durumları Tekin Dede ve Bukova Güzel (2018) tarafından açıklanmıştır.

MDYR ölçeğinin puanlanmasına ilişkin olarak parçasal (atomistic) ve bütünsel (holistic) bağlamlarda farklı puanlama önerileri sunulmuştur (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2018). Parçasal anlayış her bir alt boyut bağlamında değerlendirmeye olanak sağlarken, bütünsel anlayış tüm ölçekten elde edilecek toplam puan bazında değerlendirmeye olanak sağlamaktadır. Parçasal puanlama da her seviyeyi 0'dan başlayarak puanlanması ve her boyutu kendi içinde kıyaslanması önerilmektedir. Bütünsel puanlamada her bir boyutun puanı birbirine eşit olarak belirlendikten sonra, her boyuttaki düzey sayısına göre bölünerek düzey puanlarının ve toplam puanların hesaplanması önerilmiştir. Bu yaklaşımla, öğrencilerin çözümleri her beceri için eşdeğer olarak puanlanmış olmaktadır (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2018). Bu bağlamda her bir boyut 12'şer puan üzerinden puanlanmış olup ölçekten elde edilecek toplam puan 72 olarak belirlenmiştir. Adayların matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişiminin değerlendirilmesinde ön ve son testlerde her bir alt yeterlik bağlamında alınan puanların dağılımı analiz edilmiş ve ortalaması bağımsız örnekler T-testi ile kıyaslanmıştır.

Tablo 4.7. Modelleme yeterlikleri değerlendirme rubriği boyutlarına ait düzeyler ve açıklaması

	Düzey	Açıklama
Problemi Anlama	Düzey 1	Problemi anlamadığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleyememe ve aralarında ilişki kuramama/yanlış ilişki kurma.
	Düzey 2	Problemi bir ölçüde anladığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri bir ölçüde belirleme ancak aralarında ilişki kurmama/yanlış ilişki kurma.
	Düzey 3	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ancak aralarında ilişki kurmama/yanlış ilişki kurma.
	Düzey 4	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirlerken önemsiz hatalar yapma, buna rağmen aralarında ilişki kuramama.
	Düzey 5	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ve aralarında uygun bir ilişki kurma
Sadeleştirme	Düzey 1	Problemi sadeleştirmeme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlememe ve yanlış varsayımlarda bulunma.
	Düzey 2	Problemi kısmen sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri bir ölçüde belirleme ancak yanlış varsayımlarda bulunma
	Düzey 3	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve kısmen kabul edilebilir varsayımlarda bulunma.
	Düzey 4	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve gerçekçi varsayımlarda bulunma.
Matematikselleştirme	Düzey 1	Matematiksel model oluşturmama veya yanlış model(ler) oluşturma.
	Düzey 2	Kısmen kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel model(ler) oluşturma.
	Düzey 3	Kısmen kabul edilebilir varsayımlara dayalı doğru matematiksel model(ler) oluşturma.
	Düzey 4	Gerçekçi varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel model(ler) oluşturma ve birbiriyle ilişkilendirme.
	Düzey 5	Gerçekçi varsayımlara göre gerekli matematiksel model(ler)i doğru bir şekilde oluşturma, model(ler)i açıklama ve birbiriyle ilişkilendirme.

Tablo 4.7.’nin devamı

Matematiksel olarak çalışma	Düzey 1	Matematiksel çözüm sunmama, oluşturulan matematiksel modelleri yanlış çözme veya yanlış matematiksel modeli çözmeye çalışma.
	Düzey 2	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içerme.
	Düzey 3	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözme.
	Düzey 4	Doğru oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içerme.
	Düzey 5	Doğru oluşturulan matematiksel modelleri kullanarak doğru matematiksel çözüme ulaşma.
Yorumlama	Düzey 1	Elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yanlış yorumlama veya hiç yorumlayamama.
	Düzey 2	Hatalar içeren/eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlama.
	Düzey 3	Hatalar içeren/Eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama
	Düzey 4	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlama.
	Düzey 5	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama.
Doğrulama	Düzey 1	Doğrulamada bulunmama veya yanlış doğrulama yapma.
	Düzey 2	Kısmen doğrulama, belirlenene hataları düzeltmeme.
	Düzey 3	Kısmen doğrulama, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme.
	Düzey 4	Kısmen doğrulama, belirlenen hataları düzeltme.
	Düzey 5	Tamamen doğrulama, belirlenen hataları düzeltmeme
	Düzey 6	Tamamen doğrulama, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme.
	Düzey 7	Tamamen doğrulama, belirlenen hataları düzeltme.

MOE değerlendirme anketi kodlama süreçleri ve analizleri: Grupların tasarlamış olduğu MOE’ler doküman analizine tabi tutularak, var olan kuramsal çerçeve ışığında MOE tasarım prensiplerini ne ölçüde sağladığı ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Çepni (2007), doküman incelemesini, yapılacak olan çalışma ile ilgili mevcut kayıt ve belgeleri toplayıp belirli norm veya sisteme göre kodlayıp inceleme işlemi olarak tanımlamaktadır. Dokümanların incelenmesiyle öğretmen adaylarının tasarlamış oldukları MOE’lerin, prensipleri sağlama durumlarını ortaya çıkarmak amacıyla grupların kendileri, akranları ve uzmanlar tarafından analiz edilmiştir. Söz konusu değerlendirmeler yapılırken prensiplere ilişkin nelere dikkat edildiği Tablo 4.8.'de verilmektedir.

Tablo 4.8. Prensiplere ilişkin değerlendirme içerikleri

Prensip	Prensibe ilişkin değerlendirme Kriteri
Gerçeklik Prensibi	MOE'nin tanıtıcı makalesi ve problem durumunun içeriğinin, uygulamanın yapılması planlanan öğrencilerin gerçek yaşamlarında karşılarına çıkabileceği düşünülen durum olması
Model Oluşturma Prensibi	MOE'nin problem durumundaki ifadenin model oluşturmayı gerektirmesi
Öz değerlendirme Prensibi	MOE'nin problem durumunda yer alan ifadelerin öğrencilerin öğretmenlerinden destek almaksızın grup içinde süreç hakkında karar vererek çözümü gerçekleştirmelerine imkân sağlanması
Yapı Belgelendirme Prensibi	MOE'nin problem durumunda yer alan ifadelerin öğrencilerin çözüm sürecine ilişkin tüm düşüncelerini danışan/müşterinin anlayabileceği şekilde sunup sunamayacağına ilişkin ifadeleri ne ölçüde sağladığı
Model Genelleme Prensibi	MOE'nin problem durumundaki ifadelerin öğrencilerin genellenebilir bir model oluşturmaya götürmesi

Not: Tekin-Dede ve Bukova Güzel (2013a)' den uyarlanmıştır.

Bu araştırmada ele alınan modelleme prensipleri arasında "Etkili Prototip" prensibine yer verilmemiştir. Etkili prototip prensibi "MOE'nin problem durumunun çözümünde oluşturulan modelin ve yapılan çözümün, aradan zaman geçmesi halinde bile öğrenciler tarafından hatırlanabilir ve yararlanılabilir nitelikte olup olmaması" (Tekin-Dede ve Bukova Güzel, 2013a) ile ilişkilidir. Ancak bu çalışmanın gerçekleştirilme süreçlerinde gerçek sınıf ortamında uygulanan modelleme etkinliklerinde öğrenciler tarafından oluşturulan modellerin hatırlanabilir ve(ya) tekrar yararlanılabilir olup olmadığının araştırılması yer almamaktadır. Bu yüzden öğretmen adaylarının hazırladıkları MOE'lerde bu prensibe yönelik değerlendirmeler yapılmamıştır.

Tekin-Dede ve Bukova Güzel (2013a) çalışmalarında Tablo 4.8.'deki değerlendirmeler için dört kategori kullanımını örneklendirmiştir. Her prensip için söz konusu prensibe uygunluk "tamamen uygun olma", "bir ölçüde uygun olma", "uygun olmama" ve prensiplerin varlığıyla hiçbir şekilde karşılaşılmaması durumu için "belirlenemez" kategorisi şeklinde değerlendirilmiştir. Ayrıca bu araştırmada farklı taraflar (öz, akran ve uzman) tarafından yapılan değerlendirmelerin kıyaslanması için puanlamalar kullanılmış ve "belirlenemez" kategorisi için 0 (sıfır) puan, "uygun olmama" için 1 (bir) puan, "bir ölçüde uygun olma" için 2 (iki) puan ve "tamamen uygun olma" için 3 (üç) puan olmak üzere toplam 3 puan üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Kodlamalar tasarlanan gruplar tarafından tasarlanan MOE'lerin transkripti üzerinden yapılmıştır. Sunumlar video kayıt altına alınıp MOE'lerin iki alan uzmanı tarafından da MOE değerlendirme anketi aracılığıyla değerlendirilmesi istenmiştir. Öz, akran ve uzman değerlendirmelerinden elde edilen puanların ortalamaları betimsel olarak analiz edilmiş ve tablo-grafik gösterimleri yoluyla karşılaştırılmıştır.

Çalışma yaprakları, anket ve görüşme analizleri: MOE tasarlama süreci çalışma yaprakları, öğretim deneyimine yönelik yarı yapılandırılmış görüşmeler ve matematiksel modelleme yeterlik ve 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 (Crabtree ve Miller, 1999; Bengtsson, 2016; Merriam ve Grenier, 2019). İçerik analizinde görüşme, gözlem veya dokümanlar yoluyla elde edilen veriler, dört aşamada analiz edilir: (1) verilerin kodlanması, (2) kod, kategori ve temaların bulunması, (3) kod, kategori ve temaların düzenlenmesi ile (4) bulguların tanımlanması ve yorumlanması (Miles ve Huberman, 1994; Eysenbach ve Köhler, 2002). Miles ve Huberman (1994), kodlamanın üç ayrı süreci ihtiva etmesi gerektiğini bildirir. Buna göre, (1) daha önceden belirlenmiş kavramlara göre yapılan kodlama söz konusu iken, (2) verilerden çıkarılan kavramlara göre yapılan kodlama ile (3) araştırma probleminin genel çerçevesine göre yapılan kodlama da olabilmektedir.

Nitel veri analizinin ilk aşamasında keşfedilen kodlardan hareketle veri setini daha genel düzeyde açıklayabilen ve kodları belirli kategoriler altında toplayabilen temaların belirlenmesi gereklidir. Bu kapsamda tematik kodlama denilen daha soyut bir kodlama söz konusudur ve öncelikle ilk aşamada keşfedilen kodlar bir araya getirilir ve aralarındaki ortak özellikler belirlenmeye çalışılır (Strauss ve Corbin, 1990; Baltacı, 2017). Tematik kodlama, farklı özellikleri olan kodların benzerlik ve farklılıklarının tespit edilmesi ve bu dolayımda birbiriyle ilişkili olan kodların gruplanması söz konusudur. Bu gruplama bir kategorilere ayırma işlemidir. Aynı türden kategoriler ise temaları oluşturur. İç tutarlılık, tematik kodlama yapılırken göz önüne alınması gereken önemli bir durumdur. Yani, belirlenen temaların dayandığı veri setinin anlamlı bir ilişki kurma derecesi, tematik kodlamada göz önüne alınmalıdır. Ayrıca dış tutarlılık olarak adlandırılan, belirlenen temaların tümünün araştırmada elde edilen verileri anlamlı bir biçimde açıklayabilme derecesi de önemlidir. Yani belirlenen temalar, birbirinden ayrı olmakla birlikte, kendi içlerinde anlamlı bir bütün oluşturabilmelidir (Miles ve Huberman, 1994; Denzin ve Lincoln, 2008; Şimşek ve Yıldırım, 2011; Baltacı, 2017). Kategori ve temalar belirlendikten sonra tekrar kodlama işlemi yapılarak verilerin kodlara göre düzenlenmesi yapılmalıdır (Patton, 1990; Silverman, 2016; Merriam ve Grenier, 2019).

Modelleme etkinlikleri tasarım süreçlerinin detaylandırmak, kayıt altına almak ve analiz etmek için çalışma yapraklarından içerik analizi ile elde edilen veriler kullanılmıştır. Çalışma kâğıdında modelleme etkinliği oluşturma sürecine yönelik, planlama, etkinliğe karar verme ve kriterler, problem kurma ve kontrol/doğrulama aşamalarına yönelik açıklamaların analizinde içerik analizi kullanılmıştır. Bulgular temalar ve alt temalar halinde tabloya dökülmüş ve örnek alıntılarla desteklenmiştir.

Modelleme yeterlik anketinde öğrencilerin matematiksel modelleme kavramı ile ilgili teorik donanımlarını ve modelleme etkinliklerini işe koymaya yönelik beklentileri, yeterlikleri ve ihtiyaçlarını açık uçlu sorularla belirlemek amacıyla oluşturulmuş ve elde edilen cevaplar içerik analizi ile detaylandırılmıştır. Modelleme eğitimi değerlendirme anketinde açık uçlu sorulara verilen yanıtlar öğrencilerin bu eğitim sürecine yönelik olumlu ve/veya olumsuz düşüncelerini/gözlemlerini, modelleme deneyimlerini ve ileriki öğretim süreçlerine yer verme tutumlarını ortaya koymak amaçlı hazırlanmış ve bu doğrultuda içerilmiş açık uçlu sorulara verilen cevapların analizinde içerik analizi kullanılmıştır.

Modelleme etkinliklerini uygulama yarı yapılandırılmış gözlemlerin analizi: Yarı yapılandırılmış gözlem formundan elde edilen verilerin analizinde betimsel analizden faydalanılmıştır. Betimsel analizde veriler önceden belirlenmiş temalara göre sınıflandırılır, sınıflandırılan verilere ilişkin bulgular özetlenir ve bulgular arasında neden-sonuç ilişkisi kurar ve gerekirse olgular arasında yapısal farklılık analizleri ile karşılaştırmalar yapar (Kvale, 1994; Kitzinger, 1995). Betimsel analiz dört aşamalı bir süreci ifade eder: (1) Betimsel analiz için temaların belirlenmesi, (2) tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi, (3) bulguların tanımlanması ve (4) bulguların yorumlanması (Miles ve Huberman, 1994; Crabtree ve Miller, 1999; Creswell, 2002; Hay, 2005; Seidman, 2006; Marshall ve Rossman, 2014). Bu araştırmada da gözlem formunda elde edilen verilerin analizinde Tekin Dede ve Bukova Güzel (2016) tarafından hazırlanmış "Modelleme Uygulamaları Rehberi" kullanılmış (Tablo 4.9.) ve bu çalışma uygulama sürecine uygun olacak şekilde düzenlenmiştir. Sonrasında gözlem formunda yer alan aşamalar çerçevesinde analizler yapılmış ve bulgular betimsel yaklaşımla sunulmuştur.

Tablo 4.9. Matematiksel modelleme uygulama aşamaları (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2016)

Planlama	Etkinlik seçimi	
		Sınıf seviyesine karar verme
		Kavramlara karar verme
		Amaca karar verme (kavram oluşturma, pekiştirme veya değerlendirme)
	Etkinlik ön çözümü (öğretmen)	
	Ön hazırlıkları Gerçekleştirme	
		Gerekli araç-gereçleri belirleme
		Öğrencilere verilecek görevleri belirleme
		Öğrencilerin çalışma şekline karar verme
		Değerlendirme kriterlerine karar verme
		Öğrencilerin çözümlerini sunma biçimlerine karar verme
		Uygulama ortamını düzenleme
Uygulama	Isınma Etkinliklerini Gerçekleştirme	
		Modelleme etkinliğinin bağlamına ilişkin tartışma
		Tanıtıcı makaleyi tartışma ve hazır oluş sorularını yanıtlama
		Video izletme ve materyal sunma
	Modelleme uygulaması için belirlenen normları paylaşma	
		Sınıf yönetimi
		Öğrenci ve öğretmen rolleri
	Değerlendirme kriterlerini paylaşma	
		Öz değerlendirme / Akran Değerlendirme / Rubrikle değerlendirme
		Bilişsel /Duyuşsal / Sosyal Becerileri Değerlendirme
	Modelleme Etkinliğini ve yardımcı materyalleri öğrenciye sunma	
	Öğrencilerin Çalışmalarını İzleme	
		Gözlem notu alma
		Öğretmen Müdahaleleri (gruplar için ilerlemeye neden olan sorunlara anlık müdahale ve yönlendirme)
Değerlendirme	Çözümün sunulması	
	Sunumun tartışılması	
		Öz değerlendirme / Akran değerlendirme / Öğretmen değerlendirmesi
	Değerlendirme sonuçlarını paylaşma ve karara varma	

4.8. Araştırmanın Geçerlik Çalışmaları

Bu araştırma nitel ve nicel süreçlere içeren karma bir yaklaşım içerildiği için bu süreçlerdeki geçerlik ve güvenirlik nitel ve nicel yaklaşımlar için ayrı ayrı ele alınacaktır.

4.8.1. Nicel Yaklaşımlarda Geçerlik ve Güvenirlik:

Araştırmanın nicel boyutunda deneysel bir süreç yürütülmüş olup modelleme etkinliklerinin modelleme yeterliklerine etkisini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu süreçte etkiyi test etmek içim MMYT ölçeği kullanılmış olup bu test geliştirilirken ölçme aracının geçerliğini arttırmak için ilgili soru havuzu oluşturulurken alan yazından yararlanılmıştır. Soruların amaca uygunluğunu geçerli hale getirmek için ayrıca uzmanların görüşüne başvurulmuş ve önerileri doğrultusunda düzenlemeler yapılarak teste son hali verilmiştir. MMYT'nin bu halinde üçer soru yer almıştır. Bunun yanında pilot uygulama sırasında testin zorluk ve ayırt edicilik durumları incelenmiş (Tablo 4.10.) ve araştırmacının MDYR rubriğini kullanma yeterliği arttırılması için alan uzmanları kontrolünde puanlamalar yapılmıştır. Madde analizleri sonucunda çok zor ya da kolay ve ayırt edicilik düzeyi düşük olan sorular ile ilgili uzman görüşü de alınarak uygulamadan çıkarılmıştır. Son MMYT ölçeğinde ön ve son uygulama için ikişer soru yer almıştır (EK 2).

Johnson ve Christensen (2004) deneysel çalışmalar için araştırmacıların "çalışmanın iç geçerliliğini tehdit edebilecek potansiyel olarak zihin karıştırıcı değişkenlerin etkisine karşı uyanık olmaları gerektiğini" belirtmektedir. Bu tehditler arasında tarih, olgunlaşma, test, enstrümantasyon ve regresyon artefaktları bulunur (Fraenkel ve Wallen, 2000). Bu tehditler ve bunların çalışma kapsamında nasıl ele alındığı aşağıda daha ayrıntılı olarak ele alınmaktadır:

Tarih: Bu çalışmada bağımlı değişkenin ön-test ve son-test ölçümü arasında bağımlı değişkenin ölçümünü etkileyebilecek planlanmamış bir olay meydana gelmemiştir.

Olgunlaşma: “Zaman içinde meydana gelen ve bağımlı değişken üzerindeki performansı etkileyen herhangi bir fiziksel ya da zihinsel değişiklik” (Fraenkel ve Wallen 2000) ile karşılaşılmamıştır.

Test uygulama (hatırlama etkisi): Bu araştırmada ön ve son test uygulamasında aynı amaca yönelik ve farklı sorular kullanıldığı için bu etki kontrol altına alınmıştır.

Regresyon etkisi: Son testlerde çok yüksek puanların düşük veya çok düşük puanların yükselme eğilimi olmadığından, bu çalışmada regresyon etkisi kontrol edilmiştir.

4.8.2. Nitel Yaklaşımlarda Geçerlik ve Güvenirlik:

Nitel araştırmalarda geçerlik ile ilgili farklı tanımlamalar, perspektifler ve kontrol süreçleri mevcuttur. Örneğin, Creswell ve Plano Clark (2011) geçerliği bulguların doğruluğunu değerlendirme amaçlı bir teşebbüs olarak tanımlamıştır. Sonraki kısımda Creswell ve Miller (2000) tarafından önerilen ve bu araştırmada da kullanılan geçerlik stratejilerinden kısaca bahsedilmiştir.

Uzun süreli katılım ve sürekli gözlem: Nitel araştırmalarda uzun süreli katılım ve sürekli gözlem, katılımcılara güven oluşturma, kültürü öğrenme ve araştırmacı ve bilgi veren kişilerden kaynaklı yanlış bilgilerin kontrol edilmesi imkânını sağlamaktadır (Glesene ve Peshkin, 1992; Guba ve Lincoln, 2004). Araştırmacı bu sayede çalışmanın amacı ve odaklanılan durum ile ilgili ilgi çekici noktalara karar verir. Bu araştırmada da araştırmacının süreci sürekli gözlemi ve araştırma süreçlerine aktif katılımı sağlanmıştır.

Üçgenleme (veri çeşitleme): Araştırmalarda çoklu ve farklı kaynakları araştırma bulgularının geçerliğini sağlayıcı kanıtlar elde etmek için kullanmaktadırlar (Miles ve Huberman, 1994; Patton, 1990). Nitel araştırmalarda bir kodu ya da temayı desteklemek için farklı kaynaklardan kanıt sunduklarında bilgiyi çeşitlemekte ve bulgularına geçerlik kazandırmaktadır (Creswell, 2013). Bu araştırma sürecin de gözlem, görüşme, anket ve yeterlik testi gibi farklı veri toplama araçları kullanılarak veri çeşitliliği sağlanmış ve geçerlik yükseltilmiştir.

Dış denetim: Araştırmalarda dış denetim araştırma sürecinin dışardan kontrol edilmesini sağlamaktadır (Glesene ve Peshkin, 1992; Guba ve Lincoln, 2004; Merriam, 1988). Bu araştırma sürecinde de araştırmanın süreçlerine karar verme de, analizler sırasında ve bulguların yorumlanması süreçlerinde farklı araştırmalardan (tez danışmanı, tik üyeleri ve akran araştırmacılar) da incelemeler istenerek sürecin geçerliği arttırılmıştır.

4.9. Güvenirlik Kontrolleri

Bir araştırmanın güvenirliği (1) zamana göre değişmezliği (süreklilik), (2) bağımsız uzmanlar veya puanlayıcılar arasındaki uyumu (puanlayıcı tutarlığı) ve (3) iç tutarlığının sağlanması ile mümkündür (Sandelowski, 1986; Patton, 1990; Baxter ve Jack, 2008; Miles ve Huberman, 1994). Creswell (2013)'e göre güvenirliğin sağlanması için yazıya aktarılmış verilerin çoklu kodlayıcılar tarafından kodlanması ve kodlayıcılar arası görüş birliği sağlanması önemlidir.

Tablo 4.10.'da her bir analiz sırasında yer alan kodlayıcıların ve analizler sürecindeki uyum yüzdeleri verilmiştir. Kodlamalar biri bu çalışmanın araştırmacısı diğeri ise matematiksel modelleme yeterlikleri sürecine yönelik araştırmalar yürütmüş olan bir uzman tarafından yapılmıştır. Analizler arasındaki uyum yüzdesi Miles ve Huberman (1994) tarafından önerilen hesaplama kullanılarak belirlenmiştir. Uyum sağlanmayan başlıklar üzerinde tekrar analizler yapılmış ve tartışmalar sonucunda fikir birliğine ulaşılmıştır.

Tablodaki uyum yüzdeleri incelendiğinde değerlerin %81 ve üzeri olduğu görülmektedir. Miles ve Huberman (1994), iyi bir nitel güvenirlik için kodlamanın güvenirliğinin en az %80 uyum düzeyinde olması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda çalışmada kodlayıcılar arası güvenirliğin yeterli olduğu görülmüştür. Araştırmanın bulguları sunulurken her bir veri toplama aracında elde edilen temalar (ve varsa alt temalar) ilgili alıntılarla ayrıntılı bir şekilde desteklenerek açıklanmıştır (Patton, 2002).

Tablo 4.10. Kodlayıcılar arası uyuşma oranları

	Kodlayıcılar	Uyum Yüzdesi
MMYT ön ve son uygulama	İki uzman	%89
Matematiksel modelleme yeterlik anketi	İki uzman	%82
Modelleme Etkinliklerini Uygulama Yarı Yapılandırılmış Gözlemler	İki uzman	%84
MOE tasarlama süreci çalışma yaprakları	İki uzman	%81
Modelleme eğitimi değerlendirme anketi	İki uzman	%84
Öğretim deneyimine yönelik yarı yapılandırılmış görüşmeler	İki uzman	%87

4.10. Pilot Uygulama Süreci

Yapılan pilot çalışmanın amacı asıl uygulamada kullanılacak olan veri toplama araçlarının son halini almasını sağlamak, veri toplama sürecine yönelik tecrübe kazanmak ve veri toplama sürecinde meydana gelebilecek her türlü probleme karşı deneyim kazanmaktır. Bu amaçlara yönelik olarak pilot çalışma süreci 12 ortaokul matematik öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmanın ilk aşamasında matematiksel modelleme süreçlerine yönelik teorik süreçler sunulmuş ve sonrasında MOE etkinlik örnekleri çözümleri gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada matematiksel modellemenin teorik alt yapısı oluşturtulmuş ve MOE prensipleri açıklanmış, alan yazında var olan etkinlikler incelenmiş ve öğretmen adayları gruplar halinde bu etkinlikleri çözme süreçlerine girmişlerdir. Gruplar çalışırken her hangi bir müdahalede bulunulmamış gerektiğinde kritik ipuçları sağlanmıştır. Bu süreçte veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenirlik kontrolleri, etkinliklerin özellikleri ve sıralanış durumları da ele alınmıştır.

Pilot uygulama sürecinde modelleme yeterlik eğitiminde yer verilecek MOE’lerin işe koşulma süreci, öğretmen adaylarının uygulama durumları ve etkinliklerin belirlenen hedeflerine ulaşma nitelikleri kontrol edilmiş ve gerekli değerlendirmeler yapılmıştır. Bunula birlikte MOE’lerin tüm modelleme prensiplerini sağlamaları için gerekli düzenlemeler yapılmıştır (Tablo 4.11.).

Tablo 4.11. Etkinliklerin MOE prensipleri ile İlişkisi

MOE	Kişisel Anlamlılık Prensibi	Model Yapılandırma Prensibi	Öz Değerlendirme Prensibi	Model Dokümantasyon Prensibi	Model Genelleme Prensibi
YP	+	+	+	+	+
AP	+	+	+	+	+
NT	+	+	+	+	+
DB	+	+	+	+	+
BAU	+	+	+	+	+
BA	+	+	+	+	+
PK	+	+	+	+	+
YP	+	+	+	+	+
AT	+	+	+	+	+

Öğretmen adaylarının sınıflarında matematiksel modelleme yöntemini uygulama yeterliklerini tespit etmek amacıyla sınıf içi gözlemler yapılmıştır. Araştırmanın ilk aşamasında öğretmen adaylarının gruplar halinde planladıkları etkinliklerin öğretim deneyimlerinde kullanılması planlanmıştı. Ancak pilot uygulama sonrasında bu etkinliklerin tasarımından kaynaklı yetersizliklerin (modelleme temel prensiplerinin yeterli ölçüde sağlamama, problemdeki dil kullanım hataları gibi) öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalarında engel teşkil ettiği belirlenmiştir. Bu doğrultuda alan yazında ortaokul seviyesinde hazırlanmış ve yeterlikleri test edilmiş etkinlikler araştırılmıştır. Bu doğrultuda beşinci, altıncı ve yedinci sınıf seviyesinde aday etkinlikler belirlenmiştir (Ek 9). Uygulayacakları MOE etkinliklerine öğretmen adaylarının karar vermeleri istenmiştir. Sekizinci sınıf öğrencileri liselere giriş sınavının yaklaşmış olmasından ve kaygı düzeylerinin yüksek olması beklenildiği için uygulama sürecinde düşünülmemiştir. Ayrıca okul uygulama sürecinde görüşme ve gözlem formları test edilmiş, yeterli bilgi toplayamayan maddeler çıkarılmış, eksiklikler tamamlanmış ve bu formlar yeniden düzenlenmiştir.

4.11. Etik Durumlar

Tüm katılımcılar çalışmaya katılmaya gönüllü olmuşlar ve bu doğrultuda imzaları alınmıştır (Ek 10). Araştırmada katılımcılar için her hangi bir yönden zararlı bir uygulama yer almamıştır. Araştırma süresince her katılımcıya araştırma süreçleri hakkında aynı bilgiler sağlanmış ve kişisel bilgileri gizli tutulmuştur.

5. BULGULAR

Bu kısımda bulgular araştırma problemleri ekseninde detaylandırılmıştır. Bu doğrultuda bulgular öğretmen adaylarının MOE'leri tasarlama süreçleri, tasarlanan MOE'lerin modelleme temel prensipleri bağlamlarındaki yeterlikleri, matematiksel modelleme eğitim sürecinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine etkileri, öğretmen adaylarının bütünsel yaklaşımla aldıkları MOE yeterlik eğitimine yönelik değerlendirmeleri ve modelleme yeterliğine sahip öğretmen adaylarının bu becerilerini öğretim deneyimlerine yansıtma durumları bağlamlarında sunulmuştur.

5.1. Öğretmen Adaylarının MOE'leri tasarlama süreçleri

İlköğretim matematik öğretmen adaylarının MOE'leri tasarlama süreçlerine yönelik bulgular öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili hazırbulunuşlukları ve MOE tasarım aşamaları bağlamlarında açıklanmıştır.

5.1.1. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Hazırbulunuşlukları

Bu başlık altında öğretmen adaylarının model ve modelleme kavramlarına ait ön bilgileri, matematiksel modelleme deneyimleri, gerçek hayat durumu içeren problem özellikleri hakkındaki düşünceleri ve gerçek yaşam temelli etkinliklerin matematik öğretiminde kullanılması ile ilgili görüşleri başlıklarında detaylandırılmıştır.

5.1.1.1. Model, Matematiksel Model, Modelleme ve Matematiksel Modelleme Kavramlarına Ait Ön Bilgiler

Öğretmen adaylarının uygulama öncesinde matematiksel modelleme kavramları hakkındaki bilgileri tanımlamalar ve örnekler aracılığıyla araştırılmış ve bulgular Tablo 5.1.'de verilmiştir. Öncelikle araştırmaya katılan öğretmen adayları bazı kavramları tanımlama girişiminde bulunmuş ya da bazılarına örnekler sunmuştur. Diğer bir deyişle hiçbir öğretmen adayı bütün kavramlara ait tanımlama yapma ya da örnek verme girişiminde bulun(a)mamıştır. Bununla birlikte üç öğretmen adayı hiçbir tanım ya da örnek sağlamamıştır. Bu durumun açıklamasında bu kavramlarla uygulamalarda karşılaştıkları, ancak kavramsal bilgilerini tam oturtamadıkları görülmüştür. Bu duruma bir örnek olarak aşağıdaki ifade verilmiştir.

> "Bu kavramlarla daha önce karşılaşmıştım. Derslerde de kullandık. Fakat aralarındaki farkı bilmiyorum ve bunlar için örnek vermem zor. …Sadece bu süreçlerde somut materyaller kullanıldığını biliyorum (SG4)."

Tablo 5.1. Modelleme kavramlarına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri

Kavram	Tanımlamalar	Örnek
Model	Somut eşlenik, Prototip, Varlık, Görsel eşlenik, Cisim	Motor resmi, Maket yapı
Modelleme	Somutlaştırma, Modeli İşe Koşma, Bilinmeyeni Bilinen ile ifade etme,	Volkan Düzeneği
Matematiksel Model	Somut Materyal, Matematiksel ifade, Somut örnekler	Geometrik şekiller ve cisimler, İşlem sembolleri
Matematiksel Modelleme	Matematiksel Modeli İşe koşma, Bilinmeyeni Bilinen ile ifade etme, Materyal kullanma, Var olanı yeni duruma uyarlama	Portakal (Küre modellenmesi), Pasta ve Pizza (Kesir), Sayma Pulları (Tam Sayılar), Birim Kare (Alan), Çubuklar (Hacim), Sınıf Kapısı (Açı), Alan modelleri (Cebirsel ifade ve özdeşlikler), Matematik Yazılımlar (Pisagor bağıntısı ve kesirler)

Genel anlamda öğretmen adayları model ve matematiksel model ile ilgili kullandıkları ifadelerde modeli ve matematiksel modeli "kavramın eşleştiği somut varlıklar (maketler, görseller)", modelleme ve matematiksel modelleme kavramlarını ise "var olan modelleri işe koşma" olarak tanımlamışlardır. Matematiksel model ve matematiksel modelleme tanımlama ve örnekleri detaylandırılacak olursak, “matematiksel modeller matematiksel ifadeleri somutlaştırmak için kullanılır. Örneğin “Portakal, kürenin özelliklerini açıklamak için kullanılabilir. (Ö2)” şeklindeki ifadesiyle öğretmen adayı matematiksel model ve modelleme sürecini anlayışı kolaylaştırmak için günlük hayat örnekleriyle ilişkilendirmiştir. Özellikle matematiksel kavramların soyutluğu ve somutlaştırılması çabası sürecinde pasta, pizza ve sınıf kapısı gibi gerçek yaşam modellerinin işe koşulmasını matematiksel modelleme süreci olarak algılanması çoğu öğretmen adayının ifadelerinde ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan “matematiksel modellemeyi matematiksel işlemlerin görselleştirilerek anlaşılması” olarak ifade eden adaylar (Ö3, Ö4, SG1, SG2, SS1, SS2, P2) bu sürece sayma pulları (SG1, SG2), alan modelleri (P2) ve matematiksel yazılım (SS1) örnek olarak sunmuşlardır. Bu tanımlamalardan matematiksel modellemeyi *matematiksel kavramların günlük hayattaki örneklerini bulmak* şeklinde yanlış algılamaya sahip oldukları ortaya çıkmaktadır. Hiçbir öğretmen adayının gerçek hayattaki bir problemin çözüm süreci ile matematiksel model ve modelleme süreçlerini ilişkilendirememiş olması, öğretmen adaylarının bu konudaki kısıtlı anlayışlarını açık bir şekilde ortaya koymuştur.

5.1.1.2. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimleri

Öğretmen adaylarının lisans eğitimi ve öncesi süreçlerde matematiksel modellerle etkileşim durumları ile ilgili açık uçlu soruya verdikleri cevaplar analiz edildiğinde öğretmen adaylarının üçü hariç diğerlerinin bir deneyimi olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının hiç birisi matematiksel modelleme ile ilgili her hangi bir ders ya da teorik bilgi içeren bir eğitim alma deneyimlerinden bahsetmemişlerdir. Öğretmen adaylarından bazıları böyle bir deneyim yaşadıklarını ancak detaylarını hatırlamadıklarını (P3) ya da pek fazla deneyim yaşamadıkların (SS2) ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları genellikle eğitim odaklı (Materyal geliştirme, özel öğretim yöntemleri gibi) derslerde bu tür modelleri kullanma deneyimlerinden bahsetmişlerdir. Ancak deneyimleri günlük hayat problemlerinin matematiksel modeller yoluyla çözümlenmesinden çok matematiğin kendi içindeki kavramların günlük hayattaki modellerle ilişkilendirilmesi (cisim örneklerinin araştırılması gibi (SS4) yoluyla gerçekleştirilmesi şeklinde olmuştur. Başka bir matematiksel modelleme deneyim örneğinde “...[tamsayılarda] toplama işleminin modellenmesi için sayı pulları kullandık (SG1)” ifadesi modelleme deneyiminin matematiksel süreçlerin anlamlandırılması için modellerden faydalanılması şeklinde olduğu göze çarpmaktadır.

5.1.1.3. Gerçek hayat durumu içeren problem özellikleri hakkındaki düşünceleri

Öğretmen adaylarının gerçek hayat durumu içeren problemlerini tasarlama süreci ve bu tür problemlerin sahip olması gereken özellikler hakkındaki düşünceleri ön görüşme formunda yer alan açık uçlu soru üzerinden analiz edilmiştir. Bu tür problemlerin özelliklerine ait bulgular Tablo 5.2.’de verilmiştir. Öğretmen adayları gerçek yaşam temelli problemlerin bağlamsallığı, anlaşılabilirliği, bireysel farklılıkları dikkate alması ve mesajı konusunda açıklamalarda bulunmuşlardır.

Tablo 5.2. Gerçek hayat temelli problem özellikleri hakkındaki görüşler

Bağlamsal özellikler (10)	
	İlgi çekici (Ö1, Ö3)
	Düzmece olmayan (Ö1, Ö4, SG1, SS2, SS4)
	Konu ile uyumlu (Ö2, P2, SG1)
Anlaşıla bilirlik (6)	
	İfade (Ö2, Ö4, SS4)
	Sınıf Seviyesi (P1, P3, SS1)
Bireysel farklılıkları dikkate alma (3)	
Mesaj (3)	
	Evrensel değerler
	Matematiğin değeri

Bağlamsal olarak gerçek hayat problemlerinin öğrenciler için ilgi çekici ve “yaş grubunun ilgi ve beğenilerine uygun (Ö1)” senaryolar içermesi, bu senaryoların düzmece değil de “öğrencilerin gündelik yaşamıyla ilgili (Ö3)” ve “abes olmayan (Ö4)” içeriğe sahip olması ve “matematiksel kavram ile birebir örtüşmesi (P2)” gerekliliğine vurgu yapılmıştır. Bunun yanında öğretmen adayları karşılaştıkları bu tür problemlerin çok uzun ve karmaşık cümlelerden oluştuğunu, bunu yerine sade ve basit bir dille yazılmış (SS4), sınıf seviyesine uygun (P3) bir problemin daha anlaşılabilir olacağına ve gerçek yaşam problemlerinin anlaşılabilir olmasına dikkat edilmesi gerekliliğine "…problemi çözmek için anlamak gerekir. Bu yüzden problem anlaşılabilir olmalıdır (Ö2)" gibi ifadelerle dikkat çekmişlerdir.

Gerçek yaşam problemlerinin bireysel farklılıkları dikkate alması gerektiği ve bu bağlamda problemler tasarlanırken öğrencilerin (cinsiyet, engel vb.) fiziksel (Ö3), (gelir durumu, yaşanılan çevre vb.) ve sosyo-ekonomik (SG2, SG4) özelliklerinin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır. Bununla birlikte problemlerin "...her zorluğun aşılabileceğini gösteren, yardımlaşmaya ve birbirine destek olma gibi insani değerlere önem veren (SG3)" ve "…matematiğin uzaydan gelmediğini, aslında günlük hayatın fazlaca içinde olduğunu ve bizim hayatımız kolaylaştırdığını (P2)" vurgulayan yani evrensel ve matematiğin değerini ortaya koyan mesajlar içeren özellikte olması gerektiği belirtilmiştir.

Gerçek hayat durumu içeren problemlerini tasarlama sürecine yönelik ön görüşmede sadece üç öğretmen adayı bur sürecin nasıl olması gerektiği hakkında yorumlarda bulunmuştur. Bu yorumlarda gerçek hayat problemlerinin tasarımını yaparken problemlerin mükemmelleşmesi planlama-uygulama-düzenleme evrelerinin döngüsel olarak kullanacaklarını (Ö2, P3) ifade etmişlerdir. Ayrıca problem tasarım sürecinde kendi tasarım süreçlerini takiben öğrencilerine de matematiğin günlük yaşam problemlerinin çözümünde işe koşulduğu durumları tasarlatmayı ele alacaklarını beyan etmişlerdir (SS2).

5.1.1.4. Gerçek yaşam temelli etkinliklerin matematik öğretiminde kullanılması ile ilgili görüşler

Modelleme yeterlik eğitimi öncesinde öğretmen adaylarının gerçek yaşam temelli etkinliklerin öğrenme ortamlarında kullanılması ile ilgili Tablo 5.3.' de sunulmuştur. Öğretmen adaylarının gerçek yaşam temelli etkinliklerin matematik sınıflarında kullanımı ile ilgili genel olarak (n=13) olumlu görüş bildirmişlerdir. Ancak iki öğretmen adayı bazı konularda gerçek yaşamdan etkinlik bulunamayacağını "…basit matematiksel konularda [dört işlem gibi] bu [günlük hayattan örnek bulmak] mümkün.

Fakat matematiğin diğer konularında bu durum çok zor.” (SG4) gibi ifadelerle çekimser kalmışlardır.

Tablo 5.3. Gerçek yaşam temelli etkinlikler (GYTE) ve matematik eğitimi hakkındaki görüşler (n)

GYTE’nin Önemi		
	Öğrenme süreçlerine katkı (12)	
		Anlamlandırma
		Somutlaştırma
		Basitleştirme
		Kolaylaştırma
		Kalıcılık
	Matematiğin Doğası ile Örtüşme (5)	
	Gerçek Yaşama Adaptasyonu Destekleme (3)	
GYTE Zorlukları		
	Öğrenciye görelik (9)	
		Bağlamsal uygunluk
		İlgi çekicilik
		Yaş (sınıf düzeyine) uygunluk
	Konuya uygunluk (6)	
	Çevreye (okul, sınıf vb.) Uygunluk (5)	
	Zaman alma (3)	
	Maliyet (2)	
	Pedagojik Yeterlik (2)	
	Sınav Baskısı (2)	
GYTE için Yararlanılabilecek Kaynaklar		
	İnternet (13)	
	Lisans Eğitimi (4)	
	Ders Kitapları (4)	

Gerçek yaşam temelli etkinliklerin matematik eğitiminde kullanılmasının önemi hakkında öğretmen adaylarının verdikleri açıklamalar üç tema altında toplanmıştır. Öğrenme süreçlerine katkı, matematiğin doğası ile örtüşme ve gerçek yaşama adaptasyonu destekleme. Öğretmen adayları gerçek yaşam temeli etkinliklerin önemi ile ilgili olarak bu tür etkinliklerin öğrenim süreçlerine olumlu katkıları olacağını ifade etmişlerdir. Öğrenim süreçlerine katkının alt teması olarak, "…günlük hayattan örneklerle dersi zenginleştirebilirsek, dersi daha anlaşılır bir hale getirebiliriz." (P2) ifadesi gerçek yaşam etkinliklerinin anlamlı öğrenmeler yoluyla matematik öğrenmeyi desteklediğine vurgu yapmaktadır. Bununla birlikte bir öğretmen adayı (SS2) "…Matematik doğası itibarı ile soyut bir ders. Soyut olan kavramların somutlaştırılması öğrenmeyi kolaylaştıracaktır. Bu süreçte de gerçek yaşam modellerini bulmak önemlidir." ifadesiyle gerçek yaşam modellerinin matematik kavramları somutlaştırma yoluyla öğrenilmesini kolaylaştıracağını belirtmiştir. Yine gerçek yaşam etkinliklerinin matematik öğrenimi basitleştirmesi "Matematik doğası gereği karmaşık ve anlaşılması zor bir ders. Bu tür [gerçek yaşam temelli] etkinlikler konuları basite indirger ve öğrenmeyi sağlar." (SG4) şeklinde ifade ile desteklenmiştir. Bu ifadelerden ayrıca matematik öğrenmeyi kolaylaştırma vurgusu anlaşılmakta ve öğretmen adayların ifadelerinde de sıklıkla karşılaşılmıştır. Öğrenme boyutunda elde edilen başka bir alt tema ise kalıcılık vurgusudur. Öğretmen adayları gerçek yaşam temelli etkinliklerin sınıf ortamında kullanılmasının öğrenme olarak kalıcı olmasını "…matematik günlük hayatla ilişkilendirildiği zaman … akılda kalıcı oluyor (Ö4)" şeklinde ifadelerle desteklemişlerdir.

Gerçek yaşam etkinliklerinin matematik derslerinde kullanımının önemine yönelik bu açıklamaların yanında öğretmen adayları bu sürecin zorluklarından da bahsetmişlerdir. Önemli bir zorluk olarak, öğrenciye uygun ola etkinlikleri bulmanın zorluğundan bahsetmişlerdir. "…seçeceğimiz etkinliğin herkesin [öğrencilerin] hayatında karşılaşabileceği örnek olması önemli. Ancak sınıfta çok öğrenci var ve herkese hitap edecek etkinliği bulmak zor" (SS4) ifadesiyle etkinliklerin öğrencilerin kendi bağlamlarında olan etkinlik olması gerektiğine vurgu yapmıştır. Bunun yanında "Gerçek yaşam etkinliği öğrencisinin ilgisini çekmeli ki aktif olarak katılsın. Ama bunu bulmak da kolay değil" (SG1) şeklinde öğrenci ilgisine uygun etkinliği bulmanın zorluğuna vurgu yapılmıştır. Ayrıca bu etkinlikleri seçerken öğrencilerin sınıf seviyesine de dikkat edilmesi gerekliliğinin zorluğuna "…Farklı sınıf seviyelerinde öğretmenlik yapacağız ve her sınıfa uygun örnekler bulmak zor iş" (Ö1) şeklinde işaret edilmiştir. Gerçek yaşam etkinliklerinin matematik öğretimde kullanılmasının diğer zorlukları arasında her konuya uygun etkinlik bulma [anlatmak istediğim konuyu gerçek hayattan bir kesit ile ilişkilendirmek her zaman mümkün olmayabilir (Ö2)], yaşanılan çevreye uygun etkinliklere karar verme […Bu problemleri tasarlarken bulunulan coğrafi bölgenin, okulun ve hatta sınıfın göz önünde bulundurulması gerekir ve bu zordur (SG2)], etkinliklerin gerek sınıf dışında hazırlanırken gerek sınıf içinde uygularken zaman alıcı olması [Öğretmenin bu etkinlikleri bulurken ve hazırlarken zaman ayırması lazım, zaten yoğunlar. Ayrıca sınıfta uygularken de çok zaman alacaktır. (Ö1)], öğretmen adaylarının kendilerini pedagojik olarak yeterli hissetmemeleri [Bu problemleri bulmak ve konu bağlamında uygun olarak kullanmak için öğretmenin yeterli olması gerekir. Ama ben değilim (P3)] ve hali hazırda ortaokul öğrenme sürecinde olan merkezi sınav baskısı […öğrenciler… liseye yerleşmek için bir sınava tabi tutulduklarından bu yöntemin öğrencileri sınava da hazırlıyor olması lazım. Bu anlamda zorluk çekileceğini sanıyorum (P2)] yer almaktadır.

Ortaokul matematik öğretmen adaylarının gerçek yaşam temelli etkinlikleri öğretime uyarlamada yukarıda belirttikleri zorlukların yanında, bu süreçte yararlanabilecek ya da kendilerine destek olabilecek etmenler arasında internet kaynakları, lisans eğitim alt yapıları ve ders kitap içerikleri yer almaktadır. İnternet kaynakları özellikle "güdüleyici olması (P3)", "çeşitlilik (P2)", "kolay ulaşılabilirlik (Ö3)", "kullanıma hazır içerik sağlaması (SG1)" ve zaman tasarrufu (Ö2)" gibi unsurları sayesinde gerçek yaşam temelli etkinliklerin hazırlanmasında yaralanabileceği belirtilmiştir. Lisans eğitim altyapısının gerek derslerde sağlanan teorik içerikler (SS4), uygulamalar gerekse ders süreçlerinde gerçekleştirilen uygulamalar (SS2) bakımından katkı sağlayıcı olduğu ifade edilmiştir. Bazı öğretmen adayları (SS1, Ö1, SG2) yenilenen ders kitaplarında günlük hayat örnekleri içeren etkinlikler sağlandığını ve bu doğrultuda öğretimde faydalanabileceklerini ifade etmişlerdir.

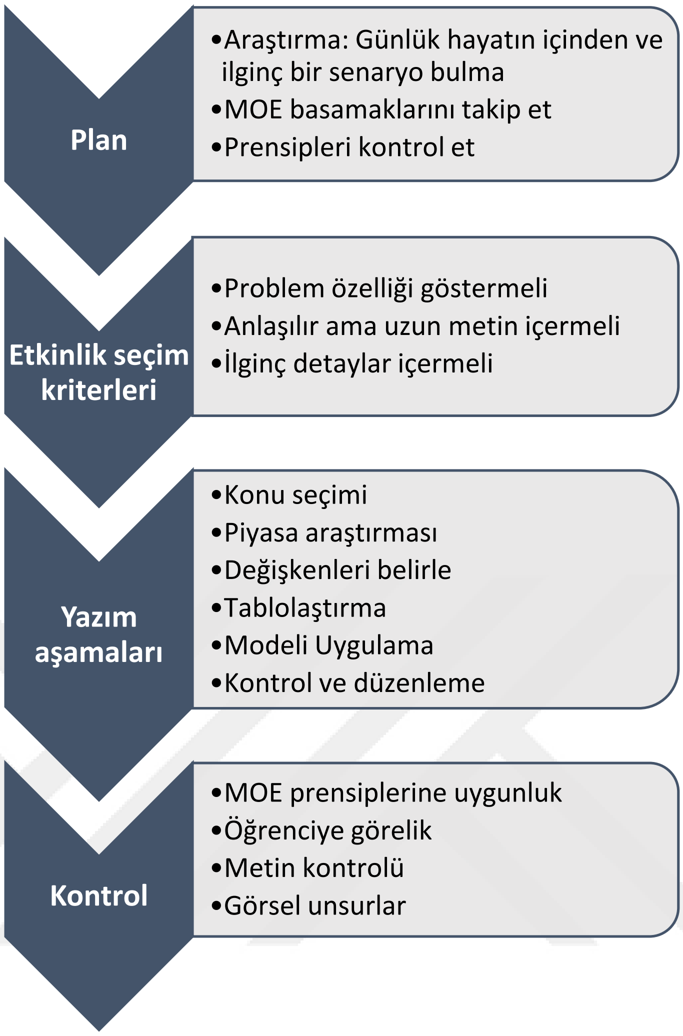
5.1.2. MOE'lerin Tasarım Süreçleri

Her bir grubun oluşturdukları etkinlikler planlama, etkinlik belirleme, yazma ve kontrol süreçleri doğrultusunda analiz edilmiş ve bulgular aşağıda sunulmuştur.

