



**MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ
MATEMATİKSEL MODELLEME PROBLEMLERİ
ÇÖZME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ**

**2024
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MATEMATİK**

Betül YILMAZ

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem İNCİ KUZU**

**MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİKSEL
MODELLEME PROBLEMLERİ ÇÖZME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ**

Betül YILMAZ

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem İNCİ KUZU**

**T.C.
Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Matematik Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Ağustos 2024**

Betül YILMAZ tarafından hazırlanan “MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİKSEL MODELLEME PROBLEMLERİ ÇÖZME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem İNCİ KUZU

.....

Tez Danışmanı, Matematik Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Matematik Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 28/08/2024

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Halil ZEHİR (AICU)

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ahmet EMİN (KBÜ)

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem İNCİ KUZU (KBÜ)

.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Zeynep ÖZCAN

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Betül YILMAZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MATEMATİK ÖĞRETMEN ADAYLARININ MATEMATİKSEL MODELLEME PROBLEMLERİ ÇÖZME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ

Betül YILMAZ

**Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Matematik Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı:
Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem İNCİ KUZU
Ağustos 2024, 106 sayfa**

Matematiksel modellemenin ve matematik öğreniminin en önemli bileşenlerinden biri problem çözmedir. Bu çalışma kapsamında Matematik Bölümü 4.sınıfında öğrenim görmekte olan matematik öğretmen adaylarının günlük hayat problemlerinden yola çıkarak modellemeye uygun problem çözme becerileri incelenmiştir. Ayrıca modelleme süreci ile ilgili yarı yapılandırılmış form ile matematik öğretmen adaylarının görüşleri alınmıştır.

Çalışma nitel araştırma yöntemlerinden 'eylem araştırması'dır. Araştırmanın çalışma grubunu bir üniversitenin matematik bölümünde öğrenim görmekte olan ve pedagojik formasyon almakta olan 42, 4.sınıf öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma grubu, kolay ulaşılabilir ve seçkili örneklem kullanılarak oluşturulmuştur. Çalışmanın verileri görüşme formu ve Matematiksel Modelleme Problem Çözme Testi (MMPÇT) kullanılarak toplanmıştır. Çalışmanın başında öğretmen adaylarına

14 hafta boyunca matematiksel modelleme etkinlikleri yapılmıştır, modellemeye uygun kurulan günlük hayat problemlerinin çözüm stratejileri anlatılmış ve farklı çözüm yolları örneklerle gösterilmiştir. Çalışmanın sonunda, öğretmen adaylarına araştırmacı tarafından hazırlanan, modellemeye uygun problemlerden oluşan bir başarı testi uygulanmıştır. Problem çözme etkinliklerinde Türkiye Bilimler Akademisi (2016)'ne ait Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları kitabından yararlanılmıştır. Matematiksel modelleme probleminin çözümü ve problem çözme etkinlikleri grup çalışması şeklinde gerçekleşmiştir.

Araştırma sonunda elde edilen verilerin analizi için daha önce alan yazında kullanılan "Modelleme Problemi Değerlendirme Anahtarı" kullanılmıştır. Modelleme Problemi Değerlendirme Anahtarında 5 kriter mevcuttur. Bunlar; *Problem Durumunu Anlama, Model İçin Fikir Sunma, Matematikselleştirme, Değerlendirme ve Yorumlama, Modeli Oluşturma ve Ortaya Koyma* şeklindedir. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerileri Berry ve Houston (1995) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme süreci temel alınarak analiz edilmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına göre modelleme etkinliklerinin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini geliştirdiği görülmüştür. Problem çözme etkinliklerine devamlılık gösteren, başarıyla tamamlayan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sorularını kavramalarının olumlu yönde geliştiği söylenebilir. Ayrıca matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretmen adaylarının bakış açısını değiştirerek, yaratıcılığına ve kendilerini doğru bir şekilde ifade etmelerine katkı sağladığı da görülmüştür. Öğretmen adaylarının genellikle ilgi alanlarına yönelik olan günlük hayat problemlerinde daha başarılı oldukları, çözüm yolunu daha net görebildikleri, problemin verilerini gerçek yaşam bilgilerinden yola çıkarak yorumladıkları gözlemlenmiştir. Problem çözme sürecini tamamlayan öğretmen adaylarının '*modeli oluşturma ve ortaya koyma*' kriterinden düşük puan aldıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarının zaman zaman çözüm için düşündüklerini matematikselleştirirken zorlandıkları, yaptıkları işlemleri neden yaptıklarını açıklayamadıkları '*değerlendirme ve yorumlama*' kriterinden aldıkları puanlar ile tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda öğretmen adaylarının iyi birer problem

Çözücü olmaları için matematiksel modelleme problemlerinin uygulamalarının artırılması önerilmektedir.

Anahtar Sözcükler : Problem özme, Matematiksel modelleme, Matematik eğitimi.

Bilim Kodu : 11404



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

INVESTIGATION OF MATHEMATICS TEACHER CANDIDATES' SKILLS IN SOLVING MATHEMATICAL MODELING PROBLEMS

Betül YILMAZ

**Karabük University
Institute of Graduate Programs
Department of Mathematics**

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Çiğdem İNCİ KUZU

August 2024, 106 pages

One of the most important components of mathematical modeling and learning mathematics is problem solving. Within the scope of this study, the problem-solving skills of 4th grade mathematics teacher candidates, suitable for modeling, based on daily life problems, were examined. Additionally, the opinions of prospective mathematics teachers were taken with a semi-structured form regarding the modeling process.

The study is 'action research', one of the qualitative research methods. The study group of the research consists of 42 4th grade teacher candidates who are studying in the mathematics department of a university and receiving pedagogical formation. The study group was formed using easily accessible and selective sampling. The data of the study were collected using the interview form and Mathematical Modeling Problem Solving Test (MMPST). At the beginning of the study, mathematical

modeling activities were carried out to prospective teachers for 14 weeks, solution strategies for daily life problems posed in accordance with modeling were explained and different solutions were shown with examples. At the end of the study, an achievement test consisting of problems suitable for modeling, prepared by the researcher, was administered to the prospective teachers. In problem solving activities, the book *Modeling Questions from Daily Life for High School Mathematics Subjects*, published by the Turkish Academy of Sciences (2016), was used. Solving mathematical modeling problems and problem solving activities were carried out in group work.

"Modeling Problem Evaluation Key", which was previously used in the literature, was used to analyze the data obtained at the end of the research. There are 5 criteria in the Modeling Problem Evaluation Key. These are: Understanding the Problem Situation, Providing an Idea for the Model, Mathematicizing, Evaluating and Interpreting, Creating and Presenting the Model. Students' mathematical modeling skills were analyzed based on the mathematical modeling process developed by Berry and Houston (1995).

According to the results of the study, it was seen that modeling activities improved students' problem-solving skills. It can be said that students who continue and successfully complete problem-solving activities have a positive development in their understanding of mathematical modeling questions. In addition, it has been observed that mathematical modeling activities change students' perspectives and contribute to their creativity and ability to express themselves correctly. It has been observed that students are generally more successful in daily life problems related to their areas of interest, they can see the solution path more clearly, and they interpret the data of the problem based on real-life information. It was observed that the students who completed the problem-solving process received low scores from the 'creating and presenting the model' criterion. It has been determined that students sometimes have difficulty mathematizing what they think for a solution and cannot explain why they do the operations they do. As a result of this study, it is recommended that students increase their regular practice of mathematical modeling problems in mathematics lessons in order to become good problem solvers.

Key Word : Problem solving, Mathematical modeling, Mathematics education.

Science Code : 11404



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının her anında yanımda olan, yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, manevi desteğini üzerimden hiç eksik etmeyen danışmanım ve çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem İNCİ KUZU'ya bütün kalbimle teşekkür ederim.

Veri analizleri yaparken desteğini esirgemeyen, zaman ayıran değerli hocam Prof. Dr. Ayşe NALLI başta olmak üzere tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Tez savunma jürime katılan ve önerileri ile çalışmama destek olan değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Ahmet EMİN ve Dr. Öğr. Üyesi Halil ZEHİR'e teşekkür ederim.

Beni yetiştirip bu günlere getiren, desteklerini sonsuz hissettiğim, her zaman benimle olan sevgili annem Şerife TAŞBAŞ'a ve sevgili babam Ziya TAŞBAŞ'a bana kattıkları her değer için ayrı ayrı teşekkür ederim. Ayrıca attığım her adımda koşulsuz yanımda olan değerli eşim Servet YILMAZ'a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	x
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xviii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1. PROBLEM DURUMU	1
1.2. MATEMATİKSEL MODELLEME	3
1.2.1. Öğretmen ve Öğretmen Eğitimi Açısından Modelleme Yaklaşımı.....	7
1.2.2. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Grup Çalışması	9
1.4.1. Problem Çözme Stratejileri	17
1.4.1.1. Herbert Simon Yöntemi ve Basamakları	17
1.4.1.2. Kneeland Yöntemi	18
1.4.1.3. Gallagher ve Stepien Yöntemi ve Basamakları	18
1.4.1.4. Morales-Mann ve Kaitell Yöntemi ve Basamakları	18
1.4.1.5. Posamentier ve Krulik Yöntemi.....	19
1.4.2. Problem Çözme ve Matematiksel Modelleme.....	20
1.5. ARAŞTIRMANIN AMACI.....	21
1.6. ARAŞTIRMANIN PROBLEM CÜMLELERİ.....	22
1.7. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ	22
1.8. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI	23
1.9. ARAŞTIRMANIN SAYIL TILARI	24
1.10. TANIMLAR.....	24