5.1.2.1. Ölüyen yürüler (ÖY) grubu MOE tasarım süreci

ÖY grubunun etkinliği Ek 11'de verilmiştir. ÖY grubu MOE tasarım sürecine yönelik aşamaları Şekil 5.1.'de verilmiştir. Grubun böyle bir tasarım sürecinin planında günlük hayatla ilişkili olma, ilgi çekicilik, MOE basamakları ve MOE temel prensipleri üzerinde durmaları gerektiğini vurgulamışlardır. "…Şimdiki nesillerin ilgisini çekebilecek güncel konular, oyunlar gibi şeyleri araştırıp yazacağımız problemlerin daha ilgi çekici olmasına özen göstereceği" ifadesiyle ÖY grubu böyle bir etkinliğe yönelik araştırma sürecine girmeyi planladıkları anlaşılmaktadır. Ekinliklerin problem özellikleri göstermeleri, kendi ifadeleriyle "kafa karıştırıcı ve komplike" olması gerektiği bu doğrultuda "hikaye kısmı açık [anlaşılır] ama küçük ayrıntılarla biraz kelime kalabalığı" içeren bir etkinlik istediklerini belirtmişlerdir. Yine etkinliklerde yer verilecek küçük ayrıntıların önemine işaret etmişlerdir.

ÖY grubunun MOE yazma süreci incelendiğinde ilk olarak konuya odaklandıklarını ifade etmişlerdir. ÖY grubunun konu belirleme kazanım ve günlük hayat bağlamı ilişkisine odaklandıklarını ifade etmişlerdir. "Gerçek hayatla bağdaştırmak için çocukların ilgi ve zevkine uygun olduğuna karar verdiğimiz PİZZA sorusu yazmayı düşündük." Sonrasında grup olarak piyasa araştırma süreci başlamıştır. "Grup halinde malzeme ve ürün analizi yaptık. ...Pizza için gerekli malzemelerin fiyatını marketlerden belirledik." Piyasa araştırma sürecinden sonra problemi detaylandıracak ve kendi ifadeleriyle "karmaşık hale getirecek" değişkenlerin belirlenmesi ve MOE ifadesinde Tablo ile bu değişkenleri görselleştirme süreci gerçekleşmiştir. Sonrasında oluşturdukları çevrimiçi iletişim ortamında probleme ait kendi çözümlerini paylaştıkları ve eksiklikleri giderdiklerini ifade etmişlerdir. Bu yazım aşamasından sonra grup olarak kontrol süreci başlamıştır. Bu süreçte odaklandıkları unsurlar arasında MOE prensiplerine uygunluk, öğrenciye görelik, metin kontrolü, görsel unsurları geliştirme/ekleme yer almıştır. "Kontrol aşamasında sorumuzu prensiplere göre değerlendirmeye aldık. …Öğrenci için zorluk düzeyini inceledik. …Bazı cümleleri çıkardık. Görsel ekledik ve kontrolümüzü sonlandırdık." ifadesi ÖY grubunun kontrol sürecini özetlemektedir.



Şekil 5.1. Ölüyen yürüler grubu etkinlik tasarlama süreci

ÖY grubunun hazırladıkları *Pizza Yiyelim* MOE etkinliği modelleme prensipleri bağlamında analiz edildiğinde problem durumundaki anne ve çocuk arasında geçen öğle yemeği belirleme senaryosu (Fotoğraf 5.1) öğrencilerin gerçek yaşamlarında karşılaşabilecekleri bir durum olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte problemi daha karmaşık hale getirmek için Kastamonu bağlamında rastlanmayan "glütensiz pizza" kavramının gerçeklik prensibine uygunluk durumunu zedelemiştir. Bu doğrultuda bu etkinlik gerçeklik prensibi bağlamında kısmen uygun bulunmuştur. Model oluşturma prensibine göre MOE'nin problem durumundaki ifadenin model oluşturmayı ve çözüm sürecinde de modelin işe koşulması gerekmektedir. MOE etkinliğinde "model oluşturunuz" şeklinde bir ifade yer almamakla birlikte senaryoda yer alan “Can hangi seçeneği seçerse hem maliyet açısından hem de kriterlere uygunluk açısından en doğru kararı verir?” ifadesi öğrencilerin çözümde bir model kullanmasını gerekmektedir. Dolayasıyla kısmen uygun olarak değerlendirilmiştir.

Olukbaşı’nda ailesi ile yaşayan Cem, gece yatmadan önce kitap okumayıp yemek programı izleyince rüyasında pizza görür. Sabah uyandığında koşarak annesinin yanına gider, rüyasını annesine anlatır. Gülten Hanım öğle yemeği için pizza yiyebileceklerini söyler. Bu görevin Can’a ait olduğunu, pizzaların öğle yemeğine yetişecek şekilde hazır olması gerektiğini ve bütçeydi düşünerek aşağıdaki seçenekler dâhilinde karar vermesini söyler. Ayrıca sipariş verirken “benim glütene senin ise zeytine karsı alerjinin olduğunu, benim vejetaryen tipi beslendiğimi, senin ise sucuklu pizza sevdiğini göz önünde bulundurmalısın, karar verirken bu kriterleri ve maliyeti dikkate almayı unutma “der ve aşağıdaki seçenekleri sunar:

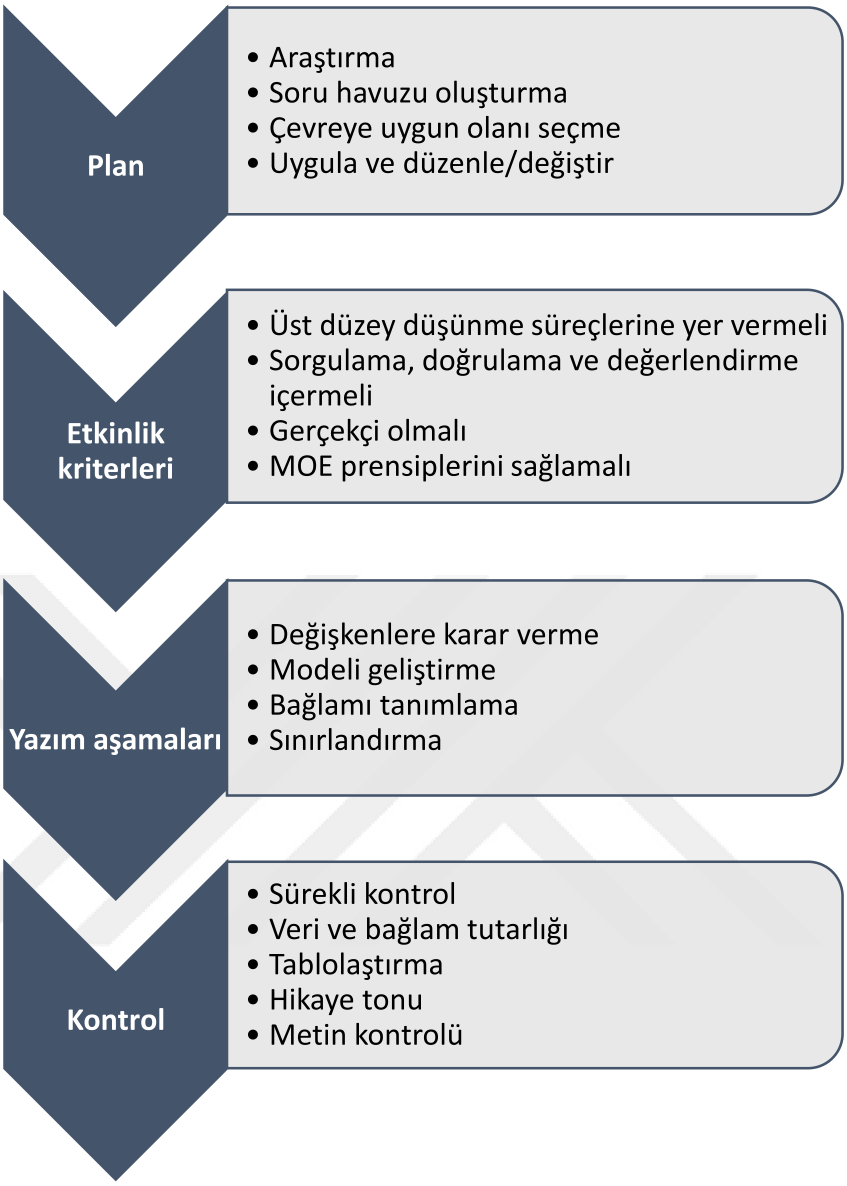
Fotoğraf 5.1. ÖY grubu MOE etkinliği

MOE etkinliğinin öz değerlendirme prensibine uygunluğunun incelenmesi sonucunda tasarlanan durumda öğrencilerin kendi düşünce yaklaşımlarını değerlendirmelerini sağlayacak bir ifadenin olmaması eksikliktir. Diğer taraftan MOE’nin problem durumunda yer alan ifadeler öğrencilerin öğretmenlerinden destek almaksızın grup içinde süreç hakkında karar vererek çözümü gerçekleştirmelerine imkân sağlayacak anlaşılır ve yeterli veri durumu sağlanmıştır. Bu doğrultuda pizza MOE tasarımı öz değerlendirme prensibi bağlamında bir ölçüde uygun olarak değerlendirilmiştir. Yapı belgelendirme prensibinde MOE’nin problem durumunda yer alan ifadelerin öğrencilerin çözüm sürecine ilişkin tüm düşüncelerini danışan/müşterinin anlayabileceği şekilde sunmasına ilişkin ifadelerin yer alması beklenmektedir. ÖY grubu tasarımında öğrencilerden "...en doğru kararı verir? Açıklayınız" ifadesi bulunmakta fakat ilgili birim ya da kişiye belge sunacak şekilde yazılması istenmediğinden yapı belgelendirme prensibi bağlamında bir derece uygun olarak değerlendirilmiştir. Model genelleme prensibi MOE'nin problem durumundaki ifadelerin öğrencilerin genellenebilir bir model oluşturmaya götürmesini içermektedir. Problemde kullanılacak model benzer durumlarda başkaları tarafından kullanılabileceği için model genelleme prensibine tamamen uygundur.

5.1.2.2. Sonsuz/sonsuzlar (SS) grubu MOE tasarım süreci

SS grubu MOE tasarım süreci aşamaları Şekil 5.2.'de verilmiştir. Planlama süreçlerine yönelik ifadelerinden SS grubu, MOE tasarlama sürecine yönelik planlamalarında öncelikli olarak internet ve diğer basılı (Bilim dergileri gibi) kaynaklar üzerinden araştırma yapmayı ve sonrasında farklı tarzlarda sorulardan oluşan bir soru havuzu hazırlamayı ele almışlardır. Daha sonraki planları ise bu soru havuzundan MOE etkinliğini uygulayacakları bölgenin şartlarına göre bir problemi seçmeyi planlamaktadır. Bu süreçte dikkat edecekleri hususun "çocukların çevresinde karşılaşacakları bir yerden problem üretmek" olacağı belirtilmiştir. Planın son aşamasında karar verilen bağlama göre hazırlanılan MOE'nin uygulanması, sonucun değerlendirilmesi, düzenlemenin yapılması ve istenilen etki elde edilmezse yeni bir MOE sürecine geçilmesi düşünülmüştür.

SS grup üyeleri modelleme etkinliğinin özellikleri arasında bu tür etkinliklerin "eleştirel düşünme, sorgulama ve karar verme" gibi üst düzey düşünme süreçleri içermesi gerekliliğini vurgulamışlardır. "Soru kökleri öğrencilerin çözümlerini sorgulamaya, sonuçlarını doğrulamaya ve kontrol etmeye uygun şekilde hazırlanmalı" ifadesiyle etkinlik sorularının özellikleri tanımlanmıştır. Bununla birlikte MOE'nin gerçek yaşama uygunluğunun önemi "Modelleme etkinliği bağlamında ölçütümüzün ilki ve en önemlisi gerçeklik prensibidir." ifadesiyle belirlenmiştir. Bununla birlikte SS grubu üyeleri, *öz değerlendirme* gibi diğer MOE prensiplerine uygunluğu, etkinliklerin taşıması gereken özellikler arasında vermişlerdir.

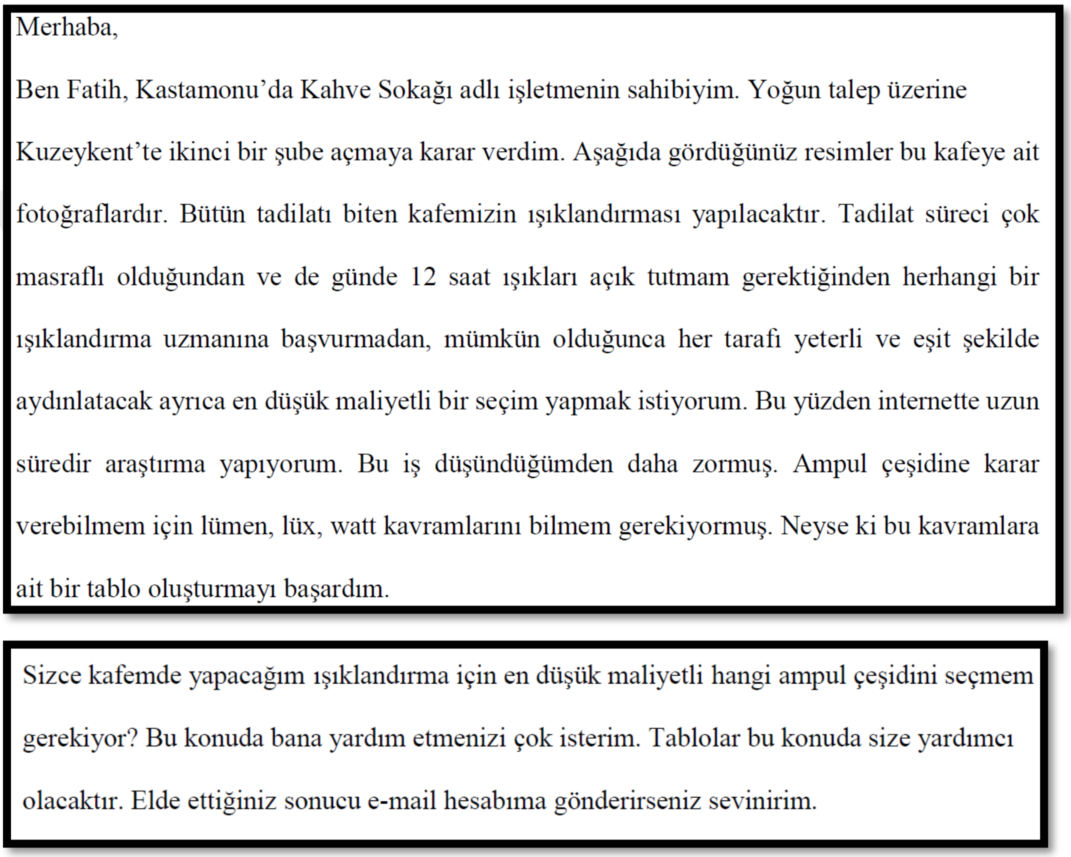


Şekil 5.2. Sonsuz/sonsuzlar grubu etkinlik tasarlama süreci

SS grubunun MOE yazma süreci incelendiğinde ilk olarak MOE içinde problem bağlamında "Konu olarak aydınlatma problemi düşündük ve Kastamonu'da yer alan K.. S…[bir işletme]'na giderek incelemeler yaptık. Sonrasında soru yazarken hangi değişkenleri ele alacağımıza karar verdik." Sonraki araştırmada oluşturulan MOE'nin çözüm süreci için nasıl bir model (formül) işe koşulması gerektiği ile ilgili çalışmalar yapılmıştır: "Aydınlatma, ampul çeşitler, mekânın büyüklüğü gibi değişkenleri içeren bir formül yazdık". Bununla birlikte bağlam içinde öğrencilerin bilemeyeceklerini düşündükleri "lümen, lüx" gibi kavramlara ait tanımlamalara problem senaryosu içinde yer vermişlerdir. Son aşamada yer verilen değişkenler ve çözüm süreçlerini göz önünde bulundurarak belli sınırlar dâhilinde MOE etkinliği oluşturulmuştur.

SS grup üyeleri yazım sonrası kontrol aşaması ile ilgili olarak “Aslında kontrollerimiz her aşamada sürekli vardı. Ön araştırmalarımızda, yazarken ve modeli kullanırken kontroller her birimiz tarafından yapıldı ve düzenlemeler eklendi” ifadesiyle kontrol aşamasının son noktada değil sürekli gerçekleştirildiği bilgisini sağlamışlardır. Bununla birlikte problemde sağlayacakları verilerin ve ulaşılacak sonuçların gerçek yaşam karşılıklarıyla uyumlu olması kontrol ölçütlerinden birisi olarak SS grup üyeleri tarafından göz önünde bulundurulmuştur. Yine bu aşamada verilerin Tablo ile sunulmasının öğrenciler için daha anlaşılır olmasına katkı sağlayacağı düşünülmüş ve düzenleme yapılmıştır. Yine öğrencinin ilgisini sağlamak için metinde düzenlemeler yaparak “öğrenci ile sohbet ediyormuş gibi sıcak bir hava oluşturmaya çalıştık”larını ve hikâyenin iletişim tonunu değiştirdiklerini ifade etmişlerdir. Son olarak, metindeki kontroller yapılmış karmaşıklığa neden olan ifadeler giderilmiş ve bu doğrultuda bir dil uzmanından yardım alınmıştır: “Metnin kontrolünü bir ortaokul Türkçe öğretmenine de yaptırdık.”

SS grubunun *Aydınlatma Maliyeti* isimli MOE etkinliği modelleme prensipleri bağlamında analiz edildiğinde etkinlikte Kastamonu’da yerel bir işletmenin ışıklandırma problemi üzerinde durulmakta ve gerçek yaşamdan alınmış verilerle problem durumu tanımlanmaktadır (Fotoğraf 5.2.). Bu bağlamda gerçeklik prensibine uygun bulunmuştur. SS grubu etkinliğinde öğrencilerin süreçte yaptıklarını gözden geçirmelerine yönelik bir ifadeye yer verilmemiştir ve aynı zamanda problemde yer verilen “Lümen: Ampulün yaydığı toplam ışık çıktısı (ne kadar yüksek lümene sahip ampul, o kadar parlak ışık), Watt: Bir ampulün tükettiği enerji miktarıdır. (Yani elektrik faturasına yansıyan değerdir.)” ifadelerinin ortaokul öğrencileri için açık ve anlaşılır bulunmamıştır. Bu yüzden etkinlik öz değerlendirme prensibine “uygun değil” olarak değerlendirilmiştir. Bu etkinlikte gerçek yaşamdan veriler ve farklı değişkenler kullanılmış ve “düşük maliyetli hangi ampul çeşidini seçme” konusunda yardım istemesi model oluşturma prensibine uygunluğa katkı sağlamaktadır. Ancak model oluşturma beklentisini ortaya koyan herhangi bir ifadeye yer verilmemiştir. Bu bağlamda Aydınlatma MOE tasarımı model oluşturma prensibine kısmen uygun olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte bu etkinlikte öğrencilerden sonuca yönelik bir mail istenmesinin dışında süreci açıklayan bir ifadeye yer verilmemiştir. Bu doğrultuda etkinlik yapı belgelendirme prensibine kısmen uygun olarak değerlendirilmiştir. Bu problemin çözümünde işe koşulacak modelin benzer durumları içeren problem çözümünde kullanılabilirliği göz önünde bulundurulduğunda model genelleme prensibine uygun olarak değerlendirilmiştir.



Merhaba,

Ben Fatih, Kastamonu'da Kahve Sokağı adlı işletmenin sahibiyim. Yoğun talep üzerine Kuzeykent'te ikinci bir şube açmaya karar verdim. Aşağıda gördüğünüz resimler bu kafeye ait fotoğraflardır. Bütün tadilatı biten kafemizin ışıklandırması yapılacaktır. Tadilat süreci çok masraflı olduğundan ve de günde 12 saat ışıkları açık tutmam gerektiğinden herhangi bir ışıklandırma uzmanına başvurmadan, mümkün olduğunca her tarafı yeterli ve eşit şekilde aydınlatacak ayrıca en düşük maliyetli bir seçim yapmak istiyorum. Bu yüzden internette uzun süredir araştırma yapıyorum. Bu iş düşündüğümden daha zormuş. Ampul çeşidine karar verebilmem için lümen, lüx, watt kavramlarını bilmem gerekiyormuş. Neyse ki bu kavramlara ait bir tablo oluşturmayı başardım.

Sizce kafemde yapacağım ışıklandırma için en düşük maliyetli hangi ampul çeşidini seçmem gerekiyor? Bu konuda bana yardım etmenizi çok isterim. Tablolar bu konuda size yardımcı olacaktır. Elde ettiğiniz sonucu e-mail hesabıma gönderirseniz sevinirim.

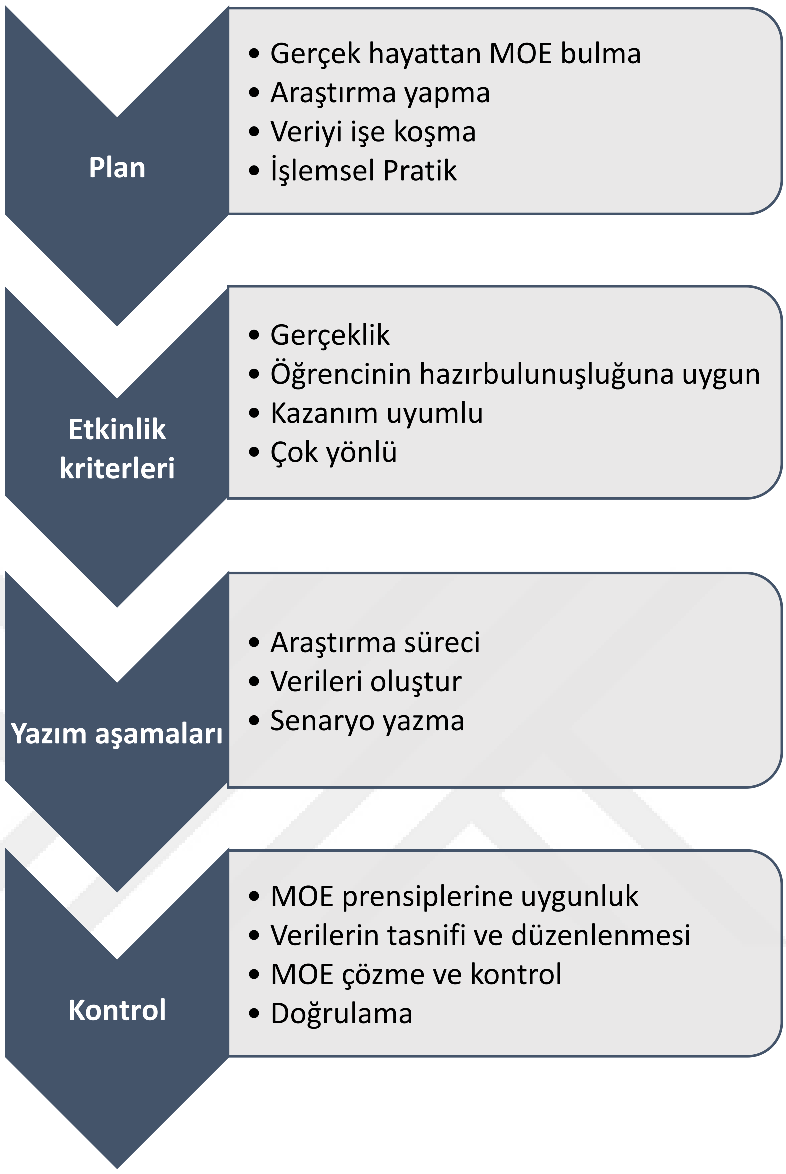
Fotoğraf 5.2. Sonsuz/sonsuzlar grubu MOE tasarımı

5.1.2.3. Pisagorcular grubu MOE tasarım süreci

Pisagorcular grubu MOE tasarım süreci aşamaları Şekil 5.3.'de verilmiştir. Pisagorcular grubu MOE tasarım planlamalarında öncelikli hedef olarak gerçek yaşamın içinden ve kendi ifadeleriyle "öğrencinin karşılaşabileceği" bir etkinlik bulmayı amaçlamışlardır. Bu doğrultuda internet ve ders kitapları gibi farklı kaynaklardan araştırma yapılması gerekliliğine işaret etmişlerdir. Planlamalarında grup üyeleri bu etkinliğin belli bir veri seti üzerinden gerçekleştirilmesini hedeflemişlerdir. Planın son aşamasında MOE etkinliği süresince öğrencilerin "verileri kullanma ve işlem becerilerini geliştirme" amacını da içerecek bir etkinlik tasarımına yönelik düşüncelerini belirtmişlerdir.

Pisagorcular grup üyeleri modelleme etkinliğinin özellikleri arasında bu tür etkinliklerin vazgeçilmez unsuru olarak "gerçeklik" prensibine "öğrenci karşılaşmadığı bir senaryonun içine girmek istemez ve meşgul olmaz" ifadesiyle vurgulamışlardır. Yine MOE tasarımının sağlaması gereken bir unsur olarak bu etkinliklerin gerek bilişsel seviye olarak, gerek duyuşsal düzey olarak öğrencilerin hazır bulunuşluklarına uygun olması gerekliliğini belirtmişlerdir. "Bazen yeni nesil [LGS sınavına yönelik] sorularda matematiği göremiyoruz. Hangi kazanımı istediği belli değil. Bu tür etkinliklerde günlük yaşamdaki matematik net olarak görülmeli" ifadesiyle soruların günlük hayat ve programda yer alan matematik ilişkisini ortaya koyacak nitelikte olması gerekliliği detaylandırılmıştır. Son olarak soruların matematik ve gerçek yaşam vurgusu dışında, dürüstlük, doğruluk, sorumluluk gibi evrensel değerleri ve farklı düzey düşünsel süreçleri de içerecek şekilde çok yönlü olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Pisagorcular grubunun MOE yazma süreci incelendiğinde ilk olarak bağlama (Facebook) karar verdikten sonra araştırma sürecine girdiklerini belirtmişlerdir: "Yerli ve yabancı sitelerden araştırma yaptık". Araştırmalarını takiben tasarım planlarında belirledikleri gibi veri setini oluşturma ve düzenleme sürecine girmişlerdir: "2013-2019 yılları arasındaki Facebook verilerine ulaştık." Sonrasında karar verdikleri bağlama uygun olarak veri setini de işe koşarak bir MOE senaryosu yazma eylemi gerçekleşmiştir. Pisagorcular grup üyeleri yazım sonrası kontrol aşaması ile ilgili olarak "MOE prensiplerine uygun olması için verilerin birkaçında değişiklik yaptık" ifadesinden kontrol aşamasında tasarladıkları etkinliğin MOE prensiplerine uyumunu kontrol ettikleri ve bu doğrultuda verilerde düzenlemeye gittikleri anlaşılmaktadır. Kontrol aşamasında ayrıca MOE'nin çözüm sürecinin gerçekleştirilmesi, varsa değişkenlerle ilgili eksikliklerin giderilmesi gerçekleşmiştir. Son olarak, MOE etkinliğinde işe koşulan modelin doğrulanmasına yönelik verilerle ve bağlamla ilgili kontroller grup üyeleri tarafından yapılmıştır.



Şekil 5.3. Pisagorcular grubu etkinlik tasarlama süreci

Pisagorcular grubunun hazırladıkları *Facebook Kullanımı* MOE etkinliği modelleme prensipleri bağlamında analiz edildiğinde problem durumu öğrencilerin gerçek hayatta çok sık karşılaştıkları bir sosyal medya kuruluşu ile ilgili olup, 25 çeyrek dilimin 23 ünde gerçek veriler kullanılmıştır. Pisagorcular grubu tarafından 2 çeyrek dilimde öğrenci seviyesi düşünülerek ufak değişikliklere gidilmiştir. Bu durumda problem durumu gerçek verilerden bir miktar uzaklaştırılmıştır (Fotoğraf 5.3.). Bu bağlamda gerçeklik prensibine kısmen uygun bulunmuştur. Facebook etkinliğinde veriler öğrencilerin seviyelerine uygun ve anlaşılır bir şekilde ifade edilmiştir. Ancak öğrencilerin bu süreçte yaptıklarını gözden geçirmelerine yönelik bir ifadeye yer verilmemiştir. Dolayısıyla bu etkinlik öz değerlendirme prensibine kısmen uygundur. Bu etkinlikte 2029 yılındaki Facebook kullanıcı sayılarını verileri kullanarak yıllık ortalama kullanıcı artış miktarının bulunması sürecinde kullanılan yolu (modeli) istenmektedir. Bununla birlikte "…facebook kullanıcı sayılarını veren bir tabloyu yukarıdaki tabloya benzer şekilde oluşturmanızı istemektedirler" ifadesi öğrencileri model oluşturmaya yönlendirmektedir. Bu doğrultuda etkinlik model oluşturma prensibine tamamen uygun olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca "Çalışmalarınızda hangi yolu kullandığınızı, mail yoluyla araştırmacılarımıza bildiriniz." ifadesi ile öğrencilerin çözümlerine ilişkin düşüncelerini ifade etmeleri ve ilgili birime belge yazılması istenmiştir. Dolayısıyla etkinlik yapı belgelendirme prensibine de tamamen uymaktadır. Bu problemin çözümünde kullanılacak model benzer amaçlar için başkaları tarafından kullanılabileceğinden dolayı model genelleme prensibine uygun olarak değerlendirilmiştir.

Şubat 2004'te kurulan Facebook dünya çapında kullanıcı sayısında hızlı bir artış göstermektedir. Bu durumdan dolayı endişelenen bir grup bilim adamı, 10 sene sonraki Facebook kullanıcı sayısını merak etmişler Facebook ve Aile Bağları, isimli bir makale yazmaya karar vermişlerdir. Buna göre 2013'ten 2019'a kadar ki kullanıcı sayılarındaki değişimi incelemişler lakin bu sonuçlar yeterli olmadığından sizden yardım istiyorlar. Araştırmacılar, yukarıdaki tabloyu kullanarak 2029 yılındaki Facebook kullanıcı sayısının kaç olabileceğini hesaplamanızı, 2019-2030 yılları arası Facebook kullanıcı sayılarını veren bir tabloyu yukarıdaki tabloya benzer şekilde oluşturmanızı istemektedirler. Çalışmalarınızda hangi yolu kullandığınızı, mail yoluyla araştırmacılarımıza bildirmeniz rica olunur.

Şimdiden teşekkürler!

Not: Çeyrek bir yıldaki 3 aylardan oluşur. Ocak, Şubat ve Mart 1. çeyrek, Nisan, Mayıs ve Haziran 2. çeyrek, Temmuz, Ağustos ve Eylül 3. çeyrek, Ekim, Kasım, Aralık 4. çeyrektir.

Fotoğraf 5.3. Pisagorcular grubu MOE etkinliği

5.1.2.4. Seçici Geçirgenler (SG) grubu MOE tasarım süreci

SG grubu MOE tasarım süreci aşamaları Şekil 5.4.'de verilmiştir. Diğer gruplarda olduğu gibi SG grup üyeleri de MOE tasarım süreçlerine yönelik planlamalarında araştırma yapmayı öncelikleri arasında yer vermişlerdir: "Modelleme etkinliğine karar vermek için öncelikli olarak araştırma yapmayı planladık. Araştırmayı aldığımız derslerdeki içerikler, [bu derslerdeki] kaynaklar ve internet üzerinden yapmayı kararlaştırdık." Sonraki aşamada soru yazmayı planlamışlardır. "Soru yazarken alternatif senaryolar oluşturmayı planladık." ifadesiyle SG grup üyelerinin bir soru havuzundan karar vermeyi planladıkları anlaşılmaktadır. Bununla birlikte karar verilen soru üzerinden nasıl bir modeli işe koşacaklarını belirlemeyi sonraki hedefleri arasında sırlamışlardır. Ayrıca, SG grup üyeleri çözüm-kontrol-düzenleme döngüsel aşamalarıyla MOE tasarımının iyileştirilmesini planlama sürecinde katmışlardır.

SG grup üyeleri modelleme etkinliğinin özellikleri arasında bu tür etkinliklerin öğrenciye karşılaştırma yapma, olası durumlar arsından seçim yapma ve karar verme gibi üst düzey düşünsel süreçleri içermesi gerekliliğini vurgulamışlardır. Bununla birlikte "Modelleme etkinlikleri farklı gösterimlere yer vermeli, cetvel gibi matematik araçlarını kullanmayı önemsemeli, birimlerle gerçek uzunluklar arasındaki ilişkilendirmeyi yapma imkânı sağlamalı" gibi ifadelerle MOE etkinliklerinin matematiksel becerileri işe koşması durumuna işaret edilmiştir. Diğer gruplar tarafından da vurgulandığı gibi MOE'nin öğrencinin gerçek yaşam bağlamından alınmasının önemine "öğrencinin kendi hayatından bir kesit sunması oldukça önemli." ifadesiyle destek vermişlerdir. Bununla birlikte MOE'nin öğrencilere farklı verilerle farklı çözüm seçenekleri sunmasının gerektiği ifade edilmiştir: "Matematikte tek çözüm yolu ve tek tip veri sunan problemlerden bir yarar sağlanmadığını düşündük. Modelleme etkinliği farklı çözümlere imkân sağlamalı."

SG grubu MOE tasarımının yazımı aşamasında "Tasarımı ilgi çekici olan, üzerinde birim kabul edeceğimiz bir yapı bulunan ve hesaplamayı kolaylaştıracak geometrik şekillere sahip olan bir ev tasarımı bulduğumuzda problemin taslağı kafamızda oluştu ve yazmaya başladık" ifadesiyle yazmanın ilk aşamasını taslak senaryo fikrini bulma ve hatları belirleyerek oluşturma olarak gerçekleştirmişlerdir. Sonrasında problemin bağlamında yer alacak değişkenleri belirlemek ve bu değişkenlere ait değerleri belirlemek amacıyla araştırmalarda bulunmuşlardır: "İnternetten ve esnaflardan yaptığımız araştırmalar sonucunda iklim, kalite ve dekoratiflik gibi çeşitli değişkenleri belirledik ilgili maliyetleri ve değerleri gösteren verilere ulaştık." Son aşamada senaryo bağlamı, değişkenler ve bu değişkenlere ait değerler bir araya getirilerek MOE etkinliğinin yazım aşaması tamamlanmıştır.

SG grup üyeleri yazım sonrası MOE tasarımının kontrolünde dikkat ettikleri hususlar arasında MOE prensip uygunluk, bağlam-kavram uyumu, modelleme basamaklarına uygunluk ve metin uygunluğu yer almıştır. "[Modelleme yeterlik eğitim sürecini kast ederek] Dersimizde modelleme temel prensiplerini öğrendik. Yazdığımız etkinliğin bu prensiplere uygunluğunu kontrol ettik." ifadesiyle modelleme prensiplerine uyum vurgulanmış ve bu doğrultuda yaptıkları düzenlemeye örnek olarak aşağıdaki ifade verilmiştir.

> "…Üçgen evin yapıldığı yeri kışları ılıman ve sıcak bir yer belirlemiştik. Ancak dersimizde modelleme etkinliğinde seçeceğimiz olayın, kişilerin, yerin vb. öğrencinin ilgisini artıracak şekilde ve kendi çevrelerinden olması gerektiğini öğrendiğimiz için senaryomuzda değişiklik yaptık. Böylece öğrenciler yaşadıkları yerin iklim özelliklerine göre cam seçimi yapacaklar. Bu durum gerçekçi bir modelleme etkinliği olmasını sağladı."

Şekil 5.4. Seçici geçirgenler grubu etkinlik tasarlama süreci

SG grubu ayrıca hazırladıkları etkinlikte yer verdikleri bağlam, kullandıkları değişkenler ve matematiksel durum arasındaki uyumu kontrol ettiklerini ve her şeyin uyumlu gördüklerini bildirmişlerdir. "MOE etkinliği dersimizde işlediğimiz modelleme süreçlerine uygun sorular içermeli. Öğrenci önemli değişkenleri belirlemeli, modeli yazmalı, çözmeli ve kontrol etmeli. Bu başlıkların her birinin modelleme etkinliğinde ele alındığından emin olduk." Bu aşamada son olarak metinde yazım yanlışlarına ve kullanılan ifadelerin anlaşılırlığına yönelik kontroller ve düzenlemeler yapılmıştır: "Bunlar ortaokul öğrencisi ve etkinlik uzun olduğunda cümleler iyi ifade edilmeli ve anlaşılır olmalı. O yüzden tekrar tekrar okuduk, bazı küçük değişiklikler yaptık ve son halini verdik."

SG grubu hazırladıkları *Cam Ev* başlıklı MOE etkinliği modelleme prensipleri bağlamında analiz edildiğinde problem durumu ilginç ve gerçek ev tasarımı bağlamında ve gerçek yaşamdan yapılan araştırmalarla elde edilen maliyet verileri doğrultusunda hazırlanmış bir etkinliktir (Fotoğraf 5.4.). Aynı zamanda Kastamonu bağlamında sorunun çözülecek olması öğrencilerin kendi yaşamlarından bir unsur katmasına da imkân sağlamaktadır. Bu bağlamda gerçeklik prensibine uygun bulunmuştur. Cam Ev etkinliğinde veriler öğrencilerin seviyelerine uygun ve anlaşılır bir şekilde ifade edilmiştir. Ancak öğrencilerin bu süreçte yaptıklarını gözden geçirmelerine yönelik bir ifadeye yer verilmemiştir. Dolayısıyla bu etkinlik öz değerlendirme prensibine kısmen uygundur. Etkinlikte "…aşağıdaki tablo verilerini kullanarak en uygun cam seçeneğini verecek bir öneride bulunup, maliyet raporu çıkarmanızdır." ifadesi ile öğrencilerin model oluşturmalarını vurgulamamasına rağmen, problem çözümü model kullanımını gerektirmektedir. Bu bağlamda SG grubu tasarımı model oluşturma prensibine kısmen uygun olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca bu etkinlikte öğrencilerden çözüm sürecini nasıl düşündüklerini belgelemeleri ve "Mektup halinde Mehmet Usta'ya önerilerini" ulaştırmaları istenmektedir. Dolayısıyla etkinlik yapı belgelendirme prensibine tamamen uymaktadır. Bu problemin çözümünde işe koşulacak modelin benzer amaçlar kullanılabileceği göz önünde bulundurulduğundan, *Cam Ev* etkinliği model genelleme prensibine uygun olarak değerlendirilmiştir.

Kastamonu'da oturan Mehmet Usta internette gezinirken İngiltere'de bulunan aşağıdaki evin resmini görmüş ve çok beğenmiştir. Yer altına inşa edilmiş olan bu evin ön ve arka cepheleri cam ile sol ve sağ cepheleri ise beton duvarla kapatılmıştır. Kendisinin de ufak değişikliklerle böyle bir ev inşa edebileceğini düşünmüştür.

Mehmet Usta, evin sol, sağ ve arka cephelerini taş duvar, evin girişi olarak düşündüğü ön cepheyi ise camla kapatmayı planlamıştır. Fakat camla kaplı giriş duvarının sağlamlık, güvenlik, mahremiyet, dışarıdaki hava değişimlerinden fazla etkilenmeme, ses yalıtımı ve de

Fotoğraf 5.4. Seçici geçirgenler grubu MOE tasarımı

5.2. Tasarlanan MOE'lerin Prensipler Açısından Değerlendirilmesi

Öğretmen adaylarının tasarladıkları MOE'lerin temel modelleme prensiplerine uygunluğunun değerlendirme süreçleri hazırlanan etkinliklerin uzmanlar ve öğretmen adayları tarafından değerlendirilmesi şeklinde ilerlemiştir. Tablo 5.4.'de gruplar tarafından tasarlanan modelleme etkinliklerinin modelleme prensipleri bağlamında değerlendirilmesine yönelik ortalamalar sunulmuştur. Tabloya göre hazırlanan etkinliklerin modelleme prensipleri bağlamında uygunluk durumları her bir grubun etkinliğinden bağımsız olarak analiz edildiğinde gruplar tarafından oluşturulan MOE’ler gerçeklik (ortalama = 2,71), model oluşturma (ortalama = 2,29) ve yapı belgelendirme (ortalama = 2,62) prensiplerine uygun bulunmuştur. Diğer taraftan öz değerlendirme ve model genelleme prensiplerine ait değerlendirmeler 1,95 ve 2,20 ortalamalar ile kısmen uygun olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 5.4. Etkinliklerinin modelleme prensipleri bağlamında değerlendirme puan (0-3 puan) ortalamaları

Gruplar	Gerçeklik Prensibi	Model Oluşturma Prensibi	Öz Değerlendirme Prensibi	Yapı Belgelendirme Prensibi	Model Genelleme Prensibi
Ölüyen Yürüler	2,94	2,42	2,38	2,61	2,53
Pisagorcular	2,33	2,16	1,72	2,34	2,02
Seçici Geçirgenler	2,58	2,14	1,91	2,81	2,06
Sonsuz / sonsuzlar	3,00	2,42	1,80	2,70	2,20
Genel Ortalama	2,71	2,29	1,95	2,62	2,20

Not: 1) Puan ve modelleme uygunluk düzeyi ilişkisi aşağıda verilmiştir.
0,00-0,74 “belirlenemedi”; 0,75-1,49 “uygun değil”; 1,50-2,24 “kısmen uygun”; 2,25-3,00 “tamamen uygun”
2) “Uygun” düzey aralığında kalan puanlar “yeşil” renk ile “kısmen uygun” düzey aralığında kalan aralıklar “sarı” renk ile işaretlenmiştir.

Her bir grup etkinliğinin MOE temel prensipleri uygunluk durumları ayrı ayrı analiz edildiğinde Ölüyen Yürüler grubu etkinliği tüm prensiplerden üç üzerinden 2,38 ve üzeri puan alarak genel anlamda uygun görülmüştür. Pisagorcular ve Seçici Geçirgenler gruplarının MOE’leri gerçeklik ve model oluşturma prensiplerine uygun olarak değerlendirirken diğer prensiplerde kısmen uygun olarak değerlendirilmiştir. Sonsuz/sonsuzlar grubuna ait etkinlik ise öz-değerlendirme ve model genelleme prensipleri dışında uygun değerlendirilmiştir. Tüm gruplara ait etkinliklerin her birinin en yüksek uygunluk ortalamasına gerçeklik prensibinde, en düşük ortalamalara ise öz-değerlendirme prensibinde ulaşması dikkat çekicidir.

Çalışmada ayrıca tasarlanan MOE'lerin modelleme prensiplerine göre değerlendirmeleri MOE'yi tasarlayan grupların kendileri (öz değerlendirme), akranlar ve uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Tablo 5.5.'de bu değerlendirmelere ait ortalamalar verilmiştir. Tabloya göre grupların öz-değerlendirmeleri genel anlamda akran ve uzman değerlendirmelerine göre daha yüksek ortalamalara sahiptir. Bu durum her grubun kendi MOE tasarımına güvendiği ve yüksek puan verme eğiliminde olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 5.5. Etkinliklerinin modelleme prensipleri bağlamında değerlendirmesinde öz, akran ve uzman değerlendirme ortalamaları

Gruplar		Prensipler				
		Gerçeklik	Model Oluşturma	Öz Değerlendirme	Yapı Belgelendirme	Model Genelleme
Ölüyen Yürüler	Öz	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Akran	3,00	2,25	2,18	2,52	2,32
	Uzman	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00
Pisagorcular	Öz	3,00	2,25	2,50	2,75	2,50
	Akran	2,19	2,06	1,50	2,19	1,81
	Uzman	2,00	3,00	2,00	3,00	3,00
Seçici Geçirgenler	Öz	2,63	2,25	2,25	2,81	2,44
	Akran	2,52	2,11	1,77	2,80	1,84
	Uzman	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00
Sonsuz / Sonsuzlar	Öz	3,00	2,81	2,06	2,81	2,06
	Akran	3,00	2,32	1,77	2,73	2,18
	Uzman	3,00	2,00	1,00	2,00	3,00

Not: 1) Puan ve modelleme uygunluk düzeyi ilişkisi aşağıda verilmiştir.
0,00-0,74 "belirlenemedi"; 0,75-1,49 "uygun değil"; 1,50-2,24 "kısmen uygun"; 2,25-3,00 "tamamen uygun"
2) "Uygun" düzey aralığında kalan puanlar "yeşil" renk ile "kısmen uygun" düzey aralığında kalan aralıklar "sarı" renk ile işaretlenmiş; uygun değil düzeyinde ise renklendirme yapılmamıştır.

Gruplar tarafından hazırlanan MOE'lere uzmanlar tarafından yapılan incelemelerde her hangi bir grubun MOE'si matematiksel modelleme prensiplerinin tümüne uygun olarak değerlendirilmemiştir. Uzmanlar tasarlanan MOE'leri model genelleme prensiplerine uygun olarak değerlendirilirken, tasarlanan etkinlikler öz değerlendirme prensibine kısmen uygun ya da uygun değil olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte gruplara ait MOE'lerin bazılarında gerçeklik, model oluşturma ve yapı belgelendirme prensiplerinde eksiklikler olduğu uzman değerlendirilmelerinden anlaşılmaktadır.

5.3. Matematiksel Modelleme Yeterlik Eğitiminin Modelleme Yeterlikleri ve Alt Boyutları Üzerine etkisi

Tablo 5.6.' da MMYT ön ve son uygulama normallik testi sonuçları verilmiştir. Tablo incelendiğinde Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testlerinden elde edilen değerlerin ön ve son uygulama ölçümlerinin normal dağıldığını göstermektedir ($p > 0,05$). Fakat Field (2009), normalliğin belirlenmesinde çarpıklık ve basıklık katsayıları için hesaplanacak z puanlarının incelenmesinin Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testlerinden daha güvenilir sonuçlar vereceğini belirtmektedir. Bu değerler göz önüne alındığında da ön ve son uygulama puanlarının normal dağılım gösterdiği ifade edilebilir. Burada elde edilen bulgudan hareketle ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlik testi ön ve son uygulama puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını test etmek için eşleştirilmiş gruplar t-testi (paired-samples t-test) yapılmıştır.

Tablo 5.6. MMYT Ön-test ve Son-test normallik testi sonuçları

Grup	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk	Skewness	Standart Hata	Kurtosis	Standart Hata
Ön-test	,200	,146	,684	,580	-,614	1,121
Son-test	,200	,421	,317	,580	-1,010	1,121

MMYT ön-test ve son-test ortalama puanları arasındaki farkın anlamlılığı için yapılan t-testi sonuçları Tablo 5.7'de verilmiştir. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme eğitimi ve matematiksel modelleme etkinlikleri tasarlama süreçleri sonrasında matematiksel modelleme yeterlikleri toplam puanlarında anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur [$t_{(14)}$= -11,78, p<,01]. Öğretmen adaylarının uygulama öncesi modelleme yeterlik puanlarının ortalaması 17,90 iken, modelleme etkinlikleri sonrasında 41,73'e yükseldiği görülmüştür. Bu bulgu matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini artırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 5.7. MMYT ön-test ve son-test ortalama puanların t-testi sonuçları

		N	Ortalama	Standart Sapma	sd	t	p
Problemi Anlama	Ön-test	15	3,80	1,25	14	-6,70	,000
	Son-test	15	7,70	2,11			
Sadeleştirme	Son-test	15	3,60	2,16	14	-4,09	,001
	Son-test	15	7,33	2,79			
Matematikselleştirme	Ön-test	15	4,00	1,67	14	-7,05	,000
	Son-test	15	8,50	1,94			
Matematiksel Olarak Çalışma	Ön-test	15	3,90	1,77	14	-6,99	,000
	Son-test	15	8,30	2,40			
Yorumlama	Ön-test	15	1,80	1,81	14	-8,24	,000
	Son-test	15	6,70	2,33			
Doğrulama	Ön-test	15	,80	,77	14	-4,43	,001
	Son-test	15	3,20	1,86			
Toplam Puan	Ön-test	15	17,90	4,22	14	-11,78	,000
	Son-test	15	41,73	8,90			

Tablo 5.7.'den MMYT ön-test ve son-test ortalama puanları arasındaki farkın modelleme yeterlikleri alt boyutlarındaki anlamlılığı incelendiğinde öğretmen

adaylarının matematiksel modelleme eğitimi ve matematiksel modelleme etkinlikleri tasarlama süreçleri sonrasında problemi anlama alt yeterlik puanlarında anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur [t(14)= -6,70, p<,01]. Öğretmen adaylarının uygulama öncesi problemi anlama yeterlik puanlarının ortalaması 3,80 iken, modelleme etkinlikleri sonrasında 7,70'e yükseldiği görülmüştür. Bu bulgu matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretmen adaylarının problemi anlama yeterliklerini artırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Modelleme eğitimi ve matematiksel modelleme etkinlikleri tasarlama süreci OMÖA'ların sadeleştirme alt yeterlik puanlarında da anlamlı bir artışa neden olduğu belirlenmiştir [$t_{(14)}$= -4,09, p<,01]. Uygulama öncesi modelleme yeterlik puan ortalaması 3,60 iken, modelleme etkinlikleri sonrasında 7,33'e yükselmiştir. Bu durum matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretmen adaylarının sadeleştirme yeterliklerini artırmada önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

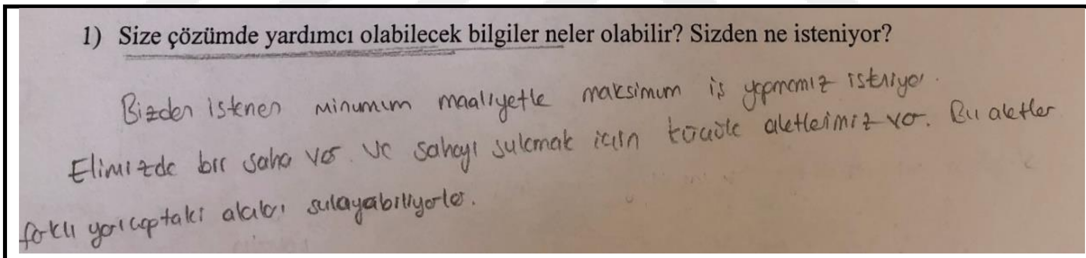
Tabloya göre diğer bir alt boyut olan matematikselleştirme yeterliğine ilişkin ön ve son uygulama ortalama puanları t-testi sonuçlarına bakıldığında son test puanları lehine anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur [$t_{(14)}$= -7,05, p<,01]. Uygulama öncesi matematikselleştirme yeterlik gerçekleştirilen uygulama sonrasında puan ortalamalarının 4,00'den 8,50'ye çıktığı belirlenmiştir. Bir başka ifadeyle modelleme etkinlikleri sonrasında öğretmen adaylarının gerçek yaşam bağlamında verilen bir durumu matematiksel olarak ifade etme yeterliklerinde artış olduğu söylenebilir. Öğretmen adaylarının matematiksel olarak çalışma yeterliklerine ilişkin uygulama öncesi ve sonrası puan ortalamaları incelendiğinde ortalamaların 3,90 dan 8,30'a çıktığı ve bu artışın istatistiksel olarak anlamalı olduğu görülmektedir [$t_{(14)}$= -6,99, p<,01]. Benzer olarak modelleme yeterlik eğitimi uygulama sürecinin yorumlama ve doğrulama alt boyutlarının ön-test ve son-test ortalama puanlarında son-test lehine bir artış olduğu görülmüştür (Yorumlama için 1,80'den 6,70'e; doğrulama için 0,80'den 3,20'ye artış). Yorumlama [$t_{(14)}$= -8,24, p<,01] ve doğrulama [$t_{(14)}$= -4,43, p<,01] alt boyutları açısından ön ve son uygulama puanları arasında görülen farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu Tablo 2'den görülmektedir. Buna karşın tüm modelleme alt yeterlikleri ön-test ve son-test puanları incelendiğinde öğretmen adaylarının doğrulama ortalama puanlarının düşük kaldığı ortaya çıkmaktadır.

5.3.1. Eğitim Sürecinin Matematiksel Modelleme Yeterliklerine Yansımaları

Önceki kısımda matematiksel modelleme yeterlik eğitim sürecinin öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine istatistiki olarak anlamlı etkileri belirlenmişti. Bu kısımda ise bu gelişmenin MMYT ön ve son uygulamalarına yansımaları öğretmen adaylarının cevap kâğıtları üzerinden örneklendirilmiştir.

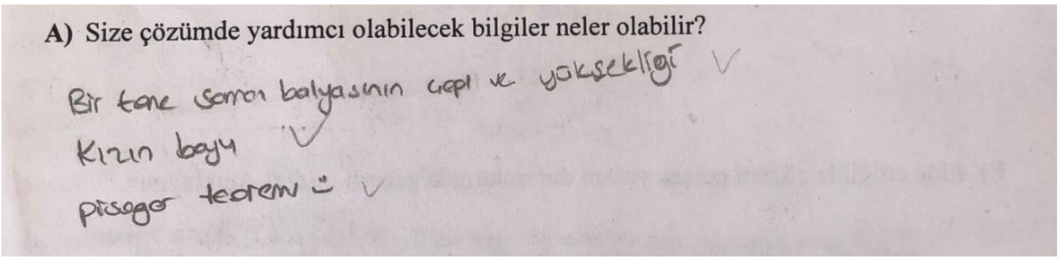
5.3.1.1. Problemi anlama yeterliğine yönelik yansımalar

Problemi anlama yeterliği problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelerin kullanılmasını, verilenlerin ve istenenlerin belirlemesini ve aralarında uygun bir ilişki kurmayı gerektiren bir yeterliktir. MMYT uygulamalarında yer alan ilk sorular öğrenciden problemi anlamlandırma düzeylerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Fotoğraf 5.5.'de bir öğretmen adayının MMYT uygulamalarında problemi anlama düzeyine ilişkin sorulara verdiği cevap örneği yer verilmiştir.


1) Size çözümde yardımcı olabilecek bilgiler neler olabilir? Sizden ne isteniyor?

Bizden istenen minumum maaliyetle maksimum iş yapmamız isteniyor. Elimizde bir saha var ve sahayı sulamak için [illegible] aletlerimiz var. Bu aletler farklı yarıçaptaki alanları sulayabiliyorlar.

(a) Buca arena problemi çözüm


A) Size çözümde yardımcı olabilecek bilgiler neler olabilir?

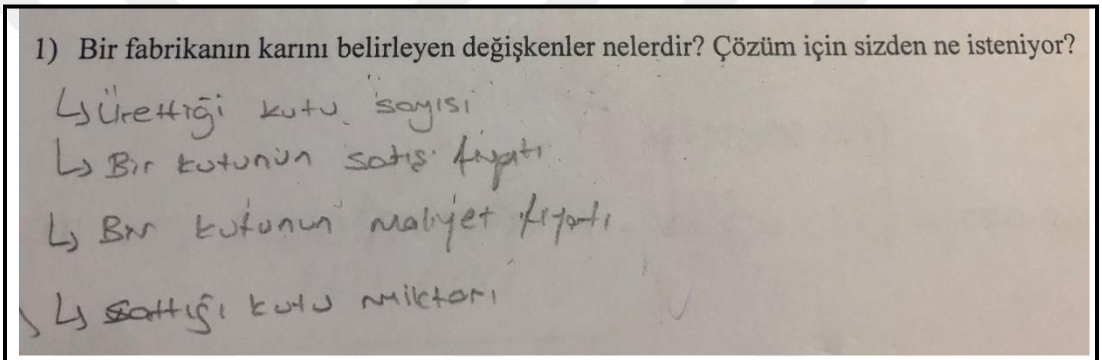
Bir tane saman balyasının çapı ve yüksekliği
Kızın boyu
pisagor teoremi

(b) Saman balyası problemi çözümü

Fotoğraf 5.5. Anlama yeterliği gelişimine yansımalar 1

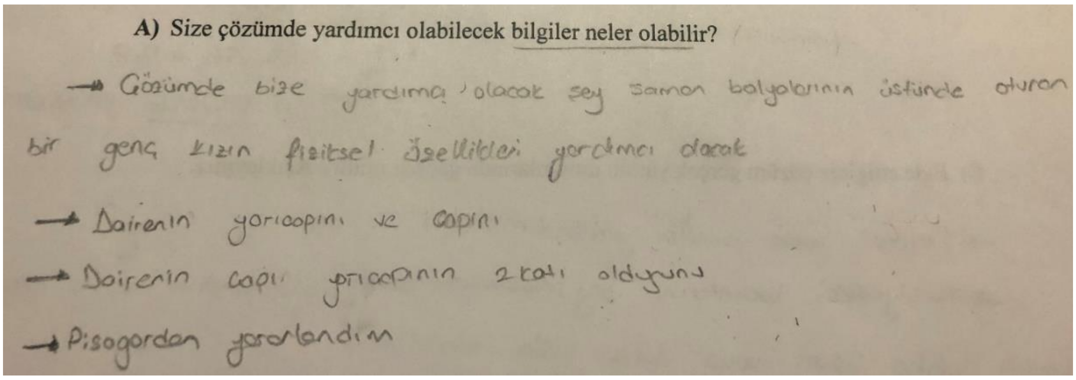
Öğretmen adayının MMYT ön uygulamasında yer verilen *Buca Arena Stadyumu* probleminde anlama basamağına ait soruya cevabı (Fotoğraf 5.5.a) irdelendiğinde öğretmen adayının sadece soruda verilen durumu özetleme girişimi göze çarpmaktadır. Diğer taraftan soruda verilen bilgilerle istenen durum arasında ilişki kurma girişiminde bulunmamış ve problemi anlama düzeyi yetersiz olarak belirlenmiştir. Aynı öğretmen adayı MMYT son uygulamasında yer alan *Saman Balyası* problemini anladığını gösteren ve istenen bilgiyi elde etmek için gerekli ilişkiyi sağlayacak durumları (Görselde verilen saman balyasına ait parametreler, görselde yer alan kişi ve bu iki unsur arasında ki ilişkiyi sağlayacak Pisagor teoremi) belirlediği anlaşılmaktadır (Fotoğraf 5.5.b).

Başka bir öğretmen adayının problemi anlama yeterliğine yönelik gelişimlerle ilgili görseller Fotoğraf 5.6.'da verilmiştir.


1) Bir fabrikanın karını belirleyen değişkenler nelerdir? Çözüm için sizden ne isteniyor?

↳ Ürettiği kutu sayısı
↳ Bir kutunun satış fiyatı
↳ Bir kutunun maliyet fiyatı
↳ Sattığı kutu miktarı

(a) Çikolata fabrikası problemi çözüm (Ön test soru 1)


A) Size çözümde yardımcı olabilecek bilgiler neler olabilir?

→ Çözümde bize yardımcı olacak şey saman balyalarının üstünde oturan bir genç kızın fiziksel özellikleri yardımcı olacak
→ Dairenin yarıçapını ve çapını
→ Dairenin çapı yarıçapının 2 katı olduğunu
→ Pisagordan yararlandım

(b) Saman balyası problemi çözümü (Son test soru 1)

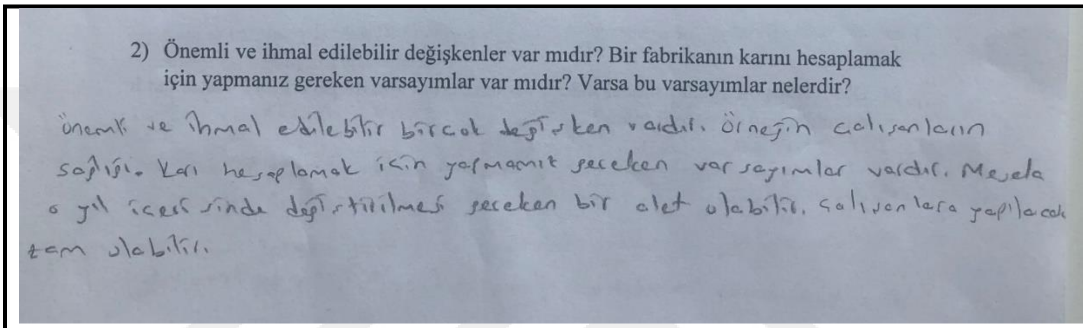
Fotoğraf 5.6. Anlama yeterliği gelişimine yansımalar 2

Öğretmen adayının *Çikolata Fabrikası* probleminin anlama yeterliğine ilişkin çözümü incelendiğinde, bir fabrikanın karını belirleyen değişkenlerini bir ölçüde, bir kutu fiyatı üzerinden değerlendirmiş, fabrikanın sabit gideri, satıştan elde edilen gelir gibi değişkenlere değinmemiştir (Fotoğraf 5.6.a.). Ayrıca “Çözüm için sizden ne isteniyor?” sorusuna öğretmen adayı tarafından cevap verilmediği belirlenmiştir. Son testte uygulanan *Saman Balyası* probleminin anlama basamağına ait çözümde öğretmen adayının “çözümde bize yardımcı olacak şey saman balyalarının üstünde oturan bir genç kızın fiziksel özellikleri yardımcı olacak” ifadesi ile problemde verilenleri iyi derecede ifade etmiş olmakla beraber çözüm sürecinde kullanacağı temel kavram ve formülleri de belirterek anlama basamağında anlamlı bir gelişmenin var olduğunu göstermektedir (Fotoğraf 5.6.b.).

5.3.1.2. Sadeleştirme yeterliğine ait yansımalar

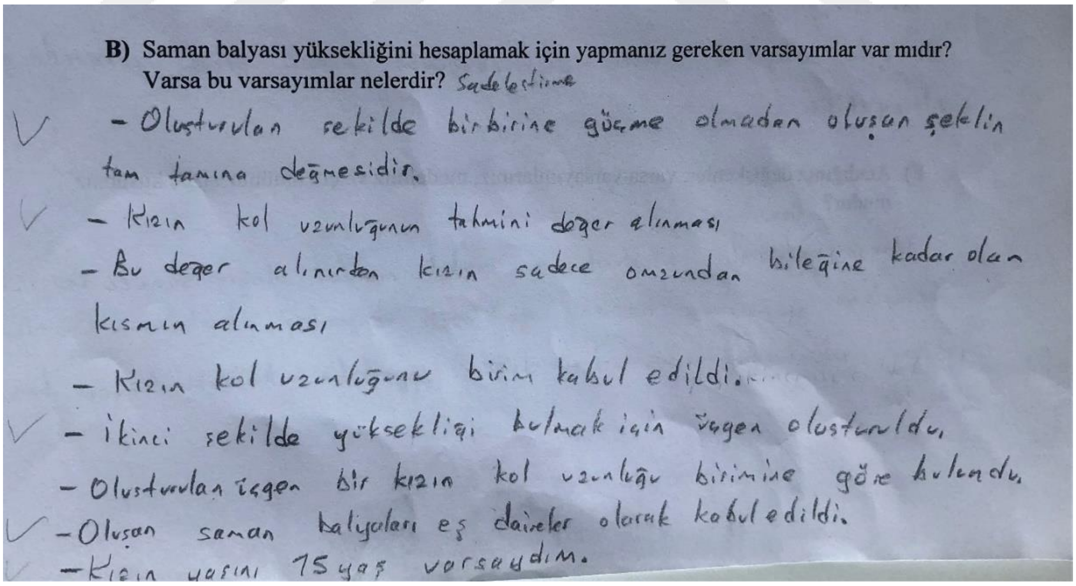
Problemi sadeleştirme yeterliği durumu etkileyen nicelikleri ayrıt etmeyi, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlemeyi, değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymayı ve gerçekçi varsayımlarda bulunmayı gerektiren bir yeterliktir. Bu kısımda MMYT uygulamalarından belirlediğimiz sadeleştirme yeterliğine yönelik nicel gelişimleri, MMYT ön ve son uygulamalarından örneklerle niteliksel olarak desteklenmek amaçlanmıştır.

Fotoğraf 5.7’de bir öğretmen adayının MMYT uygulamalarına verdiği cevaplar üzerinden sadeleştirme yeterlik durumları örneklendirilmiştir. Öğretmen adayının *Çikolata Fabrikası* problemi sadeleştirme basamağına ilişkin çözüm örneği incelendiğinde “önemli ve ihmal edilebilir birçok değişken vardır. Örneğin çalışanların sağlığı. Karı hesaplamak için yapmamız gereken varsayımlar vardır. Mesela o yıl içerisinde değiştirilmesi gereken bir alet olabilir…” ifadesiyle öğretmen adayından beklenilen “üretilen çikolata miktarı önemlidir, maksimum üretim miktarı ihmal edilebilir, ayrıca üretim ve sabit giderler, işçi, hammadde, makine bakım, dağıtım masraflarını vb. içermelidir” şeklinde bir açıklamanın olmadığı belirlenmiştir. Bunun yerine öğretmen adayı problem çözümü ile ilgili özel birtakım sorunlar ileri sürmüştür. Öğretmen adayının MMYT son test *Saman Balyası* problemi sadeleştirme basamağına ait çözümüne baktığımızda “oluşturulan şekilde birbirine göçme olmadan oluşan şeklin tam tamına değmesidir. Oluşan saman balyaları eş daireler olarak kabul edildi.” açıklaması ile günlük konuşma dili olarak belirttiği göçme olmadan oluşan şeklin tam tamına değmesi ifadesinin matematik diliyle “birbirine dıştan teğet” ifadesine denk düştüğü ve oluşan saman balyalarını eş daireler olarak kabul etmesi doğru bir varsayım yaklaşımı olarak kabul edilmiştir. “İkinci şekilde yüksekliği bulmak için üçgen oluşturuldu” ifadesi ile de öğretmen adayının yukarıda bahsettiği varsayımlardan yola çıkarak model oluşturma basamağına hazırlık yaptığı ve varsayımını geliştirdiği belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adayı “Kızın yaşını 15 varsaydım.” ifadesi ile çözüm için gerekli olan saman balyası üstünde oturan kızın boy uzunluğunu, belirli boy uzunluğu aralığına sıkıştırarak ileriki basamaklarda yaklaşık değer bulma eğilimine geçmiştir.


2) Önemli ve ihmal edilebilir değişkenler var mıdır? Bir fabrikanın karını hesaplamak için yapmanız gereken varsayımlar var mıdır? Varsa bu varsayımlar nelerdir?

önemli ve ihmal edilebilir birçok değişken vardır. Örneğin çalışanların sayısı. Karı hesaplamak için yapmamız gereken varsayımlar vardır. Mesela o yıl içerisinde değiştirilmesi gereken bir alet olabilir. Salıyonlara yapılacak tam olabilir.

(a) Çikolata fabrikası problemi çözümü

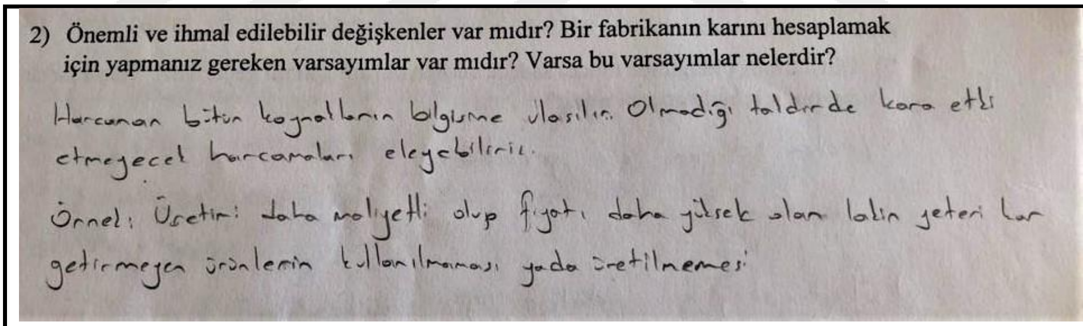

B) Saman balyası yüksekliğini hesaplamak için yapmanız gereken varsayımlar var mıdır? Varsa bu varsayımlar nelerdir? Sadeleştirme

- Oluşturulan şekilde birbirine güçme olmadan oluşan şeklin tam tamına değmesidir.
- Kızın kol uzunluğunun tahmini değer alınması
- Bu değer alınırken kızın sadece omzundan bileğine kadar olan kısmın alınması
- Kızın kol uzunluğunu birim kabul edildi.
- İkinci şekilde yüksekliği bulmak için üçgen oluşturuldu.
- Oluşturulan üçgen bir kızın kol uzunluğu birimine göre bulundu.
- Oluşan saman balyaları eş daireler olarak kabul edildi.
- Kızın yaşını 15 yaş varsaydım.

(b) Saman balyası problemi çözümü

Fotoğraf 5.7. Sadeleştirme yeterliği gelişimine ait yansımalar 1

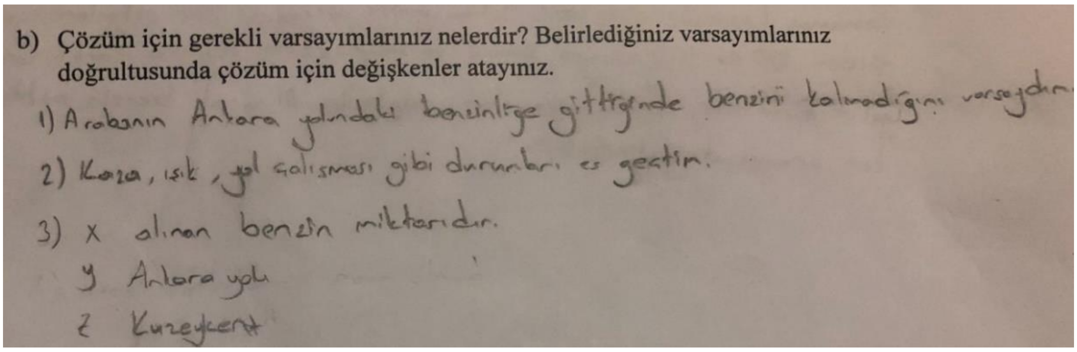
Diğer bir öğretmen adayının sadeleştirme basamağına ilişkin sorulara verdiği örnek cevaplar Fotoğraf 5.8.’de verilmiştir. Öğretmen adayının *Çikolata Fabrikası* problemi sadeleştirme basamağına ait çözümü incelendiğinde “üretilen çikolata miktarı önemlidir, maksimum üretim miktarı ihmal edilebilir, ayrıca üretim ve sabit giderler, işçi, hammadde, makine bakım, dağıtım masraflarını vb. içermelidir” gibi değişken özelliklerine ve varsayımlara yer verilmediği belirlenmiştir (Fotoğraf 5.8.a.). Öğretmen adayı kendisinden beklenen cevapları vermek yerine, problem çözümü için gerekli olmayan “maliyeti yüksek olup satış fiyatı düşük olan ürünlerin üretilmemesi” gibi önerilere yer vermiştir. MMYT son testinde yer alan Akaryakıt Problemi çözüm sürecinde ise öğretmen adayı “arabanın Ankara yolundaki benzinliğe gittiğinde benzini kalmadığını varsaydım.” ifadesi ile Kuzeykent’teki benzin istasyonu hakkında herhangi bir varsayımda bulunmamasına rağmen Ankara yolundaki benzin istasyonuna gitmek için yeterli benzine sahip olduğunu ve istasyona vardığında benzinin kalmadığı varsayımında bulunmuştur (Fotoğraf 5.8.b). “Kaza, ışık, yol çalışması gibi durumları es geçtim” ifadesi ile trafikte geçen süreyi ihmal etmiş, kendisine bir sonraki basamakta rahat bir çalışma ortamı sağlamaya çalışmıştır. Ayrıca çözüm için değişkenler atamıştır.


2) Önemli ve ihmal edilebilir değişkenler var mıdır? Bir fabrikanın karını hesaplamak için yapmanız gereken varsayımlar var mıdır? Varsa bu varsayımlar nelerdir?

Harcanan bütün kaynakların bilgisine ulaşılır. Olmadığı taktirde kara etki etmeyecek harcamaları eleyebiliriz.

Örnek: Üretim: daha maliyetli olup fiyatı daha yüksek olan lakin yeteri kar getirmeyen ürünlerin kullanılmaması yada üretilmemesi

(a) Çikolata fabrikası problemi çözümü


b) Çözüm için gerekli varsayımlarınız nelerdir? Belirlediğiniz varsayımlarınız doğrultusunda çözüm için değişkenler atayınız.

1) Arabanın Ankara yolundaki benzinliğe gittiğinde benzini kalmadığını varsaydım.

2) Kaza, ışık, yol çalışması gibi durumları es geçtim.

3) x alınan benzin miktarıdır.

y Ankara yolu

z Kuzeykent

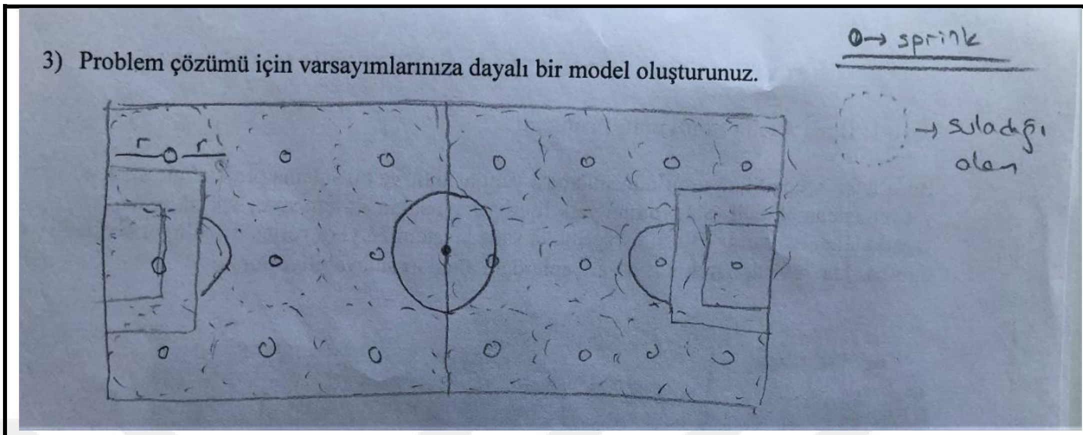
(b) Akaryakıt problemi çözümü

Fotoğraf 5.8. Sadeleştirme yeterliği gelişimine ait yansımalar 2

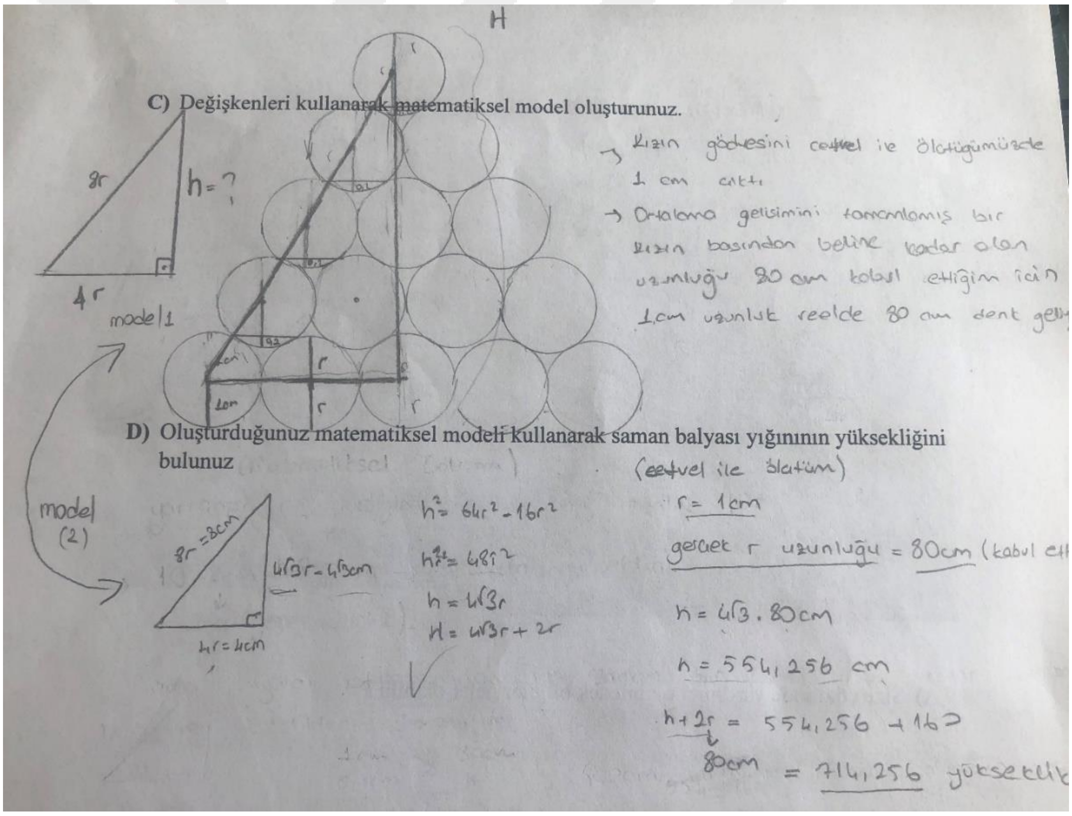
5.3.1.3. Matematikselleştirme yeterliğine ait yansımalar

Matematikselleştirme yeterliği nicelikler ve aralarındaki ilişkileri matematik terminolojisi ile ifade etmeyi, gerektiğinde sadeleştirmeler yoluyla gerçek yaşam durumunu basitleştirmeyi, uygun matematiksel gösterimleri seçmeyi ve gerçek yaşam durumlarını uygun temsillerle ifade etmeyi içeren yeterliktir. Bu kısımda öğretmen adaylarının matematikselleştirme becerilerinde gelişimlerinin izlerini ortaya koyacağız.

Fotoğraf 5.9.'da bir öğretmen adayının MMYT uygulamalarına verdiği cevaplar üzerinden matematikselleştirme yeterliği örneklendirilmiştir. *Buca Arena Stadyumu* Problemi matematikselleştirme basamağına ait çözümde beklenilen yeterlik, modelde en az sayıda sprink kullanmak için sprinklerin sulama alanını gösteren dairelerin birbirine teğet olacak biçimde yerleştirilmesi gerektiğini belirlemesidir. Bununla birlikte tüm stadyumun sulanmasının sağlanması için teğet dairelerin aralarına eş daireleri yine teğet olacak şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Fotoğraf 5.9.a.'da verilen çözüm incelendiğinde problemde geçen "tüm sahanın mümkün olduğunca eşit miktarda sulanması ve mümkün olduğunca kuru yer kalmaması için sprey sprinkleri nasıl yerleştirirsiniz?" ifadesine rağmen dairelerin aralarında boşluk bırakıldığı, dolayısıyla mümkün olduğunca eşit miktarda sulanması ve kuru yer kalmaması gerektiği söyleminin dikkate alınmadığı belirlenmiştir. Bu durum verilen problemin doğru matematiksel modeline ulaşılmasına ve değişkenler arasındaki ilişkinin doğru olarak kurulmasına engel olmuştur. Aynı öğretmen adayının MMYT son uygulamasında yer alan *Saman Balyası* problemi matematikselleştirme basamağına ilişkin çözümü irdelendiğinde varsayımlar dâhilinde çemberleri eş kabul edip, dıştan teğet olduklarını kabul ederek "model 1" diye belirttiği modelini oluşturmuştur (Fotoğraf 5.9.b.). Öğretmen adayının "model 2" olarak belirttiği modeli, doğru ve olması gereken bir matematiksel model olmakla beraber, matematikselleştirme basamağı için ayrılan bölüme yazılması daha uygun olacaktır. Yine öğretmen adayının daha önceden belirlediği değişkenler (Kızın gövdesi, saman balyası yığınındaki saman miktarları, her bir yığının yüksekliği) arasındaki ilişkileri kontrol ettiği ve gerçek yaşamdan aldığı veri ile (kızın boyunun yüksekliği) görseldeki kızla ilgili kendi ölçümü sonucunda belirlediği bel yüksekliği (1cm) arasındaki ilişkiden bir ölçeklendirme oluşturmuştur. Sonrasında da Pisagor bağıntısı yoluyla çözüme girmeyi hedeflemiştir.



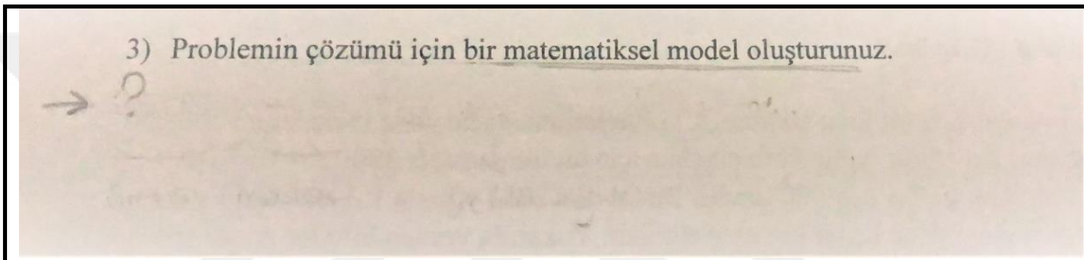
(a) Buca Arena Stadyumu problemi çözümü



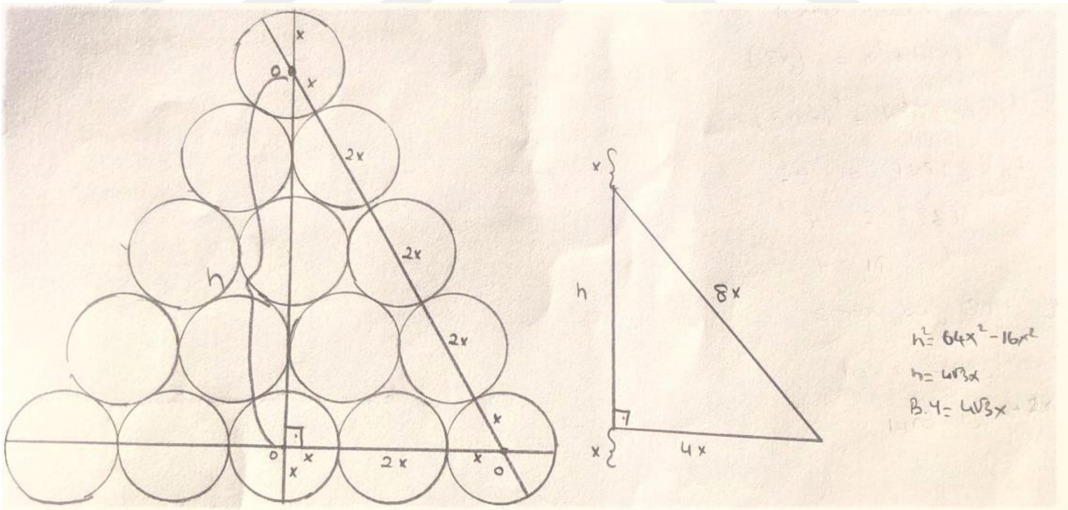
(b) Saman balyası problemi çözümü

Fotoğraf 5.9. Matematikselleştirme yeterliği gelişimine yansımalar 1

Başka bir öğretmen adayının MMYT ön ve son uygulamalarında matematikselleştirme yeterliğine ilişkin çözüm süreçlerine ilişkin çözüm durumları Fotoğraf 5.10.’da sunulmuştur. MMYT ön test çikolata fabrikası probleminin çözümü istenmesine rağmen, öğretmen adayının herhangi bir model oluşturma yaklaşımında bulun(a)madığı belirlenmiştir (Fotoğraf 5.10.a.). Öğretmen adayı son uygulamada yer alan *Saman Balyası* problemi çözümünde saman balyalarının matematiksel bir model olarak ifadesini şekil olarak vermiş, bir önceki basamakta her bir saman balyasını eş ve birbirlerine dıştan teğet varsaydığını belirtmemesine rağmen modelde eş olarak resmetmiştir (Fotoğraf 5.10.b.). Bununla birlikte matematiksel modelini Pisagor teoremi kullanarak kurgulamıştır. Yine bir önceki basamakta öğretmen adayı kullanacağı değişkenleri belirtmemesine rağmen, doğru modeli doğru basamakta kurmayı başarmıştır.



(a) Çikolata fabrikası problemi çözümü



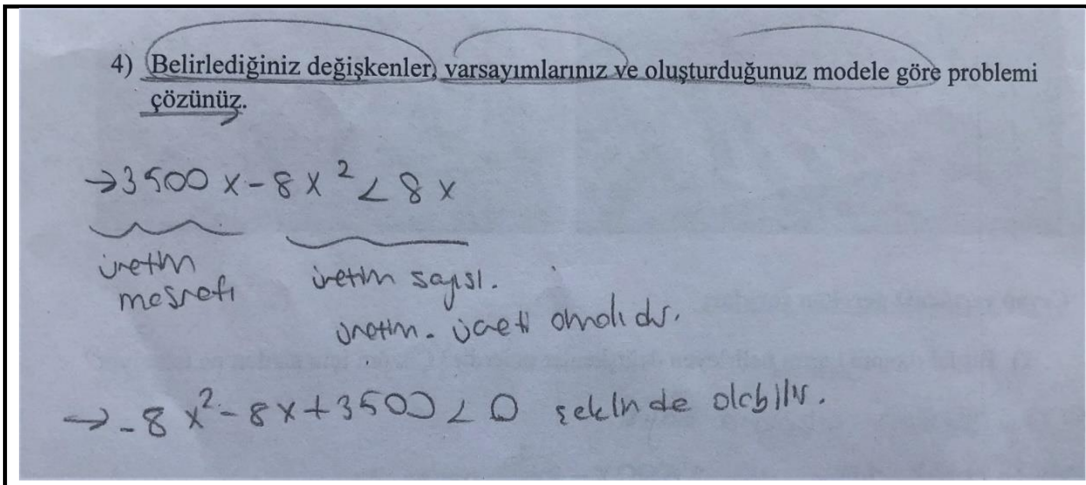
(b) Saman balyası problemi çözümü

Fotoğraf 5.10. Matematikselleştirme yeterliği gelişimine yansımalar 2

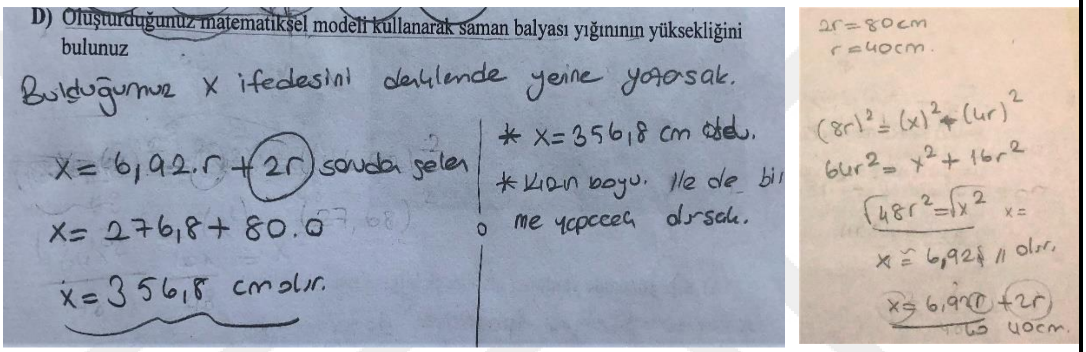
5.3.1.4. Matematiksel olarak çalışma yeterliğine ait yansımalar

Matematiksel olarak çalışma yeterliği doğru oluşturulan matematiksel modelleri kullanarak doğru matematiksel çözüme ulaşmayı gerektiren yeterliktir. Bu yeterlik ayrıca problemi kısımlar halinde çözme, önceden karşılaşılmış benzer problemlerle ilişkilendirme, problemi faklı durumlarını inceleme (özel durumları inceleme gibi) ve değişkenleri uygun niceliklerle eşleştirme gibi becerileri gerektirmektedir. Bununla birlikte yeterliğin odağında problemi çözme sürecinde matematiksel bilgileri kullanma yer almaktadır. Aşağıda, eğitim süreci sonunda öğretmen adaylarının matematiksel olarak çalışma yeterliklerindeki gelişmeler örnekler dâhilinde açıklanmıştır.

Fotoğraf 5.11.'de bir öğretmen adayının matematiksel olarak çalışma yeterliğine ilişkin çözüm örnekleri sunulmuştur. Öğretmen adayının *Çikolata Fabrikası* problemi matematiksel olarak çalışma basamağına ait çözümünü ele aldığımızda, matematiksel olarak çalışma basamağını uygun bir şekilde anlamlandıramadığını, herhangi bir çözüm yaklaşımında bulunmamasıyla birlikte bir üst basamağa ait (matematikselleştirme basamağı) olması gereken model oluşturma yeterliğini bu basamakta gerçekleştirmeye çalıştığı, fakat kabul edilebilir bir model olmadığı belirlenmiştir. Adayın çözümü incelendiğinde çikolataların üretim ($her\ x\ bin\ çikolata\ için\ 3500x - 8x^2$) ve çikolata satış getirisi ($her\ x\ bin\ çikolata\ için\ 8000x$) dışında başka bir etkeni (örneğin, üretilen 150.000 kutu çikolata ve soruda ifade edilen fabrikanın yıllık 215.000 TL sabit gideri gibi) değerlendirmediği ve bununla birlikte x değişkeninin alacağı değeri kullanmadığı görülmektedir (Fotoğraf 5.11.a.). Aynı öğretmen adayı MMYT son testine ait *Saman Balyası* probleminde bir önceki basamakta doğru matematiksel model oluşturarak (x = 6,92r + 2r), söz konusu matematiksel olarak çalışma basamağında doğru ve uygun çözüm yaklaşımında bulunmuştur (Fotoğraf 5.11.b). Herhangi bir değişken için sorunun ifadesinde bir değer belirlenmemesine rağmen öğretmen adayı kendi kurduğu model üzerinde değerlerin gerçek yaşamdaki yaklaşık karşılıklarını (kızın boyu ve saman balyasının çapı) ve soruda verilen görsellerdeki ölçümleriyle ilişkilendirmiş matematiksel olarak çalışma sürecinde bu değerleri işe koşmuştur.



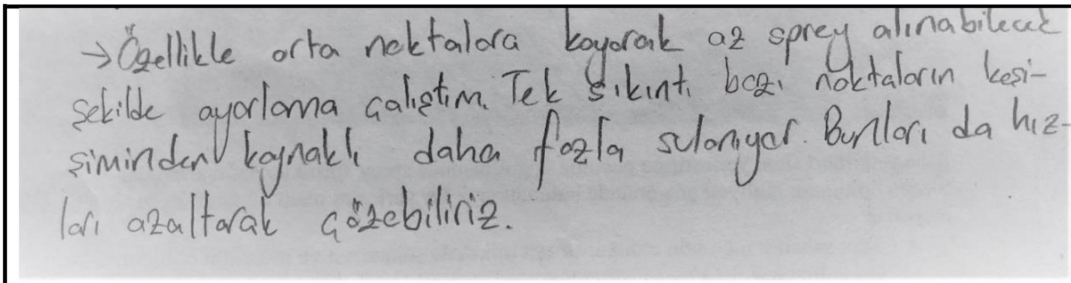
(a) Çikolata fabrikası problemine ait çözüm



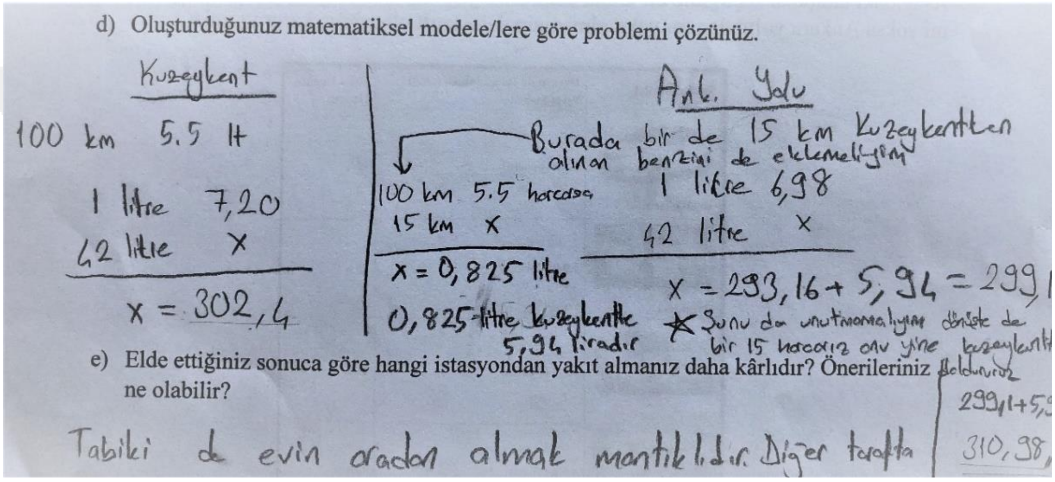
(b) Saman balyası problemine ilişkin çözüm

Fotoğraf 5.11. Matematiksel olarak çalışma yeterliği gelişimine yansımalar 1

Başka bir öğretmen adayına ait matematiksel olarak çalışma yeterliğine ilişkin çözüm örnekleri ait Fotoğraf 5.12.'de sunulmuştur. Öğretmen adayının *Buca Arena Stadyumu* problemi matematiksel olarak çalışma basamağına ait çözümü incelendiğinde, matematiksel olarak çalışma basamağını uygun bir şekilde anlamlandıramadığı, herhangi bir çözüm yaklaşımında bulunmamasıyla birlikte çözüme ait bir plan oluşturmaya çalışmıştır (Fotoğraf 5.12.a.). Bu süreçte problemi anlama ve sadeleştirme basamaklarında değinmediği "sprinklerin hızı (su fışkırtma kapasitesi)" değişkenini ele almıştır. Ancak beklenilen, değişkeni temsil etme, matematiksel ifadeyi yazma ya da çözümde uygulama girişiminde bulunamamıştır. Aynı öğretmen adayı MMYT son testine ait *Akaryakıt İstasyonu* problemine ait çözümünde, matematikselleştirme basamağında geliştirdiği modele uygun olarak farklı uzaklıklarda yer alan benzinliklere ait maliyet hesaplamalarını uzaklıkları ve aracın litre başına tüketim durumlarını göz önünde bulundurarak gerçekleştirmiştir. Bununla birlikte matematiksel işlemleri doğru olarak yürüttüğü belirlenmiştir (Fotoğraf 5.12.b.).



(a) Buca Arena Stadyumu problemine ait çözüm


d) Oluşturduğunuz matematiksel modele/lere göre problemi çözünüz.

e) Elde ettiğiniz sonuca göre hangi istasyondan yakıt almanız daha kârlıdır? Önerileriniz ne olabilir?

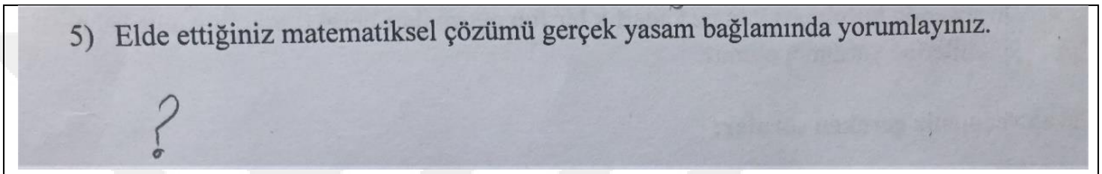
(b) Akaryakıt İstasyonu problemine ilişkin çözüm

Fotoğraf 5.12. Matematiksel olarak çalışma yeterliği gelişimine yansımalar 2

5.3.1.5. Yorumlama yeterliğine ait yansımalar

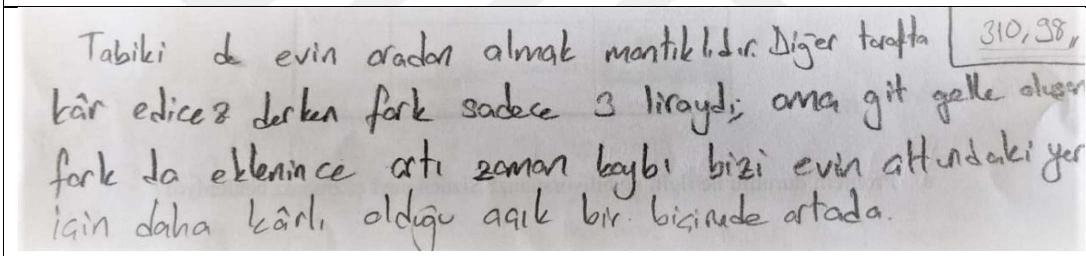
Matematiksel modelleme sürecinde yer alan modelleme yeterliği matematiksel sonuçları gerçek yaşam gibi matematiksel olmayan farklı bağlamlarda yorumlamayı gerektiren bir yeterliktir. Yorumlama yeterliğine dair öğretmen adaylarının gelişimlerini gösteren durumlar ilerleyen kısımlarda verilmiştir.