BÖLÜM 2	26
LİTERATÜR TARAMASI.....	26
2.1. MATEMATİKSEL MODELLEME ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR	26
2.2. PROBLEM ÇÖZME ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR	34
 BÖLÜM 3	37
YÖNTEM.....	37
3.1. ARAŞTIRMA DESENİ	37
3.2. ÇALIŞMA GRUBU	38
3.2.1. Araştırmacının Rolü.....	40
3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI VE UYGULAMA SÜRECİ.....	40
3.3.1. Matematiksel Modelleme Problemleri Çözme Testi ve Uygulama Süreci	40
3.3.2. Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu ve Uygulaması	41
3.3.3. Eylem Planları	41
3.4. VERİLERİN TOPLANMASI	42
3.4.1. Eylem Planları	42
3.4.1.1. Eylem Planı 1: Dergi Satışları Etkinliği (Etkinliği Anlama Süreci)	43
3.4.1.2. Eylem Planı 2: Su Deposu Etkinliği	44
3.4.1.3. Eylem Planı 3: Çitleyelim Etkinliği ve Nasıl Depolayalım Etkinliği	45
3.4.1.4. Eylem Planı 4: Banka Soygunu Etkinliği ve Meyve Suyu Ambalajı Etkinliği	46
3.4.1.5. Eylem Planı 5: Köfte Savaşları Etkinliği	48
3.4.1.6. Eylem Planı 6: Kıyamet Saati ve Stranç Tahtası Etkinliği	48
3.4.1.7. Eylem Planı 7: Tahta En İyi Nereden Görünür? Etkinliği.....	50
3.4.1.8. Eylem planı 8: Dönme Dolap Etkinliği ve Aman Petrol, Canım Petrol Etkinliği.....	51
3.4.1.9. Eylem Planı 9: Königsberg'in Yedi Köprüsü Etkinliği.....	52
3.4.1.10. Eylem Planı 10: Gerçekten Kanser Mi Değil Mi Etkinliği.....	52
3.4.2. Problem Çözme Testi	53
3.4.3. Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu	54
3.5. VERİ ANALIZI	54

Sayfa

3.5.1. Modelleme Problemi Başarı Testi ve Eylem Planı Soruları Analizi	54
3.5.2. Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formunun Analizi.....	56
3.6. GEÇERLİLİK VE GÜVENİLİRLİK.....	56
BÖLÜM 4	58
BULGULAR.....	58
4.1. UYGULAMA SÜRECİNDEKİ BULGULAR	58
4.1.1. Eylem Planı 1: Dergi Satışları Etkinliği (Etkinliği Anlama Süreci).....	58
4.1.2. Eylem Planı 2: Su Deposu Etkinliği	60
4.1.3. Eylem Planı 3: Çitleyelim Etkinliği ve Nasıl Depolayalım Etkinliği.....	60
4.1.4. Eylem Planı 4: Banka Soygunu ve Meyve Suyu Ambalajı Etkinliği	62
4.1.5. Eylem Planı 5: Köfte Savaşları Etkinliği.....	64
4.1.6. Eylem Planı 6: Kıyamet Saati ve Stranç Tahtası Etkinliği	65
4.1.7. Eylem Planı 7: Tahta En İyi Nereden Görünür? Etkinliği.....	65
4.1.8. Eylem planı 8: Dönme Dolap ve Aman Petrol, Canım Petrol Etkinliği.	66
4.1.9. Eylem Planı 9: Königsberg'in Yedi Köprüsü Etkinliği.....	68
4.1.10. Eylem Planı 10: Gerçekten Kanser Mi Değil Mi? Etkinliği.....	68
4.2. MODELLEME PROBLEMI BAŞARI TESTİNE YÖNELİK BULGULAR	69
4.2.1. 1.Modelleme Problemi: Martı Mı Ucuz, Taksi Mi?	70
4.2.1.1. 1.Modelleme Problemi İçin Elde Edilen Bulgular.....	70
4.2.1.2. 1. Modelleme Problemi İçin Grupların Verdiği Cevaplar.....	72
4.2.2. 2. Modelleme Problemi: Minimum Değişim Ne Olmalı?	73
4.2.2.1. 2.Modelleme Problemi İçin Elde Edilen Bulgular.....	73
4.2.2.2. 2. Modelleme Problemi İçin Grupların Verdiği Cevaplar	75
4.2.3. 3.Modelleme Problemi: Barajların Doluluğu	76
4.2.3.1. 3. Modelleme Problemi İçin Elde Edilen Bulgular.....	76
4.2.3.2. 3. Modelleme Problemi İçin Grupların Verdiği Cevaplar	78
4.2.4. 4. Modelleme Problemi: Strateji.....	79
4.2.4.1. 4.Modelleme Problemi İçin Elde Edilen Bulgular.....	79
4.2.4.2. 4.Problem İçin Grupların Verdiği Cevaplar.....	81
4.2.5. Modelleme Problemleri Genel Başarı Testi Ortalaması.....	82
4.3. YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMUNDAN ELDE EDİLEN BULGULAR	82

Sayfa

4.3.1. Matematik öğretmen adaylarının "Matematiksel Modelleme Deyince Aklınıza Neler Geliyor?" Sorusuna Yönelik Bulguları	82
4.3.2. Matematik Öğretmen Adaylarının "Matematiksel Modelleme Etkinlikleri İçin Gereken Yeterlilikler Nelerdir?" Sorusuna Yönelik Bulguları	84
4.3.3. Matematik Öğretmen Adaylarının "Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Problem Çözerken Zorlandınız Mı? Zorlanmanızın Sebebi Nedir?" Sorusuna Yönelik Bulguları	85
4.3.4. Matematik Öğretmen Adaylarının "Modelleme Etkinliğinden Sonra Kendinizde Gözlemlediğiniz Değişim ve Gelişmeler Neler Oldu?" Sorusuna Yönelik Bulguları	86
4.3.5. Matematik Öğretmen Adaylarının "Modelleme Sürecinde Bireysel Çalışmak mı, Grup Çalışması mı Daha Uygundur? Neden?" Sorusuna Yönelik Bulguları	88
4.3.6. Matematik Öğretmen Adaylarının "Modellerin Bize Hangi Alanlarda Yardımcı Olduğunu Maddeler Halinde Yazınız." Cümlesine Yönelik Bulguları	88
4.3.7. Matematik Öğretmen Adaylarının "Matematik Eğitimi Boyunca Gördüğünüz Dersler Düşünüldüğünde Modelleme Etkinliklerinde Model Olarak En Çok Neleri Kullandınız?" Sorusuna Yönelik Bulguları	89
BÖLÜM 5	91
TARTIŞMA VE SONUÇ	91
5.1. SONUÇ	91
5.2. TARTIŞMA	92
5.3. ÖNERİLER	95
KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ	106

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Matematiksel Modelleme Süreci.....	5
Şekil 1.2. Modelleme Sürecinin Aşamaları.....	6
Şekil 1.3. Matematiksel Modelleme Sürecinin Temel Yapısı.....	7
Şekil 1.4. Matematiksel Problemler İçin Sınıflandırma Şeması.....	14
Şekil 1.5. Keeland'ın problem çözme stratejisini aşamaları	18
Şekil 3.1. Planla-Harekete Geç-Gözlemle-Yansıt Döngüsünün İllustrasyonu.....	38
Şekil 3.2. Uygulama Süreci Şeması.	43
Şekil 3.3. Dergi Satışları Problemi	44
Şekil 3.4. Su Deposu Etkinliği	45
Şekil 3.5. Çitleyelim Etkinliği	45
Şekil 3.6. Nasıl Depolayalım Problemi	46
Şekil 3.7. Banka Soygunu Problemi.....	47
Şekil 3.8. Meyve Suyu Ambalajı Problemi	47
Şekil 3.9. Köfte Savaşları Problemi	48
Şekil 3.10. Kıyamet Saati Problemi	49
Şekil 3.11. Hanoi Kuleleri Zeka Oyunu.....	49
Şekil 3.12. Satranç Tahtası Problemi	50
Şekil 3.13. Tahta En İyi Nereden Görünür Problemi.....	50
Şekil 3.14. Dönme Dolap Problemi	51
Şekil 3.15. Aman Petrol, Canım Petrol Problemi	51
Şekil 3.17. Königsberg'in yedi köprüsü.	52
Şekil 3.18. Gerçekten Kanser Mi, Değil Mi Problemi	53
Şekil 3.19. Yazılı Sınavın Uygulanmasının Sınıf Ortamında Görünümü.....	53
Şekil 4.1. Problemin çözümüne uygun örnek strateji.	58
Şekil 4.2. Problem çözümüne bir örnek.	59
Şekil 4.3. G_{10} 'un Eylem Planı 2 İçin Çözümü.	60
Şekil 4.4. G_{16} 'nın Eylem Planı 2 İçin Çözümü.	60
Şekil 4.5. G_{11} 'in Çitleyelim Etkinliği İçin Çözümü.	61
Şekil 4.6. G_{18} 'in Çitleyelim Etkinliği İçin Çözümü.	61
Şekil 4.7. G_{14} 'ün Nasıl Depolayalım Etkinliği İçin Çözümü.....	62

Sayfa

Şekil 4.8. G ₁₅ 'in Banka Soygunu Etkinliği İçin Çözümü.	62
Şekil 4.9. G ₈ 'in Banka Soygunu Etkinliği İçin Çözümü.	63
Şekil 4.10. G ₁₅ 'in Meyve Suyu Ambalajı Etkinliği İçin Çözümü.	63
Şekil 4.11. G ₉ 'un Meyve Suyu Ambalajı Etkinliği İçin Çözümü.	64
Şekil 4.13. G ₁₇ 'nin Kıyamet Saati Etkinliği İçin Çözümü.	65
Şekil 4.14. G ₆ 'nın Eylem Planı 7 İçin Çözümü.	66
Şekil 4.15. G ₁₀ 'un Eylem Planı 8 İçin Çözümü.	66
Şekil 4.16. G ₃ 'ün Eylem Planı 8 İçin Çözümü.	67
Şekil 4.17. G ₆ 'nın Eylem Planı 8 İçin Çözümü.	67
Şekil 4.18. Eylem Planı 9'un sınıf ortamında görünümü.	68
Şekil 4.19. G ₁₁ 'in Eylem Planı 10 İçin Çözümü.	68
Şekil 4.20. 1.Modelleme Problemi.	70
Şekil 4.21. G ₁₈ 'in 1.Modelleme Problem İçin Çözümü.	72
Şekil 4.23. Bir fabrika görseli.	73
Şekil 4.24. G ₁₇ 'nin 2.Modelleme Problemine Verdiği Cevap.	75
Şekil 4.25. G ₁₂ 'nin 2.Modelleme Problemine Verdiği Cevap.	75
Şekil 4.28. G ₁₃ 'ün 3.Modelleme Problemine Verdiği Cevap.	78
Şekil 4.29. G ₄ 'ün 3.Modelleme Problemine Verdiği Cevap.	78
Şekil 4.30. 4.Modelleme Problemi.	79
Şekil 4.31. G ₁₃ 'ün 4.Modelleme Problemine Verdiği Cevap.	81
Şekil 4.32. G ₅ 'in 4.Modelleme Problemine Verdiği Cevap.	81