Bir öğretmen adayı MMYT ön uygulamasında *Buca Arena Stadyumu* problemindeki yorumlama basamağına ilişkin çözümünde her hangi bir yorum sergilememiştir (Fotoğraf 5.13.a). Aynı öğretmen adayının son uygulamada yer alan *Akaryakıt Problemi* yorumlama sürecinde bir önceki basamakta gerçekleştirdiği uygun ve doğru matematiksel çözümlerle ulaştığı matematiksel sonuçları gerçek yaşam bağlamında değerlendirebildiği görülmektedir (Fotoğraf 5.13.b). Öğretmen adayının ulaştığı matematiksel sonuçlara dayanarak evinin yakınında olan Kuzeykent istasyonundan benzin almanın daha karlı olacağını belirlemiştir. "Diğer taraftan kar edeceğiz derken fark sadece 3 liraydı, ama git gelle oluşan fark da eklenince artı zaman kaybı bizim evin altındaki yer için daha karlı olduğu açık bir biçimde ortada" şeklindeki ifadesinden elde ettiği matematiksel sonucu problemin gerçek yaşam bağlamında değerlendirdiğini ve bir karara ulaştığını göstermektedir. Bu bağlamda öğretmen adayı doğru ve uygun yorumlama yeterliği göstermiştir.


5) Elde ettiğiniz matematiksel çözümü gerçek yasam bağlamında yorumlayınız.

?

(a) Buca Arena Stadyumu problemine ilişkin çözüm

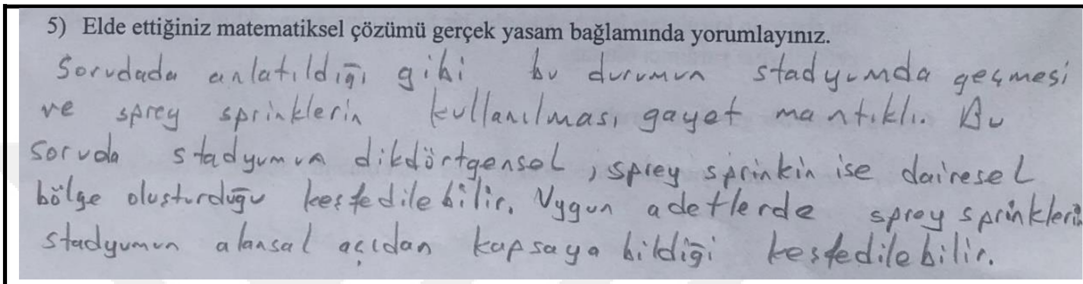

Tabiki de evin oradan almak mantıklıdır. Diğer tarafta kâr edicez derken fark sadece 3 liraydı; ama git gelle oluşan fark da eklenince artı zaman kaybı bizi evin altındaki yer için daha kârlı olduğu açık bir biçimde ortada.

310,38,

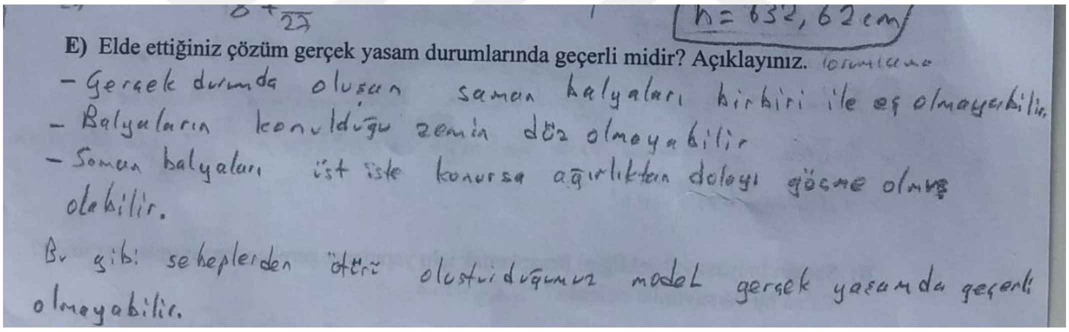
(b) Akaryakıt istasyonu problemi çözümü

Fotoğraf 5.13. Yorumlama yeterliği gelişimine yansımalar 1

Diğer bir öğretmen adayı *Buca Arena Stadyumu* problemi yorumlama sorusuna verdiği "bu sorunun stadyumda geçmesi ve sprey sprinklerin kullanılması mantıklı." ifadesi ile soruyu anlamadığı ve kendi çözümünden ziyade sorunun bağlamını yorumladığı görülmektedir. Bununla birlikte diğer ifadelerinde soruyu keşfedilebilecek durumları açıklamaya çalışmış ancak soruda kullandığı modelin diğer bağlamlarda kullanılabilirliği ile ilgili yorumlama yapmamıştır (Fotoğraf 5.14.a). Yorumlama yeterliğinde önemli olan bir husus da çözümler hakkında uygun bir iletişim dili kullanma becerisidir (Bukova Güzel, vd. 2016) ve öğretmen adayı ön test uygulamasında bu becerileri sergileyememiştir. Aynı öğretmen adayının MMYT son test *Saman Balyası* problemine ait çözüm yorumlama basamağı bağlamında irdelendiğinde, öğretmen adayı sadeleştirme basamağında belirlediği varsayımlarla model oluşturup, bu modeli kullanarak matematiksel olarak çalışmıştır. Yorumlama basamağında ise bu varsayımların, bulduğu matematiksel sonuçları nasıl etkilediğine dikkat çekmekte, bu sebeplerden dolayı ("gerçek durumda oluşan saman balyaları birbiri ile eş olmayabilir. Balyaların konulduğu zemin düz olmayabilir. Saman balyaları üst üste konursa ağırlıktan dolayı göçme olmuş olabilir.") modelinin gerçek yaşamda geçerli olmayabileceğini belirtmektedir (Fotoğraf 5.14.b).


5) Elde ettiğiniz matematiksel çözümü gerçek yasam bağlamında yorumlayınız.
Sorudada anlatıldığı gibi bu durumun stadyumda geçmesi ve sprey sprinklerin kullanılması gayet mantıklı. Bu soruda stadyumun dikdörtgensel, sprey sprinkin ise dairesel bölge oluşturduğu keşfedilebilir. Uygun adetlerde sprey sprinkleri stadyumun alansal açıdan kapsaya bildiği keşfedilebilir.

a) Buca arena stadyumu problemi çözümü


h = 632,62 cm
E) Elde ettiğiniz çözüm gerçek yasam durumlarında geçerli midir? Açıklayınız. Yorumlama
- Gerçek durumda oluşan saman balyaları birbiri ile eş olmayabilir.
- Balyaların konulduğu zemin düz olmayabilir
- Saman balyaları üst üste konursa ağırlıktan dolayı göçme olmuş olabilir.
Bu gibi sebeplerden ötürü oluşturduğumuz model gerçek yaşamda geçerli olmayabilir.

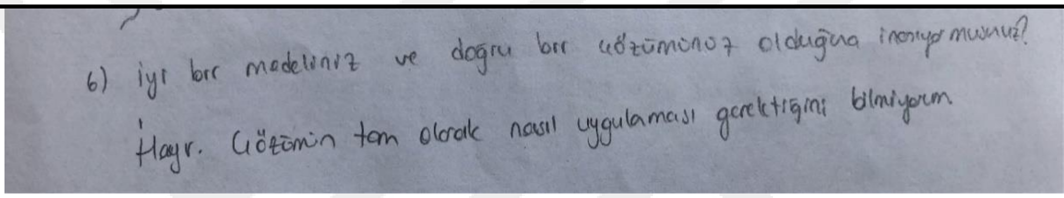
(b) Saman balyası problemi çözümü

Fotoğraf 5.14. Yorumlama yeterliği gelişimine yansımalar 2

5.3.1.6. Doğrulama basamağına ait yansımalar

Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014a) ya göre doğrulama basamağında öğretmen adaylarından beklenen yeterlik, problem çözme sürecinin başından, doğrulama basamağına kadar tüm yapılan işlemleri, varsayımları, modeli ve süreci kontrol etme, varsa hatalarını belirleme, düzeltme, doğrulama yapmaya çalışmalarıdır. Ayrıca varsayımların gerçekliğini ve farklı varsayımların olası olup olmadığını araştırmak, öğrencilerin birkaç yoldan problemi çözmelerini istemek ve internet ortamından gerçek verilere ulaşarak, çözümde kullanmak diğer doğrulama yaklaşımları arasındadır.

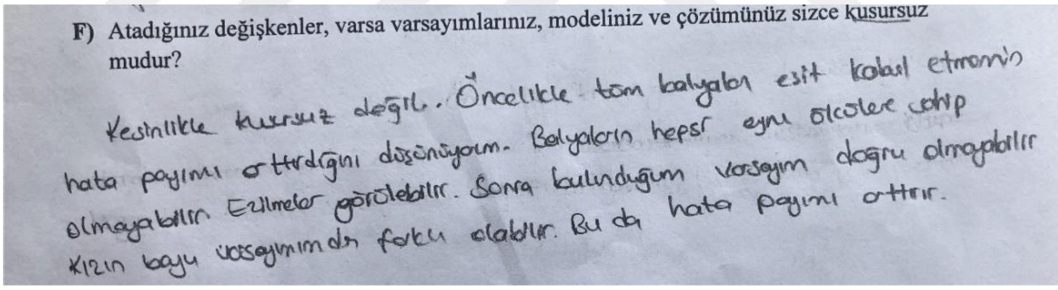
Bu bağlamda bir öğretmen adayının *Çikolata Fabrikası* probleminin doğrulama basamağına ait "iyi bir modeliniz ve doğru bir çözümünüz olduğuna inanıyor musunuz?" sorusuna "Hayır. Çözümün tam olarak nasıl uygulanması gerektiğini bilmiyorum" cevabını vererek, yukarıda verilen yeterlik durumlarını sergilemediği ve bir öz değerlendirmeye gittiği belirlenmiştir (Fotoğraf 5.15.a). Varsayımlarını, modelini ya da genel olarak çözüm sürecini kontrol etme, doğrulamaya gitme yeterliliğini sergileyememiştir.



6) iyi bir modeliniz ve doğru bir çözümünüz olduğuna inanıyor musunuz?

Hayır. Çözümün tam olarak nasıl uygulaması gerektiğini bilmiyorum

(a) Çikolata fabrikası problemine ait çözüm



F) Atadığınız değişkenler, varsa varsayımlarınız, modeliniz ve çözümünüz sizce kusursuz mudur?

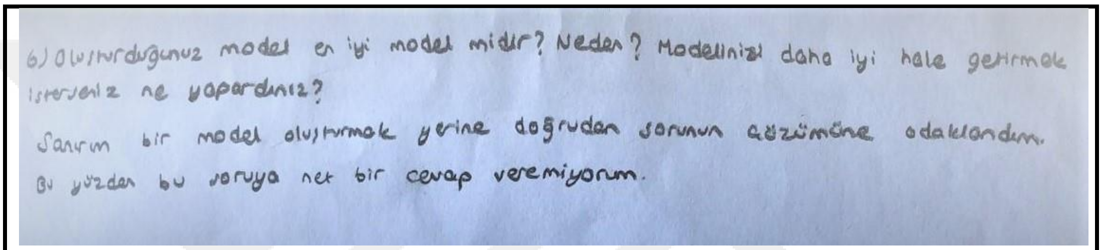
Kesinlikle kusursuz değil. Öncelikle tüm balyaları eşit kabul etmemin hata payımı arttırdığını düşünüyorum. Balyaların hepsi aynı ölçülere sahip olmayabilir. Ezilmeler görülebilir. Sonra bulunduğum varsayım doğru olmayabilir. Kızın boyu varsayımımdan farklı olabilir. Bu da hata payımı arttırır.

(b) Saman balyası problemine ait çözüm

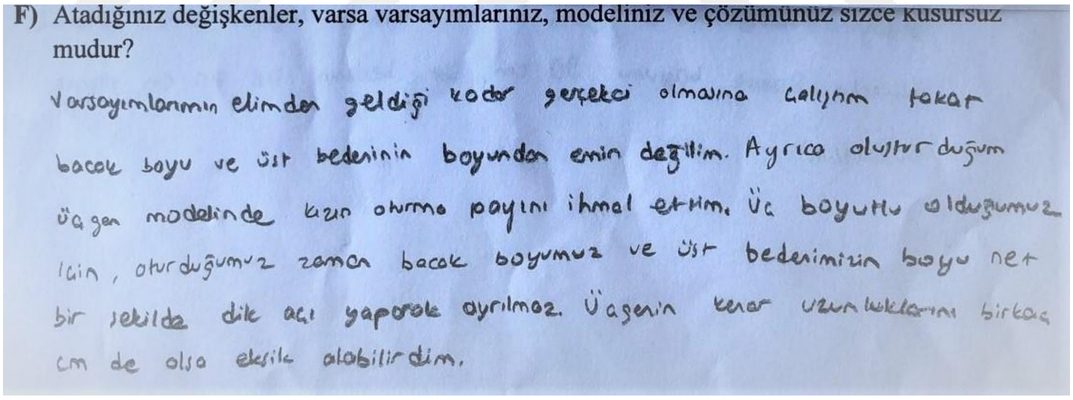
Fotoğraf 5.15. Doğrulama yeterliği gelişimine yansımalar 1

Aynı öğretmen adayının Saman Balyası problemi doğrulama basamağına ait cevabı incelendiğinde "kesinlikle kusursuz değil. Öncelikle tüm balyaları eşit kabul etmemin hata payımı artırdığını düşünüyorum. Balyaların hepsi aynı ölçüde olmayabilir. Ezilmeler görülebilir. Kızın boyu varsayımdan farklı olabilir. Bu da hata payını artırır" ifadesinden bazı eksik varsayımlarından ve gerçek hayatta karşılaşılabilecek farklı durumlardan bahsetmiştir (Fotoğraf 5.15.b.). Bununla birlikte geliştirdiği modelinin bahsettiği yetersizliklerini dengeleyecek bir modelin gerçek yaşam durumlarında daha kullanışlı olacağı izlenimi verilmektedir. Bu bağlamda öğretmen adayının doğrulama yeterliğinin tüm göstergelerini sergileyemese de ön testteki cevabı ile karşılaştırıldığında son testteki çözümünde modelinin eksikliklerini kontrol etmesi ve farklı çözüm önerilerinde bulunması doğrulama yeterliğinde gösterdiği bir gelişme olarak ele alınmıştır.

Başka bir öğretmen adayının çikolata fabrikası probleminin doğrulama basamağındaki çözüm incelendiğinde çözüm sürecinde model ortaya koymayı gerçekleştiremediğini düşündüğü için bu soruya yanıt vermemeyi tercih etmiştir (Fotoğraf 5.16.a). Bu doğrultuda doğrulama sürecine ait yeterlik durumunu ortaya koyamamıştır.


6) Oluşturduğunuz model en iyi model midir? Neden? Modelinizi daha iyi hale getirmek isterseniz ne yapardınız?
Sanırım bir model oluşturmak yerine doğrudan sorunun çözümüne odaklandım. Bu yüzden bu soruya net bir cevap veremiyorum.

(a) Çikolata fabrikası problemine ait çözüm


F) Atadığınız değişkenler, varsa varsayımlarınız, modeliniz ve çözümünüz sizce kusursuz mudur?
Varsayımlarımın elimden geldiği kadar gerçekçi olmasına çalıştım fakat bacak boyu ve üst bedeninin boyundan emin değilim. Ayrıca oluşturduğum üçgen modelinde kızın oturma payını ihmal ettim. Üç boyutlu olduğumuz için, oturduğumuz zaman bacak boyumuz ve üst bedenimizin boyu net bir şekilde dik açı yaparak ayrılmaz. Üçgenin kenar uzunluklarını birkaç cm de olsa eksik alabilirdim.

(b) Saman balyası problemine ait çözüm

Fotoğraf 5.16. Doğrulama yeterliği gelişimine yansımalar 2

Aynı öğretmen adayının *Saman Balyası* problemi doğrulama basamağına ait cevabı incelendiğinde çözümünü kontrol ettiği ve kullandığı bazı değişkenlerin (Soru görselindeki kızın vücut oranları, oluşturduğu üçgene ait ölçüm değerleri gibi) ve bazı varsayımların (oturma payı, oturur vaziyette bacak ve beden arsındaki açı gibi) hatalı olabileceğini kendi doğru çıkarımlarından da yola çıkarak net olarak ortaya koymuştur (Fotoğraf 5.16.b.). Bu bağlamda öğretmen adayının ön testteki cevabı ile karşılaştırıldığında son testteki cevabında çözümünü kontrol etmesi, değişkenlerini ve varsayımlarını değerlendirmesi gibi göstergeler doğrulama yeterliğinde gösterdiği bir gelişme olarak değerlendirilmiştir.

5.4. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Eğitim Süreçleri Hakkındaki Görüşleri

Bu kısımda OMÖA'ların aldıkları süreçleri hakkındaki düşünceleri açık uçlu sorulardan oluşan bir anket yardımıyla toplanmış ve elde edilen bulgular eğitimin yararlılığına yönelik algıları, MOE tasarım sürecine yönelik zorluklar ile ilgili görüşler ve MOE'leri ileriki öğretim deneyimlerinde kullanım tercihlerine yönelik görüşler dâhilinde sunulmuştur.

5.4.1. MOE Yeterlik Eğitiminin Yararlılığı Hakkındaki Düşünceleri

Katıldıkları 14 haftalık MOE yeterlik eğitimleri sonucunda ortaokul matematik öğretmen adaylarının bu eğitim sürecine yönelik görüşleri açık uçlu bir anket yardımıyla toplanmış ve bulgular Tablo 5.8'de sunulmuştur. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (n=14) aldıkları eğitimi yararlı bulurken bir öğretmen adayı sürecin kendisi için yararsız geçtiğinden 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 (P1)."

Bununla birlikte bazı öğretmen adayları bütünsel yaklaşımla aldıkları 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 ilgim arttı çünkü çok yönlü düşünebilmeye başlamıştım. (P2)"

Tablo 5.8. 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

Yukarıdaki ifadeden de anlaşılabileceği gibi kendisi için alışılagelmemiş 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. (SS1)”

Dersin özellikle OMÖA’ların pasif olduğu bu ilk aşamalarına karşı olumsuz görüşlerine rağmen eğitim sürecine tamamladıktan sonra öğretmen adaylarının hepsi dersin yararlarına yönelik görüş bildirmişler ve olumlu tutum sergilemişlerdir. 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 (P3) “Gerçek hayat problemlerini çözme tecrübemi geliştirdi.” ifadesiyle bu sürecin özellikle gerçek yaşamda karşılaşabilecek 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.” (Ö4) 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. (SS2)”

“Kendi ürünümüzü ortaya koyduk ve konuda oldukça yeterli hissediyorum. (P3)”

“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. (SG2)”

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 5.8.’de yer verilen MOE’ yeterlik eğitiminin yararlı gördükleri diğer özellikleri arasında MOE farkındalık oluşumuna katkısı, farklı bir ders deneyimi sağlaması, 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. (SS2)"

> "Modelleme süreçleri bana adım adım problem çözmeyi öğretti. Bu modelleme basamaklarından daha önceden hiç haberim olmamıştı. (Ö2)"

Yukarıdaki ifadelerden de anlaşılabileceği üzere modelleme eğitim sürecinden sonra (beklenildiği gibi) öğretmen adayları hem modelleme ile ilişkili kavramlardan hem de modelleme basamaklarının işe koşulmasına dair bir farkındalık sahibi olmuşlardır. Yine lisans eğitim sürecinde aldıkları bu ders deneyiminin diğer derslerden farklılığına işaret etmişlerdi: "Lisansta böyle bir etkinlik oluşturma sürecine girmemiştik. Tüm kararları kendimiz verdik ve gerçekte olan bir durumu nasıl sınıfa taşıyacağımızı öğrendik. (SG3)"

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 aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

> "Gerçek veriler ile günlük yaşamdan problemlerle matematiği somutlaştırdık. Matematik bizim ne işimize yarayacak, sorusuna cevap niteliğinde bir seminerdi. (SS3)."

> "Bu dersten sonra matematiğin ne kadar önemli olduğunu bir kez daha anladım. Matematik her yerde. (Ö2)"

Eğitim sürecinin problemlere bakış açısını değiştirdiğini ifade eden öğretmen adayları bu değişimin problem özelliklerinin daha iyi anlaşılması, problemin kafa karıştırıcı olmasının yanında çocuğun bağlamında olan ve zihninde canlandırabileceği senaryolardan olması gerekliliği şeklinde gerçekleştiğini kendi ortaokul deneyimlerinde ki zorluklardan da 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. (Ö4)”

> “[Senaryo] Zihninde canlanmıyorsa çözemezsin soruyu. Ne çektik havuz problemlerinden ortaokulda. Modelleme problemleri çocuklara uygun. (P2)”

Ortaokul matematik öğretmen adayları aldıkları bu eğitimin mesleki gelişimlerine katkılarında da bahsetmişlerdir. “…Bu ders sayesinde öğretmen olunca daha iyi öğretim yapacağım. Bu [modellemeye dayalı] etkinlikler işimi kolaylaştıracak.” (Ö1) ifadesinden bu katkının öğretimin niteliğini arttırma ve derse karşı tutumu arttırma şeklinde olabileceğini (“...Bu eğitim sayesinde öğrencilerim beni ve dersimi sevecekler” (SS1)) 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. (P3)”

5.4.2. MOE Tasarım Sürecine Yönelik Zorluklar ile İlgili Görüşler

OMÖA’ların MOE tasarım sürecine yönelik zorluklarla ilgili görüşlerinden elde edilen bulgular Tablo 5.9’da verilmiştir. Öğretmen adaylarının en çok vurguladığı zorluk olarak MOE’leri tasarlama sürecinin zaman alıcı olması olmuştur. Zaman alıcılık boyutunda bu durumun geçek verilere işe koşulması (SS2), verilere ulaşma doğrulama sürecinin derin bir araştırma gerektirmesi (P2), modelleme çözüm basamaklarını gerçekleştirilmesi (SS3) ve modelleme prensiplerinin sağlanması (Ö2) durumlarından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Tablo 5.9. 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 içerme
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. (SS2)." Verilen ifadeden matematiğin günlük hayattaki varlığının her konuda sağlanamayacağı ve bu ilişki belirlense bile uygun senaryonun oluşturulmasının da kolay olmadığı şeklindeki algı dikkat çekmektedir. Bununla birlikte 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 (SG2), varsayımlara olanak verecek değişkenleri belirleme (Ö4) ve gerçek duruma uygun değişkenleri seçme (Ö2) 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. (Ö1)" ifadesi modele karar vermeyle ilgili zorluk algısına örnek olarak verilebilir. Matematiksel modelleme etkinliğinde işe koşulacak modelin matematiksel cümlesinin anlaşıla bilirliğinin sağlanması (P2) ve bu modelin genellenebilir özellik sergilemesi (SG2) modele karar vermeyi zorlaştıran unsurlar olarak ifade edilmiştir. Modelleme etkinliklerindeki problemlerin alışılagelmiş (!) 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 (SG3), kendi deneyim süreçlerinden de çıkardıkları gibi modelleme problemlerinin grup halinde çalışmayı gerektirmesi ve bu doğrultuda öğrencinin aktif katılımını içermesi (Ö2), öğretmen adaylarının kendi eğitim süreçlerinde karşılaştıkları problemlerden farklı olması (alışkanlıklarının dışında olması) (SS2), doğası gereği farklı ve kişiye göre değişebilecek çoklu çözüm yollarına olanak sağlaması (Ö4) ve varsayımları da göz önünde bulunduran soru köklerine yer vermesi (SG4) 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 (SS3), modelleme etkinliğinin öğrencinin kendi hayatında ya da çevresinde karşılaşabileceği bir durumu örneklendirmesi (P2), öğrencinin okuduğu öğretim kademesine uygun olması (Ö3), ön bilgilerini göz önünde bulundurması (SG2) ve genel anlamda bireysel farklılıkları göz önüne bulundurması (SG4) 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 aşağıdaki gibi işaret etmişlerdir.

> "…Daha önceki derslerimizde matematiksel modellemeye yönelik uygulamalarda bulunmamıştık. Bu yüzden modelleme süreçlerinde zorluk yaşadım. (SS2)
>
> …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. (Ö2)"

5.4.3. MOE'leri Öğretimde Kullanmaya Yönelik Görüşler

OMÖA'ları MOE'leri kendi öğretmenlik deneyimlerinde kullanım isteklilikleri ve gerekçeleri açık uçlu anket yardımıyla toplanmıştır. Bu çalışmaya katılan öğretmen adaylarının hepsi matematiksel modelleme kullanmayı gerektiren etkinlikleri kendi sınıflarında kullanmaya istekliliklerini bildirmişlerdir. Tablo 5.10.'da 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" (SG1) sağlayacağı ve işe yararlığına inancın destekleyeceği (P2), öğrencilerin matematik dersine karşı olumlu tutum geliştirmesine yardımcı olacağı (SS1), matematik üretebilme deneyimi sonucunda matematiği sevdireceği (Ö2), öğrencilerin matematiğin zorluğuna ve "matematikte başarılı olmanın doğuştan gelen bir yetenek ile olduğuna ilişkin" (Ö3) kaygılarını ve/ya önyargıları gidereceği ve "öğrencilerin matematik yapabilme deneyimleri sonucu" (SS2) öz-güven kazanmalarını sağlayacağı ifade edilmiştir.

Tablo 5.10. 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 arttırma
Kaygıyı / Ön yargıyı giderme	Aktif öğrenme
Öz-güven kazanma	Anlamlı 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 (Ö4) ve belirlenmiş aşamalar dâhilinde problem çözebilme (Ö1), hem gerçek hayatta karşılaştıkları olaylara (SG4) hem de matematiğin içinde karşılaştıkları problemlere (P2) farklı bakış açılarıyla yaklaşabilme ve eleştirel düşünme (SS3), sorgulama (Ö4) ve yansıtıcı düşünme (SS3) 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" (Ö3) ve karşılaştıkları problemlere kendi bağlamlarındaki varsayımlarıyla değerlendirme yoluyla başa çıkabilme becerisi kazandırması (P1) 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" (Ö3) yargısından kurtulmaya destek olacağı vurgulanmıştır. Bununla birlikte MOE etkinliklerinin "matematik programlarının vurguladığı grup çalışma faaliyetlerini" (Ö2) işe koşacağı, derse karşı ilgisi artmış ve motive olmuş öğrencilerle sürecin yürütüleceği (SS1), öğrencilerinin kendi öğrenmelerinin aktif sorumlusu olacağı (P1) ve gerek öğrenci (SS2) gerek öğretmen için öz değerlendirme imkânları sağlayacağı (P2), öğrenme süreçlerinin anlamlılığına ve kalıcılığına (Ö1) zemin hazırlayacağı ve tüm sürecin aynı zamanda eğlenceli olacağı (SG2) vurgulanmıştır.

OMÖA'lar matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıf ortamında kullanılması ile ilgili olarak görüşlerinde etkinliklerin kullanımına yönelik bazı dezavantajları dile getirmişlerdir (Tablo 5.11.). Öğretmen adayların çoğunluğu matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıf içinde uygulanmasının zaman alıcı olacağını belirtmişlerdir. Bu zaman problemine neden olarak "etkinliklerin yoğun uğraş gerektirmesi" (SG3), "modelleme basamaklarının yerine getirilmesi süreci" (SG4), "etkinlikleri grup halinde uygulanmasının getireceği yoğunluk" (SS1), "çoklu değişkenlerle başa çıkma süreci içermesi" (P1) ve "varsayımların işe koşulması" (SS4) gibi unsurlar gösterilmiştir. Bunula birlikte MOE'lerin sınıf içinde uygulanma sürecinde gerek problem bağlamı hazırlanırken (P3) gerekse matematiksel modelleme süreci sınıfta gerçekleştirilirken öğrencilerin sosyal çevrelerinin ve bilişsel düzeylerinin göz önünde bulundurulmasının sınıflardaki öğrenci yoğunluğundan dolayı zorluk çıkaracağı ifade edilmiştir.

Tablo 5.11. Öğretmen adaylarının MOE'lerin sınıfta kullanım dezavantajlarına yönelik düşünceleri (n)

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

Matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıflarda uygulanmasına yönelik bir diğer zorluk ise öğretmenlerin sistemsel baskılara kalması şeklinde aşağıda verildiği gibi 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. (SG2)" 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 matematiksel 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 matematiksel hedef bazen net olmuyor. Sınıfta her ders gerçekleştirmemiz gereken kazanımlar olacak. Modelleme etkinlikleriyle bunları tam olarak başarmak zor gibi görünüyor. (SS3)"

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 5.12.'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 matematiksel 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 5.12. 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.

5.5. Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Uygulama Deneyimlerine Yönelik Bulgular

Matematiksel modelleme yeterlikleri yüksek bulunan üç öğretmen adayının seçtikleri etkinlikleri sınıflarda uygulama süreçleri öncelikle seçilen MOE'ler doğrultusunda her bir öğretmen adayının uygulama süreçleri matematiksel modelleme uygulama rehberinde yer verilen boyutlar (planlama, uygulama ve değerlendirme) dâhilinde detaylandırılmıştır. Bununla birlikte öğretmen adaylarının sürece yönelik deneyimleri yapılan yarı yapılandırılmış görüşme bulgularıyla desteklenmiştir. Son aşamada üç öğretmen adayının MOE uygulama süreci gözlem için kullanılan ölçütler çerçevesinde genel olarak betimlenmiştir.

5.5.1. Yüzme Havuzu MOE Uygulamasına Yönelik Bulgular

ÖA1 *Yüzme Havuzu* problemini (EK 9) sınıf içinde uygulayacağı MOE olarak seçmiştir. Bu etkinliğin seçiminde yedinci sınıfları daha önceden bildiği bir grup olduğu için onlara uygun olacak bir etkinlikle çalışmak istemiştir. Bu doğrultuda yedinci sınıfların bu aşamada işlediği konuları göz önünde bulundurmuş ve etkinliğin önceki derslerde işlenmiş olan yedinci sınıf kazanımına (M.7.3.2.5. Üçgen, dikdörtgen, paralelkenar, yamuk veya eşkenar dörtgenden oluşan bileşik şekillerin alanlarını bulmayı gerektiren problemlere yer verilir.) uygunluğunu belirlemiştir. Bu doğrultuda kare dikdörtgen, alan ve çevre ve bu kavramlar arasındaki ilişkilere odaklanmıştır. Etkinliği öğrenilenleri pekiştirme sürecinde işe koşmuştur. Öğretmen adayı ile uygulama sonrası yapılan aşağıdaki görüşme etkinliği seçim süreçleri ile ilgili bulguyu desteklemektedir.

> “A (araştırmacı): Yüzme havuzu etkinliğini seçtiğini görüyorum. Neden bu etkinliği seçtin?
> ÖA1: Bu sınıf önceden de [öğretmenlik uygulaması kapsamında] ders anlattığım ve gözlem yaptığım bir sınıftı. Yüzmeye giden birçok öğrenci olduğunu biliyorum. O yüzden öğrencilere uygun olduğunu düşündüm. Ayrıca yedinci sınıf müfredatına da uygun. İfadelerde net ve anlaşılır. Zaten hiç düzenleme yapmadım.
> A (araştırmacı): Kazanıma uygunluğuna nasıl karar verdin?
> ÖA1: Bu sınıf seviyesinde kare ve dikdörtgen alanları ve bu şekillerin çevre ve alan ilişkisi verilmiş. Problemi uygulamadan önce çözdüm ve hangi kavramlara yer verdiğine baktım.
> A: Sanırım etkinliği öğretim amaçlı kullanmayı planlamadın?
> ÖA1. Daha çok öğrendiklerini kullansınlar istedim.”

ÖA1 etkinliğe başlamadan önce etkinlik probleminin renkli çıktılarını ve ek çalışma yaprakları hazırlamıştır. Hazırlık aşamasında öğrencilerin görevleri net olarak belirlenmemekle etkinliğin grup çalışması (6 kişi) şeklinde yürütmeyi planlanmıştır. Bu noktada öğrencileri daha önceden tanımış olması nedeniyle (Öğretmenlik Uygulaması dersi deneyiminden) grupları oluştururken başarı ve beceri dağılımlarını dikkate almıştır. Grupların başarı seviyelerini, problem çözme yeterliklerini ve iletişim becerilerini mümkün olduğunca dengeli tutmayı amaçlamıştır. Sürecin değerlendirmesinde problem çözme süreçlerinin gözlenmesi ve çözümlerin paylaşılması hedeflenmiştir. Sunum aşamasında, her gruptan bir kişinin gönüllü ya da grup tarafından seçilmesi sağlanarak, öğrencilerin grup çözümünü sunmalarına karar verilmiştir. Uygulamadan önce sınıf oturma düzeni grup çalışmasına uygun olacak şekilde düzenlenmiştir. Son görüşme de öğretmen adayının grup çalışma sürecini özellikle değerlendirme süreçlerinin tamamlanması kaygısıyla seçtiği aşağıdaki görüşme örneğinden görülmektedir.

> “A: Planlamanda neden grupla çalışmayı uygun buldun?
> ÖA1: Aldığımız eğitimde, modelleme etkinliklerinin grupla çalışmasının daha verimli olacağını öğrenmiştim. Ayrıca çözümlerin tek tek sunulması ve değerlendirilmesi çok zor olurdu.
> A (araştırmacı): Grup çalışması ne açıdan verimli olacağını düşündün?
> ÖA1: Her çözümü değerlendirmek için.”

Uygulama aşamasında öğretmen adayı havuz problemi bağlamında kısa bir tartışma (havuz, zemin kaplama, mozaik) ortamı gerçekleştirmiştir. Tanıtıcı makale sunmamasına rağmen öğrencileri konuya ısındırmak için alan ve çevre bağlamlarında bazı hazırlık soruları işe koşmuştur. Yine bu doğrultuda ÖA1 öğrencilere dikdörtgen prizma örneği (ayakkabı kutusu) sunup çözüm sürecinde kullanımlarına sunmuştur. Modelleme etkinliği çözüm sürecine yönelik gruplara her hangi bir norm (kural) bildirimi yapılmamıştır. ÖA1 öğrencilere modelleme etkinliğine ilişkin kararları kendilerinin almaları gerektiğini, öğretmenin karar verme mercii olmadığını hatırlatmakla beraber, çözüm sürecinde bir sorunla karşılaştıklarında çözümün devamının sağlanabilmesi için kendisinin müdahale edebileceğini, grup içinde öğrencilerin birbirlerinin düşünce ve çözümlerine saygı göstermeleri gerektiğini belirtmiştir. Çözüm sürecine geçilmeden önce çözümün kendisi ve diğer gruplar tarafından değerlendirileceğini bildirmiştir. Net olarak ifade etmemesine rağmen bilişsel süreçlere yönelik değerlendirme yapılacağı anlaşılmıştır. Sonrasında ÖA1 etkinliği ve gerekli malzemeleri gruplara dağıtmış ve etkinlik uygulama süreci dersin 10. dakikasında başlamıştır. MOE çözüm sürecinde öğretmen adayı gruplar arasında gezmiş ancak sınıf içi mekân darlığı, öğrenci yoğunluğu ve öğrencilerin daha önceden matematiksel modelleme etkinliği deneyimlerinin olmaması gözlemi zorlaştırmıştır. Öğretmen adayı bu süreçte not almamıştır. Modelleme etkinliği ve grupla çalışma deneyimi geçirmemiş öğrencilerin gözlemi, sınıf içi koşullar gereği öğretmen adayının, öğrencilerin çalışmalarını izlemede zorluk yaşamasına sebep olmuştur. Grup sayısının çokluğu (6), gürültü, grupların diğer gruplarla iletişime geçmesi, ÖA1 tarafından oluşturulmuş sıra düzeninin sınıfta yarattığı sıkışıklık öğretmen adayının müdahalelerde gecikmesine sebep olmakla birlikte, öğretmen adayı yer yer öğrencileri yönlendirmek yerine karar verme gibi geleneksel öğretmen tipi uygulamalara geçtiği gözlenmiştir.

Öğretmen adayı ile yapılan son görüşmede uygulama sürecine yönelik zorluklara neden olarak kendi deneyimsizliği, sınıfın kalabalık olmasının getirdiği grup uygulama planlaması ve sürecin yönetilmesine yönelik zorluklara vurgu yapmıştır. Bu durum aşağıdaki görüşme örneğinde görülmektedir.

> “A: MOE’nin grupla uygulama süreci nasıl geçti?
> ÖA1: Genelde iyiydi ama zorlandım biraz.
> A: Nerelerde zorlandın?
> ÖA1: Sınıf çok uygun değildi. Grupları tam olarak gözlemleyemedim. Bu yüzden doğru düzgün dönütte veremedim. Bu gözlemleri değerlendirmelerde de kullanacaktım.
> A: Gözlem için not tutmayı neden tercih etmedin?

ÖA1: Aslında iyi olurdu. Ama ilk kez olmasının heyecanı vardı. Grupları kontrol edemedim. Çok gürültü oldu bir ara. Gruplar çok yakındı ve bazı öğrenciler ilgisini veremedi tam olarak.
A: Bu noktada grupları oluştururken bazı eksiklikler olmuş olabilir mi?
ÖA1: Aslında başarı durumlarını ve mizaçlarına baktım. Başarılı ve başarısızlar bir arada olsun, iletişim becerileri iyi ve kötü olanlar da aynı grupta olsun diye düşündüm. Ancak hepsini çok iyi bilmiyorum. Sanırım sınıfı daha iyi tanımam gerekirdi.
A: Tam ilgisi olamayan bazı öğrenciler vardı dedin. Bunu nasıl aşabilirdin?
ÖA1: Sınıf çok kalabalık. Aslında 4'er kişi çalıştıracaktım ama sınıf müsait değil. Dolayısıyla herkese ayrı bir rol veremedim. O yüzden bazıları [öğrenciler] boşta kaldı."

Dersin ikinci saati değerlendirme süreçlerine ayrılmıştır. Değerlendirme aşamasında her grubun kendi belirlediği bir kişi MOE çözümlerine ait sunumlarını yapmışlardır. Her sunumun sonunda çözüm süreci diğer grupların onayına sunulmuş ve fikir birliği sağlanmaya çalışılmıştır. Tüm gruplar bu derste sunumlarını yapmışlardır. Grupların kalabalık olması, tartışmalarda yönlendirmelerin yeterli yapılamaması ve değerlendirme başlıklarının önceden net olarak bildirilmemesi nedeniyle değerlendirme süreçleri karara bağlanmamıştır. Bununla birlikte çalışma kağıtlarının öğretmen tarafından toplanmadığı da gözlemlenmiştir. Öğretmen adayı ile yapılan bu sürece yönelik görüşme, değerlendirmeye ait gözlem bulgularını desteklemektedir. Bununla birlikte öğretmen adayının bu süreçte sadece bilişsel boyuta odaklandığı, öğrencilerin iletişim, matematiğe değer verme gibi diğer duyuşsal ya da çizimlerini gerçekleştirme gibi psikomotor özelliklere yönelik değerlendirme planlanmadığı belirlenmiştir. Bu durumu destekleyen görüşme kesiti aşağıda verilmiştir.

"A: Değerlendirmede sadece akran değerlendirmelerine yer verdiniz. Oysa öğrencilere çözümleri sizin ve diğer grupların değerlendireceğinizi bildirmiştiniz? Neden olmadı?
ÖA1: Zaman yetmedi. Çocukların sunum becerileri çok iyi değil ve çok zaman aldı. Arada gereksiz sorular ve eleştiriler de vardı. Bende süreci yönetemedim galiba.
A: Peki siz neyi değerlendirecektiniz zamanınız olsaydı?
ÖA1: Çözümler doğrumu diye bakıp herkesin doğru çözüme ulaşmasını sağlayacaktım."

Öğretmen adayı ile yapılan son görüşmede elde edilen diğer bulgular öğretmen adayının yaşadığı zorluklara rağmen bu etkinlikleri ileriki meslek deneyiminde kullanmak istediğini göstermektedir. Uygulamaların konu, öğrenci grupları ve fiziki imkânlar dâhilinde grupla ya da bireysel olarak yapabileceğini ifade etmiştir.

5.5.2. Miras Paylaşımı MOE Uygulamasına Yönelik Bulgular

ÖA2 Miras paylaşımı problemini (EK 9) sınıf içinde uygulayacağı MOE olarak seçmiştir. Öğretmen adayı ile yapılan görüşmede miras problemini belirlerken kazanıma uygunluk kriterini ön planda tuttuğu belirlenmiştir.

> "A: Neden Miras Paylaşımı problemini seçtin?
> ÖA2: Öğretmenlik uygulamasında 7. sınıflarla derse giriyorum. Bu sınıf seviyesinden bir etkinlik istedim.
> A: Peki Bu etkinlik hangi kazanıma uygun?
> ÖA2: Açıkçası etkinliğin sizin sunduğunuz versiyonunda kazanımları kontrol ettiğimde etkinlikteki görselde işaretli geometrik şekillerden yamuğun, yedinci sınıf kazanımına uygun olmasına rağmen uygulama zamanı içerisinde henüz bu kazanımın işlenmediğini fark ettim. Lakin etkinlik çok güzeldi. Bende öğrencilerin hâlihazırda sahip oldukları geometri kazanımlarını göz önünde bulundurarak, internetten farklı bir uydu görüntüsünü, altıncı sınıf kazanımlar bağlamında soruda bir değişikliğe giderek yeniden yapılandırdım. İyide oldu. Bu haliyle "Alan ile ilgili problemleri çözer." kazanımına uygun."

Yukarıdaki görüşmeden de anlaşılacağı öğretmen adayı etkinlik seçiminde sınıf seviyesini göz önünde bulundurmuştur. Bununla birlikte etkinliği uygun hale getirmek için içerikte değişikliğe gitmiştir. Seçilen Miras Paylaşımı Modelleme etkinliğinde dikdörtgen, kare gibi kavramalara etkinliğe başlamadan önce hazır bulunuşluk düzeylerini kontrol etmek için değinmiştir. Bu durum öğretmen adayının etkinlik planlama aşamasında MOE ile ilgili kavramlara karar verdiğini göstermektedir. Öğretmen adayı ile yapılan son görüşmede uygulama yapacağı yedinci sınıf öğrencilerinin daha önceden öğrenmiş olduğu geometri kavram, bilgi ve becerilerine sahip olduğunu varsayarak, öğrencilerin olası kazanımları unutma, karıştırma durumlarına karşı ısındırma problemleri ile baş edebileceğini ileri sürmüş, kavram pekiştirme amaçlı bir modelleme etkinliği olabileceğine karar vermiştir. Ayrıca öğretmen adayı tarafından MOE etkinliği uygulama öncesi çözülmüştür. Çözümün önceden yapılmasına ait gerekçe örneği aşağıdaki görüşme kesitinde yer almaktadır.

> "A: Miras Paylaşımı etkinliğini ne amaçla kullandın?

ÖA2: Bu kazanımı zaten öğrenmişlerdi. Dolayısıyla öğrendiklerini pekiştirsinler ve farklı bir etkinlik gerçekleştirsinler diye bu etkinliği planladım. Geometri becerilerini kullansınlar ve kavramları hatırlasınlar istedim.
A: Etkinliğin çözümünü yapmış mıydın?
ÖA2: Evet. Kazanıma uygun mu, anlaşılmayan ya da eksik bir durum var mı kontrol etmek istedim."

ÖA2 öğrenciler için modelleme probleminin renkli çıktı halinin daha uygun olabileceğini ön görmüş, ayrıca öğrencilerin ısındırma etkinliği için dikdörtgen, paralelkenar, kare gibi kavramları görsel olarak yorumlayacakları materyaller hazırlayacağını belirtmiştir. Hazırlık aşamasında öğrencilere verilecek görevler belirlenmemesine rağmen, uygulamada kısmen dikkat edildiği görülmüştür. ÖA2 uygulama sırasında grupla çalışma sürecini tercih etmiştir.

"A: Etkinliği grup uygulaması olarak gerçekleştirdin. Gerekçen nedir?
ÖA2: Bu sınıfla yaptığım önceki gözlemlerde hiç grup etkinliği uygulandığını görmedim. Bu yüzden öğrencilerin böyle bir durumla sık karşılaşmadığını düşündüm ve kullanmak istedim. Ayrıca bireysel uygulama öğretmenin süreci yönlendirmesi bakımından daha zor olur diye tahmin ettim. Modelleme etkinliklerinde grupla çalışma süreci öğrencileri problem çözme sürecine daha fazla katıyor ve daha zevkli ve katkı verici bir ortam oluşuyor. Bizzat aldığımız modelleme eğitiminde deneyimledim."

Yukarıdaki görüşmeden de anlaşılacağı gibi öğretmen adayı bireysel uygulamalardan ziyade grupla çalışma ortamlarının öğrenci katılımını arttıracağını, MOE uygulamasının eğlenceli ve olumlu bir süreç haline dönüşeceğini kendi deneyiminden de yola çıkarak bildirmiştir. Öğretmen adayı "Tarlaları üç kardeşe paylaştırınız. Paylaşımı nasıl yaptığınızı ayrıntılı bir biçimde açıklayınız." şeklinde hazırlanmış modelleme etkinliğini "Tarlaları üç kardeşe paylaştırınız. Paylaşımı nasıl yaptığınızı ayrıntılı bir biçimde açıklayan bir mektubu Ali Kemal Bey'e gönderiniz. Çözümünüzü grup arkadaşlarınızla kontrol etmeyi unutmayınız" şeklinde değiştirerek öğrencilerin modelleme yeterliliklerini değerlendirebilme açısından kendisine kolaylık sağlamayı amaçlamıştır. Öğretmen adayı, uygulama yapacağı öğrenci gruplarının cevap kâğıtlarını problemde istenenlere uygun ve doğru cevap verme açısından değerlendireceğini belirtmiştir. Öğretmen adayı, araştırmacı tarafından gerçekleştirilen kendi matematiksel modelleme eğitim sürecinde yaşadığı deneyimlere paralel olarak her gruptan seçilecek bir öğrencinin, modelleme etkinliğini tahtada çözüm kâğıdı ile birlikte sunmasının yeterli olabileceğini belirtmiştir. Öğretmen adayı, zaman kazanmak açısından modelleme etkinliği uygulama saati öncesindeki teneffüs saatinde (hastalık, şehir dışında olma gibi durumlardan dolayı derse katılamayan öğrencilerin olmadığını da düşünülerek) sınıf mevcudu göz önünde bulundurularak, sıraları grup çalışmasına göre düzenlemeyi planlamıştır.

MOE uygulama aşamasında ÖA2, ilk olarak öğrencilere konu bağlamında tartışmalar gerçekleştirmiştir. Miras paylaşımına ilişkin öğrencilerle karşılıklı etkileşime girmiş, öğrencilerin ailelerinde böyle bir deneyim yaşayıp yaşamadığı sorgulanmıştır. Öğretmen adayı, miras paylaşımı ve geometrik alanlar hakkında ilişkilendirmeye başvurup, etkinlikte yer alan geometrik şekillerin alanları hakkında soru cevap niteliğinde hatırlatmalara başvurmuştur. Öğretmen adayı video, fotoğraf gibi görsel medya öğelerine başvurmamakla beraber, bakır tel ile hazırladığı kare, dikdörtgen ve paralelkenar şeklindeki materyalleri öğrencilere sunarak, geometrik şekiller arasındaki ilişkileri göstermeyi (örneğin paralelkenar şeklinde hazırladığı bakır teli, dikdörtgen hale dönüştürerek) amaçlamıştır. Problem çözme sürecine geçilmeden önce, gruplar belirlenmiş ancak grup içinde öğrenci rolleri ve süreçteki öğretmen rolleri paylaşılmamıştır. ÖA2 tarafından, gruplar belirlendikten sonra etkinlik çözme sürecinde öğrencilerin ihtiyaç duyacakları uzunluk ölçme araçlarını, her gruba birer tane olmak üzere dağıtılmıştır. Diğer taraftan çözüm sürecinin ilerleyen dakikalarında birtakım sorunların ortaya çıkmasına bağlı olarak kısmen öğrenciler, öğretmen ve öğrenci rolleri hakkında bilgilendirilmiştir. Etkinlik sürecine girilmeden önce öğrencilere ÖA2 tarafından değerlendirme kriterleri bildirilmiş ve "verilen sorulara uygun ve yeterli cevap verilmesi" istenmiştir. Bu doğrultuda değerlendirmelerin bilişsel boyutta olacağı izlenmiştir. Sonrasında modelleme etkinliği her gruba bir tane olmak üzere sunulmuştur ve MOE çözüm süreci başlatılmıştır. ÖA2 bu süreçte herhangi bir gözlem notu almamıştır. Öğretmen adayı sık sık müdahalelerde bulunma gereksinimi duymuştur. Özellikle bazı gruplara yapılan fazla müdahaleler grupların kendi özgün çözüm stratejilerini geliştirmelerinin önüne geçmiştir.

Öğretmen adayı ile yapılan son görüşmede MOE uygulama sürecine yönelik olarak süreçte yaşadığı kararsızlıklar, gruplarla sürecin yönetiminde yaşanılan zorluklar ve zaman problemi zorluklarına vurgu yapmıştır. Bununla birlikte genel anlamda öğretmenlik deneyimi ile eksikliklerin süreci yönetmesinde etkili olduğunu bildirmiştir. Bu açıklamaları destekleyen görüşmede yer alan diyaloglar aşağıdaki şekilde gerçekleşmiştir.