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1.	Problem Çözmede Aşamalar ve Kritik Davranışlar (Özsoy, 2005). ...	15
Çizelge 1.2.	Problem Çözme Stratejileri ve Özellikleri.	19
Çizelge 3.1.	Uygulama Gruplarının Görünümü.	39
Çizelge 3.2.	Problemlerin stratejilerine göre dağılımları.....	41
Çizelge 3.3.	Puanlama Anahtarının Kriterleri.	55
Çizelge 4.1.	Eylem Planları Sorularına ait Analiz Sonuçları.....	69
Çizelge 4.2.	1.Modelleme Probleminden Elde Edilen Bulgular.....	71
Çizelge 4.3.	2.Modelleme Probleminden Elde Edilen Blgular.....	74
Çizelge 4.4.	3.Modelleme Probleminden Elde Edilen Bulgular.....	77
Çizelge 4.5.	4.Modelleme Probleminden Elde Edilen Puanlar.	80
Çizelge 4.6.	4 Problemin Çözümünden Aldıkları Puanların Ortalaması.....	82
Çizelge 4.7.	Öğretmen adaylarının matematiksel modele ilişkin görüşlerine ait frekanslar.	83
Çizelge 4.8.	Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme için hangi yeterliliklerin gerekli olduğuna ilişkin görüşleri.	84
Çizelge 4.9.	Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinlikleri sırasında problem çözerken zorlanma durumları.....	85
Çizelge 4.10.	Modelleme etkinliklerinde zorlanan öğrencilerin zorlanma sebepleri ve frekans değerleri.	85
Çizelge 4.11.	Öğretmen adaylarının yaşadığı değişim ve gelişmelere ilişkin görüşlerine ait frekanslar.	87
Çizelge 4.12.	Grup çalışması mı bireysel çalışma mı daha uygundur? sorusunun yanıtları.....	88
Çizelge 4.13.	Matematiksel modellemenin kullanıldığı alanlar ve frekansları.	89
Çizelge 4.14.	Öğrencilerin model olarak kullandıkları matematik konuları ve frekansları.	90

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

BİLSEM : Bilim Sanat Merkezi

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

MMPÇT : Matematiksel Modelleme Problem Çözme Testi

NCTM : National Council of Teachers of Mathematics (Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi)

TEOG : Temel Eğitimden Ortaöğretime Geçiş Sistemi

TİMSS : Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması

PISA : Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. PROBLEM DURUMU

Günümüz dünyasında yaşanan gelişmeler, toplumun eğitimden beklentilerini de değiştirmiştir. Bilgi çağında, hayatın içerisinde yer alan birtakım anlayış ve becerilerin önemi artmaya başlamıştır. Bireylerden, yapıcı, yaratıcı ve özgün düşünmesini, yeni bilgiler üretmesini, sahip oldukları bilgiler ışığında günlük hayatta karşılaştıkları problemlere çözümler üretmesini ve karmaşık sistemleri anlamlandırma yeteneğine sahip olmalarını beklenmektedir. Bu beklentilerin karşılanması için, matematiksel düşünme becerilerine sahip ve matematiği günlük yaşamda etkili bir şekilde uygulayabilen bireylere olan ihtiyaç, her zamankinden daha fazla artmıştır (MEB, 2018). Düşünmeyi ve özgün düşünceler üretmeyi öğrenen, etkili çözümler üretebilen ve öğrendiklerini günlük yaşama aktarabilen bireylerin yetiştirilmesinde matematik eğitimi en etkili yollardandır. Matematik eğitimi, bireylere durumları farklı şekillerde ele almaya ve çıkarımlarını anlamlı bir şekilde anlatmaya yönelten deneyimler vermeyi amaçlar (Kaiser, 2005).

Dünyada olduğu gibi, ülkemizde de eğitimden beklentiler farklılık göstermeye başladığında, öğretim programları da bu farklılıklardan etkilenmeye başlamıştır. Son yıllarda yayımlanan öğretim programlarında, matematik eğitimi dahil olmak üzere çeşitli alanlarda belirgin değişiklikler gözlemlenmektedir. Öğretim programında yer alan ders içeriklerine bakıldığında, en çok göze çarpan becerilerden biri problem çözmedir (Leavy ve Hourigan, 2020). Günlük yaşamda karşılaştırma yapma, alternatifler arasında seçim yapma, ölçüm aletlerini kullanma ve elde edilen sayısal verileri analiz etme gibi temel matematiksel becerilerin önemi büyüktür. Bu beceriler, bireylerin günlük yaşamlarında etkili kararlar alabilmeleri için kritik bir rol oynamaktadır. Ayrıca, kişilerin yakın veya uzak çevrelerindeki olayları fark etmesinde ve olaylara ilişkin sebep-sonuç ilişkilerini görmesinde problem çözme

öğrenmesi doğrudan etkilidir (Aykurtlu, 2019). Problem çözme, matematiğin temel unsurlarından biri olarak kabul edilmektedir (Cai & Hwang, 2021). Matematik öğretiminin temel hedefi, bireylere günlük yaşamda uygulayabilecekleri matematiksel bilgi ve becerileri kazandırmak, problem çözme yetilerini geliştirmek ve öğrendikleri bilgileri problem çözme süreçlerinde kullanabilecekleri bir düşünme tarzını aşılmasıdır (Altun, 1998). Yeni matematik müfredatı, matematiksel sistemlerin anlaşılmasını, sistemler ve kavramlar arasındaki ilişkilerin kurulmasını, mantıksal düşünme ve problem çözme yeteneklerinin etkin bir şekilde kullanılmasını ve bu yeteneklerin geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır (Bulut, 2007).

Problem çözme, insan yaşamının her alanında ihtiyaç duyulan en temel yeteneklerden biridir ve matematik müfredatının hedeflerinden biri bu yeteneğin geliştirilmesidir. Matematik dersi öğretim programının hedefleri arasında, öğrencilerin problem çözme yeteneklerini geliştirmeleri ve çeşitli bakış açılarıyla sorunlara yaklaşmaları bulunmaktadır. Ayrıca, öğrencilerin gerçek hayat problemlerini matematiksel düşünceyle ele alabilmeleri, matematiği etkin bir şekilde uygulama becerisi kazanmaları, matematiksel kavramları doğru ve etkili bir biçimde kullanmaları, matematik öğreniminin değerli olduğunu fark etmeleri ve karşılaştıkları sorunların problem olup olmadığını belirleme konusunda gerekli bilgi ve donanıma sahip olmaları amaçlanmaktadır (MEB, 2017). Matematik, bir bilim olarak düşünülmeyle sadece okullarda yapılan bir ders olarak görüldüğünde, öğrencilerin akıl yürütme, ilişkilendirme, matematiksel çözüm üretebilme gibi yeteneklerini geliştirmekten oldukça uzak kalmaktadır. Derslerin sadece kurallara ve formüllere dayalı işlenmesi, çözüm yollarının öğrencilere doğrudan verilmesi ve problemlerin soyut olması, öğrencileri farklı çözüm yolları düşünmektense ezbere yöneltmektedir. Matematiksel problemlerin soyut olması da, öğrencilerin başarısız olmasının sebepleri arasında yer almaktadır. Bu başarısızlığı ortadan kaldırmanın yollarından biri de, şüphesiz, matematiğin somutlaştırılmasıdır (Abay ve Gökbulut, 2017). Bu amaç doğrultusunda, tam tanımlanamayan soyut kavramlar ve kalıplaşmış formüllerin kullanıldığı, sadece işlem bilmenin çözüm için yeterli olduğu bir ders içeriğinden çok daha fazlasına ihtiyaç vardır. Matematiğin somutlaştırılmasının en kısa yollarından biri derslerde birçok değişkeni olan ve daha karmaşık durumlar içeren gerçek yaşam problemlerine yer vermektir (Huang, 2011). Ancak, mevcut

alışmalar ve matematik derslerinde karşılaşılan çeşitli sorunlar (sınıf mevcudu, ekipman eksiklikleri, sınırlı zaman vb.) nedeniyle, genellikle klasik problemlere ağırlık verilmektedir. Bu durum, öğrencilerin problem çözme becerilerini yeterince geliştirmelerine katkıda bulunmamaktadır (Lesh, 2006; Mousoulides, Christou ve Sriraman, 2008). Öğrenciler, rutin olan problemlerin dışında farklı bir problemle karşılaştıklarında, öğrendiklerini nasıl kullanacaklarını bilememekte ve bu problemleri çözmede güçlükler yaşamaktadırlar. Bu güçlükleri aşmanın en etkili yolu, matematiksel modelleme becerisinin kazandırılmasıdır. Yapılan alışmalar gösteriyor ki, öğrencilere öğrendikleri matematiksel kavramları ve formülleri nasıl kullanacaklarını öğretmekte ve gerçek yaşam problemlerine çözüm yaklaşımları üretebilmelerinde matematiksel modellemenin payı oldukça fazladır (elikkol, 2016; Doruk 2010; Kertil 2008).