> "A: Miras Paylaşımı MOE etkinliğini uygulama süreci nasıl geçti?
> ÖA2: zevkli ama yorucu benim için.
> A: Yorucu olan kısımlar nelerdi?
> ÖA2: Öncelikle heyecanlandım. Öğrencileri grupla çalıştırmanın bu kadar yorucu olacağını tahmin edemedim.
> A: Neden grupla çalıştırmayı tercih ettin.
> ÖA2: Aslında tamda emin değildim ilk başta. Aldığımız modelleme eğitimi etkili oldu grupla çalışmaya yönlenmeme. Konsantre olamadım ve rolleri de tam dağıtamadım grup üyelerine. İlk kez olmasının heyecanı vardı sanki.
> A: Süreçte de bazı sıkıntılar yaşadın. Çok fazla yönlendirdin çözüm sürecinde?
> ÖA2: Aslında öncesinde dışardan gözlemleyip gerekirse müdahale edeyim dedim ama benim onları yönlendirmem gerekirken çocuklar beni yönlendirdi. Buda süreci kontrol etmemi zorlaştırdı. Daha fazla deneyim gerekiyor.
> A: Başka durumlar var mı telaş etmene neden olan?
> ÖA2: Zaman kaygısı. Sürekli zaman yetmeyecek diye endişe duydum ve daha fazla müdahale ettim. Bu durum zamanı daha da uzattı sanırım."

Değerlendirme aşamasında süre yetersizliği ve modelleme etkinliğine katılımda zorlanan bazı öğrencilerin sınıf ortamındaki olumsuz tutumları, öğretmen adayının derse başlamadan önce gruplardan sunum için bir kişi belirlemelerini istememesi, grupların sunum aşamasında sözcüyü belirlemeye çalışması ile karmaşanın yaşanması, seçilen grup sözcüsünün sunum aşamasında çekingen tavır takınması ve bu duruma grup arkadaşlarının müdahalesi bu aşamanın kısmen yeterli ölçüde değerlendirilmesine sebebiyet vermiştir. Değerlendirme öğretmenin önceden belirttiği ölçütler doğrusunda kendisi tarafından yapılmıştır. Yukarıda belirtilen olumsuz durumlar ve bu aşamanın teneffüs saatine denk gelmesi gözlem açısından sorun oluşturmakla beraber, öğretmen adayı kendi değerlendirme sonuçlarını paylaşarak dersi bitirmiştir.

5.5.3. Oto Kiralama MOE Uygulamasına Yönelik Bulgular

ÖA3, Oto Kiralama problemini (EK 9) sınıf içinde uygulayacağı MOE olarak belirlemiştir. Aşağıda verilen görüşme detaylarından öğretmen adayının etkinliği seçmesinde tanıdığı bir grupla çalışmayı ön planda tuttuğu anlaşılmaktadır. Özellikle başarı ve beceri durumlarını, sınıf yönetimi unsurlarını göz önünde bulundurarak bu sınıfla çalışmaya karar vermiştir. Sonrasında bu sınıfta yer alan kazanımlarla ve öğrencilerin ilgileriyle örtüşen bir etkinlik arayışına girmiştir. Bu doğrultuda Kamil'in Koyunları etkinliğini hedeflediği öğrenci grubunun sınıf seviyesinde ki kazanımlara uygun olmaması nedeniyle elemiştir. Güzergâh probleminde ise Rize iline ait verileri Kastamonu ili verileri ile değiştirerek öğrencilerin dikkatini daha çok çekeceğini ileri sürmüş, fakat tatil fikrinin öğrencileri daha çok heyecanlandıracağını düşünerek Oto Kiralama Problemini uygulamaya karar vermiştir. Bu bulgular aşağıda geçen diyaloglarda da yer almaktadır.

> "A: Neden Oto Kiralama problemi?
> ÖA3: Aslında *Oto Kiralama Problemi, Güzergâh Problemi* ve *Kamil'in Koyunları Problemi* etkinliklerini de beğenmiştim. Çalışmak istediğim bir altıncı sınıf şubesi vardı. Kamil'in Koyunları beşinci sınıf için daha uygun buldum ve eledim. Güzergâh problemi ise Rize iline ait verileri içeriyor. Altıncı sınıf seviyesinde yer alan kazanımları ve Kastamonu bağlamını değerlendirdiğimde Oto Kiralama problemini uygulamaya karar verdim.
> A: Peki neden bu altıncı sınıf?
> ÖA3: Bir yıldır Öğretmenlik Uygulaması ve Okul Deneyimi dersler kapsamında bu öğrencileri tanıma fırsatım oldu. Becerikliler ve süreci kontrol edebileceğimi düşünüyorum. Grubu tanımak önemli.
> A: Süreci kontrol edebilmekten kasıt nedir?
> ÖA3: Bu sınıf başarı seviyesi yüksek bir sınıf ve katılımcılar. Bu tür bir etkinlikte onlarla çalışmanın hem onlar için hem de benim için avantajlı olacağını tahmin ettim. Sınıf yönetimi de kolay olacak diye düşündüm.
> A: Peki beğendiğini ifade ettiğin *Güzergâh Problemi* etkinliğindeki verileri Kastamonu için düzenlemeyi neden düşünmedin?
> ÖA3: Aslında *Güzergâh* probleminde Rize iline ait verileri Kastamonu ili verileri ile değiştirmenin öğrencilerin dikkatini çekeceğini düşünmüştüm. Ancak, tatil fikrinin öğrencileri daha çok heyecanlandıracağını düşündüm ve *Oto Kiralama Problemi*ni uygulamaya karar verdim."

ÖA3 seçtiği etkinlikte dizel, benzin, oto kiralama, iç hacim gibi kavramları belirlemiş ve uygulama sırasında bu kavramlar çerçevesinde tartışmalar oluşturmuştur. Öğretmen adayı, amaca karar verme aşamasını, matematiksel modelleme deneyimi olmayan öğrencilerde matematiksel modelleme yoluyla kavram oluşturmanın riskli olacağını, kendisine sunulan etkinliğin içeriğini de göz önünde bulundurarak kavram pekiştirme olarak belirlemiştir. Etkinlik ön çözümü öğretmen adayı tarafından uygulama öncesi gerçekleştirilmiştir. Planlama aşamasında ön hazırlıklar bağlamında ÖA3 bu etkinliğin uygulama sürecinde herhangi bir araç gereç ihtiyacının olmadığını belirtmiştir. Sadece uygulama kâğıtları ve ilave çözüm kâğıdı hazırlıkları yapacağını (bu sırada hazırlanacak uygulama kâğıdı sayısını belirlemeye çalışmış grup ya da bireysel çalışma şeklini de göz önünde bulundurarak) araştırmacıya bildirmiştir. ÖA3, MOE uygulamasını grup çalışması şeklinde planlamıştır. Aşağıda verilen dialogda görüldüğü gibi öğretmen adayı grup etkinliğini seçmede hem öğrenci (işbirliği, etkileşim, sorumluluk duygusu) hem öğretmen (sürecin yönetimi, değerlendirme kolaylığı) tarafına sağladığı avantajları göz önünde bulundurmuştur.

> "A: Etkinliği grup uygulaması olarak gerçekleştirdin. Gerekçen nedir?
> ÖA3: Bu uygulamaların grupla yapılmasının olumlu yönlerini dersimizden [Matematiksel Modelleme Eğitim süreci] biliyorum. Sorumluluk kazandırma, işbirliğini geliştirme, etkileşimi sağlama vb. birçok faydası var. Bunun yanında süreci takip etmek ve değerlendirmek benim için daha kolay olacaktı. Tabi bazı zorluklarda dikkate aldım.
> A: Ne gibi zorluklar?
> ÖA3: Sınıfı düzenlemek, herkesin çalışmasını sağlamak ve her gruba yardım gerektiğinde sağlamak gibi zorluklar."

Bununla birlikte gruplar oluştururken rollerin belirlenmemesi göz önünde bulundurulduğunda öğretmen adayının, öğrencilere verilecek rollerle ilgili genel bir planlamasının olmadığı anlaşılmıştır. Öğrencilerle ilgili planlamasının sadece değerlendirme aşamasındaki "her gruptan bir kişi belirleyeceği" ifadesini kullanması böyle bir rolün önceden tasarlandığını göstermektedir. Bu doğrultuda öğrenci rollerinin planlanması kısmen yapılmıştır. Öğretmen adayı, öğrenci gruplarının modelleme etkinliği çözümlerini, kendi çözümü ile karşılaştırmaya gideceğini, akran değerlendirme, öz değerlendirme gibi değerlendirme çeşitlerinin çok zaman alacağını belirterek kullanmaya gerek olmadığını ileri sürmüştür. Öğretmen adayı, kendi matematiksel modelleme eğitimi deneyimine dayanarak her gruptan seçilmiş bir kişinin, çözüm kâğıdı ile birlikte (ihtiyaç halinde yazı tahtasını da kullanarak) grup adına çözümü sunmasını planlamıştır. Grupla çalışmanın gereği olarak uygulama ortamını, planladığı grup ve gruplarda yer olacak öğrenci sayısına göre düzenlemiştir.

MOE uygulama süreci ısındırma aşamasında ÖA3, ilk olarak modelleme probleminin bağlamına ilişkin (oto kiralama, iç hacim, benzinli, dizel gibi) bir tartışmayı başlatarak, başarıyla süreci yönetmiştir. Bu esnada öğrenciler hazır oluş soruları ile yoklanmış, gerekli hatırlatmalar yapılmıştır. Sonrasında bilindik bir araba markasına ait tanıtım videosunu öğrencilere sunarak, öğrencilerin dikkatini çekmeye çalışmıştır.

Araştırmacı tarafından sınıf içi gözlem sürecinde dikkat edilecek ölçütler ve MOE planlama rehberi öğretmen adayı ile paylaşılmasına rağmen süreçte uyulacak kurallar, grup içinde öğrenci rolleri ve süreçteki öğretmen rolleri paylaşılmamıştır. Etkinlik sürecine girilmeden önce öğrencilere ÖA3 tarafından değerlendirme ölçütleri bildirilmemiştir. Sonrasında modelleme etkinliği her gruba bir tane olmak üzere sunulmuştur ve MOE çözüm süreci başlatılmıştır. ÖA2 bu süreçte herhangi bir gözlem notu almamıştır. Öğretmen adayı, öğrencilere öğretmen- öğrenci rolleri hakkında bilgi vermemekle birlikte, daha çok geleneksel tip öğretmen yaklaşımı ile müdahalelere yer verdiği gözlemlenmiştir. Öğretmen adayı ile yapılan son görüşmede MOE uygulama sürecine yönelik olarak uygulamanın hem kendisi ve hem de öğrenciler için çok verimli geçtiğini vurgulamıştır. Bununla birlikte bu etkinliklerin kullanımının öğrencilere matematiği sevdireceğini ve öğrendikleri matematiğin işlevini daha iyi anlamalarını sağlayacağını vurgulamıştır. Bu bulgulara yönelik görüşmelerden bir kesit aşağıda sunulmuştur.

> “A: Oto Kiralama MOE etkinliğini uygulama süreci nasıl geçti?
> ÖA3: Gayet keyifli ve yararlı idi.
> A: Deneyimlerini paylaşır mısın?
> ÖA3: Tanıdığım grupla çalışmak bana rahatlık sağladı. Kontrol kolay oldu. Benim için böyle bir etkinliği gerçekleştirmek yararlı oldu. Öğrencilerin keyif aldığını ve çözmek için yarıştıklarını görmek bana mutluluk verdi. Sanırım matematiğin gerçek hayatta kullanılabileceğini görmek onları [öğrencileri] motive etmiştir. Gözleri parlıyordu.
> A: Grupla çalışmanın beklediğin artıları oldu mu?
> ÖA3: Evet. Öğrenciler ben önceden görev vermesem de kendileri sorumluluk aldı. Hepsi işe koyuldu ve birlikte başardılar. Rekabetlerini izlemekte zevkliydi.
> A: Peki böyle bir etkinliği uygulamanın zor tarafı neydi sence?
> ÖA3: Önce zamandan endişe ettim. Ama sıkıntı olmadı. Öğrenci grubu iyiyse bence kullanmakta hiçbir sıkıntı yok.
> A: “İyi öğrenci grubunu” açıklar mısın?
> ÖA3: Çalışkan ve sorumluluk sahibi iseler sıkıntı olmaz diye düşünüyorum.”

Diğer taraftan ÖA3’ün uygulama sırasında ki tek kaygısının zaman problemi yaşama ihtimali olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte bu tür etkinliklerin uygulanmasında başarı ve sorumluluk duygusuna sahip olan öğrencileri bir avantaj olduğunu ifade etmesi MOE etkinliği yürütme sürecinin sadece öğrenci ile ilişkilendirdiğini göstermektedir. Değerlendirme aşamasında çözümü tamamlayamayan gruplardan birer temsilci gruplar tarafından seçilmiş ve çözümlerin sunumları gerçekleşmiştir.

Çözümlerin değerlendirmeleri bilişsel boyutta (doğru ya da yanlış) ve sadece öğretmen adayı tarafından yapılmıştır.

5.5.4. MOE'lerin Sınıf İçi Uygulanmasına Yönelik Genel Değerlendirmeler

Tablo 5.13.'de öğretmen adaylarının seçtikleri MOE etkinliklerinin gerçek sınıf uygulamalarının *MOE uygulama rehberi* doğrultusunda gözlemciler tarafından değerlendirilmesine yönelik bulgular yer almaktadır. Tabloda verilen bulguların detaylandırılmasında önceki kısımlarda verilen bireysel öğretim deneyimlerine yönelik bulgulardan yararlanılmıştır.

Planlama aşamasında OMÖA'ların hepsinin etkinlik seçim sürecinde sınıf seviyesine karar verme, kavramlara karar verme ve amaca karar verme (kavram oluşturma, pekiştirme veya değerlendirme) durumlarına yer verdiği gözlemlenmiştir. Önceki kısımlarda verilen MOE uygulama sürecine yönelik detaylardan öğretmen adaylarının etkinlik seçerken öncelikli olarak hedefledikleri sınıf seviyesini ve bu sınıf seviyesindeki kazanımları dikkate aldıkları belirlenmiştir. Bununla birlikte daha önceden tanıdıkları öğrencilerle etkinlikleri gerçekleştirmeyi planlamışlar ve bu durumun grupları oluştururken ve süreci yönetirken bir avantaj olduğunu vurgulamışlardır. Etkinlik seçiminde diğer vurgulanan noktalar MOE bağlamının öğrenciye uygunluğu, onlar için ilgi çekici olması ve anlaşılır içeriğe sahip olması şeklindedir. Bunula birlikte öğretmen adaylarının biri dışındakiler etkinlikleri olduğu şekliyle uygulamışlar ve değişikliğe gitmemişlerdir.

Etkinliklerin hepsi pekiştirme etkinliği olarak planlanmıştır. Tabloya göre etkinliklerin uygulanmadan önce öğretmen adayları tarafından çözüldüğü belirlenmiştir. Tüm öğretmen adayları gerekli araç ve gereçleri belirlemişlerdir. Yapılan gözlemlerden planlama aşamasında öğrencilerin problem çözme ve sunum sürecine yönelik görevlerinin tam olarak belirlenmediği ortaya çıkmıştır. Özellikle uygulama aşamasında normların paylaşılmaması ve grup üyelerine bazen rolleri sözlü olarak paylaşılsa da net olarak açıklayan çalışma kağıtlarının hazırlanmaması planlama eksikliğine işaret etmektedir.

Tablo 5.13. Gözlem değerlendirmeleri

Aşamalar		ÖA1	ÖA2	ÖA3
Planlama	Etkinlik seçimi			
	Sınıf seviyesine karar verme	E	E	E
	Kavramlara karar verme	E	E	E
	Amaca karar verme (kavram oluşturma, pekiştirme veya değerlendirme)	E	E	E
	Etkinlik ön çözümü (öğretmen)	E	E	E
	Ön hazırlıkları Gerçekleştirme			
	Gerekli araç-gereçleri belirleme	E	E	E
	Öğrencilere verilecek görevleri belirleme	K	K	K
	Öğrencilerin çalışma şekline karar verme	E	E	E
	Değerlendirme kriterlerine karar verme	E	E	E
	Öğrencilerin çözümlerini sunma biçimlerine karar verme	E	E	E
	Uygulama ortamını düzenleme	E	E	E
Uygulama	Isınma Etkinliklerini Gerçekleştirme			
	Modelleme etkinliğinin bağlamına ilişkin tartışma	E	E	E
	Tanıtıcı makaleyi tartışma ve hazır oluş sorularını yanıtlama	K	E	E
	Video izletme ve materyal sunma	E	E	E
	Modelleme uygulaması için belirlenen normları paylaşma			
	Sınıf yönetimi	H	K	H
	Öğrenci ve öğretmen rolleri	E	K	H
	Değerlendirme kriterlerini paylaşma			
	Öz değerlendirme / Akran Değerlendirme / Rubrikle değerlendirme	E	E	H
	Bilişsel /Duyuşsal / Sosyal Becerileri Değerlendirme	K	K	H
	Modelleme Etkinliğini ve yardımcı materyalleri öğrenciye sunma	E	E	E
	Öğrencilerin Çalışmalarını İzleme			
	Gözlem notu alma	H	H	H
	Öğretmen müdahaleleri (gruplar için ilerlemeye neden olan sorunlara anlık müdahale ve yönlendirme)	H	K	K
Değerlendirme	Çözümün sunulması	E	K	E
	Sunumun tartışılması			
	Öz değerlendirme / Akran değerlendirme / Öğretmen değerlendirmesi	K	E	E
	Değerlendirme sonuçlarını paylaşma ve karara varma	H	E	E

Tüm öğretmen adayları MOE uygulama sürecini grup etkinliği olarak planlamıştır. Grup sayısını ve kişileri belirleme de başarı ve beceri dağılımı olarak gruplar arasındaki dengeyi göz önünde bulundurdukları, sınıf mevcuduna göre gruptaki kişi ve grup sayılarını belirledikleri görüşmelerde ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayları ayrıca grup olarak etkinliği gerçekleştirmeye gerekçe olarak sürecin yönetimi ve değerlendirilmesi kolaylığı, öğrenciler için farklı ve daha yararlı (öğrenmeye katkı) bir deneyim olanağı sağlaması, aktif katılıma yer vermesi, öğrencilerin daha çok zevk alacağının düşünülmesi, işbirliği, etkileşim ve sorumluluk aktarma gibi durumlara yer vermesi tarzında ifadeler kullanmışlardır. Yapılan görüşmelerde öğretmen adayları değerlendirme kriterlerine ve sunumlara yönelik planlamaya gittikleri belirlenmiştir. Uygulama aşamasından önce sınıflar grup etkinliğine uygun olacak şekilde düzenlenmiştir.

Tablo 5.13.’e göre öğretmen adayları uygulama aşamasında genel olarak ısındırma etkinliklerini tartışmalar, hazır oluş soruları yönlendirme ve video izlenimi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Modelleme uygulaması için normlar net olarak ifade edilmemiştir. Uygulama öncesinde değerlendirme kriterleri öğrencilerle paylaşılmış ancak bu değerlendirmeler bilişsel değerlendirmeyle kısıtlı kalmıştır. Değerlendirme ölçütleri öğrencilerle net olarak paylaşılmamıştır. Uygulama aşamasında gözlemlenen diğer bir eksiklik ise hiçbir öğretmen adayının gözlem notu almaması ve gruplar için ilerlemeye neden olan sorunlara anlık müdahale ve yönlendirmeyi olması gerektiği şekliyle gerçekleştirememeleridir. Önceki kısımda verilen görüşme bulgularından bu hususun deneyimsizlik ve grup süreçlerini yönetme zorlukları gibi nedenlerden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Öğretmen adayları değerlendirme aşamasında çözümün sunumunu genel anlamda planladıkları şekliyle uygulamışlardır. Sunumların tartışılması akran değerlendirmesi ve/veya öğretmen değerlendirmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adayları bu süreçte sadece bilişsel boyuta odaklandığı, öğrencilerin iletişim, matematiğe değer verme gibi diğer duyuşsal ya da çizimlerini gerçekleştirme gibi psikomotor özelliklere yönelik değerlendirme yapmadıkları gözlenmiştir. Değerlendirmelerin karara bağlanması zamanı yetiştiremeyen bir öğretmen adayı dışında gerçekleşmiştir.

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu kısımda araştırma bulguları alt başlıklarında elde edilen bulgular doğrultusunda sonuçlar betimlenmiş ve bu sonuçlar ilgili alan yazın dâhilinde tartışılmıştır.

6.1. Ortaokul Matematik Öğretmen Adaylarının MOE'leri Tasarlama Süreçlerinden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmaya katılan ortaokul matematik öğretmen adaylarının model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme hakkındaki ön bilgilerinin kısıtlı olduğu tam bir tanımlama yapamamakla birlikte somut örnek verme eğilimlerinin oldukları belirlenmiştir. Son dönemlerde öğretmenlerle (Akgün vd., 2013; Deniz, 2014) ve öğretmen adaylarıyla (Özer Keskin, 2008; Korkmaz, 2010; Doğan Temur, 2012) yürütülen matematiksel modelleme eksenli çalışmalarda matematiksel modelleme ile ilgili kavramlar hakkında yetersiz bilgiye sahip oldukları belirtilmiştir. Bu bilgi eksikliğinin bir boyutunda model ve modelleme kavramlarının birbirine karıştırılmasına yönelik sonuçlar bu çalışmada olduğu gibi ilgili alan yazında da tespit edilmiştir (Akgün vd., 2013).

Genel anlamda öğretmen adayları model ve matematiksel model ile ilgili kullandıkları ifadelerde modeli ve matematiksel modeli "kavramın eşleştiği somut varlıklar (maketler, görseller)", modelleme ve matematiksel modelleme kavramlarını ise "var olan modelleri işe koşma" olarak tanımlamışlardır. Özellikle matematiksel kavramların soyutluğu ve somutlaştırılması çabası sürecinde pasta, pizza ve sınıf kapısı gibi gerçek yaşam modellerinin işe koşulmasını matematiksel modelleme süreci olarak algılanması çoğu öğretmen adayının ifadelerinde ortaya çıkmıştır. Genel anlamda matematiksel modellemeyi *matematiksel kavramların günlük hayattaki örneklerini bulmak* şeklinde yanlış algılamaya sahip oldukları belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına paralel şekilde Akgün vd. (2013) de ilköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleri somut materyaller ve görseller şeklinde düşündüklerini ve matematiksel modeli matematiksel modelleme yöntemiymiş gibi ifade ettiklerini ortaya koymuşlardır. Bu durumla ilgili olarak Lesh vd. (2003), matematiksel model ve modelleme terimlerinin kısıtlı bir algılamayla genellikle somut materyaller kullanarak somutlaştırma çabası olarak değerlendirildiği aslında sürecin daha kapsamlı ve dinamik bir yapıda olduğunu vurgulamaktadır. Haines ve Crouch (2007), matematiksel modellemeyi, gerçek yaşam problemlerinin matematiksel dile çevrildiği, sembolik bir sistem içinde çözüldüğü ve gerçek hayat sistemi içinde çözümlerin test edildiği döngüsel bir süreç olarak nitelendirmektedir. Benzer bir yaklaşımla Verschaffel vd. (2002)'ne göre, matematiksel modelleme, gerçek yaşam durumlarının ve bu durumlardaki ilişkilerin matematik kullanılarak ifade edildiği bir süreçtir. Aslında her iki perspektif de, yapısal özelliklerini matematik aracılığıyla incelemek için gerçek hayattaki bir durumun fiziksel özelliklerinin ötesine geçmeyi vurgulamaktadır. Buradan hareketle hiçbir öğretmen adayının gerçek hayattaki bir problemin çözümü süreci ile matematiksel model ve modelleme süreçlerini ilişkilendirmemiş olmaları kısıtlı anlayışlarına bir örnek teşkil etmektedir.

Bu araştırmada ayrıca öğretmen adaylarının modelleme ile ilgili kavramlarla lisans uygulamalarında karşılaştıkları, ancak kavramlarla ile ilgili teorik temellerin tam olarak oluşmadığı ortaya çıkmıştır. Alan yazın incelendiğinde matematiksel modelleme eğitiminin lisans düzeyinde ki yetersizliği ve bu derslerin lisans programlarında ayrı bir ders olarak okutulması gerekliliği vurgulanmıştır (Kaiser ve Schwarz, 2006; Kertil, 2008; Özer Keskin, 2008; Çiltaş, 2011; Akgün vd., 2013; Kal, 2013). Hatta Güneş vd. (2004) üniversite fen ve matematik öğretim elemanlarıyla yaptıkları araştırma sonucunda öğretim elemanlarının model ve modellemenin doğası ile ilgili olarak kısıtlı bilgilerinin ve uygulamalarının olduğunu ve bu durumun öğretmen adaylarının da modellemeye ait kavramsal temellerde farklı algılamalara neden olduğunu belirlemişlerdir.

Bununla birlikte alan yazın matematiksel modelleme vurgusunun sadece lisans eğitim sürecinde değil daha önceki yıllarda ve öğretim programlarında da olması gerekliliğine vurgu yapmaktadır (Özer Keskin, 2008; Çiltaş, 2011; Akgün vd., 2013; Güder, 2013). Hatta bazı çalışmalarda modellemenin uygulanmasına okulun ilk yıllarında başlanması ve öğrencilerin matematiksel yeteneğine uygun olarak ele alınması gerektiğine yer verilmiştir (Ekol, 2011). Bu uygulamaların öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirebileceği düşünülmektedir (Maaß, 2005; Ferri, 2011). Bunula birlikte yapılan çalışmalar matematiksel modellemeye öğretim programında yer almasının sınıflarda uygulamaya yansımadığını ve öğretmenlerin matematiksel modelleme ile ilgili deneyimsizliğini işaret etmektedir (Blum ve Borromeo-Ferri, 2009; Frejd, 2012; Kawasaki vd., 2012).

Araştırma bulgularından öğretmen adayları matematiksel modelleme ile ilgili her hangi bir ders ya da teorik bilgi içeren bir eğitim deneyiminde bulunmadıkları sonucuna ulaşılmaktadır. Öğretmen adayları genellikle eğitim odaklı (Materyal geliştirme, özel öğretim yöntemleri gibi) derslerde bu tür modelleri kullanma deneyimlerinden bahsetmişlerdir. Benzer olarak alan yazında yapılan çalışmalar öğretmenlik eğitimi veren lisans programlarında matematiksel modelleme eğitimlerin yetersizliğinden bahsedilmektedir (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2013; Güneş vd., 2004). Bu doğrultuda birçok araştırma modelleme eğitiminin lisans programlarında yer almasının okullardaki matematik öğretimini desteklemesi bağlamındaki önemine işaret etmektedir (Kertil, 2008; Özer Keskin, 2008; Çiltaş, 2011; Akgün vd., 2013; Kal, 2013).

Gerçekleştirilen ön görüşme bulgularından OMÖA'ların gerçek hayat problemlerinin özellikleri arasında problemlerin öğrencilerin ilgi, bilgi ve yaşantısına uygun olması ve matematiksel kavram ile birebir örtüşmesi gerekliliğine vurgu yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında gerçek yaşam temelli problemlerin sade ve basit bir dille yazılmış, bireysel farklılıkları (cinsiyet, gelir durumu, yaşanılan çevre vb.) dikkate alan, evrensel değerler içeren ve matematiğin önemini ortaya koyan özellikte olması gerektiği belirtilmiştir. Hıdıroğlu ve Bukova Güzel (2014) gerçek yaşam temelli problemlerin sahip olması gereken özellikler arasında "açık ve anlaşılır olmasına, açık uçlu olmasına, ilgi çekici ve günlük yaşamla ilişkili olmasına, gerçek ve zengin verilerden oluşmasına, içerisinde birden fazla değişkeni, parametreyi, sabiti ve matematiksel kavramı barındırmasına, öğrencilerin kendilerinin veri oluşturmasını gerektirmesine, öğrencilerin teknoloji bilgisini, deneyimlerini ve matematik bilgisini ilişkilendirerek kullanmasına olanak sağlamasına" vurgu yapmıştır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının bu tür problemlerin farklı değişkenler içermesi ve kendi verilerini üretme potansiyeline sahip olması gerekliliğine vurgu yapmamışlardır. Bu durum lisans ve önceki eğitim deneyimlerinde bu tür problemlerle karşılaşmamış olmalarından kaynaklanmış olabilir (Maaß, 2005).

Ayrıca ön görüşme bulgularına göre öğretmen adaylarının gerçek yaşam temelli etkinliklerin matematik derslerinde kullanımı ile ilgili genel olarak olumlu görüş bildirmişlerdir. Ancak bazı öğretmen adayları matematiğin bazı konularında (köklü ifadeler gibi) gerçek yaşamdan etkinlik bulunamayacağı gibi ifade belirtmişlerdir. Gerçek yaşam temelli etkinliklerin matematik eğitiminde kullanılmasının öğrenme süreçlerine katkı (anlamlandırma, somutlaştırma, basitleştirme, kolaylaştırma, kalıcılık), matematiğin doğasının anlaşılmasına ve öğrencilerin gerçek yaşamda karşılaşacakları problemlerin üstesinden gelebilme becerilerinin arttıracağını vurgulamışlardır. Alan yazında gerçek yaşam temelli etkinliklerin matematik derslerinde kullanımının anlamlandırmaya dayalı öğrenme ortamının sağlanması, öğrenmede kalıcılığın arttırılması ve matematiksel kavramların derinleştirilmesi ve matematiğe karşı olumlu tutumlar kazandırılması gibi yararları belirlenmiştir (Blum, 2002; Özer Keskin, 2008; Akgün vd., 2013).

Diğer taraftan gerçek yaşam etkinliklerinin matematik derslerinde kullanımında öğrencilerin bağlamlarında olan, ilgilerine, sınıf seviyesine, konuya ve yaşanılan çevreye uygun etkinliği bulmayı zor olarak nitelendirmişlerdir. Ayrıca bu tür etkinlikleri hazırlarken ve uygularken zaman problemi, pedagojik yetersizlik, maliyet ve merkezi sınav baskısı gibi unsurlarında sorun oluşturabileceğini düşünmektedirler. Akgün vd. (2013) de benzer olarak gerçek yaşam temelli etkinliklerin kullanmama nedenleri arasında bu kavrama ait bilgi eksikliği, gerçek yaşam etkinliklerinin sınavlarda çıkan problemlere benzememesi, uygulamaların zaman alıcı olması ve öğrenci ve öğretmen alışkınlıklarının dışında olması gibi nedenler belirlenmiştir. Blum (1991) yaptığı araştırmada gerçek yaşam temelli etkinliklerin kullanımının zaman problemi yarattığını ortaya koymaktadır. Yine farklı araştırma sonuçları gerçek yaşama temelli etkinliklerin uygulanmasındaki pedagojik yetersizlikleri vurgulamakla birlikte (Ikeda ve Kaiser, 2005; Makar ve Confrey, 2007; Korkmaz, 2010; Yu ve Chang, 2011) bu duruma bir gerekçe olarak uygulama süreçleri ile farklılıklara değinmektedirler (Perrenet ve Zwaneveld, 2012).

OMÖA'ların MOE'leri tasarım süreçleri planlama, etkinlik belirleme, yazma ve kontrol aşamaları dâhilinde analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre genel anlamda öğretmen adaylarının modelleme süreçleri farklılıklar içermektedir. Berry ve Houston

(1995), matematiksel modelleme sürecinin problemi anlama, değişkenleri seçme, matematiksel modeli kurma, matematiksel problemi çözme, çözümü yorumlama, modeli doğrulama, modeli başka problemler için geliştirme ve rapor hazırlama şeklinde doğrusal bir şekilde sıralamıştır. Diğer taraftan Doerr (1997), doğrusal olmayan bir matematiksel modelleme süreci tanımlamış ve bileşenleri gerçek hayat problem durumu ile karşılaşma ve problemi tanımlama, veriyi ve bilgiyi elde etme, modele ve işleme karar verme ve değerlendirme, yorum yapma, yeniden yapma şeklinde döngüsel olarak ele almıştır. Keskin (2008) çalışmasında, Berry ve Houston (1995) ile Doerr (1997)'un tanımladıkları matematiksel modelleme süreçlerini yeniden uyarlamış ve gerçek hayat problemini anlama, değişkenleri seçme, matematiksel model oluşturma, çözüme ulaşma, yorumlama ve doğrulama aşamalarına yer vermiştir. Keskin'in (2008) belirlediği aşamalar doğrusallık zorunluğu içermemekle birlikte zorluk çekilen noktalarda sürecin gözden geçirilmesi ve gerekli görüldüğünde ilgili aşamaların tekrarlanması ifade edilmiştir. Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılabileceği gibi alan yazında matematiksel modelleme sürecine yönelik etkinliklerde hedefe ulaşmak için katı süreçler zincirinin olmadığı göze çarpmaktadır (Blum ve Niss, 1991; Lesh ve Doerr, 2003; Crouch ve Haines, 2004; Borromeo-Ferri, 2006). Bu doğrultuda öğretmen adaylarının modelleme süreçlerinde izledikleri yollarda oluşan farklılıklar olağan karşılanabilir.

MOE'leri tasarım sürecine yönelik planlamalarında ilk olarak araştırma süreci dikkat çekmektedir. Öğretmen adayları MOE'lerin farklı tarzda düşünsel ve bilişsel süreçler içeren etkinlikler olduğunu bu doğrultuda doğru etkinliği belirlemek için farklı kaynakların (internet, ders kitabı vb.) araştırılması gerekliliğine de planlamalarında vurgu yapmışlardır. MOE'lerin günlük hayatla ilişkili olması gerekliliği planlamada yer alan vurgulardandır. Bununla birlikte doğru tasarıma ulaşma yolunda farklı senaryoların ve soru bağlamlarının planlanması da dikkate alınmıştır. Diğer bir aşamada modelleme temel prensiplerine uygunluğunun, belirlenen modelin sağlanıp sağlanmadığının ve farklı durumlarda uygulanabilirliğini kontrolü de planlama sürecinde dikkate alınmıştır. Modelleme döngüsü dikkate alındığında öğretmen adaylarının planlamalarında yer verdikleri unsurların önemli olarak kabul edilmesi gerekmektedir. Lesh ve Doerr (2003) matematiksel modelleme sürecini gerçek yaşamla ile ilişkili bir etkinlikle başlaması gerekliği üzerine durmaktadır. Bu basamakta öncelikle gerçek dünyaya ait çözülebilen bir problem tanımlanma süreci ile başlar ve bu bağlam doğrultusunda değişkenler ve önem dereceleri belirlenir. Sonraki aşamalarda modelin kurgulanması, çözümlerin yürütülmesi ve çözümün problem durumu için anlamlılık düzeyinin değerlendirmesi yer alır. Son aşamada ise çözüm ve tahminlerin gerçek dünya ile bağlamında değerlendirilmesi, modelin geçerliği ve kullanışlılığı bağlamlarında yapılır (Lesh ve Doerr, 2003). Bu doğrultuda öğretmen adaylarının planlamalarında modelleme süreçlerini göz önünde bulundurmaları, konu ve gerçek hayat ilişkisini ortaya koyabilecek en uygun etkinliğe yönelik (soru havuzu oluşturma, farklı çözümler sunma, farklı düşünsel süreçleri içerme) planlamalarda bulunmaları eğitim sürecinin yararlılığını ortaya koymaktadır.

Grup olarak MOE tasarım sürecinin sonraki aşaması olan etkinliğin özelliklerini belirleme aşamasında grupların MOE'lerin sahip olması gereken özellikleri arasında üst düzey düşünme süreçleri (problem çözme, eleştirel ve yaratıcı düşünme gibi) içermesine yapılan vurgu öne çıkan unsurlardan birisidir. Matematiksel modelleme yeterlikleri gerçek yaşamdan matematiksel modele geçiş ve sonrasında modelin tekrar gerçek bağlamda doğrulanması sürecinde farklı düşünsel süreçleri içeren karmaşık bir yapıdır (Borromeo-Ferri, 2010). Bu yeterliklerin öğrencide gelişimi için yer verilecek modelleme etkinliklerinin üst düzey düşünsel süreçleri içermesi beklenmektedir (Blum ve Kaiser, 1997). Öğretmen adayları modelleme etkinliklerinde ayrıca modelleme prensiplerinin sağlanması gerekliliğini vurgulamışlardır. Stillman (2012)'a göre modelleme etkinliklerinin uygulama etkinliklerinden farkı problemin çözümünde yardımcı olabilecek matematiği keşfetme sürecini içermesidir. Yapılan uzun soluklu çalışmalar gerçek yaşam durumlarını temsil eden temel prensipleri tanımlamış (Lesh vd., 2000) ve MOE'leri tasarım sürecinde bu öğretim odaklı prensiplerin benimsenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Lesh vd., 2000).

Grupların modelleme sürecinde etkinlik özelliklerine dair vurguladıkları diğer bir konu ise modelleme etkinliklerinin kazanımla uyumlu olması hususudur. Modelleme etkinlikleri önceki öğrenmelerin işe koşulmasının yanında, matematikselleştirme yoluyla matematiksel bilgide derinlik kazanılmasını sağlamaktadır (Yoon vd., 2010). Bununla birlikte matematiksel modelleme etkinlikleri ve matematik öğrenme ilişkisi arasında farklı görüşler mevcuttur. Chinnappan (2010) MOE'lerin belirli bir matematiksel içeriğin ilişkisini gösteren, geliştiren bir araç olarak ele alırken, Blomhoj ve Jensen (2007) matematiksel modelleme etkinliklerini matematiksel öğrenmelerin gerçekleştirilmesi için bir amaç olarak ele almaktadır. Her iki bakış açısında da matematiksel kazanımlarla modellerin ilişkisi önem arz etmekle birlikte MOE tasarımlarında matematik dersi kazanımlarının uyum açısından irdelenmesi beklenmelidir (Stillman, 2012).

Gruplar ayrıca etkinliklerin öğrenciye göreliği, görsel öğeler içermesini çoklu çözüm sunmasını ve genel anlamda problem niteliğine sahip olmasını ele almışlardır. Fox (2006)'e göre matematiksel modelleme etkinlikleri çocuklar için önemli olan ve ilgi alanına giren temalar etrafında hazırlanmalıdır. Böylelikle problem ile kendi kişisel anlamlandırmaları arasında bağ kurulması imkânı sağlanabilir. Bununla birlikte MOE'lerin dışsal temsillerle (resim, diyagram vb.) problemin açıklanmasına ve anlaşılırlığına katkı sağlaması ve anlaşılır ifadelere yer vermesi gerekmektedir (Lesh vd., 2000; Fox, 2006; Borromeo-Ferri, 2014). MOE'lerin nitelikleri arasında bu etkinliklerin öğrencide zihinsel karmaşıklık yaratması yani gerçek bir problem özelliği göstermesi gerektiği alan yazında vurgulanmıştır (Borromeo-Ferri, 2014). Bu sonuçlardan hareketler öğretmen adaylarının MOE tasarım süreçlerinde belirledikleri etkinlik özelliklerinin ilgili alan yazınla uyumlu olduğu söylenebilir.

Araştırma sonuçları grupların MOE tasarım yazım aşamalarında bazı farklılıklar bulunsa da benzer süreçlere yer verdiklerini belirlenmiştir. Yazım aşamaları MOE'nin bağlamının belirlenmesi, değişkenlere ve varsayımlara karar verilmesi, senaryonun yazılması ve görsel unsurların eklenmesi şeklinde ilerlemiştir. Kontrol aşamasında ise grupların dikkat ettikleri unsurlar arasında MOE prensiplerine uygunluk, metin kontrolü, görsel düzenleme, çözüm aşamalarını gerçekleştirme (model ve veri uyumu) yer almıştır.

6.2. Tasarlanan Etkinliklerinin Temel Modelleme Prensiplerine İlişkin Bulgulara Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

OMÖA'lar tarafından oluşturulan MOE'lerin tümü genel anlamda gerçeklik ve yapı belgelendirme prensiplerine uygun olarak değerlendirilmiştir. Model oluşturma prensibine iki etkinlik uygun bulunurken, öz değerlendirme ve model genelleme prensipleri bakımından biri haricindeki tüm etkinlikler kısmen uygun olarak değerlendirilmiştir. Oluşturulan tüm etkinliklerin etkili prototip prensibine uygunluğu ise incelenmemiştir. Elde edilen bulgular ve MOE ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde MOE tasarım prensiplerinin tümüne tamamen uygun etkinliklerin oluşturulmasının zor olduğu ve uygun tasarımın geliştirilmesinin uzmanlık gerektirdiği belirlenmiştir. Nitekim mühendislik ve matematik eğitimi alanında uzmanlardan oluşan bir grup MOE tasarım sürecine girmişler ve geliştirilen MOE tasarımının tüm prensiplere uygun olduğunu tespit etmişlerdir (Moore vd., 2004).

Alan yazında birçok çalışmada öğretmen ve öğretmen adaylarının uzmanlardan aldıkları eğitim süreci sonunda tasarladıkları MOE'lerin MOE tasarım prensiplerinin sağlamada eksikliklerin olduğu görülmüştür. Deniz (2014) öğretmenlere verdikleri MOE teorik eğitim süreci sonunda tasarladıkları MOE'leri analiz etmiş ve bulgular etkinliklerin tümünün gerçeklik ve model genelleme prensiplerine tamamen uygun olduğunu öz değerlendirme prensibine bir ölçüde uygun olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca etkinliklerin az bir kısmının model oluşturma ve yapı belgelendirme prensiplerine bir ölçüde uygun olduğu ve iki etkinliğin yapı belgelendirme prensibine tamamen uygun olmadığı tespit edilmiştir. Oluşturulan tüm etkinliklerin etkili prototip prensibine uygunluğu ise incelenmemiştir. Bunula birlikte Tekin vd. (2011) matematik öğretmen adaylarıyla MOE tasarlamayı hedefledikleri araştırma sonucunda hazırlanan MOE'lerin tümünün gerçeklik ve model genelleme prensiplerine uygun oldukları, özellikle yapı belgelendirme prensibini sağlamayan etkinliklerin çokluğuna dikkat çekmişlerdir. Alan yazında gerek öğretmenler gerekse öğretmen adaylarıyla yapılan diğer çalışmalarda tasarlanan MOE'lerin gerçeklik, yapı belgelendirme ve model oluşturma prensiplerine uygunlukta daha başarılı olduğu öz değerlendirme ve model genelleme prensipleri bağlamlarında eksiklikler bulunduğunu ortaya koymaktadır (Tekin vd., 2011; Yu ve Chang, 2011; Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2013a;). Ayrıca Carlson vd. (2003) yaptıkları çalışma sürecinde hazırlanan MOE'nin gerçeklik prensibine uygunluğunda sorunlar olduğunu tespit etmişlerdir. Bu doğrultuda bu çalışmada da oluşturulan MOE'lerin modelleme prensiplerinin hepsini tam olarak sağlamaması beklenen bir durumdur.

Matematiksel modellemenin odaklı birçok araştırma matematiksel modellemenin öğretimi ve öğreniminin karmaşık olduğunu ve birçok faktörden etkilendiğini belirtmektedir (Borromeo-Ferri ve Blum, 2011). Bununla birlikte modelleme tasarım etkinlikleri doğası gereği zor etkinliklerdir ve gerek tasarımında gerekse uygulama sürecinde deneyim gereklidir (Tekin ve Bukova Güzel, 2011; Yu Chang, 2011). Yapılan bu çalışmada her ne kadar matematiksel modelleme ve MOE prensipleri ayrıntısı ile tanıtılsa bile öğretmen adayları ilk defa MOE oluşturmuşlardır ve bu konuyla ilgili yeterince araştırma yapmamışlardır. Bu durum belirlenen eksikliklere neden olmuş olabilir. Bununla birlikte MOE tasarımlarında geleneksel öğrenme ortamlarına entegre edilmesindeki zorluklar (Galbraith ve Clatworthy, 1990; Kaiser, 2007; Bukova-Güzel, 2011; Ji, 2012), matematiksel modelleme basamaklarındaki geçiş sürecinde yaşanan zorluklar (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006; Thomas ve Hart, 2010; Eraslan, 2011) ve modelleme problemi çözüm sürecinde oluşabilecek kavram yanılgılarının (Maaß, 2006) matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanmasına etkisinin dikkate alınması gerekmektedir. Bu eksiklikler tasarımların planlanan hedeflere ulaşmasında engel teşkil edebilmektedir (Maaß, 2006; Baki ve Aydın-Güç, 2014).

Yeterlik değerlendirmeleri detaylı irdelendiğinde grupların kendi etkinliklerini genel anlamda yeterli gördüğü ve akranlarına göre daha yüksek puanlama eğilimi belirlenmiştir. Benzer olarak uzman değerlendirmelerinden hem akran değerlendirmelerinin hem de öz-değerlendirmelerin farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Öğretim çalışmalarında birçok uzman - uzman olmayan değerlendirmelerine ve/veya süreçlerine yönelik karşılaştırma çalışması yapılmıştır (Chi vd., 1981; Fadde 2009). Fadde’ye göre, “Uzman statüsünün açık bir ölçüsü deneyim miktarıdır” demektedir (2009). Buradaki çalışmadaki bulgu ile paralel olacak şekilde bazı çalışmalarda da uzman olmayanların (öğrencilerin, öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının) uzmanlara göre yüksek not verme eğiliminde oldukları belirlenmiştir (Meyer, 2004; Sancar Tokmak vd., 2012). Fadde (2009)’a göre uzman olmayanlar değerlendirme kriterlerin anlamını anlamak için herhangi bir çaba göstermeyebilir ve bu durum bazı yanlış yorumlamalara neden olur; diğer taraftan uzmanlar, tutarlılığı ve güvenilirliği artırmak için her ölçüt için aynı önlemleri almaktadırlar. Bu farklılıklar değerlendirmede de farklı durumların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Benzer bir yaklaşımla Incikabı ve Kacar (2017) matematik öğretmeni adayları ders imecesi aşamalarında gerçekleştirdikleri çalışmada öğretim süreçlerinde yer alan ders plan tasarımı ve pedagojik yetkinlik bağlamlarındaki değişiklikleri akran, öz ve uzman değerlendirmeleri ile analiz etmiştir. Sonuçlar öğretmen adaylarının öz değerlendirmelerde akran ve uzman değerlendirmelerine göre daha yüksek yeterlik puanları verdiklerini göstermiştir. Bu durumun öğrencilerin öğretim uygulamaları hakkında herhangi bir geri bildirim almadan önce kendilerine daha fazla güven duymalarından kaynaklandığı ifade edilmiştir (Incikabı ve Kacar, 2017). Bununla birlikte uzman ve uzman olmayanlar tarafında yapılan değerlendirmedeki farklılıkların, ölçütlere yönelik yanlış yorumlamalardan, her bir ölçütü değerlendirmeye yönelik yöntemlerdeki sınırlılıklardan, ele alınan içerik ve beceriler konusundaki bilgi birikimlerinden ve ortak bir derecelendirme stratejisinin olmamasından kaynaklanabileceği bildirilmektedir (Sancar Tokmak vd., 2012).

6.3. Matematiksel Modelleme Yeterlik Eğitiminin Modelleme Yeterlikleri Üzerine Etkisine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

Araştırma sonuçlarına göre MOE tasarım eğitimi süreci OMÖA'ların matematiksel modelleme yeterlikleri (Problemi anlama, problemi sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama) üzerine istatistiki anlamda anlamlı ve olumlu etki gerçekleştirmiştir. Bu bulgu, matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bütüncül yaklaşıma dayalı teorik bilgi odaklı tasarlanan öğrenme ortamlarında öncelikle matematiksel modelleme ve matematiksel modelleme sürecine yönelik teorik bilgi odaklı dersler yürütülmekte, ardından bu teorik bilgiler doğrultusunda matematiksel modelleme sürecine yönelik hiçbir yönerge içermeyen ancak gerektiğinde öğretmen tarafından stratejik ipuçlarının verildiği, serbest çalışılan MOE'ler uygulanmaktadır. Matematiksel modellemeye yönelik bu tür bir öğrenme ortamı birçok araştırmacı tarafından tasarlanmış ve sonuç olarak matematiksel modelleme süreci hakkındaki bilginin matematiksel modelleme yeterliklerinin kazandırılmasında pozitif etkisi olduğu belirlenmiştir (Maaß, 2006; Kaiser vd., 2010; Bukova-Güzel, 2011; Grünewald, 2012; Ji, 2012; Brand, 2014; Mehraein ve Gatabi, 2014b; Kaiser ve Brand, 2015). Aynı zamanda bütüncül yaklaşımla matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine dair öğrenme ortamlarına yönelik çalışmalar incelendiğinde, bu ortamlarda genel olarak matematiksel modellemenin gerektirdiği tüm zorluklarla mücadele ederek tüm yeterliklerin teşvik edildiği dolayısıyla bu bağlamda en etkili öğrenme ortamlarının bütüncül yaklaşımla sağlanabileceği varsayılmaktadır (Grünewald, 2012).

Araştırma bulguları oluşturulan öğrenme ortamının doğrulama yeterliğini desteklediği görülse de etki düzeyinin diğer yeterliklere göre düşük olduğu belirlenmiştir (ortalama puan 12 üzerinden 3,20). Alan yazında çeşitli araştırma bulguları da modelleme yeterlikleri arasında en az gelişen yeterliğin doğrulama yeterliği olduğunu göstermektedir (Maaß, 2006; Sekerak, 2010; Blum, 2011; Bukova Güzel, 2011; Ji, 2012). Doğrulama yeterliğinin gelişimini engelleyen önemli unsurlardan birisi doğrulamanın yalnızca işlem hatalarını kontrol olarak ele alınması olarak ele alınmaktadır (Maaß, 2006; Borromeo-Ferri, 2010; Blum, 2011). Bununla birlikte bazı araştırmalar modelleme etkinlikleri sürecinde doğrulamanın tamamen ihmal edildiğine de işaret etmektedir (Blum ve Leiß, 2007). Mischo ve Maaß (2012) doğrulama basamağına ait zorlukların nedenleri arasında matematiksel yetersizlikler ve etkinlikte kullanılan kelimelerin anlamını bilmeme gibi sebepleri göstermişlerdir. Modelleme eğitimlerinin gerçekleştirildikleri süreçlerde işlem hatalarının yanında varsayımların, oluşturulan matematiksel modelin ve modelin uygulanması sürecinin kontrolüne yönelik alışkanlıkların kazandırılması doğrulamada zengin yaklaşımların sergilenmesine ve yeterliklerin gelişimine katkı sağlamaktadır (Tekin Dede, 2015). Doğrulama yeterliğinin geliştirilmesi için kısmi yaklaşıma dayalı öğrenme ortamlarının oluşturulması, öğrencilerin sadece doğrulama yeterliğine odaklanmalarını sağlayacağından önemli görülmektedir (Dede, 2017). Biccard ve Wessels (2011) ise yeterliklerin gelişimi için sadece öğrenme ortamına katılmanın yeterli olmadığını ve öğretmen desteğinin gerekli olduğunu ifade etmektedir

Alan yazın farklı modelleme yeterliklerine ait zorlukları da ortaya koymaktadır. Bal ve Doğanay (2014) çalışmalarında sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme konusunda yeterliklerini ortaya koymayı hedeflemiş ve öğretmen adaylarının değişkenlerin belirlenmesi, modelin oluşturulması ve modelin çözümlenmesi aşamalarındaki yetersizliklere dikkat çekmişlerdir. Bununla birlikte Özdemir ve Üzel (2013), modelleme yeterliklerinin her bir basamağına ait zorlukları ortaya koymuştur. Bukova-Güzel (2011) matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme problemlerini oluşturma ve çözüm yaklaşımlarını belirlemeyi amaçladığı çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının problemi anlama ve sadeleştirmede başarılı olduklarını ancak en çok yorumlama ve doğrulama yapmada zorlandıklarını belirlemiştir. Eric vd. (2012), öğrencilerin varsayımlarla gerçek problemi matematiksel probleme çevirmede (matematikselleştirme yeterliğinde) zorluklar yaşadıklarını ve gerçek yaşam bilgilerini nasıl kullanacaklarını bilmediklerini veya bu bilgileri üstün körü dikkate aldıklarını belirtmiştir. Bu yetersizliklerden hareketle alan yazında birçok çalışma matematiksel modellemenin öğretimi ve öğreniminin karmaşık olduğunu ve birçok faktörden etkilenebildiğini bildirmektedir (Borromeo-Ferri ve Blum, 2011). Ayrıca yapılan çalışmalar öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinde problemler ve zorluklar yaşadığını belirtmektedir (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006; Maaß, 2006; Dowlath, 2008; Özer-Keskin, 2008; Biccard, 2010; Bukova-Güzel, 2011; Eraslan, 2011; Eric vd., 2012; Mischo ve Maaß, 2012; Tekin-Dede ve Yılmaz, 2013a, 2013b). Bu zorluklar arasında MOE'lerin rutin etkinliklerden ve çözüm sürecinde alışık olduklarının dışında eylemler gerektirmesinden kaynaklanabildiği gibi (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006; Eraslan, 2011), matematiksel modelleme basamaklarındaki geçiş sürecinde yaşanan zorluklardan da kaynaklanmaktadır (Thomas ve Hart, 2010).

Bu çalışma, öğretmen yetiştirme sürecinde bir ders olarak modellemenin öğretiminin öğretmen adaylarının modelleme becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Ancak, öğretmen yetiştiren programlarda matematiksel modelleme ayrı bir ders olarak okutulmasa da MOE'lerin Analiz, Doğrusal Cebir ve Analitik Geometri gibi alan derslerine veya Özel Öğretim Yöntemleri gibi alan eğitimi derslerine entegre edilmesinin uygun olacağına inanılmaktadır (Bukova-Güzel, 2011). Özellikle modellemenin ortaokul müfredatında önemli bir bileşen olduğu düşünüldüğünde bu tür uygulamaların gerekliliği yeterince açıktır (MEB, 2005, 2017; Stillman vd., 2007).

6.4. Öğretmen Adaylarının MOE Yeterlik Eğitimi Süreçleri Hakkındaki Görüşlerine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

OMÖA'ların aldıkları 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. Bununla birlikte 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 bulguya paralel olarak 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 bulguları desteklemiştir. Alan yazın MOE'lerin üst düzey düşünsel becerilerin gelişimini destekleme durumunu MOE'lerin alışık olunmayan eylemleri 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, 2009; Thomas ve Hart, 2010). Bu çalışmanın bulgularına göre MOE yeterlik eğitiminin öne çıkan diğer yararları arasında matematiğin öneminin farkına varma 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. Bununla birlikte 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 ulaşmışlardır. Bu doğrultuda OMÖA'ların MOE tasarım süreci ve matematiğe yönelik tutumları arasındaki olumlu algılarının alan yazınla paralellik gösterdiği düşünülebilir.

Modelleme eğitim sürecine yönelik bu olumlu görüşlerin yanı sıra öğretmen adaylarının MOE eğitim sürecinde bazı zorluklara da 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 (Tekin-Dede ve Bukova-Güzel, 2013b; 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). Bu durumla ilişkin 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 model oluşturma etkinliklerinde 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 sevme, 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 arttıracağını ve bu yüzden bu tür problemlerin matematik derslerinde kullanılması gerekliliğini gösteren araştırmalarda mevcuttur (Kaiser ve Schwarz, 2006; Bukova-Güzel ve Uğurel, 2010; Doruk, 2010; Sandalcı, 2013; Deniz, 2014; 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 (English ve Watters, 2004; Bonotto, 2007; Kim ve Kim, 2010; Blum, 2011; Bracke ve Geiger, 2011; Maaß, 2011; Çelikkol, 2016; Karabörk, 2016; Muşlu, 2016).

Öğretmen adayların 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 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 vd., 2013; Urhan ve Dost, 2016), problem farklılıkları (Kawasaki vd., 2012; Deniz, 2014) ve MOE'leri uygulamanın zaman alıcı olması (Blum, 1991) yer almaktadır. Bununla birlikte öğretmenlerin matematiksel modelleme uygulamalarındaki deneyimsizliği de modelleme kullanım durumlarını etkileyen faktörler arasında gösterilmiştir (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006; Yu ve Chang, 2009; Özturan Sağırlı, 2010; Thomas ve Hart, 2010; Erarslan, 2011). 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. Bu çalışmanın sonuçlarını desteleyecek nitelikte öğretmen adaylarının sınav sistemi ve müfredat baskısı dolayısıyla MOE'leri sınıf içinde kullanmama eğilimine sahip olduğunu gösteren bulgular ilgili alan yazında mevcuttur. Akgün vd. (2013) öğretmenlerle yaptıkları araştırmada matematiksel modelleme problemlerinin sınavlarda çıkan problemlerden farklı özelliklere sahip olması nedeniyle kullanmak istemediklerini belirlemiştir. Bu doğrultuda Kawasaki vd. (2012) çalışmalarında matematiksel modellemenin ülke 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 hâkimdir (Kaiser ve Maaß, 2007; Kal, 2013; Deniz, 2014). Akgün vd. (2013) ve Güder (2013) ilköğretim matematik öğretmenleriyle yapmış olduğu çalışmalarda, 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 vd., 2013; Ören Vural vd., 2013; Urhan ve Dost, 2016).

Bu araştırmada yapılan son görüşmelerde OMÖA'lar modelleme etkinliklerini öğrenme ortamlarında kullanım planlamalarıyla ilgili olarak öğretmene 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 (Kal, 2013; Deniz, 2014). Grup etkinliği olarak MOE tasarımlarının ve uygulamalarının olumlu bilişsel ve duyuşsal katkılarını ortaya koyan araştırmalar mevcuttur (Doğan Temur, 2012; Deniz ve Akgün, 2014). 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 paylaşılabilir olmalıdır (Zawojewski vd., 2003). Bu durum MOE etkinliklerinin grup çalışması şeklinde yürütülmesin bir avantaj sağlamaktadır (English, 2006; Antonius vd., 2007) çünkü grup çalışmaları öğrencilere işbirliği yapmayı, yardımlaşmayı ve ürünlerini paylaşmayı sağlamaktadır (Galbraith ve Clatworthy, 1990). Grup etkinliği olarak MOE uygulamalarında yaşanılan sıkıntıları aşmak için gruplardaki öğrenci sayısı tüm bireylerin üst düzeyde katılımını sağlayacak biçimde ayarlanmalı, üyelerin gönüllülüğü sağlanmalı ve işbirlikçi çalışma ortamı düzenlenmelidir (Antonius vd., 2007). Bu süreçte üç ya da dört kişilik gruplarla çalışılması tavsiye edilmektedir (Zawojewski vd., 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 tasarımındaki 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 (Yu ve Chang, 2011; Tekin-Dede ve Bukova-Güzel, 2013a; Deniz, 2014). Bu durum öğretmenlerin MOE uygulamalarında kendi tasarımlarından kaçınıp hazır etkinlikleri kullanmalarına neden olabilmektedir (Sarıoğlu ve Karataş, 2018). Bu doğrultuda bu araştırmanın katılımcısı olan öğretmen adaylarının istatistiki olarak belirlenen matematiksel modelleme yeterlik gelişimlerinin öz-yeterlik algılarına da yansıdığı düşünülebilir.

6.5. Öğretmen Adaylarının Seçtikleri MOE Tasarımlarını Uygulama Deneyimlerine Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

Bu başlık altında OMÖA'ların aldıkları kendilerine sunulan etkinlikleri seçim ve gerçek sınıf ortamında uygulama süreçlerine yönelik gözlem ve sonrasında yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgulara yönelik sonuçlar sunulmuş ve ilgili alan yazın dâhilinde tartışılmıştır.

Elde edilen bulgulara göre öğretmen adayları genel anlamda Modelleme Uygulama Rehberinde yer alan süreçleri gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. Bu sonucu ortaya çıkmasında aday öğretmenlerin aldıkları eğitim süreci ile birlikte gerekli matematiksel modelleme yeterlik düzeylerine ulaşmış olmalarının ve kendilerine daha önceden modelleme uygulama rehberinin paylaşılmış olmasının etkisi olmuş olabilir (Aydın-Güç, 2015; Bukova Güzel vd., 2016). Bununla birlikte araştırma sonuçları öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamaları için matematiksel etkinliğine karar verme sürecinde öncelikli olarak hedefledikleri sınıf seviyesini ve bu sınıf seviyesindeki kazanımları dikkate aldıklarını ortaya koymaktadır. Alan yazında yapılan diğer çalışmalarda da etkinlik belirleme süreçlerinde uygulayıcıların (öğretmen ve öğretmen adayları) kriterleri olarak kazanıma uygun olma ve öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal ilgi ve becerilerine uygunluğuna vurgu yapılmaktadır (Korkmaz, 2010; Yu ve Chang, 2011; Akgün vd., 2013). Fox (2006)'e göre matematiksel modellemenin hazırlanmasında öğrencilerin ihtiyaç hissedeceği ve ilgilerini çekecek temalar etrafında hazırlanmalıdır. Bu sayede öğrenciler için etkinliğin önemi arttırılır ve öğrencilerin anlamlandırma süreçleri desteklenir (Fox, 2006). Bununla birlikte Bukova Güzel vd. (2016) modelleme uygulama sürecininim ilk aşamasının modelleme etkinliğinin amacının belirlenmesi olduğunu ve bu doğrultuda sınıf düzeyine ve kazanımlara karar verilmesinin önemine işaret etmektedir. Bu sebeple öğretmen adaylarının MOE planlama sürecinde sınıf seviyesini ve bu sınıf seviyesindeki kazanımları dikkate almaları olumlu karşılanmaktadır.

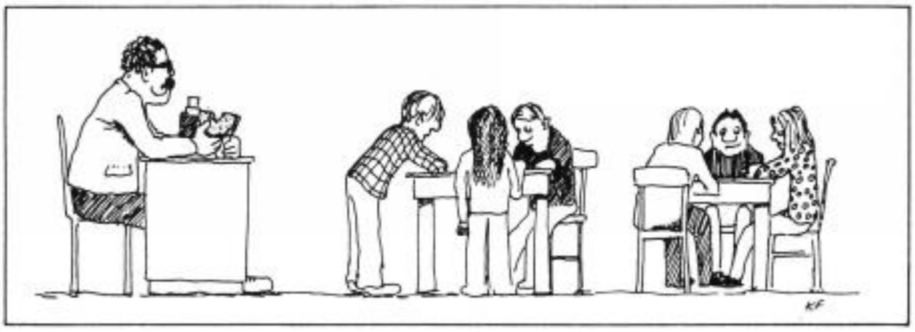
Bunula birlikte araştırma sonuçlarına göre öğretmen adaylarının biri dışındakiler etkinlikleri olduğu şekliyle uygulamışlar ve değişikliğe gitmemişlerdir. Bu durum eğitim süreci sırasında yapılan görüşmelerde ortaya çıkan "öğretmen adaylarının çoğunluğu kendi tasarımlarını kullanma eğiliminde olmaları" bulgusuyla çelişmektedir. Alan yazın incelendiğinde MOE'lerin uygulanma aşamasında hazır olan etkinliklerin tercih edilmesinin gerekçesi olarak deneyimsizliğin getirdiği yetersizlik hissine vurgu yapılmaktadır (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006; Yu ve Chang, 2011). Bu deneyimsizliğin sınıf içi uygulamalarda sıkıntılara neden olduğu alan yazında belirlenmiştir (Yu ve Chang, 2011; Tekin-Dede ve Bukova-Güzel, 2013a; Deniz, 2014). Bu durum sonuç olarak öğretmen adaylarının her ne kadar kendi tasarımlarını hazırlama isteklilikleri olsa da gerçek sınıf uygulamalarında hazır etkinlikleri kullanmalarına neden olmuş olabilir (Sarıoğlu ve Karataş, 2018).

Araştırmanın diğer bir sonucu ise öğretmen adayları MOE etkinliklerini öğrenilenleri pekiştirmeye yönelik uygulamalarıdır. Her ne kadar alan yazında pekiştirme amaçlı matematiksel modelleme uygulamaları yer alsa da modellemenin öğretime entegre edilmesinde ki temel amaç matematik konuları ile ilgili önemli fikirlerin kazandırılması olmalıdır (Lesh ve Doerr, 2003). Bu doğrultuda belirlenen konu ile ilgili temel fikirlerin ortaya çıkmasını sağlayacak MOE tasarımları önemsenmektedir (Lesh ve Doerr, 2003). Alan yazın incelendiğinde modelleme ile ilgili altı yaklaşım öne çıkmaktadır: Gerçekçi veya uygulamalı modelleme, bağlamsal modelleme, eğitimsel modelleme, sosyo-kritik modelleme, epistemolojik veya teorik modelleme ve bilişsel modelleme (Kaiser, 2006; Kaiser ve Sriraman, 2006). Bu çalışmada da yer verilen eğitimsel modelleme gerçekçi modelleme yaklaşımı ile bağlamsal modelleme yaklaşımı birlikte ele alır ve uygun öğrenme ortamlarının ve süreçlerinin oluşturularak hedef kavramların öğretilmesine odaklanılmaktadır. Matematiksel modellemenin eğitimde kullanım süreçleri ise amaç olarak ve araç olarak kullanım şeklindedir. (Gravemeijer, 2002; Julie ve Mudaly, 2007; Niss vd., 2007; Galbraith, 2012). Amaç olarak kullanımında matematik öğretiminin hedefi matematiksel modelleme becerilerin geliştirmek iken modellemenin araç olarak kullanımında hedef matematiksel modelleme yoluyla matematiksel kavram öğretimidir (Haines ve Crouch, 2001; Blum, 2002; Crouch ve Haines, 2004). Bu durumda öğrencilerin pekiştirme amaçlı matematiksel öğrenmeleri kontrol amacıyla MOE'leri kullanmaları araç olarak kullanımı örneklemektedir. Ancak modelleme becerilerinin gelişimini desteklemek için MOE tasarımlarının kullanılması da alan yazında önemle vurgulanan uygulama biçimleridir (Julie ve Mudaly, 2007; Niss vd., 2007).

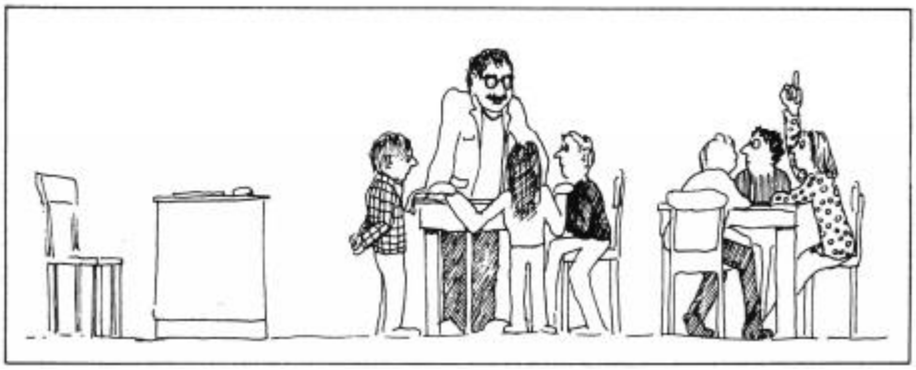
Yapılan gözlemlerden öğrenci ve öğretmen rollerinin belirlenmesine ve öğrencilerle paylaşılmasına yönelik süreçlerin planlama ve uygulama aşamalarında net olarak ortaya koyamadıkları belirlenmiştir. Özellikle uygulama aşamasında normların paylaşılmaması ve grup üyelerine roller sözlü açıklama şeklinde aktarılmış ancak görevleri net olarak açıklayan çalışma kağıtları hazırlanmamıştır. Blum ve Borromeo Ferri (2009) modelleme için öğretmen yeterliklerini teoriye dayalı yetkinlik, görevle ilgili yetkinlik, öğretmenlik yetkinliği, teşhis yetkinliği ve değerlendirme yetkinliği şeklinde sınıflandırmıştır. Bu başlıklardan görevle ilgili yetkinlik modelleme problemini çözme, olası engelleri ve gerekli yetkinlikleri analiz etme ve kendi başlarına modelleme görevleri oluşturma becerisi olarak ele alınmakta iken değerlendirme yetkinliğinde öğrencilerin modelleme problemleri üzerine çalışmalarını değerlendirmek için uygun görevler oluşturma becerisini içermektedir (Blum ve Borromeo Ferri, 2009). Bu doğrultuda bu çalışmanın katılımcısı olan öğretmen adaylarının bu yetkinliklerinde eksikler olduğu ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte Blum (1996)'a görevleri uyarlamak ve hazırlamak için yeterli zaman bulamama ve uygulama deneyimsizliği gibi faktörler öğretmenlerin matematiksel modelleme uygulamalarını kullanamamasına neden olmaktadır. Yapılan son görüşmelerde elde edilen bulgular bu faktörlerin varlığına işaret etmektedir.

Tüm öğretmen adayları MOE uygulama sürecini grup etkinliği olarak planlamıştır. Alan yazın incelendiğinde matematiksel modelleme çalışmaları için en uygun model grup çalışması olduğuna vurgu göze çarpmaktadır (Galbraith ve Clatworthy, 1990; English, 2006; Maaß, 2006; Antonius vd., 2007). Gruplar içindeki sosyal etkileşim matematiksel bilginin keşfini kolaylaştırır (Mousoulides vd., 2007) ve geleneksel matematik problem çözme etkinliklerinin aksine modelleme etkinlikleri sosyal etkileşim için çok uygun oluşu, bu etkinliklerin grup çalışması şeklinde yapılmasını gerektirir (Zawojewski vd., 2003). Araştırma sonuçları ayrıca grup sayısını ve kişileri belirleme işini öğretmen adaylarının kendilerinin yaptıklarını ve grupları belirlerken başarı ve beceri dağılımı olarak gruplar arasındaki dengeyi göz önünde bulundurduklarını göstermektedir. Antonius vd. (2007)'ye göre gruplar öğretmenler ya da öğrenciler tarafından oluşturulabilir, rastgele veya istenildiği gibi olabilir ve homojen (üyeler benzer yeteneklere sahip) veya heterojen de olabilirler. Ayrıca bu araştırma bulguları, grupların kalabalık olmasının yönetimsel ve sürecin devam ettirilmesinde zorluklar oluşturduğunu göstermiştir. Benzer olarak Deniz (2014) gerçekleştirdiği çalışma sürecinde kalabalık gruplarda öğrencilerin birlikte çalışmakta zorlandıkları gözlemlemiştir. Zawojewski vd. (2003)'ye göre gruplardaki öğrenci sayısı, tüm bireylerin üst düzeyde katılımını sağlayacak biçimde üç ya da dört kişi şeklinde oluşturulmalıdır. Küçük gruplar ile yürütülen modelleme etkinliklerinde süreç daha kolay ilerlemekte ve grupla çalışma faaliyetleri planlama, gözlemleme, modelleme problemlerini kullanma ve yapılandırma gibi deneyimleri içerdiğinden matematiksel düşünme becerisini de desteklemektedir (English, 2006). Bu çalışmada da grup olarak etkinliği gerçekleştirme gerekçeleri olarak sürecin yönetim ve değerlendirme kolaylığı, öğrenciler için farklı ve daha yararlı (öğrenmeye katkı) bir deneyim olanağı sağlaması, aktif katılıma yer vermesi, öğrencilerin daha çok zevk alacağının düşünülmesi, işbirliği, etkileşim ve sorumluluk aktarma gibi görevlere yer vermesi gibi durumlar belirlenmiştir. Bu gerekçelerle örtüşecek şekilde MOE grup uygulamalarının olumlu bilişsel ve duyuşsal katkılarını ortaya koyan araştırmalar mevcuttur (Doğan Temur, 2012; Deniz ve Akgün, 2014).

MOE etkinliğini uygulama aşamasında gözlemlenen diğer bir eksiklik ise hiçbir öğretmen adayının gözlem notu almaması ve gruplar için ilerlemeye neden olan sorunlara anlık müdahale ve yönlendirmeyi olması gerektiği şekliyle gerçekleştirememeleridir. Blum ve Borromeo Ferri (2009)'a göre teşhis yetkinliği, öğrencilerin modelleme problemleri çözüm süreçlerindeki zorluklarından haberdar olmayı ve gerektiğinde müdahalelerde bulunmayı içerir. Modelleme etkinlikleriyle çalışırken, öğretmenin rolü geleneksel öğretmen rolü olan açıklama yapma, doğru cevabın ana kaynağı olma rolü uygun değildir (Antonius vd., 2007). Öğretmen öğrencilere ne kadar rehberlik edeceğini iyi belirlemelidir. Eğer öğretmen öğrencilerin problem çözmek için kullanacakları becerileri kendilerinin seçmesine izin verirse, doğal olarak öğrenciler sadece kendilerine en tanıdık ve güvenli olanı seçeceklerdir. Böylece daha zorlayıcı ve güç olan fikirlerden sakınmaya yöneleceklerdir. Diğer taraftan eğer öğretmen öğrencilere hangi matematiksel teknikleri kullanacaklarını söylerse yöntemle ilgili talepleri dikkate almamış olur ve problem verilen tekniklerin kullanımını içeren bir alıştırmaya dönüşür (Antonius vd., 2007). Modelleme sürecinde öğretmenin sınıf içinde aldığı role ilişkin iki görüntüye Şekil 6.1'da yer verilmiştir. Blum ve Borromeo Ferri (2009)'ye göre kaliteli bir öğretim için en az seviyede öğretmen rehberliğinin ve en yüksek seviyede öğrenci bağımsızlığının sağlandığı kalıcı bir denge kurulmalıdır. Bu bağlamda öğretmenler öğrencilerin üst düzey düşünmelerini sağlayacak ipuçları ile öğrenme sürecine müdahalelerde (“Durumu düşünün!”, “Amacınız nedir?”, “Bu sonuç gerçek duruma uygun mu?” vb.) bulunabilirler (Blum ve Borromeo Ferri, 2009). Uygulama aşamasındaki zorluklara yönelik görüşmelerde bu duruma neden olarak deneyimsizliğin ve grup süreçlerini yönetme zorluklarının ön plana çıktığı belirlenmiştir. MOE uygulamalarındaki deneyimin önemi ve grupla çalışmanın getirebileceği zorluklar ilgili açıklamalar önceki kısımlarda değinilmiştir. Blum (1996), MOE tasarımları oluşturma ve uygulama süreçlerinde zaman sıkıntısı yaşanmasını ve öğretmenlerin modelleme uygulama deneyimsizliğini modelleme uygulama sürçlerine engel olan önemli unsurlar arasında yer vermektedir.



(a) Alışıla gelmemiş ama doğru



(b) Alışıldık ama yanlış

Şekil 6.1. Öğrencilerin öğrenme sürecinde doğru ve yanlış iki görüntü (Blum ve Borromeo Ferri, 2009)

Araştırmanın sonuçlarına göre değerlendirme aşamasında değerlendirme ölçütleri öğrencilerle uygulama öncesinde net olarak paylaşılmamıştır. Sunumlar bireysel olarak grup tarafından seçilen kişiler tarafından yapılmış ve sunumların değerlendirilmesi akran değerlendirmesi ve/veya öğretmen değerlendirmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adayları bu süreçte sadece bilişsel boyuta odaklandığı, öğrencilerin iletişim, matematiğe değer verme gibi diğer duyuşsal ya da çizimlerini gerçekleştirme gibi psikomotor özelliklere yönelik değerlendirme yapmadıkları gözlenmiştir. Bu noktada devreye Blum ve Borromeo Ferri (2009)'un modelleme uygulamalarında öğretmenlerin sahip olması gerektiği değerlendirme yetkinliği devreye girmektedir. Blum ve Borromeo Ferri (2009)'a göre değerlendirme yetkinliği, öğrencilerin modelleme becerilerini ve çözüm süreçlerini değerlendirmek için uygun görevler ve değerlendirme araçları oluşturma becerisini içermektedir. Borromeo Ferri (2010)'a göre modelleme sürecinin işe koşulmasında bilişsel yeterlikler işe koşulmaktadır ve öğrencilerin bu yeterliklerinin değerlendirilmesi önemlidir. Bunun yanında MOE uygulama sürecinde üst bilişsel, duyuşsal ve sosyal yeterliklerde ortaya çıkmakta ve değerlendirme sürecinde kontrol edilmesi gerekmektedir (Kaiser, 2007; Biccard ve Wessels 2011; Hıdıroğlu, 2015). Özellikle grup uygulama süreçlerinde öğrenicilerin etkileşimde bulunarak kararlar ortaya koyması ve bu bağlamda gerçek yaşam problemine uygun çözümler üretmeleri beklenir (Kaiser vd., 2010). Bu açıklamalardan hareketle öğrencilerin modelleme problemlerine çözüm üretmekle birlikte çözümlerinin grup içinde ve sonrasında akranları karşısında tartışarak doğrulamaları gereklidir ve dolayısıyla değerlendirme faaliyetlerinin sadece bilişsel yeterliklere değil duyuşsal, üst bilişsel ve sosyal yeterliklere de odaklanması gereklidir (Bukova Güzel vd., 2016).

Araştırma bulgularına göre öğretmen adaylarının MOE'leri uygulama sürecinde verdikleri kararla ilgili katıldıkları eğitim sürecinin etkisine dikkat çekmişlerdir. Alan yazında yapılan ilgili çalışmalarda da modelleme eğitim sürecinin modelleme becerilerini ve MOE uygulama yeterliklerini geliştirdiğini göstermektir (Stillman vd., 2007; Bukova-Güzel, 2011). Bununla birlikte katılımcıların eğitim sürecinde aldıkları eğitim durumlarını uygulamaya yansıtma eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Alan yazın bu anlamda bu araştırmanın bulgularıyla örtüşmektedir. Araştırma sonuçları ayrıca öğretmen adaylarının MOE uygulama sürecinde yaşadıkları sorunlara (zaman, sınıf yönetimi, deneyimsizlik gibi) ve bu zorluklara rağmen uygulama MOE'leri ileriki meslek deneyiminde kullanma isteklikliklerini ortaya koymuştur. Alan yazında yapılan çalışmalar genellikle teorik eğitim süresince MOE etkinliklerine uygulama istekliliğini bildirirken gerçek sınıf uygulamalarından sonra özellikle zaman kaygısı, müfredat ve sistem baskısı ve yürütme sürecindeki zorluklardan dolayı kullanım isteksizliklerini ortaya koymaktadır (Blum, 1991; Schwarz ve Kaiser, 2007; Özturan Sağırlı, 2010; Thomas ve Hart, 2010; Erarslan, 2011; Akgün vd., 2013; Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2013b).

Araştırmanın son sonucu olarak öğretmen adaylarının sınıf içi uygulamalarında MOE etkinliği yürütme sürecinin başarısının genel anlamda öğrenci ile ilişkilendirdiğini göstermektedir. Özellikle ön plana çıkan vurgu ise "başarılı ve sorumluluk sahibi" gruplarla çalışmanın önemine vurgu yapmışlardır. Alan yazında yapılan diğer çalışmalarda da öğrencilerin ilk kez karşılaştıklarında bu tür etkinliklere adapte olma sorunu (Sağırlı, 2010; Sol, vd., 2011; Yu ve Chang, 2011), hazır bulunuşluk düzeylerinin düşük olması gibi nedenlerin uygulamalarda zorluklara neden olduğunu göstermektedir. Ancak daha önceki kısımlarda belirttiğimiz diğer uygulama sorunları (sistemsel faktöreler, müfredata uyum, zaman baskısı ve deneyimsizlik vb.) göz önünde bulundurulduğunda MOE uygulama başarısını sadece öğrenci ile ilgili etmenlerle ele almak yanlış olacaktır. Pedagojik bir perspektiften bakıldığında, , öğretmenin işbirlikçi bir tartışma ortamının sağlanmasını mümkün kılması, bunun yanında lider rolü üstlenme, süreçte rehberliği dengeli bir şekilde sağlama, sınıf yönetimi becerisi gösterme, aktif ve etkili iletişim becerilerine sahip olma gibi bazı yeterliklere sahip olmasının MOE uygulamalarının beklenen hedeflere ulaşmasında önemini ortaya koymaktadır (Sağırlı vd., 2010; Eraslan, 2011; Siller ve Kuntze, 2012; Özdemir ve Üzel, 2012).

6.6. Öneriler

Bu kısımda araştırma bulgularında yola çıkarak araştırmacılara, uygulayıcılara ve program geliştiricilere yönelik öneriler verilmiştir.

6.6.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

Araştırma sonuçları oluşturulan öğrenme ortamının doğrulama yeterliğini desteklediği görülse de etki düzeyinin diğer yeterliklere göre düşük olduğu belirlenmiştir göstermektedir. Alan yazında çeşitli araştırma bulguları da modelleme yeterlikleri arasında en az gelişen yeterliğin doğrulama yeterliği olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda bu tür modelleme yeterliklerinin istendik düzeyde gelişimini sağlayacak mikro düzey yaklaşımların modelleme eğitim süreçlerinde yer verilmesi önerilmektedir. Alan yazın modelleme yeterliklerinin gelişimini etkileyebilecek farklı faktörler ele almıştır. Bu doğrultuda doğrulama alt yeterliğinin gelişiminde ki engelleri belirleyecek ve ortadan kaldıracak şekilde karma yaklaşımla gerçekleştirilecek eylem araştırmalarına ihtiyaç vardır.

Araştırma bulgularına 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.

Araştırma sonuçlarına göre öğretmen adayları genel anlamda Modelleme Uygulama Rehberinde yer alan süreçleri gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. Bu sonucu ortaya çıkmasında aday öğretmenlerin aldıkları eğitim süreciyle birlikte gerekli matematiksel modelleme yeterlik düzeylerine ulaşmış olmalarının ve kendilerine daha önceden modelleme uygulama rehberinin paylaşılmış olmasının etkisi olmuş olabileceği tahmin edilmektedir. Bu doğrultuda burada başarılı olarak gerçekleştirilen MOE gerçek sınıf uygulamalarının farklı sınıf seviyelerinde ve daha uzun soluklu süreçlerde gerçekleştirilme durumları araştırılabilir görülmektedir.

Bunula birlikte araştırma sonuçlarına göre öğretmen adaylarının biri dışındakiler etkinlikleri olduğu şekliyle uygulamışlar ve değişikliğe gitmemişlerdir. Bu durum eğitim süreci sırasında yapılan görüşmelerde ortaya çıkan "öğretmen adaylarının çoğunluğu kendi tasarımlarını kullanma eğiliminde olmaları" bulgusuyla çelişmektedir. Alan yazın incelendiğinde MOE'lerin uygulanma aşamasında hazır olan etkinliklerin tercih edilmesinin gerekçesi olarak deneyimsizliğin getirdiği yetersizlik hissine vurgu yapılmaktadır. Bu doğrultuda öğretmenlerin MOE uygulamalarında kendi tasarımlarının kullanmamasına neden olan faktörlerin belirlenmesine ve giderilmesine yönelik çalışmaların planlanması bu araştırmanın sonuçlarına katkı sağlayıcı olacaktır.

Araştırmanın diğer bir sonucu ise öğretmen adayları etkinliklerini öğrenilenleri pekiştirmeye yönelik uygulamalarıdır. Her ne kadar alan yazında pekiştirme amaçlı matematiksel modelleme uygulamaları yer alsa da modellemenin öğretime entegre edilmesinde ki temel amaç matematik konuları ile ilgili önemli fikirlerin kazandırılmasıdır. Bu doğrultuda belirlenen konu ile ilgili temel fikirlerin ortaya çıkmasını sağlayacak MOE tasarımlarını ortaya koyacak MOE eğitim sürecinin planlanmasına yönelik araştırmaların gerçekleştirilmesi ve öğretmen adaylarının bu yeterliklere getirilmesi tavsiye edilmektedir.

Öğretmen adayları gerçek sınıf uygulamalarında grupla çalışmayı tercih etmişler anacak uygulama süreçlerinde gözlem notu almama, rolleri net olarak belirleyememe, müdahaleleri gerektiği şekilde yapamama gibi sorunlar yaşamışlardır. Alan yazın MOE uygulamalarında grupla çalışmayı önermekte ve olası sorunlara işaret etmektedir. Bu doğrultuda MOE tasarımlarının grup şeklinde uygulanmasında ortaya çıkabilecek sorunlara yönelik detaylı araştırmalara ihtiyaç vardır. İleriki çalışmalardan elde edilecek bulgular bu araştırmada karşılaşılan sorunların aşılması için katkı sağlayıcı olacaktır.

6.6.2. Uygulayıcılara Yönelik Öneriler

Araştırma sonuçları öğretmen adaylarının gerçek hayat problemlerinin özelliklerini tam olarak belirleyemediklerini göstermektedir. Alan yazın bu durumun lisans ve önceki eğitim deneyimlerinde bu tür problemlerle karşılaşmamış olmalarından kaynaklanmış olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda öğretim programlarının da odağında olan matematiğin gerçek yaşamla ilişkilendirilmesi sürecinde kullanılacak materyallerin bu özellikleri sağlar nitelikte olması önerilmektedir. Öğrencilerin doğru örneklerle karşılaşması doğru algılar geliştirmesine yardımcı olacaktır.

OMÖA'ların MOE'leri tasarım süreçleri planlama, etkinlik belirleme, yazma ve kontrol aşamaları dâhilinde analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre genel anlamda öğretmen adaylarının modelleme tasarım süreçleri farklılıklar içermektedir. Bu farklılıkların oluşumunda öğretmen adaylarının tasarladıkları problemin bağlamı, ihtiyaç duyulan verilere ulaşabilme zorluğu, ilgi, katılım, bireysel sorumluluk alma gibi etkenlerin etkili olduğu düşünülmektedir. Öğretmen adaylarının tasarımlarının modelleme prensiplerine uygunluğu ve kendi modelleme yeterlikleri göz önünde bulundurulduğunda MOE tasarım süreçlerinde ki farklılıkların olağan karşılanması tavsiye edilmektedir.

Araştırma sonuçları OMÖA'lar tarafından oluşturulan MOE'lerin modelleme prensiplerine genel olarak uygun olduğunu bazı prensiplerde (öz değerlendirme ve model genelleme) eksiklikler belirlenmiştir. Alan yazında birçok çalışmada öğretmen ve öğretmen adaylarının uzmanlardan aldıkları eğitim süreci sonunda tasarladıkları MOE'lerin MOE tasarım prensiplerinin sağlamada eksikliklerin olduğu görülmüştür. Matematiksel modellemenin odaklı birçok araştırma matematiksel modellemenin öğretimi ve öğreniminin karmaşık olduğunu ve birçok faktörden etkilendiğini belirtmektedir. Bununla birlikte modelleme tasarım etkinlikleri doğası gereği zor etkinliklerdir ve gerek tasarımında gerekse uygulama sürecinde deneyim gereklidir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarına bu tür deneyimleri artıracak fırsatların sunulması daha etkili MOE tasarımlarına ulaşmayı destekleyecektir. Bununla birlikte yapılan çalışmalar MOE tasarımlarında geleneksel öğrenme ortamlarına entegre edilmesindeki zorluklar, öğrencilerin matematiksel modelleme basamaklarındaki geçiş sürecinde yaşadığı zorluklar ve modelleme problemi çözüm sürecinde oluşabilecek kavram yanılgılarının matematiksel modelleme sürecinin başarıyla tamamlanmasına engel olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda MOE tasarım süreçlerinde bu engellere yönelik planlama yapılması önerilmektedir.

Sonuçlar öğretmen adaylarının öz değerlendirmelerde akran ve uzman değerlendirmelerine göre daha yüksek yeterlik puanları verdiklerini göstermiştir. Yapılan çalışmalar öğrencilerin öğretim uygulamaları hakkında herhangi bir geri bildirim almadan önce kendilerine olması gerekenden fazla güven duyduklarını göstermekledir. Bununla birlikte uzman ve uzman olmayanlar tarafında yapılan değerlendirmedeki farklılıkların, ölçütlere yönelik yanlış yorumlamalardan, her bir ölçütü değerlendirmeye yönelik yöntemlerdeki sınırlılıklardan, ele alınan içerik ve beceriler konusundaki bilgi birikimlerinden ve ortak bir derecelendirme stratejisinin olmamasından kaynaklanabileceği bildirilmektedir. Bu doğrultuda değerlendirme süreçlerinde bu faktörlerin göz önünde bulundurulması önerilmektedir.

6.6.3. Program Geliştiricilere Yönelik Öneriler

Araştırmanın ön görüşme bulguları ortaokul matematik öğretmen adaylarının model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme hakkındaki bilgilerinin kısıtlılığını ve hiçbir öğretmen adayının gerçek hayattaki bir problemin çözümü süreci ile matematiksel model ve modelleme süreçlerini ilişkilendirememeleri gibi kısıtlı anlayışlarını göstermektedir. Bu araştırmada ayrıca öğretmen adaylarının modelleme ile ilgili kavramlarla lisans uygulamalarında karşılaştıkları, ancak kavramlarla ile ilgili teorik temellerin tam olarak oluşmadığı ortaya çıkmıştır. Alan yazın incelendiğinde matematiksel modelleme eğitiminin lisans düzeyinde ki yetersizliği ve bu derslerin lisans programlarında ayrı bir ders olarak okutulması gerekliliği vurgulanmıştır. Bu doğrultuda öğretmen adaylarına modelleme etkinliklerinin lisans yıllarında yer alması gerektiği görülmektedir.

Bununla birlikte alan yazın matematiksel modelleme vurgusunun sadece lisans eğitim sürecinde değil daha önceki yıllarda ve öğretim programlarında da olması gerekliliğine vurgu yapmaktadır. Hatta bazı çalışmalarda modellemenin uygulanmasına okulun ilk yıllarında başlanması ve öğrencilerin matematiksel yeteneğine uygun olarak ele alınması gerektiğine yer verilmiştir. Bu doğrultuda ilköğretim yıllarından itibaren modelleme etkinliklerine yer verilmesi önerilmektedir. Diğer taraftan derslerinin içeriklerinin yoğun olmasından dolayı modelleme etkinliklerine ayrılacak sürede yaşanılan zorluklar dikkat çekmektedir. Bu bağlamda programlarda matematiksel modelleme süreçlerinin ayrı bir ders olarak yer verilmesi önerilmektedir.

Araştırma sonuçlarına göre bütüncül yaklaşıma dayalı teorik bilgi odaklı tasarlanan öğrenme ortamında gerçekleştirilen matematiksel modelleme eğitimi süreci OMÖA'ların matematiksel modelleme yeterliklerini (Problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama) geliştirmeleri üzerine istatistiki anlamda anlamlı ve olumlu etki gerçekleştirmiştir. Bu bulgu matematiksel modelleme etkinliklerinin, tasarım süreçlerinin öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmelerine yönelik önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda bu yaklaşımda gerçekleştirilecek modelleme eğitimlerinin lisans programlarında yer verilmesinin ortaokul matematik öğretmenlerinin sahip olması gereken önemli bir yeterliğe ulaşmasını destekleyeceği öngörülmektedir.

Araştırma bulguları ayrıca öğretmen adaylarının MOE'leri uygulama sürecinde verdikleri kararla ilgili katıldıkları eğitim sürecinin etkisine dikkat çekmişlerdir. Alan yazında yapılan ilgili çalışmalarda da modelleme eğitim sürecinin modelleme becerilerini ve MOE uygulama yeterliklerini geliştirdiğini ve uygulama süreçlerine etkisini göstermektir. Bu doğrultuda düzenlenen eğitimlerin ilgili teoriyle uyumlu olması ve süreçlerin uzmanlar tarafından değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Bununla birlikte bu tür uygulamaların sayısının artmasının ve farklı eğitim kademelerinde de gerçekleştirilmesi MOE uygulamaları bağlamında istendik etkilerin ortaya çıkmasını destekleyici olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

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.

Arcavi, A. (2002). The everyday and the academic in mathematics. In M.E. Brenner and J. N. Moschkovich (Eds.), *Every day and academic mathematics in the classroom*, (pp. 12-29). Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.

Asempapa, R. S. (2015). Mathematical modeling: Essential for elementary and middle school students. *Journal of Mathematics Education*, *8*(1), 16-29.

Aydın-Güç, F (2015). Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi. *Yayımlanmamış doktora tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Bakırcı, C. (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin PISA matematik başarı düzeylerine etkisi. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi,* Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Baki, A. (2010). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Ankara: Harf Yayıncılık.

Baki, A., & Aydın-Güç, F. (2014a). *Matematik öğretmeni adaylarının gerçek yaşam bağlamlarını ele alma yaklaşımları*, 11. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.

Baki, A., & Aydın-Güç, F. (2014b). *Pre-service mathematics teachers' misconceptions on the mathematical model validation process*, International Teacher Education Conference, Sharjah, United Arab Emirates.

Bal, A. P., & Doğanay, A. (2014). Sınıf öğretmenliği adaylarının matematiksel modelleme sürecini anlamalarını geliştirmeye yönelik bir eylem araştırması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 14* (4), 1363-1384.

Baltacı, A. (2017). Nitel veri analizinde Miles-Huberman modeli. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *3*(1), 1-14.

Baxter, P., & Jack, S. (2008). Qualitative case study methodology: Study design and implementation for novice researchers. *The qualitative report, 13*(4), 544-559.

Bender, A. E. (1978). *An introduction to mathematical modelling*. New York: Willey.

Bengtsson, M. (2016). How to plan and perform a qualitative study using content analysis. *Nursing Plus Open, 2*, 8-14.

Berry, J., & Houston, K. (1995). *Mathematical modelling*. Bistrol: J. W. Arrow smith Ltd.

Biccard, P. (2010). An investigation into the development of mathematical modelling competencies of grade 7 learners. Unpublished Master Thesis, *Stellenbosch University*, Stellenbosch.

Biccard, P., & Wessels D. C. J. (2011). Documenting the development of modelling competencies of grade 7 mathematics students. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (*pp.* 375-383). New York: Springer. DOI: 10.1007/978-94-007-0910-2_37

Blomhoj, M. (2007). *Developing mathematical modelling competency through problem based project work - experiences from Roskilde University*. Philosophy and Science Teaching Conference. Retrieved 15.09.2019, from http://www. ucalgary. ca/ihpst07/proceedings/ıhpst07% 20papers/125% 20blomhoj. pdf.

Blomhoj, M., & Jensen, T. (2003). Developing mathematical modelling competence: conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and Its Applications, 22*(3), 123-139.

Blomhoj, M., & Kjeldsen, T. H. (2006). Teaching mathematical modelling through project work. *The International Journal on Mathematics Education, 38* (2), 163-177.

Blomhoj, M., & Jensen, T. H. (2007). What's all the fuss about competencies? Experiences with using a competence perspective on mathematics education to develop the teaching of mathematical modelling. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn, and M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 45-56). New York: Springer.

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. (1996). Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht–Trends und perspektiven. *Schriftenreihe Didaktik der Mathematik*, *23*, 15-38.

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.

Blum, W., & Kaiser, G. (1997). *Vergleichende empirische Untersuchungen zu mathematischen Anwendungsfähigkeiten von englischen und deutschen Lernenden* (unpublished document).

Blum, W., & Leiß, D. (2007). How Do Students and Teachers Deal with Modelling Problems?. *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics,* Haines C, Galbraith P, Blum W and Khan S (Eds) (The 1st Edi.), Horwood Publishing Limited, England, 222-231.

Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, application, and links to other subjects-state, trends, and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics, 22* (1), 37-68.

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.

Borromeo-Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *The International Journal on Mathematics Education, 38* (2), 8695.

Borromeo-Ferri, R. (2007). Personal experiences and extra-mathematical knowledge as an influence factor on modelling routes of pupils. D. Pitta-Pantazi ve G. Philippou (Eds), *In Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (ss. 2080-2089). Larnaca: Zypern.

Borromeo-Ferri, R. (2010). On the influence of mathematical thinking styles on learners' modeling behaviour. *Journal für Mathematikdidaktik, 31*(1), 99-118.

Borromeo-Ferri, R. (2014) Mathematical modeling – the teacher's responsibility. In B. Dickman & A. Sanfratello (Eds.), *Proceedings from the Teachers College Mathematical Modeling Oktoberfest* (pp. 26-31). New York: Teachers College Columbia University.

Borromeo-Ferri, R., & Blum, W. (2011). Are integrated thinkers better able to intervene adaptively? – A case study in a mathematical modelling environment. In M. Pytlak, T. Rowland, and E. Swoboda (Eds.), *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education.* Rzesow, Poland: University of Rzeszow.

Bracke, M., & Geiger, A. (2011). Real-world modelling in regular lessons: A long-term experiment. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 529-549). New York: Springer.

Brand, S. (2014). Effects of a holistic versus an atomistic modelling approach on students' mathematical modelling competencies. In C. Nicol, P. Liljedahl, S. Oesterle, and D. Allan (Eds.), *Proceedings of the joint meeting of PME 38 and PME-NA 36, Vol. 2 (pp*. 185-191). Vancouver, Canada: PME.

Braun, E. A. (2014). Designing a learning environment for elementary students based on a real life context. In S. Oesterle, C. Nicol, P. Liljedahl, and D. Allan (Eds.), *Proceedings of the 38th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 36th Conference of the North American Chapter of the Psychology of Mathematics Education, 6* (pp. 26). Vancouver, Canada: PME.

Bukova-Güzel, E. (2011). An examination of pre-service mathematics teachers' approaches to construct and solve mathematical modelling problems. *Teaching Modelling and Its Applications, 39,* 19-36.

Bukova Güzel, E., Tekin Dede, T., Hıdıroğlu, Ç. N., Kula Ünver, S., & Özaltun Çelik, A. (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Araştırmacılar, eğitimciler ve öğrenciler için.* Pegem Akademi: Ankara

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.

Busse, A. (2005). Individual ways of dealing with the context of realistic tasks—first steps towards a typology. *The International Journal on Mathematics Education, 37*(5), 354-360.

Busse, A. (2011). Upper secondary students handling of real-world contexts. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, and G. Stillman, (Eds.), *Trends in*

Teaching and Learning of Mathematical Modelling (pp. 37-46). New York: Springer.