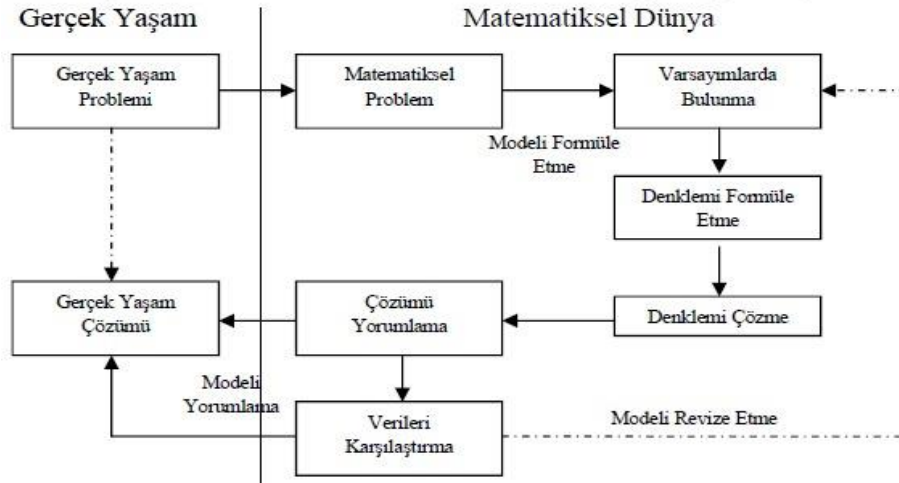
1.2. MATEMATİKSEL MODELLEME

1990'ların sonuna doğru adını duymaya başladığımız ve giderek daha önemli hale gelen matematiksel modelleme yaklaşımları, öğrencilerin matematiğın günlük hayata uyarlanabilen yapısını tanımlarını ve problem çözme yaklaşımlarına alternatif yollar keşfetmelerini amaçlamaktadır. Sadece matematik alanında değıl, teknolojiden finansa, mühendislikten ekonomiye kadar birçok farklı alanda, en önemli gelişmelerin çoğı doğada bulunan karmaşık sistemlerin modellenmesi aracılığıyla olmuştur. Tüm bu gelişmeler, modellemeyi, özellikle matematiksel modellemeyi merak edilir hale getirmiştir ve bugüne kadar üzerine birçok araştırma yapılmış, sayısız çalışma ortaya çıkmıştır.

Dünyada pek çok ülkenin ğretim programlarında matematiksel modellemeye yer verilmeye başlanması ile birlikte, ülkemizde de birçok matematik eğitimcisi tarafından bu kavramın önemi açıkça vurgulanmaktadır (Kertil, 2008). Matematiksel modellemenin anlaşılabilmesi için, matematiksel model terimini tanımak gerekmektedir. Lesh ve Doerr'a (2003) göre, yeni bir eğitimsel yaklaşım olan “model” kavramı, çok değışkenli problemlerin çözümünün belirlenmesini, karmaşık yapıdaki sistemlerin basitleştirilmesini ve tanımlanıp açıklanmasına yarayan, kurallar, işlemler ve çeşitli semboller içeren bir kavramsal sistem olarak

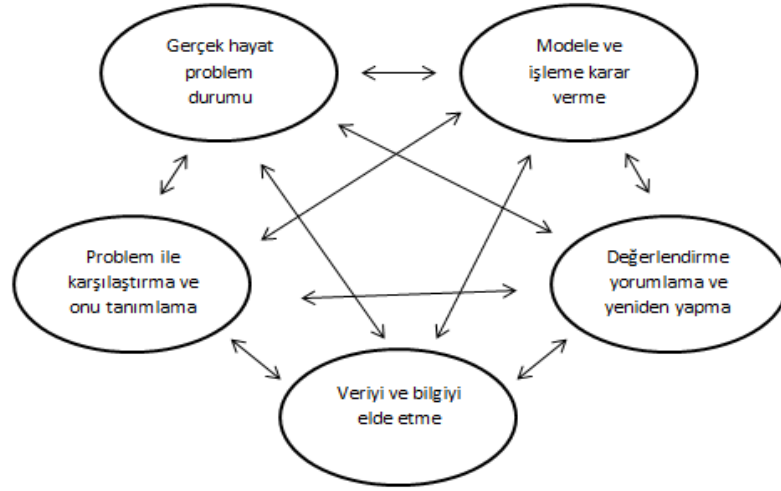
görülmektedir. Matematiksel model ise, karşılaşılan problem durumlarındaki değişkenler arasındaki ilişkileri gösteren matematiksel bir yapıdır (Berry ve Houston, 1995). Gerçek dünyadaki bir durum veya problemin matematiksel yapılarla ifade edilmesidir. Bu matematiksel yapılar, matematiksel şekiller, Çizelgeler, grafikler veya formüller olabilir. Öğrencilere bir konuyu öğretirken kullanılan terimlerin matematik diline aktarılması, açıklanması ve yorumlanması amacıyla oluşturulan sistemlere model denir (Lesh ve Doerr, 2003). Modeller oluşturulurken, matematiğin ve matematiksel becerilerin yoğun bir şekilde kullanıldığı görülmektedir.

Blum ve Kaiser (1997), matematiksel modelleme yapabilmek için gerekli yeterliliklerin olduğunu savunmuştur. Bunlar, problem durumunu anlama, gerçek dünya koşullarına uygun bir model oluşturma, bu modeli matematiksel bir forma dönüştürme, probleme uygun matematiksel çözüm geliştirme, elde edilen sonuçları gerçek yaşam bağlamında değerlendirme ve çözümü doğrulama olarak sıralanmıştır. Bu yeterlilikler, Koyuncu, Güzeller ve Akyüz (2017) tarafından da vurgulanmıştır. Matematiksel modelleme denildiğinde, döngüsel bir süreç karşımıza çıkar. Bu süreçte, tek bir yol izlenmesi ve belli kurallara göre hareket edilmesi mümkün değildir (Kertil, 2008). Niss'e (2004) göre, matematiksel modelleme süreci, gerçek yaşam durumundan bir kesiti aktarırken matematiksel olguların ve bu olguların arasındaki bağıntıların bir araya gelmesi için izlenen yoldur. Ang (2010), bu süreci, bir problemin çözümüne ulaşılması amacıyla matematiksel dilde yeniden biçimlendirilmesi olarak tanımlamıştır. Bu tanımlamalara göre, matematiksel modelleme, gerçek dünyadan matematiğin dünyasına geçişi temsil eder. Ang (2010), bu geçişin karmaşık olacağını ifade ederek, modelleme etkinlikleri sürecinde teknolojiyi kaynak olarak kullanmanın gerekliliğini savunmaktadır. Bu süreci daha da detaylandırarak, 2010 yılında ortaya koyduğu çalışmasında Şekil 1'e yer vermiştir.



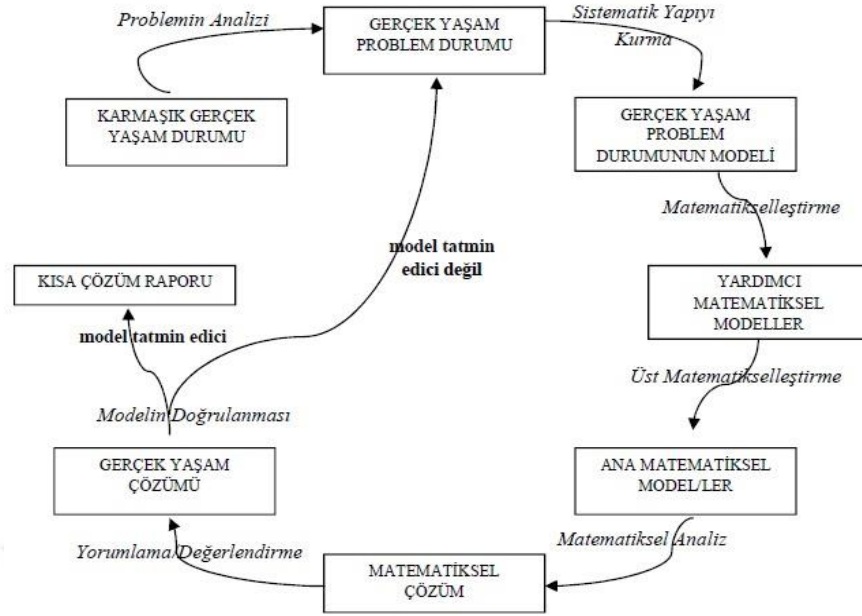
Şekil 1.1. Matematiksel Modelleme Süreci (Ang, 2010).

Farklı araştırmalara konu olan matematiksel modelleme, Doerr'e göre basitleştirme, matematikselleştirme, transformasyon (dönüştürme), yorumlama ve doğrulama şeklinde beş adımdan oluşan doğrusal olmayan döngüsel (cyclic) bir süreçtir. Doerr (1997) çalışmasında bu adımların sırasıyla olması gerektiğini ve her birinin birbirleriyle kuvvetli bir bağı olduğunu belirtmiştir. Doerr'in oluşturduğu matematiksel modelleme süreci adımlarında yer alan tanımlama; verilen gerçek hayat problemine uygun modeli ifade etme şeklinde belirtilmiştir. Uygulama; Ortaya konulan modelin uygulanması ve uygulama ile ilgili gereken matematiksel işlemlerin yapılması olarak belirtilmiştir. Tahmin yürütme; yapılan hesaplamalardan elde edilen sonuçları gerçek dünya ile ilişkilendirme şeklinde ifade edilmiştir. Doğrulama; yürütülen tahminlerin geçerliliğinin doğrulanmasıdır. Matematiksel modelleme, bu özelliği sayesinde matematik ile gerçek hayat arasında bağlantı kurmamızı sağlar. Öğrencilerin alışılmışın dışında bir problem durumu ile karşılaştıklarında çözüm üretmesini sağlar ve günlük hayat problemlerine yardım ederek onları hayata hazırlar; gerçek dünyanın değişik yönlerini fark ettirir.



Şekil 1.2. Modelleme Sürecinin Aşamaları (Doerr, 1997).

Matematiksel modelleme süreci, farklı araştırmacılar tarafından çeşitli biçimlerde tanımlanmıştır. Berry ve Houston (1995), bu sürecin lineer olmadığını ve formüle etme, çözümleme, geçerlilik değerlendirme ve raporlama aşamalarından oluştuğunu belirtmişlerdir. Öte yandan, Cheng (2010) tarafından oluşturulan modelleme sürecinde, gerçek hayat problemleri matematiksel problemlere dönüştürülür ve bu problemleri çözmek için varsayımlar yapılarak denklemler formüle edilir. Denklem çözülür, çözüm yorumlanır ve gerçek hayat probleminin çözümüne gidilir. Döngüsel olan bu sürecin artı yönü olarak, varsayımlar değiştirilebilir, model revize edilebilir. Sonuç olarak gerçek hayat ve matematiksel dünya arasında yoğun bir etkileşim vardır ve bu etkileşim çoğunlukla matematiksel modelleme süreci sayesinde kurulur. Hıdıroğlu (2012), çalışmasında matematiksel modelleme sürecinin anlaşılması amacıyla süreci sekiz temel bileşen altında toplayarak, bu bileşenlerin arasındaki ilişkiyi tanımlayan yedi temel basamak ortaya koymuştur (Hıdıroğlu ve Güzel, 2015). Sürece ilişkin döngü, Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 1.3. Matematiksel Modelleme Sürecinin Temel Yapısı (Hıdıroğlu ve Güzel, 2015).

Matematiksel modelleme süreci, genel olarak gerçek yaşam problemlerini matematiksel terimlerle ifade etme ve bu problemleri çözmeye yönelik çaba gösterme olarak tanımlanabilir (Cheng, 2010). Matematiksel model, problemin çözümü sırasında matematiksel ifadeler, varsayım ve tahminlerle oluşturulan çözüm yolunu; matematiksel modelleme ise oluşturulan çözüm yolunun gerçek hayata aktarılması, çözümün değerlendirilmesi ve yorumlanması süreci olarak tanımlanır (Gürbüz vd, 2018).

1.2.1. Öğretmen ve Öğretmen Eğitimi Açısından Modelleme Yaklaşımı

Matematik öğretmenlerinin mesleki gelişimine yönelik gerçekleştirilen araştırmalar ve projeler, öğretmenlerin ezberci ve prosedür odaklı geleneksel öğretim yöntemlerinden uzaklaşarak, öğrencilerin kavramları kendi başlarına oluşturmalarına olanak tanıyacak daha anlamlı öğrenme ve öğretme ortamları sağlamayı hedeflemektedir. Ancak, bu değişim düşüncesinin ve inancının uygulamaya konulması genellikle karmaşık ve zorlu bir süreç olarak görülmektedir (Schorr ve Lesh, 2003).

Öğretmenlerin mesleki gelişimini ele alırken, öğrencilerde olduğu gibi, öğretmenlere de kendi bilgi düzeylerini derinleştirebilecekleri, genişletebilecekleri ve paylaşılabilecekleri çeşitli deneyimler ve ortamlar sunmanın önemine vurgu yapılmaktadır. Schorr ve Lesh'in (2003) çalışması, öğretmenlerin modelleme etkinliklerine katılarak öğrencilerin yaşadığı süreçleri deneyimlediklerinde, öğrenci değerlendirme yöntemlerinde, öğrencilerin yaşadıkları süreçleri algılama biçimlerinde ve öğretim stratejilerinin planlanmasında önemli değişiklikler ve gelişmeler yaşadığını ortaya koymuştur.

Matematik öğretmenleri için modelleme yaklaşımı, sadece alan bilgisi ve formasyon bilgisi ile sınırlı kalmamakta, aynı zamanda psikoloji ve öğrencilerin matematiksel düşünme süreçleri gibi alanlarda da derinlemesine bilgi sahibi olmalarını gerektirmektedir. Schorr ve Lesh'e göre, matematik eğitimindeki birçok sorun, öğretmen ile öğrenci arasındaki iletişim eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Bu eksiklik, öğretmenlerin öğrencilerin düşünme süreçlerini yeterince anlamamalarından ve bu süreçlerin öğrencilerin kavramları öğrenme biçimlerini etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Bu sorunu aşmak için modelleme yaklaşımı, öğretmen eğitiminde model oluşturma aktivitelerinin kritik bir rol oynaması gerektiğini vurgular. Bu aktiviteler, öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının, matematiksel bir modelin veya kavramın nasıl oluştuğunu ve bu sürecin nasıl değerlendirileceğini deneyimleyerek öğrenmelerine olanak tanır. Bu yaklaşım, öğretmenlerin öğrencilerin yaşadığı süreçler hakkında derin bir anlayış kazanmasını ve bu süreçleri öğretmenlere de yaşatmanın önemini belirtmektedir.

Schorr ve Lesh'in çalışması, öğretmenlerin problem çözme etkinliklerinde öğrencilerin davranışlarını algılama biçimlerinde önemli değişiklikler yaşandığını göstermektedir. Modelleme etkinlikleri, matematik öğretmenlerinin kendilerini geliştirmeleri için bir fırsat olarak değerlendirilmektedir. Geleneksel yöntemlerde öğretmenler, sahip oldukları çeşitli modelleri öğrencilere aktarmaktadır. Ancak, modelleme yaklaşımı, öğretmenlerin öğrencilerin farklı çözüm yollarını, modelleri ve gerçek yaşam durumlarını yorumlama biçimlerini değerlendirmelerini ve geliştirmelerini gerektirir. Öğrencilerin oluşturduğu çeşitli modeller, öğretmenlerin kendi model imajlarını zenginleştirmelerine katkıda bulunur. Sonuç olarak,

öğretmenlerin zihinsel modelleri, öğrencilerin sahip olduğu modellerden daha geniş bir perspektife sahip olmalıdır (Kertil, 2008).

1.2.2. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Grup Çalışması

Grup çalışması, modern eğitimdeki önemli bir pedagojik yaklaşımdır ve öğrenciler arasında iş birliği ve etkileşimi teşvik eder. Bu yöntem, öğrencilere kendi görüşlerini ifade etme, problem çözme becerilerini geliştirme ve ortak hedeflere ulaşma konusunda fırsatlar sunar. Öğretmenin rolü, grup çalışmasının yapısal yönetimini sağlamak ve öğrencilerin eşit katılımını teşvik etmektir (Delice ve Taşova, 2011).

Grup çalışmasının temel özelliklerinden biri, öğrencilerin çalışmanın kontrolünü ellerinde tutmaları ve yapılan işi ortaklaşa sahiplenmeleridir (Blatchford vd, 2003). Bu, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerine aktif olarak katılmalarını sağlar ve derinlemesine anlama ve problem çözme yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olur. Ayrıca, grup içi iş birliği ve iletişim becerilerinin gelişimi, öğrencilerin sosyal adaptasyonlarını ve işbirliği yapma yeteneklerini artırır (Lesh ve Doerr, 2003).

Lev Vygotsky'nin sosyal öğrenme kuramı, grup çalışmasının pedagojik değerini güçlendiren teorik bir temel sunar. Vygotsky'ye göre, öğrencilerin bilişsel gelişimi, sosyal etkileşimlerinden büyük ölçüde etkilenir ve bu etkileşimler, öğrencilerin daha yüksek bilişsel işlevlere erişmelerine olanak tanır (Altun, 1998). Dolayısıyla, grup içinde farklı yeteneklere ve ilgi alanlarına sahip öğrencilerin bir araya gelmesi, birbirlerinden öğrenmeleri ve karşılıklı destek sağlamaları için ideal bir ortam sunar.

Matematik eğitimi bağlamında grup çalışması, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmede etkili bir araç olarak kabul edilir (Zawojewski vd, 2003). Öğrenciler, matematiksel modelleme etkinlikleri gibi yapılandırılmış görevlerde birlikte çalışarak matematiksel problemleri çözme yeteneklerini artırabilirler. Bu süreçte, öğrencilerin kendi düşüncelerini ifade etmeleri, diğerlerinin düşüncelerini anlamaları ve birlikte kabul edilebilir çözümler bulmaları teşvik edilir.

Sonuç olarak, grup çalışması, öğrencilerin akademik başarılarını artırmanın yanı sıra sosyal ve iş birliği becerilerini geliştirmelerine yardımcı olan önemli bir pedagojik stratejidir. Öğretmenlerin grup çalışmalarını etkili bir şekilde yönetmeleri ve öğrencilerin çeşitli yetenekleri ve ilgi alanlarını dikkate alarak heterojen gruplar oluşturmaları önemlidir. Bu şekilde, öğrenciler hem bireysel olarak hem de grup içinde öğrenme ve gelişme fırsatları bulabilirler.

1.3. MATEMATİK ÖĞRETİMİ

Fransızcadan dilimize geçmiş olan "problem" terimi, Türk Dil Kurumu tarafından "sorun, mesele" anlamlarının yanı sıra, matematikte teoremler veya kurallar kullanılarak çözülmesi gereken bir soru olarak tanımlanmaktadır (Yurtbaşı, 2013). Problemler karşımıza sadece kitaplarda değil, günlük hayatın her alanında çıkmaktadır. Günümüz dünyası, hayatın her alanında çeşitli problemlerle karşılaşan insanların birer problem çözücü olmalarını gerektirmektedir. Bu nedenle, matematik öğretimi, problem çözme yeteneği gelişmiş, çağın ihtiyaçlarına karşılık verebilecek bireyler yetiştirmeyi amaçlamıştır (NCTM, 2000, MEB, 2018). Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM) tarafından yayımlanan Principles and Standards for School Mathematics (Okul Matematiği için İlkeler ve Standartlar), problem çözme ve matematiği günlük yaşamda uygulama konularına ilk kez dikkat çekmiştir. Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) öğrencilere yönelttiği soruların çoğunda matematiksel mantık kurmalarını, bilgilerini yeni ve alışılmamış durumlarda nasıl kullanacaklarını değerlendirmeyi amaçlamıştır (Mengi, 2019). Problem çözme ve problem kurma matematik öğretiminde üzerinde durulan ana başlıklardandır. Bu nedenle, öğretmen adaylarının matematik öğretiminde etkili olabilmesi için, eğitimleri süresince problem kurmayı ve problem çözmeyi bir araç olarak kullanmayı öğrenmesi gerekmektedir. MEB'e (2018) göre öğretmen adaylarına bu deneyimleri kazandırmak amacıyla ortaöğretim matematik dersi programında yer alan problem çözme basamaklarına ek olarak, problem kurma basamağı da oluşturulabilir.

Yeni müfredat, matematik eğitiminin yalnızca işlem bilgisi gerektiren problemlerin ötesine geçmesini ve daha kapsamlı bir problem çözme yaklaşımını hedeflemektedir. Bu amaç doğrultusunda, öncelikle geleceğin öğrencilerini yetiştirecek olan bugünün

öğretmen adaylarına bu bilgi birikimleri kazandırılmalıdır. Kendisi matematiksel sistemleri ve kavramları kavramış, bunlar arasında bağlantılar kurabilen öğretmenler, öğrencilerine mantıksal akıl yürütme ve problem çözme becerileri kazandırabilir ve bu becerilerini gerçek hayat problemlerinin çözümünde kullanmayı öğretebilir. Modelleme sürecinde öğretmenin görevi, doğru yönlendirmeleri yapmaktır. Modelleme etkinlikleriyle uğraşan öğrencilere yerinde yönlendirmeler yaparak, öğrencilerin matematiksel düşünme sürecini deneyimlemelerini sağlarlar.