Carlson, M., Larsen, S., & Lesh, R. (2003). Integrating a models and modeling perspective with existing research and practice. In R. Lesh and H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 465-478). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Carpenter, T. P., Lindquist, M. M., Matthews, W., & Silver, E. A. (1983). Results of the third NAEP mathematics assessment: Secondary school. *Mathematics Teacher* (76), 652-659.

Chamberlin, S. A., & Chamberlin, M. T. (2001). On-time arrival. *Yayımlanmamış metin*.

Chamberlin, S. A., & Moon, S. (2005). Model-eliciting activities: An introduction to gifted education. *Journal of Secondary Gifted Education*, *17*(1), 37-47.

Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2008). How does the problem based learning approach compare to the model-eliciting activity approach in mathematics? *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, *9*(3), 78-105.

Charmaz, K. (2006). *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis*. London: Sage.

Cheng, K. A. (2001). Teaching mathematical modelling in Singapore schools. *The Mathematics Educator*, *6*, 63-75.

Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science, 5*(2), 121-152. http://dx.doi.org/10.1207/s15516709cog0502_2

Chinnappan, M. (2010). Cognitive load and modelling of an algebra problem. *Mathematics Education Research Journal, 22* (2), 8-23.

Crabtree, B. F., & Miller, W. L. (Eds.). (1999). *Doing qualitative research*. Sage publications.

Creswell, J. W. (2002). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative* (pp. 146-166). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Creswell, J. W. (2013). *Steps in conducting a scholarly mixed methods study*. DBER Speaker series. University of Nebraska Discipline-Based Education Research Group

Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.

Creswell, J. W., & Miller, D. L. (2000). Determining validity in qualitative inquiry. *Theory into practice*, *39*(3), 124-130.

Creswell, J., & Plano Clark, V. (2011). The foundations of mixed methods research. *Creswell J, Plano Clark V, editors. Designing and conducting mixed methods research. London: Sage*, 19-52.

Crouch, R., & Haines, C. (2004). Mathematical modelling: Transitions between the real world and mathematical model. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 35* (2), 197-206.

Çakmak-Gürel, Z., & Işık, A. (2018). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modellemeye İlişkin Yeterliklerinin İncelenmesi. *e-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, *9*(3), 85-103.

Çavuş Erdem, Z. (2018). Matematiksel modelleme etkinliklerine dayalı öğrenim sürecinin alan ölçme konusu bağlamında incelenmesi. *Yayımlanmamış yüksek lisans tezi.* Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman.

Çelikkol, Ö. (2016). *7. sınıf öğrencilerine cebirsel sözel problemlerde matematiksel modelleme uygulaması: Bir eylem araştırması* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 431416)

Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş [Introduction to research and project studies]*. *6. Basım (Sixth Print).* Bursa: Celepler Matbaacılık.

Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Çiltaş, A., Demirci, G., & Güler, G. (2018). 7. sınıf öğrencilerinin zekâ türlerine göre matematiksel modelleme problemi çözebilme becerilerinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *22*(2), 889-903.

Dede, A. T. (2017). Modelleme yeterlikleri ile sınıf düzeyi ve matematik başarısı arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *İlköğretim Online, 16*(3), 1201-1219. DOİ: 10.17051/ilkonline.2017.330251

Dede, A. T., Hıdıroglu, Ç. N., & Güzel, E. B. (2017). Examining of Model Eliciting Activities Developed by Mathematics Student Teachers. *Journal on Mathematics Education, 8*(2), 223-242.

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.

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2008). Introduction: The discipline and practice of qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Strategies of qualitative inquiry* (p. 1–43). Sage Publications, Inc.

Doerr, H.M. (1997). Experiment, simulation and analysis: an integrated instructional approach to the concept of force. *International Journal of Science Education, 19,* 265-282.

Doerr, H. M., & English, L. D. (2003). A modeling perspective on students' mathematical reasoning about data. *Journal for Research in Mathematics Education, 34(*2), 110-136.

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.

Doruk, B. K. (2010). Matematiği günlük yasama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. Yayınlanmamıs doktora tezi. *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara.

Dowlath, E. (2008). Exploring pre-service mathematics teachers' knowledge and use of mathematical modelling as a strategy for solving real-world problems. *Unpublished Master Thesis*, University of Kwazulu-Natal, Durban.

Ekol, G. (2011). Understanding and promoting mathematical modelling competencies: an applied perspective. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14* (pp. 57-64). Netherlands: Springer.

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.

English, L. D., & Watters, J. J. (2004). Mathematical modelling in the early school years. *Mathematics Education Research Journal, 16*(3), 59-80.

Eraslan, A. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüşleri. *Elementary Education Online, 10*(1), 364-377.

Eraslan, A. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri üzerinde düşünme süreçleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 12*(4), 2953-2970.

Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 14*(4), 1-21.

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.

Eric, C. C., Dawn, N. K., Wanty, W., & Seto, C. (2012). Assessment of primary 5 students' mathematical modelling competencies. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia, 35* (2), 146-178.

Eysenbach, G., & Köhler, C. (2002). How do consumers search for and appraise health information on the world wide web? Qualitative study using focus groups, usability tests, and in-depth interviews. *BMJ, 324*(7337), 573-577.

Fadde, P. J. (2009). Expertise-based training: Getting more learners over the bar in less time. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 7(2), 171-197. [verified 10 Sep 2019] http://peterfadde.com/Research/xbttraining.pdf

Ferri, R. B. (2010). On the influence of mathematical thinking styles on learners' modelling behavior. *Journal for Didactics of Mathematics, 31* (1), 99-118.

Ferri, R. B. (2011). Effective mathematical modelling without blockages-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. 181-185). Netherlands: Springer.

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*.

Field, A. (2009). *Discovering statistics using spss (Third Edition)*. SAGE Publications: London

Fox, J. (2006). A justification for mathematical modelling experiences in the preparatory classroom. *Proceedings 29th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia 1*, 21-228.

Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2000). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw.

Fraser, B., & Tobin, K.G. (eds.) (1998). *International Handbook of Science Education*. Kluwer Academic Publishers. London

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..

Frejd, P., & Ärlebäck, J. B. (2011). First results from a study investigating Swedish upper secondary students' mathematical modelling competencies. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (*pp.* 407–416). Springer: New York.

Galbraith, P. (2012). Models of modelling: Genres, purposes or perspectives. *Journal of Mathematical Modeling and Application , 1* (5), 3-16.

Galbraith, P., & Clatworthy, N. J. (1990). Beyond standard models – Meeting the challenge of modelling. *Educational Studies in Mathematics, 21* (2), 137-163.

Galbraith, P., Stillman, G., Brown, J., & Edwards, I. (2007). Facilitating middle secondary modelling competencies. In L. Haines, P. Galbraith, W. Blum, and S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling: Education, Engineering And Economics* (pp. 130-140). Chichester, UK: Horwood Publishing.

Genç, M., & Karataş, İ. (2017). Problem çözme süreçlerinde öğrencilerin modelleme seviyelerinin belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 18*(3), 608-632.

Glesne, C., & Peshkin, A. (1992). *Becoming qualitative researchers*. White Plains, NY.

Gravemeijer, K. (2002). Preamble: From models to modelling. In K. Gravemeijer, R. Lesrer, B. Oers, and L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education* (pp. 7-22). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Greene, J. C. (2007). *Mixed methods in social inquiry* (Vol. 9). John Wiley & Sons.

Greene, J. C., & Caracelli, V. J. (1997). Defining and describing the paradigm issue in mixed-method analysis. In J. C. Greene & V. J. Caracelli (Eds.), *Advances in mixed-method evaluation: The challenges and benefits of integrating diverse paradigms* (New Directions for Evaluation No. 74, pp. 5-17). San Francisco: Jossey-Bass.

Grünewald, S. (2012). *Acquirement of modelling competencies – First results of an empırical comparison of the effectıveness of o holistic respectıvely an atomistic approach to the development of (metacognition) modelling competencies of students*. 12th International Congress on Mathematical Education Program. COEX, Seoul, Korea. http://icme12.org/upload/UpFile2/TSG/0629.pdf adresinden 13 Ekim 2019 tarihinde ulaşılmıştır.

Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (2004). Competing paradigms in qualitative research: Theories and issues. *Approaches to qualitative research: A reader on theory and practice*, 17-38.

Güç, F. A., & Baki, A. (2016). Matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme ve değerlendirme yaklaşımlarının sınıflandırılması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 7*(3), 621-645.

Güder, Y. (2013). Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin görüşleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. *Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ.

Güneş, B., Gülçiçek, Ç., & Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 1*(1), 35-48.

Hagena, M., & Borromeo-Ferri, R. (2012). *How do measurement sense and modellıng competency ınfluence each other? An interventıon study about German mıddle class students dealing with length and weight*. 12th International Congress on Mathematical Education Program, Retrieved November 22, 2019, from http://icme12.org/upload/UpFile2/TSG/1623.pdf.

Haines, C., & Crouch, R. (2001). Recognizing constructs within mathematical modelling. *Teaching Mathematics and Its Applications, 20* (3), 129-138.

Haines, C., & Crouch, R. (2007). Mathematical modelling and applications: Ability and competence frameworks. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, and M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 417-424). New York: NY: Springer.

Harrison, G. A. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education* (31), 401-435.

Hay, I. (Ed.). (2005). *Qualitative research methods in human geography (2nd ed.)*. South Melbourne: Oxford University Press.

Herget, W., Jahnke, T., & Kroll, W. (2001*). Produktive Aufgaben für den Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I*. Berlin, Cornelsen.

Henning, H., & Keune, M. (2007). Levels of modelling competencies. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, and M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 225-232). US: Springer.

Hıdıroğlu, Ç. N. (2015). Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analizi: Bilişsel ve üstbilişsel yapılar üzerine bir açıklama. *Yayımlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi*, İzmir.

Hıdıroğlu, Ç. N., & Bukova Güzel, E. (2014). Matematiksel modellemede GeoGebra kullanımı: Boy-ayak uzunluğu problemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 36*(2), 29-44.

Hıdıroğlu, Ç. N., Tekin-Dede, A., Kula, S., & Bukova-Güzel, E. (2014). Öğrencilerin kuyruklu yıldız problemine ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematiksel modelleme süreci çerçevesinde incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* (31), 1-17.

Hıdıroğlu, Ç. N., Tekin Dede, A., Kula Ünver, S., & Bukova Güzel, E. (2017). Mathematics student teachers' modelling approaches while solving the designed Eşme rug problem. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(3), 873-892.

Huang, C. H. (2011). Assessing the modelling competencies of engineering students. *World Transactions on Engineering and Technology Education, 9* (3), 172-177.

Ikeda, T., & Kaiser, G. (2005). The role and the relevance of applications and modelling in Japan and Germany–a comparative study. In *Proceedings of the Third International ICMI East Asia Regional Conference on Mathematics Education* (pp. 7-12).

Incikabi, L., & Kacar, A. (2017). Analyzing Prospective Mathematics Teachers' Development of Teaching Practices in Mathematics: A Lesson Study Approach. In J Keengwe & G. Onchwari (Eds.), *Handbook of Research on Learner-Centered Pedagogy in Teacher Education and Professional Development* (206-225). Hersley, PA: IGI Global

Izard, J., Haines, C., Crouch, R., Houston, K., & Neil, N. (2003). Assessing the impact of teachings mathematical modeling: Some implications. In S. J. Lamon, W.

A. Parker, and K. Houston (Eds.), *Mathematical Modelling: A Way of Life* (pp. 165-177). Chichester, UK: Horwood Publishing.

İnan Tutkun, M., & Didiş Kabar, M. G. (2018). Ortaokullarda matematiksel modelleme: 7. sınıf öğrencilerinin "hava durumu" modelleme problemi ile deneyimi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 8*(2), 23-52.

Jensen, T. H. (2007). Assessing mathematical modelling competency. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, and S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling: Education, Engineering and Economics* (pp. 141-148). Chichester: Horwood.

Johnson, B., & Christensen, L. (2004). *Educational Research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches. 2nd ed*., Needham Heights, MA: Allyn & Bacon

Ji, X. (2012). *A quasi-experimental study of high school students' mathematics modelling competence*. 12th International Congress On Mathematical Education Program. COEX, Seoul, Korea. http://www.icme12.org/upload/upfile2/tsg/0266.pdf adresinden 13 Temmuz 2019 tarihinde ulaşılmıştır.

Julie, C., & Mudaly, V. (2007). Mathematical modelling of social issues in school mathematics in South Africa. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI Study* (pp. 503-510). New York: Springer.

Justi, S. R., & Gilbert, K. J. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education, 24* (4), 369-387.

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-Messmer, G. (1986). Modelling in calculus instruction-empirical research towards an appropriate introduction of concepts. *Mathematical modelling methodology, models and micros*, 36-47.

Kaiser, G., & Brand, S. (2015). Modelling competencies: Past development and further perspectives. In G. A. Stillman, W. Blum & M. S. Biembengut (Eds.), *Mathematical modelling in education research and practice (pp.* 129–149). Cham: Springer International Publishing.

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 R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, and A. Hurford (Eds.), *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (pp. 433-444). New York: Springer.

Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *The International Journal on Mathematics Education, 38* (3), 302-310.

Kal, F. M. (2013). Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin problemi çözme tutumlarına etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli.

Kapur, J. N. (1982). The art of teaching the art of mathematical modeling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 13* (2), 185-192.

Karabörk, M. A. (2016). *Model oluşturma etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersi başarılarına etkisi ve öğrencilerin etkinliklere yönelik görüşleri* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 446034).

Kawasaki, T. (2012). The problems of mathematical modelling introduction on mathematics education in Japanese school. *Journal of mathematical Modelling and Application*, *1*(5), 50-58.

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.

Kertil, M. (2008). Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi. *Yüksek lisans tezi.* Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 221516).

Keskin, Ö. Ö. (2008). Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma. Yayınlanmamış Doktora Tezi. *Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü,* Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara.

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.

Kitzinger, J. (1995). Qualitative research: introducing focus groups. *BMJ, 311*(7000), 299-302.

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.

Krauss, S., Brunner, M., Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., & Jordan, A. (2008). Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers. *Journal of Educational Psychology*, *100*(3), 716.

Kvale, S. (1994). Ten standard objections to qualitative research interviews. *Journal of phenomenological psychology*, *25*(2), 147-173.

Lesh, R., & Caylor, B. (2007). Introduction to the special issue: Modeling as application versus modeling as a way to create mathematics. *International Journal of computers for mathematical Learning*, *12*(3), 173-194.

Lesh, R., Cramer, K., Doerr H. M., Post, T., & Zawojewski J.S. (2003). Model development sequences. In R. A. Lesh and H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 35-58). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

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.

Lesh R., Young R., & Fennewald T. (2010) Modeling in K-16 Mathematics Classrooms – and Beyond. In: Lesh R., Galbraith P., Haines C., and Hurford A. (Eds) *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*. Springer, Boston, MA

Lingefjard, T. (2004). Assessing engineering student’s modeling skills. Retrieved from http://www.cdio.org/files/ assess_model_skls.pdf on 12.12.2019.

Ludwig, M., & Reit, X. R. (2013). Comparative study about gender differences in mathematical modelling. In *Proceedings of Fifth International Conference To*

Review Research On Science, Technology And Mathematics Education (pp. 48-54). Mumbai, India.

Maaß, K. (2005). Barriers and opportunities for the integration of modelling in mathematic classes- results of an empirical study. *Teaching Mathematics and Its Applications*, *23*, 1-16.

Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *The International Journal on Mathematics Education, 38* (2), 113-142.

Maaß, K. (2007). Modelling tasks for low achieving students – first results of an empirical study. In D. Pitta-Pantazi, and G. Philippou (Eds.), *Proceedings of The Fifth Congress of The European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2120-2129).

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.

Maaß, K., & Mischo, C. (2011). Implementing modelling into day-to-day teaching practice–The project STRATUM and its framework. *Journal Für Mathematik-Didaktik*, *32*(1), 103-131.

Makar, K., & Confrey, J. (2007). Moving the context of modelling to the forefront: Preservice teachers' investigations of equity in testing. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14 th ICMI Study* (pp. 485-490). New York: Springer.

Marshall, C., & Rossman, G. B. (2014). *Designing Qualitative Research*. New York: Sage

Mason, J. (1988). Modelling: What do we really want pupils to learn? In D. Pimm (Eds.), *Mathematics, Teachers and Children* (pp. 201-215). London: Hodder and Stoughton.

MEB (2005). Milli Eğitim Bakanlığı, *İlköğretim matematik dersi (6-8. sınıflar) öğretim programı ve kılavuzu.* Ankara.

MEB (2012a). Milli Eğitim Bakanlığı, *Ortaokul ve imam hatip ortaokulu matematik uygulamaları I. Dönem öğretmenler için öğretim materyali*. Ankara.

MEB (2012b). Milli Eğitim Bakanlığı, *Ortaokul ve imam hatip ortaokulu matematik uygulamaları II. Dönem öğretmenler için öğretim materyali.* Ankara.

MEB (2017). Milli Eğitim Bakanlığı, *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara.

MEB (2018). Milli Eğitim Bakanlığı, *Ortaöğretim matematik dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara.

Mehraein, S., & Gatabi, A. R. (2014a). Gender and mathematical modelling competency: primary students' performance and their attitude. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 128*, 198-203.

Mehraein, S., & Gatabi, A. R. (2014b). Sixth grade Iranian students engage in mathematical modelling activities. In S. Oesterle, C. Nicol, P. Liljedahl, and D. Allan (Eds.), *Proceedings of The 38th Conference of the International Group for The Psychology of Mathematics Education and The 36th Conference of the North American Chapter of The Psychology of Mathematics Education*. Vancouver, Canada.

Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach*. Jossey-Bass.

Merriam, S. B., & Grenier, R. S. (Eds.). (2019). *Qualitative research in practice: Examples for discussion and analysis*. John Wiley & Sons.

Meyer, H. (2004). Novice and expert teachers' conceptions of learners' prior knowledge. *Science Education, 88*(6), 970-983. http://dx.doi.org/10.1002/sce.20006

Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.

Mischo, C. & Maaß, K. (2012). Which personal factors affect mathematical modelling? The effect of abilities, domain specific and cross domain-competences and beliefs on performance in mathematical modelling. *Journal of Mathematical Modelling and Application, 1*(7), 3-19.

Moore, T., & Diefes-Dux, H. (2004, October). *Developing model-eliciting activities for undergraduate students based on advanced engineering content.* Paper presented at the 34th ASEE/IEEE Frontiers in Education, Savannah, GA.

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., Pittalis, M., Christou, C., Boytchev, P., Sriraman, B., & Pitta, D. (2007). Mathematical modelling using technology in elementary school. In *8th* *international conference on technology in mathematics teaching, University of Hradec Králové, Czech Republic*.

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)

NCTM (1989). National Council of Teachers of Mathematics, *Curriculum and Evaluation Standards For School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

NCTM (2000). National Council of Teachers of Mathematics, *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.

Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. L. (2007). Introduction. In M. Niss, W. Blum, H. Henn, and P. L. Galbraith (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 3-32). New York: Springer.

Oswalt, S. (2012). Mathematical modeling in the high school classroom. *Unpublished Master's Thesis*, Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, Mississippi State University, USA.

ÖYEGM (2017). Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü, *Öğretmenlik mesleği genel yeterlilikleri*. 22 Aralık 2019 tarihinde http://www.kamudanhaber.net/images/upload/OYRETMENLYK_MESLEYY_GENEL_YETERLYLYKLERY.pdf adresinden alınmıştır.

Ören Vural, D., Çetinkaya, B., Erbas, A. K., Alacacı, C., & Çakıroğlu, E. (2013). Lise matematik öğretmenlerinin modelleme ve modellemenin matematik öğretiminde kullanılmasına yönelik düsünceleri: Bir hizmet içi eğitim programının etkisi. *I. Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu*, Trabzon.

Özdemir, E., & Üzel, D. (2012). Student opinions on teaching based on mathematical modelling. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 55*, 1207-1214.

Özdemir, E., & Üzel, D. (2013). A case study on teacher instructional practices in mathematical modeling. *The Online Journal of New Horizons in Education, 3* (1), 1-14.

Özer Keskin, Ö. (2008). Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma. *Yayınlanmamış Doktora Tezi.* Gazi Üniversitesi, Ankara.

Özturan Sağırlı, M. (2010). Türev konusunda matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarıları ve öz-düzenleme becerilerine etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi. *Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü,* Erzurum.

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. SAGE Publications, inc.

Patton, M. Q. (2002). Two decades of developments in qualitative inquiry: A personal, experiential perspective. *Qualitative social work, 1*(3), 261-283.

Perrenet, J., & Zwaneveld, B. (2012). The many faces of the mathematical modeling cycle. *Journal of Mathematical Modelling and Application, 1*(6), 3-21.

Sağırlı, M. Ö., Kırmacı, U., & Bulut, S. (2010). Türev Konusunda Uygulanan Matematiksel Modelleme Yönteminin Ortaöğretim Öğrencilerinin Akademik Başarılarına Ve Öz-Düzenleme Becerilerine Etkisi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3*(2), 221-247.

Sağıroğlu, 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.

Sancar Tokmak, H., Incikabi, L., & Yanpar Yelken, T. (2012). Differences in the educational software evaluation process for experts and novice students. *Australasian Journal of Educational Technology, 28*(8), 1283-1297.

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)

Sandelowski, M. (1986). The problem of rigor in qualitative research. *Advances in nursing science*.

Schwarz, B., & Kaiser, G. (2007). Mathematical modelling in school-experiences from a project ıntegrating school and university. In D. Pitta-Pantazi, and G. Philippou (Eds.), *Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2180-2189).

Seidman, I. (2006). *Interviewing as qualitative research: A guide for researchers in education and the social sciences*. Teachers college press.

Sekerak, J. (2010). Phases of mathematical modelling and competence of high school students. *The Teaching of Mathematics, 13* (2), 105-112.

Siller, H. S., & Kuntze, S. (2012). Modelling as a big idea in mathematics–Knowledge and views of pre-service and in-service teachers. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, *1*(6), 33-39.

Silverman, D. (Ed.). (2016). *Qualitative research*. Sage.

Siriraman, B. (2005). *Conceptualizing the notion of model eliciting*. Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education. Spain: Sant Feliu De Guíxols. http://fractus.uson.mx/Papers/CERME4/Papers%20definitius/13/sriraman.pdf adresinden 12 Elül 2019 tarihinde edinilmiştir.

Sol, M., Giménez, J., & Rosich, N. (2011). Project modelling routes in 12–16-year-old pupils. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14* (pp. 231-240). Netherlands: Springer.

Stacey, K. (2011). The PISA view of mathematical literacy in Indonesia. *Journal on Mathematics Education, 2*(2), 95-126.

Stacey, K. (2015). The Real World and the Mathematical World. In K. Stacey & R. Turner (Eds.), *Assessing mathematical literacy: the PISA experience* (pp. 57-84). New York: Springer.

Stillman, G. (2012). *Applications and modelling research in secondary classrooms: What have we learnt?* 12th International Congress On Mathematical Education Program. COEX, Seoul, Korea. http://www.icme12.org/upload/submission/1923_f.pdf adresinden 02 Eylül 2019 tarihinde edinilmiştir.

Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J., & Edwards, I. (2007) A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. Mathematics: Essential Research, Essential Practice (J. Watson & K. Beswick eds), *Proceedings of the 30th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, vol. 2*, pp. 688–690.

Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research*. Sage publications.

Şen-Zeytun, A. (2013). *An investigation of prospective teachers' mathematical modeling processes and their views about factors affecting these processes*. Unpublished Doctoral Dissertation. Middle East Technical University, Ankara.

Şimşek, H., & Yıldırım, A. (2011). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. *Ankara: Seçkin Yayıncılık*.

Tashakkori A., & Creswell, J. W. (2007). Editorial: The new era of mixed methods. *Journal of Mixed Methods Research, 1* (1), 3-7.

Tekin, A. (2012). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçleri ve etkinliklere yönelik görüşleri. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.

Dede, A. T., Hıdıroğlu, Ç. N., & Güzel, E. B. (2017). Examining of Model Eliciting Activities Developed by Mathematics Student Teachers. *Journal on Mathematics Education, 8*(2), 223-242.

Tekin, A., Hıdıroğlu, Ç.N., & Bukova Güzel, E. (2010). Öğrenciler Matematiksel Modellemede Birlikte Çalıştıklarında Hangi Yaklaşımları Sergiliyorlar?. 9. *Matematik Sempozyumu*, pp.20-22.

Tekin Dede, A. (2015). Matematik Derslerinde Öğrencilerin Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesi: Bir Eylem Araştırması. Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.

Tekin, A., & Bukova Güzel, E. (2011). Ortaöğretim Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modellemeye İlişkin Görüşlerinin Belirlenmesi. *20. Eğitim Bilimleri Kurultayı.* Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 8-10 Eylül 2011, Burdur.

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.

Tekin-Dede, A., & Bukova-Güzel, E. (2018). A Rubric Development Study for the Assessment of Modeling Skills. *The Mathematics Educator, 27*(2), 33-72.

Tekin, A., Hıdıroğlu, Ç., & Bukova Güzel, E. (2011). Examining of model eliciting activities developed by prospective mathematics teachers. In *Proceedings of the 35th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 10-15).

Tekin-Dede, A., & Yılmaz, S. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliklerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 4* (3), 185-206.

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.

Umay, A. (2003). Okul öncesi öğretmen adaylarının matematik öğretmeye ne kadar hazır olduklarına ilişkin bazı ipuçları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 26*, 176-181.

Ural, A. (2014). Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (23), 110-141.

Ural, A. (2018). *Matematiksel Modelleme Eğitimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Urhan, S., & Dost, Ş. (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin derslerde kullanımı: Öğretmen görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, *15*(59), 1279-1295.

Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2002). Everyday knowledge and mathematical modeling of school word problems. In K. P. Gravemeijer, R. Lehrer,H. J. Van Oers, and L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, Modeling And Tool Use in Mathematics Education* (pp. 171-195). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Vinner, S. (2007). Mathematics education-procedures, rituals and man‘s search for meaning. *The Journal of Mathematical Behavior, 26*(1), 1-10.

Vorhölter, K., Kaiser, G., & Ferri, R. B. (2014). Modelling in mathematics classroom instruction: An innovative approach for transforming mathematics education. In *Transforming mathematics instruction* (pp. 21-36). Springer, Cham.

Yoon, C., Dreyfus, T., & Thomes, M. (2010). How high is the tramping track? Mathematising and applying in a calculus model-eliciting activity. *Mathematics Education Research Journal, 22*(2), 141-157.

Yu, S. Y., & Chang, C. K. (2009). What did Taiwan mathematics teachers think of model-eliciting activities and modeling? In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo-Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling international perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 147-156). Springer Science and Business media.

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.

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* (69), 89-112.

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.

Zöttl, L., Ufer, S., & Reiss, K. (2011). Assessing modelling competencies using a multidimensional IRT approach. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo-Ferri, and G. Stillman (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 427437). New York: Springer.

EKLER

EK 1	**Matematiksel modelleme yeterlik eğitim sürecinde yer verilen etkinlikler**
EK 2	**Matematiksel modelleme yeterlik testleri (MMYT)**
EK 3	**Matematiksel modelleme yeterlik anketi**
EK 4	**Matematiksel modelleme prensipleri değerlendirme formu**
EK 5	**MOE tasarlama süreci çalışma yaprakları**
EK 6	**Matematiksel modelleme eğitimi değerlendirme anketi**
EK 7	**Modelleme etkinliklerini uygulama yarı yapılandırılmış gözlem formu**
EK 8	**Öğretim deneyimine yönelik yarı yapılandırılmış görüşmeler**
EK 9	**Öğretim deneyimine yönelik aday etkinlik listesi**
EK 10	**Gönüllü katılım formu**
EK 11	**Gruplara ait MOE tasarımları**

EK 1 Matematiksel modelleme yeterlik eğitim sürecinde yer verilen etkinlikler

Etkinlik 1. Yatak Problemi (Borromeo Ferri, 2014)

Denizin anne ve babası bir mobilya mağazasının kataloğunu incelerken yukarıda resmi verilen daire şeklinde bir yatak (çapı 210 cm) modelini çok beğenmişler ve almaya karar vermişlerdir. Fakat bu yatağa yattıklarında rahat edip etmeyecekleri konusunda bir türlü emin olamamışlardır. Göreviniz Deniz'in anne ve babası, kolları ve bacaklarından herhangi biri dışarıda kalmayacak şekilde bu yatağa yattıklarında aralarında ne kadar boşluk kalacağını hesaplayabileceğiniz, başkaları tarafından benzer durumlarda kullanılabilir bir model geliştirmenizdir. Grubunuzla tartışarak, çözümünüze ulaşmak için neler yaptığınızı ayrıntılı bir şekilde açıklayan bir mektubu Deniz için hazırlayınız. Çözümünüzün her aşamasının doğruluğunu kontrol etmeyi unutmayınız! (Yatak yukarıdaki görselde verilmiştir.)

EK 1 Devamı.

Etkinlik 2. Adenauer Problemi (Herget vd., 2001)

Aşağıdaki heykel birleştirilmeden önce Batı Almanya'nın merkezi olan Bonn şehrinde bulunmuştur. Heykel 1949-1963 yıllarında Batı Almanya'nın ilk başbakanın kafasını göstermektedir. Aynı ölçekte tepeden tırnağa Adenauer'i göstermiş olsaydı heykelin boyutu ne olurdu? Çözümünüzün tüm aşamalarının doğruluğunu gözden geçiriniz ve çözümünüzü açıklayan bir mektubu araştırmacıya sununuz. Çözümünüzde kullanacağınız modelinizin benzer durumlarda, başkaları tarafından da kullanılabilir, modelinizin genellenebilir olmasına dikkat ediniz.

EK 1 Devamı.

Etkinlik 3. Nüfus Tahmini (Ural, 2014)

UK'nın nüfus artışı için matematiksel bir model bulun. Bu modele göre 2021 ve 2043'de nüfus ne olur? Nüfus ne zaman yaklaşık 70 milyon olur? Oluşturduğunuz model benzer durumlara genellenebilir mi? Çözümünüzde kullandığınız varsayımları (eğer varsa) belirterek, çözümünüzü yazılı olarak, ayrıntılı bir şekilde açıklayan bir mektubu araştırmacıya sununuz. Çözümünüzün her aşamasının doğruluğunu kontrol etmeyi unutmayınız!

Yıl	Nüfus
1971	55,928,000
1976	56,216,000
1981	56,357,000
1986	56,684,000
1991	57,439,000
1992	57,585,000
1993	57,714,000
1994	57,862,000
1995	58,025,000
1996	58,164,000
1997	58,314,000
1998	58,475,000
1999	58,684,000
2000	58,886,000
2001	59,113,000
2002	59,319,000
2003	59,552,000
2004	59,842,000
2005	60,235,000
2006	60,584,000
2007	60,986,000
2008	61,398,000
2009	61,792,000

EK 1 Devamı.

Etkinlik 4. Devin Botu (Ural, 2018)

Aşağıdaki botu kullanan devin boyu kaç cm olabilir? Benzer durumlara genellenebilir, matematiksel bir model ortaya koyunuz, çözümünüzün doğruluğunu kontrol ederek, tüm aşamalarını açıklayan bir mektubu grubunuz adına araştırmacı eğitmene sununuz.

EK 1 Devamı.

Etkinlik 5. Büyük Ayak Problemi (Tekin Dede ve Bukova Güzel (2011) Lesh ve Doerr (2003) 'den uyarlamıştır.)

Bu sabah erken saatlerde bazı kişiler dün gece bazı yardımsever insanların mahalledeki fakir insanların kapılarına içinde yiyecek ve giyecek olan yardım kolileri bıraktıklarını fark etmişlerdir. Bu durumu aralarında konuştuktan sonra muhtara iletmenin doğru olacağına karar vermişlerdir. Muhtar haberi öğrendiğinde bu yardımsever insanların bulunmasını ve onlara teşekkür edilmesini istemiştir. Fakat kimse ne bu insanları görmüş ne de duymuştur. Sadece bazı evlerin kapılarının önünde ayak izleri ile karşılaşılmıştır. Bu ayak izlerinin sahibi olan kişi çok iri gibi görünmektedir. Bu kişiyi bulmak için sizden sadece ayak yüzüne bakarak nasıl bir insan olduğu konusunda muhtara yardım etmeniz istenmektedir. Ekte ayak izinin gerçek boyutlarıyla çizilmiş halini bulabilirsiniz. Bu ayak izinin kime ait olacağını grup arkadaşlarınızla tartışıp öyle bir model geliştiriniz ki modeliniz sadece bu ayak izi için değil tüm ayak izleri için de kullanışlı olsun. Muhtara yazacağınız mektupta tüm düşüncelerinizi ayrıntılarıyla ifade etmeyi unutmayınız.

Not: Büyük ayak problemi uygulanırken ayak izi resmi orijinal boyutlarına uygun olarak çıktı alınmış ve problem durumu olarak verilmiştir.

EK 1 Devamı.

Etkinlik 6. Boy Ayak Uzunluğu Problemi (Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2014)

Kişi	Cinsiyet	Boy Uzunluğu (cm)	Ayak Uzunluğu (cm)
1	K	160	25
2	E	111	15
3	K	160	23
4	K	152	23,5
5	K	146	24
6	K	157	24
7	E	136	21
8	K	143	23
9	E	147	20
10	E	133	20
11	K	153	25
12	E	148	23
13	E	125	20
14	K	150	20
15	E	183	28
16	E	184	25
17	E	125	18
18	K	140	20
19	E	170	27,5
20	K	168	25,5
21	E	131	23
22	E	149	23
23	K	156	21
24	K	130	19,5
25	K	142	22
26	K	159	24
27	K	145	25,5
28	K	162	25
29	E	149	22
30	K	169	24,5
31	E	126	20
32	E	150	24
33	E	170	26
34	K	141	21
35	K	123	20
36	K	122	19
37	E	125	20
38	K	133	20
39	E	165	25
40	K	131	20
41	K	134	17
42	E	158	25
43	K	170	25
44	K	125	15
45	K	135	21
46	K	138	19
47	E	134	20,5
48	E	145	22
49	K	171	25
50	K	181	24
51	K	139	19,5
52	E	147	25
53	E	134	19
54	K	164	24
55	E	127	19,5
56	K	138	23
57	E	180	24
58	E	159	26
59	K	151	23,5
60	E	165	29

Yukarıdaki tabloda bir grubun cinsiyet, boy ve ayak uzunlukları verilmiştir. Bu verilere göre şu anda dünyanın en uzun boylu (247 cm) insanı yaklaşık olarak kaç numara ayakkabı giyer? Boyları aynı olan herhangi erkek ve kadının ayak uzunluklarının arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade eden, benzer durumlara genellenebilir bir matematiksel model geliştiriniz. Grubunuzla tartışarak çözümünüze ulaşmak için neler yaptığınızı açıklayan yazılı bir metni sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız ve çözümünüzün doğruluğunu gözden geçiriniz.

EK 1 Devamı.

Etkinlik 7. Pisa Kulesi Problemi (Bukova Güzel vd. (2016), Dede vd. (2017)'den uyarlamıştır.)

İtalya'nın güneyindeki Toscana bölgesinin Pisa şehrinde İtalyanca 'Mucizeler Meydanı' anlamına gelen Piazza dei Miracoli'de yer alan, üç binadan oluşan bir dini yapı vardır. Bu dini yapı kilise, vaftizhane ve çan kulesinden oluşmaktadır. Buradaki çan kulesi, yapıldığı tarihten bu yana güneye doğru eğilen bir yapı olup, bu eğikliğiyle ünlenerek Pisa Kulesi ismini almıştır. Pisa Kulesi bitirildiği tarihten itibaren güneye doğru eğilmeye başlamıştır. Bunun sebebi hakkında birçok farklı görüş olsa da asıl nedeni yumuşak zemin çökmesidir. 1993 yılında, bulunduğu zemindeki çökme nedeniyle yıkılma aşamasına gelen Pisa Kulesi 20 milyon Sterlinlik (yaklaşık 60 milyon ₺) bir projeyle kurtarılmıştır. Kule eğikliği ile ünlü olduğu için onarım (tamirat) çalışmasında kule tam dik olarak bırakılmamış bunun yerine belirli bir eğim açısıyla bırakılmıştır. Pisa Kulesi'nin 56,70 m, taban çapı ise 15,48 m ve şu anki eğim açısı 5,5 derecedir. Pisa Kulesi'nin yenileme çalışmalarının yapılamayacağı varsayımından hareket, eğim açısının sabit kaldığını düşünerek kulenin yaklaşık kaç yıl sonra yıkılacağına hesaplayabileceğiniz benzer durumlarda yeniden kullanılabilen bir matematiksel model geliştiriniz. Çözümünüzü grup arkadaşlarınızla kontrol ettikten sonra, çözümünüzü yazılı olarak açıklayan bir mektubu araştırmacıya sununuz.

EK 1 Devamı.

Etkinlik 8. Yakıt Problemi (Bukova Güzel vd. (2016), Tekin (2012)'den tasarlamıştır.)

Arazi gezilerinden birinde araç şoförü olan Ali Bey, çok büyük sıkıntı çektiği bir konuyu Ziraat Fakültesi'nde öğretim üyesi olan Mehmet Bey ile paylaşır. Konu yakıt göstergesi ile ilgilidir. Aracın yakıt göstergesinin bozuk olduğunu ve yakıtın yol için yeterli olup olmayacağını kestiremediğini söyler. Çünkü yol üzerinde yakıt alabileceği herhangi bir istasyon yoktur ve yakıtın bitmesi durumunda arazide mahsur kalınabilir. Ali Bey bu sıkıntıyı gidermek için çok basit bir araçla yakıt durumunu öğrenip öğrenemeyeceğine ilişkin aşağıdaki soruları size yöneltmektedir.

"Mehmet Bey acaba elime bir çubuk alsam ve bu çubuğu yakıt deposuna dik olarak batırsam çubuğun ıslak kısmına bakarak depomda kaç litre yakıtımın kaldığını öğrenebilir miyim? Benim için öyle bir model geliştirmenizi istiyorum ki, çubuğun ıslak kısmını ölçtüğümde depomda kaç litre yakıtımın kaldığını hesaplayabileyim."

Göreviniz Mehmet Bey´in işine yarayacak, benzer durumlarda kullanılabilir bir model geliştirerek gerekli hesaplamaları yapmanızdır. Ayrıca çözümünüzün doğruluğunu kontrol ederek, çözümünüzü açıklayan bir mektubu araştırmacıya sununuz.

EK 1 Devamı.

Etkinlik 9. Antik Tiyatro Problemi (Tekin, Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2010)

Bir turist kafilesi, Antalya yaptıkları gezide Aspendos Antik Tiyatrosu'na gitmişlerdir. Bu gezi esnasında çektikleri bir fotoğrafı yukarıda görüyorsunuz.

- İşaretli insanlar arasındaki gerçek uzaklığın ne olabileceğini bulunuz.
- Antik tiyatronun gerçek yüksekliğinin ne olabileceğini bulunuz.

B kişisinin yeri sabit olmak üzere A kişisinin basamaklardaki değişimine göre bu iki kişi arasındaki uzaklığı ifade edebileceğiniz bir matematiksel benzer durumlarda kullanılabilir model oluşturunuz. Çözümünüzün tüm aşamalarını kontrol ederek, çözümünüze ulaşmak neler yaptığınızı açıklayan bir mektubu araştırmacıya teslim ediniz.

EK 2 Matematiksel modelleme yeterlik testleri (MMYT)

Matematiksel modelleme yeterlilik testi ön uygulama

Merhaba arkadaşlar. Bu test ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Sizden istediğim aşağıda verilen problemleri ilgili sorular dâhilinde yanıtlamanızdır. Süremiz 90 dakikadır. İstediğiniz sorudan başlayabilirsiniz.

Adı- Soyadı:

Öğrenci numarası:

Soru 1: Buca Arena Stadyumu Problemi (Tekin Dede, 2015)

Buca'daki Arena Stadyumu'nun sulaması yapılacaktır ve bu sulama projesi için sizden yârdim istenmektedir. Stadyumun yetkilileri sahayı sulamak için sprey sprinklerden yararlanmak istiyorlar. Bu sprey sprinkler sahada istenilen yere yerleştirilebiliyor ve kendi etraflarında 360° dönerek farklı yarıçaplardaki alanları sulayabiliyorlar**.**

Saha yetkilileri sizin yerleştirme planınız doğrultusunda sprey sprinkler satın alacaklar. Sizden minimum maliyeti göz önünde bulundurarak bir yerleşim planı oluşturmanızı istiyorlar.

- Tüm sahanın mümkün olduğunca eşit miktarda sulanması ve mümkün olduğunca kuru yer kalmaması için sprey sprinkleri nasıl yerleştirirsiniz? Planınızın son halini yapacağınız bir saha çiziminin üzerinde gösteriniz.
- Kaç tane sprey sprink alınması gerektiğini belirtiniz.
- Bu sistemin kurulması için ne kadarlık bir fon ayırmaları gerektiği konusunda saha yetkililerine yardımcı olunuz.

EK 2 Devamı.

Cevap vermeniz gereken sorular:

1) Size çözümde yardımcı olabilecek bilgiler neler olabilir? Sizden ne isteniyor?
2) Problem çözümü için gerekli değişkenler ve varsayımlar nelerdir? Hangi değişkenler en önemlileridir? Hangileri ihmal edilebilir? Hangi fikriniz buna sebep oldu?
3) Problem çözümü için varsayımlarınıza dayalı bir model oluşturunuz.
4) Oluşturduğunuz matematiksel modele göre matematiksel çözümünüzü açıklayarak yazınız.
5) Elde ettiğiniz matematiksel çözümü gerçek yasam bağlamında yorumlayınız.
6) İyi bir modeliniz ve doğru bir çözümünüz olduğuna inanıyor musunuz? Modeliniz neden mantıklı?

Soru 2: Çikolata Fabrikası (Aydın Güç, 2015)

Bir çikolata fabrikasında bir kutu çikolata 8 TL'ye satılmakta ve yılda maksimum 200.000 kutu çikolata üretilmektedir. x bin kutu çikolata için üretim masrafı $3500x - 8x^2$ ve fabrikanın yıllık sabit gideri 215.000 liradır. Bu fabrika 2011 yılında 150.000 kutu çikolata üretip tamamını satmışsa ne kadar kar elde etmiştir. Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda probleme uygun matematiksel model oluşturmak için aşağıdaki soruları cevaplayınız


Cevap vermeniz gereken sorular:

1) Bir fabrikanın karını belirleyen değişkenler nelerdir? Çözüm için sizden ne isteniyor?
2) Önemli ve ihmal edilebilir değişkenler var mıdır? Bir fabrikanın karını hesaplamak için yapmanız gereken varsayımlar var mıdır? Varsa bu varsayımlar nelerdir?
3) Problemin çözümü için bir matematiksel model oluşturunuz.
4) Belirlediğiniz değişkenler, varsayımlarınız ve oluşturduğunuz modele göre problemi çözünüz.
5) Oluşturmuş olduğunuz model sadece verilen durum için mi geçerlidir? Yoksa farklı durumlar için de geçerli midir?
6) Oluşturduğunuz model sizce en iyi model midir? Neden? Modelinizi daha iyi hale getirmek için ne yapardınız?

EK 2 Devamı.

Matematiksel modelleme yeterlilik testi son uygulama

Merhaba arkadaşlar. Bu test ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Sizden istediğim aşağıda verilen problemleri ilgili sorular dâhilinde yanıtlamanızdır. Süremiz 90 dakikadır. İstediğiniz sorudan başlayabilirsiniz.

Adı- Soyadı:

Öğrenci numarası:

Soru 1: Saman Balyası Problemi (Borromeo-Ferri, 2007)

Aşağıdaki şekilde en alt sırada beş saman balyası bulunmaktadır. Bir üst sıraya geçildiğinde her defasında bir saman balyası eksilmektedir. En üste bir saman balyası kaldığına göre tüm yığının yüksekliği ne kadardır. En iyi tahmininizi yapınız ve neden o sayıyı tahmin ettiğinizi matematiksel işlemlerle açıklayıp düşüncelerinizi nedenleriyle ayrıntılı olarak yazınız.

Cevap vermeniz gereken sorular:

1. Size çözümde yardımcı olabilecek bilgiler neler olabilir?
2. Saman balyası yüksekliğini hesaplamak için yapmanız gereken varsayımlar var mıdır? Varsa bu varsayımlar nelerdir?
3. Değişkenleri kullanarak matematiksel model oluşturunuz.
4. Oluşturduğunuz matematiksel modeli kullanarak saman balyası yığınının yüksekliğini bulunuz
5. Elde ettiğiniz çözüm gerçek yasam durumlarında geçerli midir? Açıklayınız.
6. Atadığınız değişkenler, varsa varsayımlarınız, modeliniz ve çözümünüz sizce kusursuz mudur?

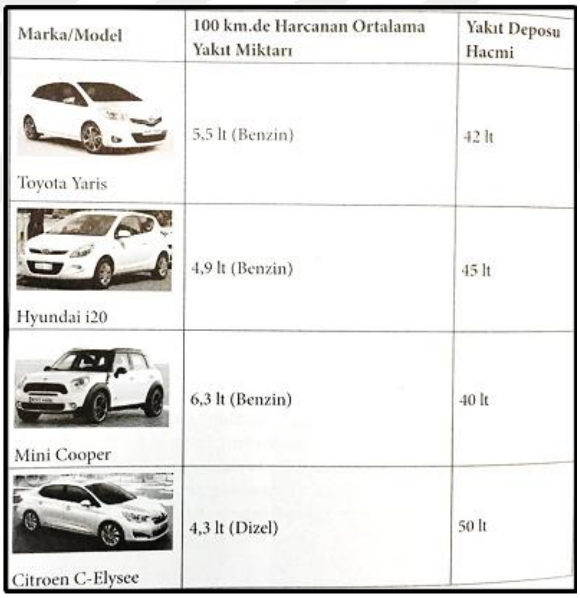
EK 2 Devamı.

Soru 2: Akaryakıt İstasyonu Problemi (Blum & Borromeo-Ferri (2009)'den uyarlanmıştır)

Arabanızın yakıtı bitmek üzere ve deponuzu tamamen doldurmak için nereden yakıt alacağınıza bir türlü karar veremiyorsunuz. Eviniz Kuzeykent'te ve yakıt almak için iki seçeneğiniz var. Birinci seçenek hemen evinizin yakınındaki akaryakıt istasyonu iken ikinci seçenek evinizden 15 km uzaklıktaki Ankara yolu üzerindeki istasyondur. Bu iki akaryakıt istasyonlarındaki 1 LT yakıt fiyatları tablodaki gibidir.

	1 LT benzin fiyatı	1 LT dizel fiyatı
Kuzeykent	7,20 TL	6,70 TL
Ankara yolu	6,98 TL	6,63 TL

Aşağıdaki tablodan seçtiğiniz bir araba markasını göz önünde bulundurarak, Kuzeykent' ten mi yoksa Ankara yolundan mı yakıt almanızın daha karlı olacağına karar veriniz.



Marka/Model	100 km.de Harcanan Ortalama Yakıt Miktarı	Yakıt Deposu Hacmi
Toyota Yaris	5,5 lt (Benzin)	42 lt
Hyundai i20	4,9 lt (Benzin)	45 lt
Mini Cooper	6,3 lt (Benzin)	40 lt
Citroen C-Elysee	4,3 lt (Dizel)	50 lt

Cevap vermeniz gereken sorular:

1. Problem durumu ile ilgili ne biliyorsunuz? Sizden neyi çözmeniz bekleniyor?
2. Çözüm için gerekli varsayımlarınız nelerdir? Belirlediğiniz varsayımlarınız doğrultusunda çözüm için değişkenler atayınız.
3. Atadığınız değişkenlere dayanarak matematiksel model(ler) oluşturunuz.
4. Oluşturduğunuz matematiksel modele/lere göre problemi çözünüz.
5. Elde ettiğiniz sonuca göre hangi istasyondan yakıt almanız daha kârlıdır? Önerileriniz ne olabilir?
6. **Sizce** modelinizde ve çözüm surecinizde hatalar var midir? Varsa düzeltiniz.

EK 3 Matematiksel modelleme yeterlik anketi

Merhaba arkadaşlar. Bu anket ile ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri hakkında fikir sahibi olmaya çalışıyorum. Sizden istediğim aşağıdaki soruları içtenlikle yanıtlamanızdır. Anket sürecinde vereceğiniz bilgilerin tümü gizli kalacaktır. Ankete cevap vermeye başlamadan önce belirtmek istediğiniz bir düşünce veya sormak istediğiniz bir soru varsa bana sorabilirsiniz.

Anket Soruları:

1) Kendi sınıfınızda öğrencilerinize gerçek hayat problemleriyle zenginleştirilmiş eğitim ortamı oluşturmayı düşünür müsünüz? Oluşturursanız karşılaşacağınız zorluklar neler olabilir? Bu ortamı sağlamak için nelerin (ders kitapları, internet, üniversite eğitimi boyunca edinilmiş tecrübeler vb.) size yardımcı olabileceğini düşünüyorsunuz?

2) Model, matematiksel model, modelleme, matematiksel modelleme kavramlarını örnek vererek ifade eder misiniz?