Matematik dersi öğretim programı ile matematik dersi, sadece kredisi yüksek olduğu için başarılı olunması gereken bir ders olmaktan çıkarılarak, öğrencilerin matematiği severek yapmaları hedeflenmektedir. Bu bağlamda, öğrencilerin matematik öğrenimine önem vermeleri, problemlere dair kendi bakış açılarını çok yönlü olarak ortaya koymaları, matematiksel düşünme ve uygulama becerilerini ilerletmeleri, öğrendiklerini doğru ve etkili bir biçimde kullanmaları amaçlanmaktadır (MEB, 2017). Bu çalışmanın amacı, modeller ve matematiksel modelleme kavramlarını tanıtarak öğretmen adaylarını matematiksel durumları çeşitli açılardan değerlendirmeye teşvik etmek, problem durumlarını anlama ve geliştirdikleri çözüm yollarını etkili bir şekilde ifade edebilmeleri için deneyimler kazandırmak ve matematik öğrenme ve öğretiminde bu perspektifin önemini vurgulamaktır.

1.4. PROBLEM ÇÖZME

Matematiksel modellemeden bahsedildiğinde, problem çözmeninde önemini vurgulamak gerekmektedir. Problem çözme, matematik öğreniminin önemli bileşenlerindendir ancak sadece matematik dersinde karşımıza çıkmaz. Yaşamımızın her alanında problem durumları ile karşılaştığımıza göre, bireylerin bu problem durumlarının üstesinden gelebilmek için iyi birer problem çözücü olmaları gerekmektedir (Mengi, 2019). Son yirmi yıl içinde öğretim programlarında birçok önemli değişiklik yaşanmıştır. 2005 yılından itibaren, eğitimde öğretmen merkezli yaklaşımlardan öğrenci merkezli eğitim anlayışına geçiş başlamıştır. Milli Eğitim Bakanlığı'nın öğretim programında, matematik dersinin temel hedeflerinden biri olarak problem çözme üzerinde durulmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, bireylerden problem çözme sürecinde düşüncelerini ifade etmeleri, akıl yürütebilmeleri ve başka

kişilerin düşüncelerinde ve akıl yürütmelerinde eksik olan kısımları görebilmeleri beklenmektedir (MEB, 2018).

Altun'a (1998) göre, problem, çözme gereksinimi hissedilen durumdur. Bir durumu problem olarak nitelendirebilmek için, bu durumun daha önce karşılaşılmamış ve yeni olması, kişinin mevcut çözüm yollarını bilmemesi ancak önceki deneyimlerinden yararlanarak çözüm geliştirebilmesi, ve kişide zihinsel bir karışıklık meydana getirmesi gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir (Yıldızlar, 2018). Bir problem durumu çözülüp başarıyla sonuçlandıktan sonra, aynı durum tekrar karşılaşıldığında artık problem olma özelliğini kaybeder; yani, yeni ve daha önce karşılaşılmamış olma niteliğini yitirir. John Dewey'e göre, problem, "insan zihnini karıştıran, ona meydan okuyan ve inancı belirsizleştiren her şey" olarak tanımlanmaktadır (Baykul ve Aşkar, 1987). Şahin (2004), problemleri iki ana bileşenden oluşan bir yapı olarak ele alır: ilki, problemin çözülme ihtiyacı; ikincisi ise çözüm seçeneklerinden birini seçme gerekliliğidir. NCTM Standartları (2000), bir problemin iyi bir problem olarak kabul edilebilmesi için, problemin "öğrencilerin çevresinden türemiş", "öğrencileri strateji geliştirme ve uygulama konusunda teşvik eden" ve "öğrencileri yeni kavramlarla tanıştıran" bir nitelik taşıması gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca, Olkun ve Toluk (2004), problemi "bireyin karşılaştığı, çözümün açıkça görünmediği ve çözüm için mevcut yollar veya araçların henüz bilinmediği yeni bir durum" olarak tanımlamaktadır. Topal ve Alkan (2010) ise problemi, "insan zihninde belirsizlik yaratan ve çatışmalara neden olan bir durum" olarak açıklamaktadır.

Problem çözme, Altun (1998) tarafından 'ne yapılacağının bilinmediği durumlarda yapılması gerekeni bilmektir.' olarak tanımlanmıştır. Problem çözme, doğru sonucu bulmaktan çok daha geniş bir zihinsel süreç ve becerileri kapsar. Var olan güçlükten kurtulma olarak düşünülebilir.

Problem çözme, belirlenen hedefe ulaşmak amacıyla mevcut veya potansiyel sorunları tanımlama, engelleri analiz etme ve çözme süreçlerini içeren bilişsel bir faaliyet olarak tanımlanabilir. Bu süreç, bir dizi beceriyi kapsar. Daha etkili bir problem çözme süreci için, problemi doğru bir şekilde tanımlamak, çözüm için

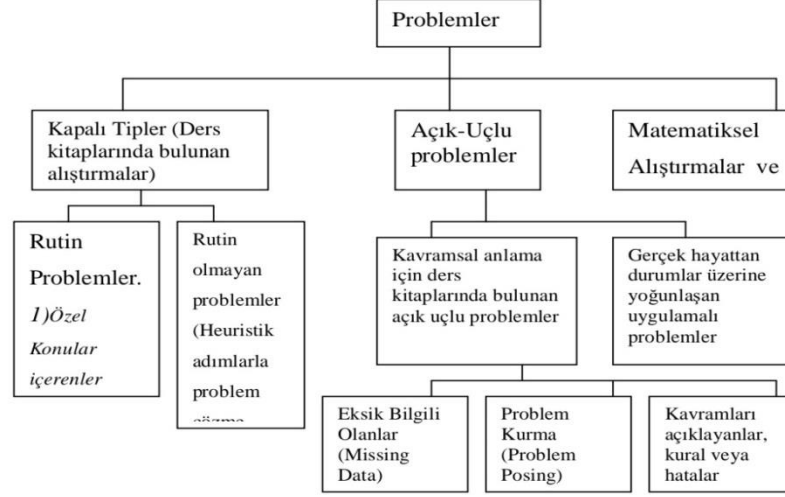
gerekli verileri toplamak, çeşitli çözüm alternatifleri geliştirmek ve bu alternatiflerin geçerliliğini değerlendirmek, tek bir çözümle sınırlı kalmadan en uygun çözümü seçmek ve uygulamak, ayrıca uygulanan çözümün sonuçlarını izlemek ve değerlendirmek gereklidir (Polya, 1973). Problem bu şekilde ele alındığında, problem çözme, zihindeki belirsizlikleri ortadan kaldırma süreci olarak değerlendirilebilir (Baykul, 2014). Lester (1994), matematiksel problem çözmenin, formüller ve kalıplaşmış kuralların gerektirdiği basit işlemleri hatırlamaktan daha çok, problem çözme yeteneğinin bir süreç içerisinde zamanla geliştiğini belirtmektedir.

Günümüzde, çeşitli alanlarda karşılaşılan problemlerle başa çıkabilen, matematiği günlük yaşamda etkin bir şekilde uygulayabilen ve matematiksel düşünme yeteneği gelişmiş bireylerin yetiştirilmesi, problem çözme sürecinin etkinliği açısından büyük önem taşımaktadır (Özgen ve Bindak, 2008). Problem çözme süreci, öğrenmeyle bütünleşen bir süreçtir ve öğrencilerin matematiği uygulamalı olarak öğrenmelerini sağlamaktadır. Van De Walle'ın 2016 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, matematiksel düşünme ve uygulama süreçleri; problem çözme için yöntem geliştirme, bu yöntemleri uygulama, uygulanan yöntemlerin sonuç verip vermediğini değerlendirme ve elde edilen sonuçların geçerliliğini kontrol etme eylemleri olarak tanımlanmıştır.

Problem çözme sürecinin etkin bir şekilde yürütülmesi için, öncelikle problemleri sınıflandırmak önemlidir. Problemlerin sınıflandırılması, çözüm sürecinin daha sistematik ve anlaşılır hale gelmesini sağlar. Yapılan birçok çalışmada, en çok kabul gören ve kullanılan sınıflandırma, rutin (sıradan) problemler ve rutin olmayan (sıradışı) problemler şeklindedir (Altun, 1998; Olkun vd., 2009; Posamentier ve Krulik, 2016; Yazgan ve Arslan, 2017).

Literatürde, problemlerin sözel-cebirsal problemler, rutin-rutin olmayan problemler, gerçek hayat problemleri, açık uçlu-kapalı uçlu problemler gibi sınıflandırmalar da yer almaktadır (Kertil, 2008). Akay, Soybaş ve Argün (2006), problem çözümü ve problemlerin sınıflandırılması konusunda kapsamlı bir literatür taraması

gerçekleştirerek, çeşitli problem türlerine yönelik olarak Şekil 4'te gösterilen sınıflandırmayı geliştirmişlerdir.



Şekil 1.4. Matematiksel Problemler İçin Sınıflandırma Şeması.

Rutin (sıradan) problemler, hepimizin matematik dersinde karşılaştığı, dört işlem bilmenin çözüm için yeterli olduğu, çoğu zaman içerisinde çözüm için ip uçlarının bulunduğu problemlerdir. Sıradan problemler, öğrencilerin önceden öğrendikleri yöntemleri kullanarak çözebileceği türde problemlerdir (Yazgan ve Aslan, 2017). Bu tür problemler, içerdikleri bilgiler nedeniyle öğrencilere çözüm ipuçları sunar ve benzer problemlerle sıkça karşılaşıldığından, öğrencilerin problem çözme, akıl yürütme ve matematiksel düşünme becerilerini geliştirme konusunda sınırlı katkı sağlar.

Rutin olmayan (sıradışı) problemler, bir veya birkaç işlemle çözülemeyen ve çözüm yolları açısından rutin (sıradan) problemlerden farklılık gösteren problemlerdir. Bu tür problemler, işlem becerilerinin ötesinde, öğrencinin verilen bilgileri dikkatli bir şekilde analiz etmesini, problemin içeriğini sınıflandırmasını ve değişkenler arasındaki ilişkileri anlamasını gerektiren daha karmaşık yapılar içerir. Ayrıca, bu problemler genellikle bir dizi işlem adımının ardışık olarak uygulanmasını gerektirir (Yazgan ve Aslan, 2017). Rutin olmayan problemler, genellikle gerçek yaşamda karşılaşılabilecek ya da karşılaşma olasılığı bulunan problem durumlarıdır ve bu

nedenle gerçek hayat problemleri olarak da adlandırılabilirler (Durmaz ve Altun, 2014).

Altun (1998), rutin olmayan problemleri iki ana kategoriye ayırmıştır: sonuç problemleri ve doğrulama problemleri. Sonuç problemlerinin çözümü için yalnızca ön bilgi ve işlem becerilerinin yanı sıra problemin verilenlerinin ve istenilenlerinin analiz edilmesi, matematiksel bir modelin ortaya konulması ve modelin uygunluğunun değerlendirilmesini gerektirir. Diğer yandan, doğrulama problemleri, belirli bir sonucun doğruluğunu test etmeyi gerektiren problemlerdir (Karaca, 2012).

Problemlerin sınıflandırılmasının ardından, problem çözme sürecine dair kesin ve net bir öğretim yöntemi bulunmamaktadır. Ancak Polya (1973), yayımladığı *How to Solve It* adlı eserinde problem çözme sürecini dört aşamada özetlemiş ve bu yaklaşım günümüzde en yaygın kullanılan yöntemlerden biri olmuştur. Polya'nın belirlediği adımlar sırasıyla: problemin anlaşılması, çözüm stratejisinin seçilmesi, seçilen stratejinin uygulanması ve çözümün değerlendirilmesidir. Polya'nın problem çözme süreci ve bu süreçte ortaya çıkması beklenen kritik davranışlar Çizelge 1'de gösterilmektedir (Özsoy, 2005).

Çizelge 1.1. Problem Çözmede Aşamalar ve Kritik Davranışlar (Özsoy, 2005).

Aşamalar	Davranışlar
1.Problemin anlaşılması	a. problemde verilenleri ve istenilenleri söyleme/yazma b. problemi kendi cümleleri ile söyleme/yazma c. probleme uygun çizim yapma
2.Problemin çözümünde kullanılacak matematik cümlesi (ilişkileri kurma, çözüm için plan yapma)	a. problemin çözümü için kullanılacak matematik cümlesi yazma. b. problemin sonucunu tahmin etme.
3.İşlemlerin Yapılması	Problemin çözümü için gereken işlemleri gerçekleştirme.
4.Sonucun doğruluğunun kontrol edilmesi	a. Problemin çözümünde kullanılan işlemlerin doğruluğunu kontrol etme b. Elde edilen sonuç ile öngörülen sonucu karşılaştırarak doğruluğunu değerlendirme

Çizelge 1.1.'de görüldüğü gibi Özsoy (2005), Polya'nın problem çözme sürecinin aşamalarını '*1.Problemin anlaşılması, 2.Problemin çözümünde kullanılacak matematik cümlesi, 3.İşlemlerin yapılması, 4.Sonucun doğruluğunun kontrol edilmesi*' şeklinde aktarmış ve bu süreçte ortaya çıkması beklenen kritik davranışları belirtmiştir.

Problem çözme sürecinin ilk adımı her zaman problemi anlamadır. Doğru akıl yürütmeleri yapabilmek için ve bunun sonucunda uygun çözüm yolunu belirleyebilmek için öncelikle problemi anlamak gerekmektedir. Rutin problemler ve rutin olmayan problemlerin her ikisi içinde problem çözmenin ilk adımı her zaman problemi anlamaktır. Aydoğdu ve Ayaz (2008) problemin anlaşılması sürecini iki soru yoluyla kategorize etmiştir. Bunlar;

- Problemde verilenler nelerdir?
- Problemde neler istenmektedir?'

Ayrıca öğretmen, öğrencilerin problemi kavrayıp kavramadıklarını şu sorularla değerlendirebilir.

- Öğrenci problemi vurgu ve tonlamalara uygun okuyabiliyor mu?
- Problemde gereksiz fazla bilgi var mı?
- Problemleri olaylar ve ilişkiler doğrultusunda şekil ve diyagramlar kullanarak ifade edebiliyor mu?
- Problemleri alt problemlere ayırabiliyor mu? (Büyükalın Filiz, Abay, 2017)

Problemi kavrayan öğrenciler, problemin içindeki değişkenler arasındaki ilişkileri belirler ve bir çözüm planı oluşturarak problemi nasıl ele alacaklarına karar verirler. Bu süreçte yapılanlar, problem çözme yöntemleri veya stratejileri olarak tanımlanabilir. Problem çözme stratejileri genellikle rutin olmayan (sıradışı) problemleri çözme sürecinde kullanılır.

Rutin problemlerin çözülmesi, öğrencilere belli başlı becerileri kazandırdığından, rutin olmayan problemlerin çözülmesinin alt yapısını oluşturur. Ancak araştırmacılar,

rutin problemlerin öğrencilerde problem çözme becerilerine katkı sağlamadığını, öğrencilerin problemin içerisindeki bazı kalıp ifadelerle göre hareket ettiğinden dolayı ulaştıkları çözümü anlamlandıramadıkları ve çözüm sırasında problemle ilgili gerçek hayat durumlarını dikkate almadıklarından bahsetmektedirler. Rutin olmayan problemlerin çözümünde Çizelge kullanımı, liste düzenleme ve şekil çizme gibi beceriler önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, bu tür problemlerin doğru bir şekilde belirlenmesi ve çözüm stilleri kritik öneme sahiptir (Altun, 1998). Açık uçlu problemler, öğrencilerin karşılaştığı kalıp ifadelerden uzak, rutin olmayan ve gerçek yaşam durumlarını yansıtan problemler olarak seçildiğinde, öğrencilerin okul dışında ve yaşamları boyunca ihtiyaç duyacakları problem çözme becerilerini geliştirecekleri düşünülmektedir. Bu bağlamda, matematiksel modelleme problemleri üzerine odaklanılmaktadır (Lesh ve Doerr, 2003; English ve Doerr, 2004; Blum ve Niss, 1991; Schoenfeld, 1992).

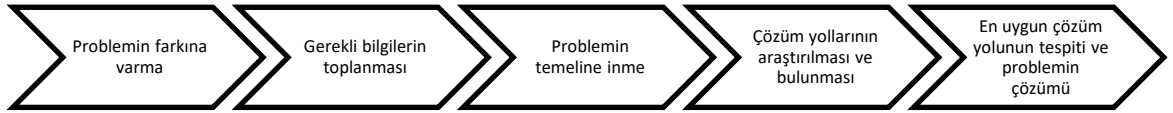
1.4.1. Problem Çözme Stratejileri

1.4.1.1. Herbert Simon Yöntemi ve Basamakları

- **Problem Tanımlama:** İlk adımda, problem dikkatlice analiz edilerek tanımlanır. Problemin etrafındaki tüm faktörler ayrıştırılır ve sorun net bir şekilde belirlenir.
- **Veri Toplama:** Problemin çözümü için gerekli olan tüm veriler ve gerçekler toplanır. Bu aşamada eksik bilgiler varsa, bunlar ortaya çıkarılır ve problemi çözmek için gereken bilgi bir araya getirilir.
- **Çözüm Yollarının Belirlenmesi:** Bu aşamada, probleme uygun çeşitli çözüm yolları önerilir. Farklı alternatifler değerlendirilir ve en uygun çözüm seçilir.
- **Çözüm Uygulama:** Seçilen çözüm yolları probleme uygulanır. Çözümün geçerliliği, uygulama sırasında test edilir ve doğruluğu kontrol edilir.
- **En Uygun Çözümün Seçilmesi:** Bu adımda, problemin çözümü için en uygun olası çözüm belirlenir. Eğer seçilen çözüm, engelleri ve hedefleri yeterince iyi analiz edemiyorsa, en iyi çözüm yolu olarak kabul edilmez.
- **Problem Çevresinin Analizi:** Son adımda, tüm problem çevresi detaylı bir şekilde analiz edilir. Problemi çözme sürecinin etkinliği, çözümü

gerçekleştiren kişinin yeteneklerinin ortaya konduğu bu aşamada değerlendirilir.

1.4.1.2. Kneeland Yöntemi



Şekil 1.5. Keeland'ın problem çözme stratejisini aşamaları

1.4.1.3. Gallagher ve Stepien Yöntemi ve Basamakları

- **Problemi İnceleme:** İlk olarak, problem üzerinde düşünülür ve problemi anlamak için gerekli ön bilgiler toplanır.
- **Problemi Anlama:** Problemin ne olduğunu tam olarak öğrenme aşamasına geçilir. Sorunun kapsamı ve detayları belirlenir.
- **Deney ve Gözlemler:** Problemin çözümüne katkıda bulunabilecek deneyler, gözlemler ve hesaplamalar belirlenir ve planlanır.
- **Uygulama:** Belirlenen deneyler, gözlemler ve hesaplamalar uygulanır.
- **Sonuçların Değerlendirilmesi:** Elde edilen sonuçların, problemin anlaşılmasına gerçekten katkıda bulunup bulunmadığı değerlendirilir.
- **Sonuçların Yayınlanması:** Elde edilen sonuçlar, raporlanır, tartışılır ve gerektiğinde yayınlanır.

1.4.1.4. Morales-Mann ve Kaitell Yöntemi ve Basamakları

- **Problemi Anlama:** Problemi anlamak için gerekli ilk adımlar atılır ve problemin niteliği belirlenir.
- **Bilgi Toplama:** Problemle ilgili gerekli bilgilerin toplanması sağlanır ve elde edilen bilgiler analiz edilir.
- **Bilgilerin Sentez Edilmesi ve Uygulanması:** Toplanan bilgilerin sentezlenmesi ve problemi çözmek için uygulanması gerçekleştirilir.