3) Üniversite eğitimi öncesi ve üniversite eğitiminiz süresince matematiksel modelleme etkinlikleri ile karşılaştınız mi?

4) Gelecekte öğrencilerinize gerçek hayat durumu içeren problem tasarlayınız denilse nasıl bir yol izlersiniz, nelere dikkat edersiniz?

EK 4 Matematiksel modelleme prensipleri değerlendirme formu

Merhaba arkadaşlar. Arkadaşlarınızın sundukları MOE tasarımlarının matematiksel modelleme prensiplerini sağlama düzeylerini tespit etmek istiyorum ve bu tasarımların değerlendirme sürecinde sizin katkınıza önem veriyorum. Sizden istediğim kendi gruplarınız da dâhil her grubun tasarımlarına ilişkin sunumlar bittikten sonra verilen tablo üzerinde her grubun MOE tasarımını matematiksel modelleme temel prensipleri dâhilinde puanlamanızdır.

Değerlendirilen MOE Tasarımının Başlığı:

Değerlendirilen Grup Adı:

Değerlendirmeyi Yapan Kişi:

	Matematiksel modelleme temel prensipleri				
Gruplar	Gerçeklik prensibi	Model oluşturma prensibi	Öz değerlendirme prensibi	Yapı belgelendirme prensibi	Model genelleme prensibi
Ölüyen Yürüler					
Seçici Geçirgenler					
Sonsuz/Sonsuzlar					
Pisagorcular					

Puanlar: 3=Tamamen Uygun; 2=Bir ölçüde Uygun;1= Uygun Değil; 0= Belirlenemedi

EK 5 MOE tasarlama süreci çalışma yaprakları

Merhaba arkadaşlar, eğitim sürecinin bu aşamasında grubunuzla birlikte bir MOE tasarımı yapmanız beklenmektedir. Sizden istediğim MOE tasarım sürecinizi aşağıda verilen sorulara cevap vererek detaylandırmanızdır. Tasarımınızı yazamaya başlamadan önce 1 ve 2 numaralı sorulara cevaplarınızı oluşturunuz. Sonrasında süreçleriniz ilerledikçe kalan soruları her bir süreç sonunda yanıtlayınız. Yanıtlarınızı verirken belirtmek istediğiniz bir düşünce veya sormak istediğiniz bir soru varsa bana sorabilirsiniz.

Grup Adı:

Grup Üyeleri:

Modelleme etkinliği oluşturma süreçlerinizi aşağıdaki başlıklarda açıklayınız.

1. Planınız nedir?

2. Nasıl bir etkinlik olmalı? Modelleme etkinliği bağlamında kriterleriniz nelerdir?

3. Yazma aşaması nasıl gerçekleşti? Problemin bağlamına nasıl karar verdiniz?

4. Kontrol nasıl gerçekleşti.

EK 6 Matematiksel modelleme eğitimi değerlendirme anketi

Merhaba arkadaşlar. Bu anket ile sizlerin katıldığınız matematiksel modelleme eğitim süreci hakkındaki fikirlerinizi belirlemek istiyorum. Sizden istediğim aşağıdaki soruları içtenlikle yanıtlamanızdır. Anket sürecinde vereceğiniz bilgilerin tümü gizli kalacaktır. Ankete cevap vermeye başlamadan önce belirtmek istediğiniz bir düşünce veya sormak istediğiniz bir soru varsa bana sorabilirsiniz.

1) Modelleme oluşturma sürecine katıldığınız bu seminer hakkındaki düşüncelerinizi (olumlu ve olumsuz yanlarını, katkı ve yararsızlıklarını vb.) yazınız?

2) Deneyimlerinize göre modelleme problemi oluşturmanın zor ve kolay yönleri nelerdir?

3) Öğretmen olduğunuzda modelleme etkinliklerini öğretiminizde kullanır mısınız? Cevabınızı modelleme etkinliklerinin öğretimde kullanılmasının olası avantaj ve dezavantajları perspektifinde açıklayınız.

EK 7 Matematiksel modelleme etkinliklerini uygulama yarı yapılandırılmış gözlem formu

Gözlemci:	Öğrenci sayısı:	Öğretmen:	Tarih:
Sınıf:	Süre: … dakika	Konu:	Ders saati:

Aşağıda yer alan kodlar, gözlemcinin gözlediği ortama ve olguya dair yerinde saptamalarda bulunabilmesini sağlamak amacıyla konuyla ilgili boyutları ortaya koymaktadır. Bu kodlar gözlem sürecinde gerek görülürse değiştirilebilir, ekleme ve çıkarmalar yapılabilir.

EK 7 Devamı.

Aşamalar			Gözlem Durumu	Açıklamalar
Planlama	Etkinlik seçimi			
		Sınıf seviyesine karar verme	E H K	
		Kavramlara karar verme	E H K	
		Amaca karar verme (kavram oluşturma, pekiştirme veya değerlendirme)	E H K	
	Etkinlik ön çözümü (öğretmen)		E H K	
	Ön hazırlıkları Gerçekleştirme			
		Gerekli araç-gereçleri belirleme	E H K	
		Öğrencilere verilecek görevleri belirleme	E H K	
		Öğrencilerin çalışma şekline karar verme	E H K	
		Değerlendirme kriterlerine karar verme	E H K	
		Öğrencilerin çözümlerini sunma biçimlerine karar verme	E H K	
		Uygulama ortamını düzenleme	E H K	
Uygulama	Isınma Etkinliklerini Gerçekleştirme			
		Modelleme etkinliğinin bağlamına ilişkin tartışma	E H K	
		Tanıtıcı makaleyi tartışma ve hazır oluş sorularını yanıtlama	E H K	
		Video izletme ve materyal sunma	E H K	
	Modelleme uygulaması için belirlenen normları paylaşma			
		Sınıf yönetimi	E H K	
		Öğrenci ve öğretmen rolleri	E H K	
	Değerlendirme kriterlerini paylaşma			
		Öz değerlendirme / Akran Değerlendirme / Rubrikle değerlendirme	E H K	
		Bilişsel /Duyuşsal / Sosyal Becerileri Değerlendirme	E H K	
	Modelleme Etkinliğini ve yardımcı materyalleri öğrenciye sunma		E H K	
	Öğrencilerin Çalışmalarını İzleme			
		Gözlem notu alma	E H K	
		Öğretmen Müdahaleleri (gruplar için ilerlemeye neden olan sorunlara anlık müdahale ve yönlendirme)	E H K	
Değerlendirme	Çözümün sunulması		E H K	
	Sunumun tartışılması			
		Öz değerlendirme / Akran değerlendirme / Öğretmen değerlendirmesi	E H K	
	Değerlendirme sonuçlarını paylaşma ve karara varma		E H K	

EK 8 Öğretim deneyimine yönelik yarı yapılandırılmış görüşmeler

Sevgili öğretmen adayları, bu görüşme ile ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının seçtikleri MOE etkinlikleri uygulaması sonunda uygulama süreciyle ilgili düşüncelerini tespit etmeye çalışıyorum ve sizinle bu konuyla ilgili görüşme yapmak istiyorum. Sizden istediğim aşağıdaki soruları içtenlikle yanıtlamanızdır. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin, matematiksel modelleme yöntemi ile ilgili çalışmalara katkıda bulunması beklenmektedir. Görüşme sürecinde vereceğiniz bilgilerin tümü gizli kalacaktır. Görüşmeye başlamadan önce bu söylemlerle ilgili belirtmek istediğiniz bir düşünce veya sormak istediğiniz bir soru var mı? Görüşmeyi kaydetmemizde bir sakınca yoksa izninizle kaydetmek istiyorum. Bu görüşmenin yaklaşık 30 dakika süreceğini tahmin ediyorum. İznin verirseniz sorulara başlamak istiyorum

Görüşme soruları:

1. Etkinlikleri seçerken nelere dikkat edersiniz.
2. Uygulama aşamasında karşılaştığınız durumlar (zorluk yada avantajlar) nelerdir? Bu durumları uygulamanın planlaması, grup uygulama aşaması ve değerlendirme süreçleri olarak açıklayınız.
3. Bu deneyimden sonra derslerinizde matematiksel modelleme yöntemini içeren problemlere yer vermeyi düşünüyor musunuz?
4. Bu konuda belirtmek istediğiniz başka görüş ve önerileriniz var mı?

EK 9 Öğretim deneyimine yönelik aday etkinlik listesi

Beşinci sınıf MOE etkinlikleri

Aday Etkinlik 1. Kamil'in Koyunları Problemi (Çavuş Erdem (2018), Matematik Uygulamaları ders kitabında yer alan Kamil'in Koyunları problemden uyarlamıştır.)

Kazanım: M.5.2.4.1. Dikdörtgenin alanını hesaplar, santimetrekare ve metrekareyi kullanır.

M.5.2.4.4. Dikdörtgenin alanını hesaplamayı gerektiren problemleri çözer.

Önerilen Ders Saati: 2 ders saati

Kamil ile babası, koyun yetiştiricisidir. Koyunların otlarken kaybolmaması için köyün kenarında düz bir otlak alanı çitle çevreleyip kapatacaklardır. Ellerinde bulunan çit miktarı 100 m'dir. Bu çitlerle çevrelediği otlağın maksimum büyüklükte olmasını isteyen Kamil ile babası bunu nasıl yapacakları konusunda sizden yardım istemektedir. Çitleri kullanarak maksimum büyüklükte bir otlak oluşturmak için sizce otlağın şekli nasıl olmalıdır? Şekli belirlerken neleri dikkate aldınız. Ayrıntılı bir şekilde açıklayınız.

EK 9 Devamı.

Aday Etkinlik 2. Badem İddiası Problemi (Çavuş Erdem, 2018)

Kazanım: M.5.2.4.3. Verilen bir alana sahip farklı dikdörtgenler oluşturur.

M.5.2.4.4. Dikdörtgenin alanını hesaplamayı gerektiren problemleri çözer.

Önerilen Ders Saati: 2 ders saati

Birçok insanın severek tükettiği bir yiyecek olan badem, son yıllarda tarım alanında en çok tercih edilen ürünlerden biri haline gelmeye başlamıştır. Ülkemizin hemen hemen her yerinde karşılaşabileceğimiz badem ağaçlarının yetiştiriciliğinde de aynı şekilde son zamanlarda ciddi bir artış olmuştur. Kuru ve ya sulu arazilerin ikisinde de yetişen badem ağaçlarından en fazla verimin alınabilmesi için ağaçların dikimiyle ilgili bazı kurallara dikkat etmek gerekmektedir. Bu kurallardan birisi ağaçlar arasındaki mesafedir. Bahçeye dikilen ağaçların arasındaki mesafe 5 metre olmalıdır. Bahçenin kenarları boyunca dikilen ağaçların ise bahçe sınırına olan mesafesi 2 metre, diğer badem ağaçlarına olan mesafesi ise yine aynı şekilde 5 metre olmalıdır. Badem ağacı yetiştirmeye karar veren Ali ile Kemal çok iyi anlaşan iki arkadaştır. Bu iki arkadaş, badem ağacı dikimiyle ilgili bir konuda iddiaya girerler.

- Ali, alanları eşit olan iki tarlaya dikilen badem ağacı sayısının eşit olması gerektiğini ifade ederken,
- Kemal, badem ağacı sayısının farklı olabileceğini belirtmektedir.

Sizce kim haklı ve iddiayı kim kazanır? Model oluşturarak ayrıntılı bir şekilde açıklayınız.

EK 9 Devamı.

Aday Etkinlik 3. Geri Dönüşüm Macerası Problemi (Çavuş Erdem, 2018)

Kazanım: M.5.2.4.4. Dikdörtgenin alanını hesaplamayı gerektiren problemleri çözer.

Önerilen Ders Saati: 2 ders saati

Ayşe Hanım, ev işlerinden arta kalan zamanında kullanılmış eskiyen malzemeleri kumaş ile kaplayıp süs eşyası olarak satarak ev gelirine katkı sağlamayı planlamaktadır. Ayşe Hanım, sağlayacağı katkıyı artırmak için malzemeleri kaplayacağı kumaşları en az miktarda kullanmayı istemektedir. Fakat malzemeleri kaplamak için ne kadar kumaş parçasının kullanılacağını konusunda bir fikri yoktur. Bu konuda sizden bir matematikçi olarak yardım istemektedir. Göreviniz, size verilen teneke kutuyu kaplayacak kumaş parçasını belirleyecek bir ölçme aracı (birimi) geliştirmek. Ölçme aracını geliştirirken neleri dikkate aldığınızı ayrıntılı bir şekilde belirtiniz.

EK 9 Devamı.

Aday Etkinlik 4. Okul Partisi Problemi (Henning ve Keune'nin (2007) çalışmasından uyarlayan Doruk'un (2010) çalışmasından alınmıştır.)

Kazanım: M.5.2.4.4. Dikdörtgenin alanını hesaplamayı gerektiren problemleri çözer.

Önerilen Ders Saati: 2 ders saati

Okulumuzun bahçesinde bir konser düzenlenecek. Okulumuzdaki öğrencilerin hemen hepsi ve komşu okullardaki bazı öğrencilerin konsere gelmesini bekliyoruz. Konseri organize eden müzik kulübü öğrencileri bahçe için mümkün olan maksimum seyirci sayısını belirlemek istiyor. Sizin göreviniz bahçenin alabileceği maksimum öğrenci sayısını hesaplamak ve nasıl hesapladığınızı müzik kulübü öğrencilerine açıklayan bir rapor hazırlamak.

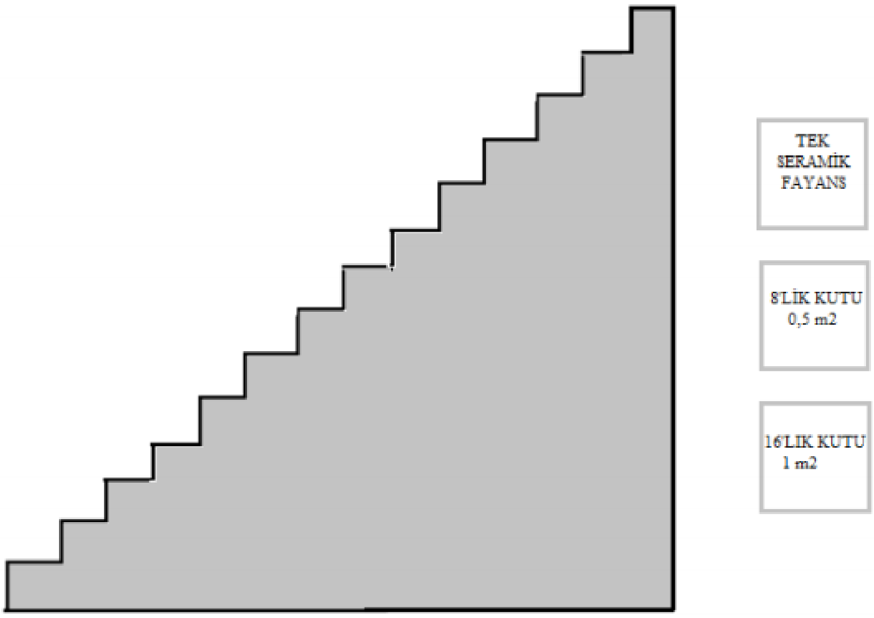
EK 9 Devamı.

Altıncı sınıf MOE etkinlikleri

Aday Etkinlik 1. Merdiven Onarım Problemi (Sandalcı, 2013)

Kazanım: M.6.2.1.1. Sözel olarak verilen bir duruma uygun cebirsel ifade ve verilen bir cebirsel ifadeye uygun sözel bir durum yazar.

Önerilen Ders Saati: 2 ders saati



Mert Bey müdürü olduğu okul binasını güzelleştirmek istiyor. Bunun için okul bütçesini de düşünerek bina önündeki merdivenleri yeni fayanslarla kaplatmaya karar veriyor. Okulun merdivenlerinin her bir basamağının yüksekliği ve genişliği 25 cm'dir. Mert Bey okul bütçesinden okul girişinde bulunan 14 basamaklı merdivenin fayanslarını yenilemek için harcama yapacaktır. Mert Bey kenar uzunlukları 25'er cm olan kare şeklinde fayanslar alacaktır.

Fayans Çeşitleri	Tek Adet	8'lik kutu (0,5 m^2)	16' lık kutu (1 m^2)
Fiyatlar	1 TL	6 TL	10 TL

Sizden istenen 14 basamaklık bu merdiven için okul bütçesini de düşünerek alınması gereken fayans miktarı konusunda Mert Bey'e bir mektup yazarak ona yardımcı olmaktır. Ayrıca mektubunuzda merdiven yenileme çalışmalarında geçerli olabilecek şekilde basamak sayısı ile kullanılacak toplam fayans adeti arasındaki ilişkiyi gösteren bir bağıntı oluşturunuz.

EK 9 Devamı.

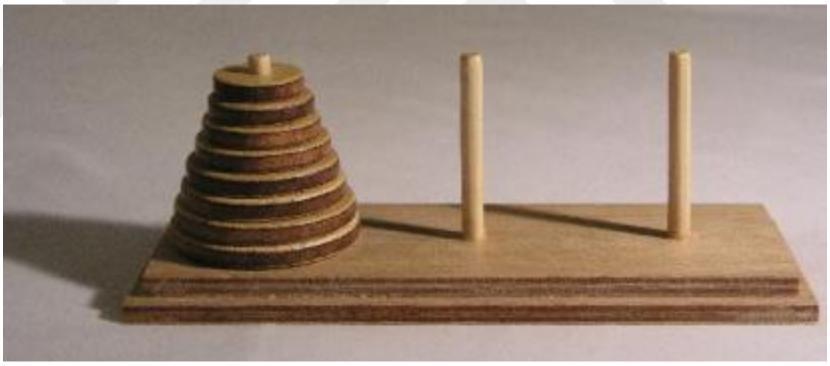
Aday Etkinlik 2. Hanoi Kuleleri (Sandalcı, 2013)

Kazanım: M.6.2.1.1. Sözel olarak verilen bir duruma uygun cebirsel ifade ve verilen bir cebirsel ifadeye uygun sözel bir durum yazar.

Önerilen Ders Saati: 2 ders saati

Hanoi kuleleri bir matematik oyunu veya bulmacadır. Üç direk ve farklı boyutlarda disklerden oluşur. Bu diskleri dilediğiniz direğe aktarabilirsiniz. Bulmaca bir direkte en küçük disk yukarıda olacak şekilde, küçükten büyüğe direk üstünde dizilmiş olarak başlar. Böylece konik bir şekil oluşmuş olur. Oyunun amacı tüm diskleri bir başka direğe aşağıdaki kurallar doğrultusunda taşımaktır:

i. Her hamlede sadece bir disk taşınabilir.
ii. Her hamle en üstteki diski direkten alıp diğer bir direğe taşımaktan oluşur.
iii. Diğer direkte daha önceden diskler olabilir.
iv. Hiçbir disk kendisinden küçük bir diskin üzerine koyulamaz.



Disk Sayısı	**1**	**2**	**3**	**4**
Hamle Sayısı				

Matematik Kulübü öğrencileri, kulüp faaliyetleri kapsamında “Hanoi Kuleleri” etkinliği yapıyorlar. Oyun oynanırken en az yapılması gereken hamle sayısının kaç olması gerektiği konusunda kararsız kalıyorlar. Şimdi sizden, oyunun farklı disk sayılarına göre en az kaç hamlede oynanması gerektiğini gösteren bir kural bulmanız istenmektedir. Kuralı bulmak için nasıl bir yol izlediğinizi ve disk sayısı ile hamle sayısı arasındaki ilişkiyi gösteren bağıntıyı nasıl oluşturduğunuzu ayrıntılı bir raporla Matematik Kulübüne sununuz.

EK 9 Devamı.

Aday Etkinlik 3. Oto Kiralama Problemi (Sandalcı, 2013)

Kazanım: M.6.2.1.1. Sözel olarak verilen bir duruma uygun cebirsel ifade ve verilen bir cebirsel ifadeye uygun sözel bir durum yazar.

Önerilen Ders Saati: 2 ders saati

Ahmet Bey ve Ailesi (tüm aile 5 kişi) sıcak yaz günlerinde 5 günlük tatilleri için bir otomobil kiralayacaklardır. Oto kiralama acentesi Ahmet Bey'i bilgilendirmek için aşağıdaki seçenekleri sunmaktadır. Ahmet Bey bir yandan rahat bir yolculuk yapmak isterken bir yandan da ekonomik bir seçim yapmak istemektedir. Ahmet Bey toplamda 1000 km'lik yol gideceğini düşünerek hesabını yapacaktır.

				
ARACIN MODELİ	A ARACI	B ARACI	C ARACI	D ARACI
YAKIT TÜRÜ	BENZİNLİ	DİZEL	BENZİNLİ	DİZEL
KLİMA	YOK	VAR	YOK	VAR
İÇ HACİM	DAR	DAR	GENİŞ	GENİŞ
1 KM DE HARCADIĞI YAKITIN FİYATI	0,28 TL	0,23TL	0,30 TL	0,26 TL
GÜNLÜK KİRALAMA BEDELİ	70 TL	90 TL	80 TL	100 TL

Sizden Ahmet Bey'e bir mektup yazmanız istenmektedir. Mektubunuzda Ahmet Bey'e bu 5 günlük tatili için hangi otomobili seçmesi gerektiği konusunda yardımcı olmanız istenmektedir. Ayrıca mektubunuzda, gidilecek yol uzunluğunun değiştiği 5 günlük başka bir tatil için kiralanacak her bir otomobilin maliyetini gösterebilir misiniz?

EK 9 Devamı.

Aday Etkinlik 4. Güzergâh Problemi (Sandalcı, 2013)

Kazanım: M.6.2.1.1. Sözel olarak verilen bir duruma uygun cebirsel ifade ve verilen bir cebirsel ifadeye uygun sözel bir durum yazar.

Önerilen Ders Saati: 2 ders saati

Abbas Bey banka kredisiyle bir minibüs hattı satın almaya karar vermiştir. Abbas Bey bir yandan kredi borcunu ödemek isterken bir yandan da çalışma süresi bakımından ailesine daha fazla vakit ayırabileceği bir güzergâh seçmek istemektedir. Abbas Bey'in aracının 1 km mesafede 0,75 TL yakıt masrafı olup seçebileceği güzergâhlara ilişkin bilgiler aşağıdaki tabloda düzenlemiştir.

	1. GÜZERGAH RİZE-DEREPAZARI	2. GÜZERGAH RİZE-GÜNEYSU	3. GÜZERGAH RİZE-İYİDERE
Yol Mesafesi (km)	12	20	24
Sefer Sayısı (Günde)	*20*	*15*	*10*
Ortalama Yolcu Sayısı(1 seferde)	15	20	24
Yolcu Ücreti (TL)	*1*	*1,25*	*1,50*
Günlük Çalışma Süresi (saat)	10	12	15

- Abbas Bey'e hem ekonomik açıdan hem de ailesine daha fazla vakit ayırabilmesi bakımından seçmesi gerektiği güzergâh hakkında yardımcı olunuz.
- Ortalama yolcu sayısının değişkenlik gösterdiği durumlarda her bir güzergâh için 1 seferde yapılacak karı gösteren bağıntıları oluşturunuz.

Sizden yukarıdaki bilgiler ışığında Abbas Bey'e alacağı karar hakkında yardımcı olacağınız ayrıntılı bir mektup yazmanız istenmektedir.

EK 9 Devamı.

Yedinci sınıf seviyesi MOE etkinlikleri

Aday Etkinlik 1. Miras Paylaşımı Problemi (Çavuş Erdem, 2018)

Kazanım: M.7.3.2.5. Alan ile ilgili problemleri çözer.

a) Üçgen, dikdörtgen, paralelkenar, yamuk veya eşkenar dörtgenden oluşan bileşik şekillerin alanlarını bulmayı gerektiren problemlere yer verilir.

b) Dikdörtgenin çevre uzunluğuyla alanını ilişkilendirmeye yönelik çalışmalara yer verilir. Aynı alana sahip farklı dikdörtgenlerin çevre uzunlukları ile aynı çevre uzunluğuna sahip farklı dikdörtgenlerin alanları incelenir.

Önerilen Ders Saati: 2 ders saati

Adıyaman’ da yaşayan Ali Kemal, 2 kardeşiyle birlikte, babalarından miras kalan tarlaları adaletli bir şekilde bölüşmek istemektedir. Miras kalan 6 tarla bulunmaktadır, tarlaların büyüklükleri farklıdır her kardeş 2 tarla alacaktır. Paylaşımın olabildiğince adaletli yapılması gerekmektedir. Tarlaların uydu görüntüleri aşağıda verilmiştir. Tarlaları 3 kardeşe paylaştırınız. Paylaşımı nasıl yaptığınızı ayrıntılı bir biçimde açıklayınız.

EK 9 Devamı.

**Paylaştırmanız gereken tarlalar kırmızı dairelerle gösterilmiştir.

EK 9 Devamı.

Aday Etkinlik 2. Seyahat Problemi (Doruk (2010), Zawojewski vd. (2003)'den uyarlamıştır.)

Kazanım: M.7.2.2.2. Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemi tanır ve verilen gerçek hayat durumlarına uygun birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem kurar.

M.7.2.2.3. Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözer.

M.7.1.4.1. Oranda çokluklardan birinin 1 olması durumunda diğerinin alacağı değeri belirler.

Önerilen Ders Saati: 2 ders saati

Akif ailesiyle bir haftalık bir tatil için araç kiralayarak Ankara' dan Antalya' ya gidecek. Babası Akif' e Antalya' ya gitmek için birkaç yol ve araç seçenekleri olduğunu fakat hangilerinin daha ekonomik olduğu konusunda kararsız olduğunu söyledi. Yol seçenekleri haritada, araç seçenekleri ile ilgili bilgiler de aşağıdaki tabloda verilmiştir. Akif'e en ekonomik yol ve aracı belirlemek konusunda yardımcı olabilir misiniz?

	Günlük kira Bedeli	Yakıt Türü ve litre Fiyatı	100 km' de ortalama Yakıt Tüketimi
1. Araç	80 ytl	Dizel 2,5 ytl	5,5 lt
2. Araç	55 ytl	Benzin 2,9 ytl	9 lt
3. Araç	65 ytl	LPG 1,5 ytl	10 lt

EK 9 Devamı.

Aday Etkinlik 3. Hava Durumu Problemi (İnan Tutkun ve Didiş Kabar (2018), Doerr ve English, (2003)'den uyarlamıştır.)

Kazanım: M.7.2.2.2. Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemi tanır ve verilen gerçek hayat durumlarına uygun birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem kurar.

M.7.2.2.3. Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözer.

Bir seyahat şirketi, yeni yerlere taşınacak insanlara yardımcı olmak ve onlara tavsiyelerde bulunmak için bir sistem geliştirmek istiyor. Müşterilerinin yaşayacakları yerleri seçerken kullanılacak olan tavsiye (bilgilendirme) sistemini geliştirmek için seyahat şirketinin sizin yardımınıza ihtiyacı var. Müşteriler öncelikle iklimle ilgileniyorlar. Ne kadar yağmur yağıyor? Hava ne kadar soğuk oluyor? Ne kadar sıcak oluyor? Günler güneşli mi ya da bulutlu mu? Fakat bu her bir faktör, her müşteri için aynı öneme sahip değildir. İki müşteri, yaşamak istedikleri yerlerle ilgili kendi tercihlerini tanımlayan ve yaşamak için en iyi yer ile ilgili şirkete tavsiyelerini sordukları bir mektup yolladılar. Ayrıca, şirket aşağıdaki listede verilen 9 şehir için bazı bilgileri topladı.

ŞEHİR	Açık gün sayısı (1 yılda)	15 derecenin altındaki gün sayısı (1 yılda)	30 derecenin üstündeki gün sayısı (1 yılda)	Ortalama yağış miktarı-mm (1 yılda)
Bartın	85	12	15	1220.4
Adana	95	40	169	274.5
Erzuru m	36	184	6	516.3
Trabzon	71	0	185	2222.4
Çorum	45	55	30	661.0
Rize	85	0	328	1534.7
Gaziant ep	178	4	237	386.4
Sivas	84	157	36	633.1
Samsun	114	10	58	863.7

Sizin göreviniz;

1- Farklı yerlerin iklimlerini karşılaştırırken sıralama sistemi geliştirin. Sizin sisteminizin yerleri değerlendirirken hatta listede verilmeyen yerler için de şirkete gerçekten yardımcı olacağından emin olun.
2- Her bir müşteri için, seyahat şirketine tavsiyelerinizi de içeren iki mektup yazın. Şehirleri; ***en iyi şehirler**, ***2. iyi şehirler** ve ***kötü şehirler** olarak üç gruba ayırmalısınız. Böylece, müşteriler yaşayabilecekleri ve kaçınmaları gereken şehirleri bileceklerdir.
3- Mektuplarınızda puanlama sisteminizin nasıl çalıştığını ve neden oluşturduğunuz sistemin iyi bir sistem olduğunu seyahat şirketine açıklamalısınız.

EK 9 Devamı.

1. Mektup: Sevgili seyahat şirketi, Birkaç ay önce eşim ve ben emekli olduk. Ilık ve güneşli bir yere yerleşmeyi istiyoruz. Çok yağmur yağıyor olması ya da olmamasına önem vermiyoruz. Fakat kesinlikle çok soğuk olmasını istemiyoruz. Yaşamak için düşünmemiz gereken şehirlerden bazıları nelerdir?

Sevgilerimizle, Ayşe & Ali DEMİR

2. Mektup: Sevgili seyahat şirketi, Kendi alanım olan bilgisayar programcılığında yeni iş fırsatlarına bakıyorum. Nerede olursa olsun, bir iş bulabileceğime oldukça eminim. Tüm açık alan sporlarını gerçekten seviyorum, özellikle de doğa yürüyüşünü. Dolayısıyla, hava durumu iyi olan ve çok sıcak olmayan bir şehre taşınmak istiyorum. Yaşamak için nereyi düşünmeliyim?

Sevgilerimle, Can DOĞAN

EK 9 Devamı.

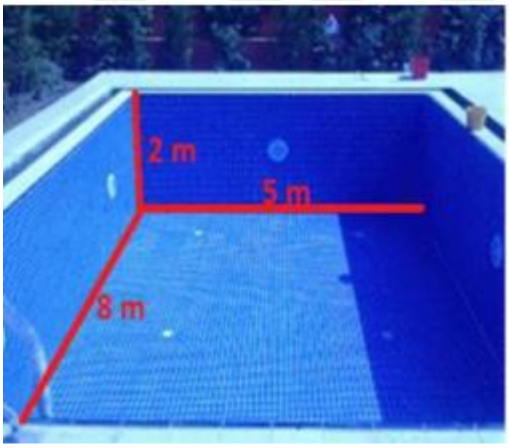
Aday Etkinlik 4. Yüzme Havuzu Problemi (Çavuş Erdem, 2018)

Kazanım: M.7.3.2.5. Alan ile ilgili problemleri çözer.

a) Üçgen, dikdörtgen, paralelkenar, yamuk veya eşkenar dörtgenden oluşan bileşik şekillerin alanlarını bulmayı gerektiren problemlere yer verilir.

b) Dikdörtgenin çevre uzunluğuyla alanını ilişkilendirmeye yönelik çalışmalara yer verilir. Aynı alana sahip farklı dikdörtgenlerin çevre uzunlukları ile aynı çevre uzunluğuna sahip farklı dikdörtgenlerin alanları incelenir.

Önerilen Ders Saati: 2 ders saati



Ahmet Bey evinin bahçesine çocuklarıyla birlikte vakit geçirebilecekleri 2 m, 5m ve 8m ebatlarında bir yüzme havuzu yaptırmayı planlamaktadır. Havuzun kaplanacağı malzeme konusunda ise kararsızdır. Kaplama malzemesinin maliyetinin ucuz olmasını, aynı zamanda dayanıklı olmasını istemektedir. Havuz kaplayan ustalar Ahmet Bey'e 3 seçenek sunmuştur. Seçenekler ve seçeneklere ait bilgiler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Mozaik Kaplama

Karo Kaplama

Lineer Kaplama

EK 9 Devamı.

Kaplama Türüne İlişkin Bilgiler

Kaplama Türü	Ebatı	Bir adet malzemenin fiyatı	Ortalama Dayanıklılık Süresi
Mozaik Kaplama	4 cm x 4 cm	0, 15 lira	25 yıl
Karo Kaplama	10 cm x 20 cm	1,5 lira	17 yıl
Lineer Kaplama	1 m x 1 m	45 lira	10 yıl

Kaplama türlerine ait bilgileri inceleyiniz. Size göre Ahmet Beyin hangi kaplama türünü tercih etmesi daha avantajlıdır, açıklayınız. Tercihinizi bir mektupla Ahmet Bey'e yazınız. Mektubunuzda tercihinizi hangi hesaplamalarla nasıl yaptığınızı ayrıntılı bir şekilde yazınız.

EK 10 Gönüllü katılım formu

Ben Semahat, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi ABD doktora öğrencisiyim. Danışman hocam Sayın. Doç Dr. Abdullah Çağrı BİBER rehberliğinde, "matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine ve öğretim deneyimlerine yansımalarının araştırılması" başlıklı doktora tez araştırmasını yürütüyorum. Araştırmaya katılacak olan öğretmen adaylarıyla matematiksel modelleme eğitim süreci, anket uygulamaları, yarı-yapılandırılmış görüşmeler ve gözlemler gerçekleştirilecektir. Çalışmaya katılım tamamen gönüllülük temelinde olmalıdır. Çalışma süresince sizden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplarınız tamamen gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir. Katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden ötürü kendinizi rahatsız hissederseniz çalışmayı yarıda bırakıp çıkmakta serbestsiniz. Böyle bir durumda çalışmada sorumlu kişiye, çalışmadan ayrılmak istediğinizi söylemek yeterli olacaktır. Bu çalışmaya katıldığınız için şimdiden teşekkür ederiz. Çalışma hakkında daha fazla bilgi almak için Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi ABD doktora öğrencisi Semahat İNCİKABI (E-posta: agdassemahat@yahoo.com) ile danışman hocam Sayın Doç. Dr. Abdullah Çağrı BİBER ile de (acbiber@kasatmonu.edu.tr) iletişim kurabilirsiniz.

Bu çalışmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum ve istediğim zaman yarıda kesip çıkabileceğimi biliyorum. Verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlı yayımlarda kullanılmasını kabul ediyorum.

Not: Formu doldurup imzaladıktan sonra uygulayıcıya geri veriniz.

İsim Soyadı:______________________ Tarih:________________ İmza:____________

EK 11 Gruplara ait MOE tasarımları

Ölüyen yürüler grubu MOE etkinliği: Pizza yiyelim

Olukbaşı'nda ailesi ile yaşayan Cem, gece yatmadan önce kitap okumayıp yemek programı izleyince rüyasında pizza görür. Sabah uyandığında koşarak annesinin yanına gider, rüyasını annesine anlatır. Gülten Hanım öğle yemeği için pizza yiyebileceklerini söyler. Bu görevin Can'a ait olduğunu, pizzaların öğle yemeğine yetişecek şekilde hazır olması gerektiğini ve bütçeydi düşünerek aşağıdaki seçenekler dâhilinde karar vermesini söyler. Ayrıca sipariş verirken "benim glütene senin ise zeytine karsı alerjinin olduğunu, benim vejetaryen tipi beslendiğimi, senin ise sucuklu pizza sevdiğini göz önünde bulundurmalısın, karar verirken bu kriterleri ve maliyeti dikkate almayı unutma" der ve aşağıdaki seçenekleri sunar:

1. Evin yakınındaki marketten kriterlerine göre pizza alabileceğini, eve getirdiğinde kendisinin pişirebileceğini,
2. Şehir merkezindeki PIZZA 37'den kriterlerine göre pizza alabileceklerini ya da sipariş edebileceklerini,
3. Evine yakın 3 marketin birinden malzemelerin tamamını alıp, evde pizza yapabileceklerini
4. Maliyet ve kriterler bakımından en uygun yukarıdaki üç seçenekten ikisini birlikte değerlendirebileceklerini söyler.

Can telefonuyla çeşitli araştırmalar yapıp, aşağıdaki bilgilere ulaşır. Can hangi seçeneği seçerse hem maliyet açısından hem de kriterlere uygunluk açısından en doğru kararı verir? Açıklayınız.

EK 11 Devamı.

Malzemeler ve Market Fiyatları

	A 101	BİM	ŞOK
Un	2 kg 9,25 TL	10 kg 19,95 TL	5 kg 13,50 TL
Su	5 lt 2,50 TL	5 lt 2,25 TL	5 lt 4,90 TL
Kaşar Peynir	700 gr 17,75 TL	600 gr 19,95 TL	500 gr 17,25 TL
Sosis	290 gr 7,25 TL	270 gr 7,76 TL	500 gr 5,75 TL
Salam	250 gr 9,95 TL	700 gr 15,95 TL	250 gr 7,95 TL
Zeytin	950 gr 11,95 TL	1 kg 12,45 TL	800 gr 12,95 TL
Tuz	1500 gr 1,80 TL	750 gr 2,99 TL	750 gr 0,90 TL
Ton Balığı	125 gr 9,95 TL	100 gr 5,95 TL	320 gr 9,95 TL
Mantar	400 gr 3,95 TL	300 gr 3,45 TL	300 gr 5,00 TL
Susam	120 gr 2,95 TL	75 gr 6,99 TL	90 gr 3,35 TL
Domates	1 kg 4,99 TL	1 kg 5,90 TL	1 kg 6,99 TL
Biber	1 kg 5,90 TL	1 kg 5,50 TL	1 kg 5,95 TL
Sucuk	400 gr 14,75 TL	300 gr 16,49 TL	250 gr 16,95 TL
Yeşil Zeytin	400 gr 4,95 TL	400 gr 4,45 TL	400 gr 6,95 TL

Migros Dondurulmuş Pizza Fiyatları

Markalar	Malzeme içeriği	Küçük boy	Büyük boy	Glütensiz pizza seçeneği
A	Kaşar + sucuk	1adet fiyatı 20.99 TL	29.99	Var
B	Salam + sucuk + ton balığı + kaşar + mantar + biber	1adet fiyatı 29.99 TL	39.99	Var
C	Brokoli + domates + biber + kaşar + siyah zeytin	1adet fiyatı 29.99 TL	Yok	Var
D	Domates + mantar + biber + kaşar	1adet 21.99 TL	Yok	Yok
E	1.tek kişilik (küçük boy) pizza: Mısır + mantar + yeşilbiber + kırmızıbiber + jaleponi biber +mantar 2. tek kişilik (küçük boy) pizza: Sucuk + kaşar +salam	1+1 adet fiyatı 49,99 TL	Yok	Var

Fırın 1 dakikada 30 kuruşluk elektrik yakıyor.
(Pizza pişirme süresi 15-20 dakika)

EK 11 Devamı.

PİZZA	Çeşitler	Glütensiz pizza seçeneği	Fiyat
P371 Tek kişilik cazip pizza (Gel al kampanyası)	Sucuk sever Süperos (vejetaryen Seçeneği var) Klasik	Yok	20,99
P372 Tek kişilik özel pizza (eve sipariş var)	Sucuk sever Süperos (vejetaryen seçeneği var) Klasik	Yok	28,95
P373 1 tek kişilik alana 1 tek kişilik bedava! (Gel al kampanyası)	Sucuk sever Süperos vejetaryen var Klasik	Yok	39,95
P374 1 tek kişilik pizza alana 2.tek kişilik pizza %50 indirimli (Gel al kampanyası)	Sucuk sever Süperos (vejetaryen seçeneği var) Klasik	Yok	1 pizza ücreti 30.99
P375 3 tek kişilik pizza al, 2 tek kişilik pizza fiyatı öde! (Eve sipariş var)	Sucuk sever Süperos (vejetaryen seçeneği var) Klasik	Var	66,95

(Pizzadan malzeme çıkarmak ücrete tabi değildir)

EK 11 Devamı.

Pisagorcular grubuna ait MOE tasarımı: Facebook kullanımı

Yıllar	Dönemler	Kullanan Kişi Sayısı (milyon)
2013	1. Çeyrek	269
	2. Çeyrek	272
	3. Çeyrek	276
	4. Çeyrek	282
2014	1. Çeyrek	289
	2. Çeyrek	292
	3. Çeyrek	296
	4. Çeyrek	301
2015	1. Çeyrek	307
	2. Çeyrek	311
	3. Çeyrek	315
	4. Çeyrek	322
2016	1. Çeyrek	327
	2. Çeyrek	332
	3. Çeyrek	336
	4. Çeyrek	343
2017	1. Çeyrek	348
	2. Çeyrek	354
	3. Çeyrek	358
	4. Çeyrek	363
2018	1. Çeyrek	370
	2. Çeyrek	378
	3. Çeyrek	379
	4. Çeyrek	385
2019	1. Çeyrek	389

Şubat 2004'te kurulan Facebook dünya çapında kullanıcı sayısında hızlı bir artış göstermektedir. Bu durumdan dolayı endişelenen bir grup bilim adamı, 10 sene sonraki Facebook kullanıcı sayısını merak etmişler Facebook ve Aile Bağları, isimli bir makale yazmaya karar vermişlerdir. Buna göre 2013'ten 2019'a kadar ki kullanıcı sayılarındaki değişimi incelemişler lakin bu sonuçlar yeterli olmadığından sizden yardım istiyorlar. Araştırmacılar, yukarıdaki tabloyu kullanarak 2029 yılındaki Facebook kullanıcı sayısının kaç olabileceğini hesaplamanızı, 2019-2030 yılları arası Facebook kullanıcı sayılarını veren bir tabloyu yukarıdaki tabloya benzer şekilde oluşturmanızı istemektedirler. Çalışmalarınızda hangi yolu kullandığınızı, mail yoluyla araştırmacılarımıza bildirmeniz rica olunur.

Şimdiden teşekkürler!

Not: Çeyrek bir yıldaki 3 aylardan oluşur. Ocak, Şubat ve Mart 1. çeyrek, Nisan, Mayıs ve Haziran 2. çeyrek, Temmuz, Ağustos ve Eylül 3. çeyrek, Ekim, Kasım, Aralık 4. çeyrektir.

EK 11 Devamı.

Seçici geçirgenler grubuna ait MOE tasarımı: Cam ev

Kastamonu'da oturan Mehmet Usta internette gezinirken İngiltere'de bulunan aşağıdaki evin resmini görmüş ve çok beğenmiştir. Yer altına inşa edilmiş olan bu evin ön ve arka cepheleri cam ile sol ve sağ cepheleri ise beton duvarla kapatılmıştır. Kendisinin de ufak değişikliklerle böyle bir ev inşa edebileceğini düşünmüştür.

Mehmet Usta, evin sol, sağ ve arka cephelerini taş duvar, evin girişi olarak düşündüğü ön cepheyi ise camla kapatmayı planlamıştır. Fakat camla kaplı giriş duvarının sağlamlık, güvenlik, mahremiyet, dışarıdaki hava değişimlerinden fazla etkilenmeme, ses yalıtımı ve de dekoratif olarak güzel görünme gibi birçok özelliği bulundurmasını istenmiştir. Bu istediği özelliklerin hepsinin cam duvarda bulunmasının maddi açıdan onu zorlayacağını düşünmüştür. Cam duvar kaplama için 5200 TL bütçe ayıran Mehmet Usta maliyet araştırması yapmış ve cam satısı ile ilgilenen arkadaşı ile bu durumu görüşmüştür. Arkadaşı cam çeşitlerini fiyatlarıyla birlikte göstermiş ve yardımcı olması açısından ona bir broşür vermiştir. Sizin göreviniz Kastamonu'nun hava koşullarını, cam duvarın alanını, diğer olabilecek etkenler i ve aşağıdaki tablo verilerini kullanarak en uygun cam seçeneğini verecek bir öneride bulunup, maliyet raporu çıkarmanızdır. Mektup halinde Mehmet Usta'ya önerilerinizi ulaştırmanız istenmektedir.

Kolay gelsin….

EK 11 Devamı.

Isı Kontrollü (Sinerji) (Kışların soğuk yazların ılık geçtiği iklimlerde) (m2)	Isı Cam (Konfor) (Kışların ılık yazların sıcak geçtiği iklimlerde) (m2)	Isı Cam (Klasik) (m2)	Lamine ısıcam (ısı yalıtımı, emniyet, güvenlik, ses geçirmezlik, UV ışınları geçişini engelleme) (m2)	Jaluzili Isıcam (mahremiyet) (m2)	Jaluzili ısıcam sinerji (mahremiyet)	Jaluzili ısıcam konfor (mahremiyet)	Isıcam akustik(ses geçirmezlik, emniyet, güvenlik)
250 TL	280 TL	190 TL	480 TL	360 TL	425tl	430tl	435 TL

Isı Cam Arası Karolaj Karolaj çift cam arası alüminyum dekoratif çıtalardır	
Beyaz Karolaj	Her m^2 başı +16,00 TL
Çiçek Karolaj	Her m^2 başı +8,00 TL
Altın Sarısı Karolaj	Her m^2 başı +22,00 TL

EK 11 Devamı.

Sonsuz / sonsuzlar grubuna ait MOE tasarımı: Aydınlatma maliyeti

Merhaba,
Ben Fatih, Kastamonu'da Kahve Sokağı adlı işletmenin sahibiyim. Yoğun talep üzerine Kuzeykent'te ikinci bir şube açmaya karar verdim. Bütün tadilatı biten kafemizin ışıklandırması yapılacaktır. Tadilat süreci çok masraflı olduğundan ve de günde 12 saat ışıkları açık tutmam gerektiğinden herhangi bir ışıklandırma uzmanına başvurmadan, mümkün olduğunca her tarafı yeterli ve eşit şekilde aydınlatacak ayrıca en düşük maliyetli bir seçim yapmak istiyorum. Bu yüzden internette uzun süredir araştırma yapıyorum. Bu iş düşündüğümden daha zormuş. Ampul çeşidine karar verebilmem için lümen, lüx, watt kavramlarını bilmem gerekiyormuş. Neyse ki bu kavramlara ait bir tablo oluşturmayı başardım.

Watt	Lüx	Lümen	İlişki
• Bir ampulün tükettiği enerji miktarıdır.(Yani elektrik faturasına yansıyan değerdir.) • 1kw enerji=0,7 kuruş • 1kw=1000 watt	• Aydınlatma seviyesi • Kapalı ortamların aydınlanma seviyesi en az 100 lüx seviyesinde olmalıdır.	Ampulün yaydığı toplam ışık çıktısı (ne kadar yüksek lümenli ampul,o kadar parlak ışık)	• lüx=lümen/alan (m^2) • Yada Alan(m^2)=lümen/ Lüks (örneğin 1000 lümenlik bir ampulle 100 lüx'lük bir seviyede 1000/100=10 m^2lik bir alanı aydınlatabiliriz • Yani lüx ile lümen arasındaki ilişki aydınlatma yapılacak alan ile ilişkilidir.

Aşağıdaki tabloda ise işletmem için en uygun 3 LED ampul çeşidine ait bilgileri oluşturdum:

Marka	Watt	Bir Ampulün Fiyatı	Lümen Değeri
Philips	10 watt	4,25 tl	1200
UFO	20 watt	6,50 tl	1800
Lighty	28 watt	8,45 tl	2800

Sizce kafemde yapacağım ışıklandırma için en düşük maliyetli hangi ampul çeşidini seçmem gerekiyor? Bu konuda bana yardım etmenizi çok isterim. Tablolar bu konuda size yardımcı olacaktır. Elde ettiğiniz sonucu e-mail hesabıma gönderirseniz sevinirim.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Semahat İNCİKABI

Doğum Yeri ve Yılı : Oltu 1980

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : agdassemahat@yahoo.com

Eğitim Durumu

Lise : Oltu Lisesi, 1997.

Lisans : Atatürk Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, 2002.

Yüksek Lisans : Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim ABD, 2016.

Yayınları

Incikabi, L., Serin, M. K., Korkmaz, S., &, İncikabı, S. (2017). A Research on Mathematics Education Studies Published between 2009-2014 in Turkey. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences, 7*(1), 1-19.

İncikabı, S. (2017). Multiple representations and teaching mathematics: An analysis of the mathematics textbooks. *Cumhuriyet International Journal of Education, 6*(1), 66-81.

İncikabı, S., & Biber, A. Ç. (2017). Ortaokul matematik ders kitaplarında yer alan temsillerin öğrenme alanlarına ve sınıflara göre incelenmesi. Ahi Evran *Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD), 18*(3), 115-133.

İncikabı, S., & Biber, A. Ç. (2018). Ortaokul matematik ders kitaplarında yer verilen temsiller arası ilişkilendirmeler. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 26*(3), 729-740.

İncikabı, S., Biber, A. Ç., İncikabı, L., & Kepçeoğlu, İ. (2017). Cebir öğrenme alanında çoklu temsiller üzerine bir araştırma. *26. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi.* Antalya, Türkiye

Serin, M.K., & Incikabi, S. (2017). Undergraduate Students' Perceptions of the Mathematics Courses Included in the Primary School Teacher Education

Program. *European Journal of Educational Research, 6*(4), 541-552. doi:10.12973/eu-jer.6.4.541.

.