- Bilgilerin Aktarılması: Öğrenilen bilgilerin ve çözümlerin başkalarıyla paylaşılması, aktarılması sağlanır.

1.4.1.5. Posamentier ve Krulik Yöntemi

Çeşitli araştırmacılar tarafından ele alınan problem çözme sürecinde en önemli basamaklardan birisi de problem için uygun stratejiyi seçme becerisidir. Öğrencilere problem çözme eğitimi verilirken bu becerinin kazandırılmasına dikkat etmek gerekmektedir. Posamentier ve Krulik (2016), Van De Walle vd. (2016) ve Yazgan ve Arslan (2017), yaptıkları çalışmalarda rutin olmayan problemlerin çözüm stratejileri üzerinde durmuş ve Çizelge 2’de bu stratejileri özetlemişlerdir.

Çizelge 1.2. Problem Çözme Stratejileri ve Özellikleri.

Problem Stratejileri	Stratejinin Tanımı
Sistemik Liste Yapma	Problemi çözmek için her ihtimali özenle değerlendirilmesi ve sistemli bir plan doğrultusunda hareket edilmesi
Şekil veya Diyagram Çizme	Problem çözümünü görsel bir yaklaşımla destekleyerek, çözüm sürecini daha anlaşılır ve kolay hale getirilmesi
Bağıntı Bulma	Problemde verilenlerin birbiri ile ilişkilerini tespit ederek, bunlar arasındaki bağlantıları keşfederek problemin çözülmesi
Denklemler veya Eşitsizlik Kurma	Aritmetik ve cebir problemlerinde yaygın olarak kullanılan bir yöntem, bilinmeyen bir sayının belirlenmesi için problemin içindeki ilişkileri matematiksel eşitlikler veya eşitsizliklerle ifade ederek çözüm bulmaktır.
Tahmin ve Kontrol	Problemin sonucunu tahmin etmek için bir başlangıç yapılır ve bu tahminin doğruluğu test edilir. Eğer tahmin doğru değilse, önceki tahminin sonuçları dikkate alınarak yeni bir tahminde bulunulur ve bu yeni tahmin tekrar değerlendirilir.
Problemi Basitleştirme	Bazı problemler, dil ve ifade açısından karmaşık olabilir veya problemdeki sayıların büyüklüğünden dolayı çözüm için gerekli işlemleri belirlemek güçleşebilir. Bu tür durumlarda, problem daha basit veya daha küçük sayılarla yeniden ele alınarak çözüme ulaşılabilir. Bu basitleştirilmiş çözüm yolu, orijinal problem üzerinde uygulanabilir.
Geriye Doğru Çalışma	Bir olayın son durumu hakkında bilgi verilerek oluşturulan ve bu olayın başlangıç durumu ile ilgili

	bilgilerin sorulduğu problem türlerinin çözümünde kullanılan strateji, son durumdan hareketle geriye doğru çalışmayı içerir. Bu strateji, son durum ile ilk durum arasındaki süreci dikkate alarak, istenilen başlangıç durumuna ulaşmayı amaçlar.
Çizelge Yapma	Problemin verilenlerinin Çizelge kullanarak sınıflandırılması veya sıralanmasıdır. Çizelge kullanmak, verilerin arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasını veya eksik olan bir bilginin kolaylıkla görünmesini sağlayabilir.
Örüntü Bulma	Bazı problemler sayı dizilerini içeren örüntülerden oluşturulmuş olabilir veya sorunun çözülebilmesi için bu dizinin kuralının keşfedilmesi gerekebilir. Bu tarz problemlerin içerdiği matematiksel yapıların ortaya çıkarıldığı problem çözme stratejisidir.
Muhakeme Etme	Bazı problemler mantıksal düşünme yeteneği gerektirirken, bazıları ise muhakeme etme stratejilerine dayanır. Muhakeme gerektiren problemler, verilen mantıksal zincirler kullanılarak çıkarımlar yapmayı içerir. Bu tür problemler, "böyle ise şöyle olur" veya "bu durumdan şu sonuç çıkar" şeklinde çıkarımları kapsayabilir. Muhakeme etme stratejisi, ilişkilerin ve bağlantıların ortaya konması ve mantıksal bir zincir oluşturulması süreçlerinde kullanılmaktadır.

1.4.2. Problem Çözme ve Matematiksel Modelleme

Problem çözme süreci ve modelleme süreci, birçok benzer özelliğe sahip iki süreç olarak değerlendirilebilir (Mengi, 2019). Gerçek yaşam problemlerinin çözümünde ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde modellemenin önemi büyüktür (Genç ve Karataş, 2017). Problem çözme literatüründe sıkça anılan Polya, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmede rutin problemlere odaklanılmasının ve gerçek yaşam problemlerine yer verilmemesinin “telafisi olmayan hata” olduğunu belirtmiştir (Gök ve Erdoğan, 2017). Bu nedenle, modelleme süreci genellikle rutin olmayan problemlerle başlamaktadır. Rutin problemler üzerinde yapılan çalışmalar, gerçek yaşam problemlerinin problem çözme sürecine olan katkısının fark edilmesini sağlamıştır. Bu katkı, matematik eğitimi araştırmacılarının modelleme problemlerine olan ilgisini artırmıştır (Kertil, 2008).

Matematiksel modelleme sürecinin temel amacı, probleme kesin bir çözüm bulmak değil, çözümü geliştirme üzerine odaklanmaktır (Kertil, 2008; Olkun vd., 2009). Lesh ve Doerr (2003), matematiksel modellemeyi bir problem çözme etkinliği olarak değerlendirmiş ve bu tür etkinliklerin, matematiksel kavramları, ilişkileri ve eylemleri anlamlandırabilen bireyler yetiştirmeye yardımcı olacağını öne sürmüştür. Zawojewski ve Lesh (2003), modelleme etkinliklerine katılan öğrencilerin, problem çözme stratejilerini grup içi tartışmalar sonucunda geliştirdiklerini gözlemlemiştir. Bu nedenle, öğrencilerin etkili problem çözümler olmaları için gerçek yaşam problemleriyle karşılaşmaları gerektiğini ve matematiksel modelleme etkinliklerinin bu bağlamda etkili bir araç olduğunu ifade etmişlerdir.

Bloom ve Ferri (2009), öğrencilerin modelleme yapabilmesi için iletişim kurma, tasarlama ve problem çözme gibi yeterliliklere sahip olmaları gerektiğini ve bu becerilerin pratik yapma yoluyla geliştirilebileceğini belirtmişlerdir. Modelleme ve problem çözmenin birbirleriyle iç içe olduğunu ifade eden araştırmacılar, modelleme sürecinin öncelikle problemin anlaşılması ve basitleştirilmesini, ardından problemin matematikselleştirilerek bir model oluşturulmasını ve bu modelin uygulanmasını içerdiğini vurgulamışlardır. Bu aşamalar, problem çözme süreciyle benzerlik göstermektedir.

1.5. ARAŞTIRMANIN AMACI

Eğitim sistemleri, çağın gereksinimlerine uyum sağlayabilmek için sürekli bir değişim ve gelişim içindedir. Türk eğitim sistemi de bu bağlamda müfredat değişiklikleriyle dönüşüm sürecini sürdürmektedir. Özellikle yeni ilköğretim ve ortaöğretim müfredatındaki değişiklikler, eğitim anlayışında köklü bir değişikliği gidildiğini işaret etmektedir. Öğretmen merkezli yaklaşımdan öğrencinin odak noktası olduğu yaklaşıma doğru bir evrim yaşanmaktadır. Ancak, bu değişim sürecinin yavaş ilerlediği ve gelişmiş ülkelerde uzun süredir hakim olan yapılandırmacı anlayışın Türk eğitim sisteminde henüz tam anlamıyla yerleşmediği görülmektedir.

Matematik eğitiminin günümüzdeki hedefleri, öğrencilerin yalnızca matematiksel bilgiyle değil, aynı zamanda problem çözme ve matematiksel modelleme becerileriyle de donatılmasını sağlamaktır. Bu bağlamda, geleneksel eğitim sisteminden yetişen matematik öğretmen adaylarının problem çözme yetenekleri ve matematiksel modelleme süreçlerindeki performanslarının kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Çeşitli araştırmalar aracılığıyla, müfredatı uygulayacak öğretmen adaylarının durumları hakkında daha derin bir kavrayış geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Bu araştırmanın amacı ise bir devlet üniversitesinin Matematik Bölümünde öğrenim göre ve pedagojik formasyon almakta olan son sınıf öğretmen adaylarının gerçek hayat durumlarına uygun kurulan problemleri çözme becerilerinin incelenmesi ve yapılan modelleme problemi çözme uygulamaları ile bu becerilerine katkı sağlanmasıdır.

1.6. ARAŞTIRMANIN PROBLEM CÜMLELERİ

- Matematik Öğretmen Adaylarının modelleme problemi çözme görevlerinde başarı düzeyleri nasıldır?
- Matematik Öğretmen Adaylarının matematiksel modelleme sorularına yönelik görüşleri nelerdir?

1.7. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Öğretmen adayları, sınıf içinde edindikleri matematik bilgisini günlük yaşamlarında uygulamakta zorluk çekmektedirler. Geleneksel sınıf ortamları, genellikle öğrencilerin öğrendikleri bilgileri sadece sınavlarda başarıyla gösterebilmelerine odaklanırken, bu bilgilerin gerçek hayatta nasıl kullanılacağına dair yeterli bir bakış açısı sunmamaktadır. Bransford, Brown ve Cocking (1999) tarafından belirtildiği gibi, öğrenme sürecinin sadece öğretmen merkezli bir sınıf odaklı yaklaşımla sınırlı kalması, öğrencilerin matematik bilgisini gerçek yaşam problemlerine transfer etme yeteneklerini olumsuz yönde etkileyebilir.

Matematik eğitiminde, öğrencilerin kavramları daha derinlemesine anlamalarını sağlamak için farklı bağlamların ve uygulama alanlarının kullanılması gereklidir. Ancak, Niss'in (1999) belirttiği gibi, mevcut araştırmalar genellikle matematik kavramlarının öğretilme ve öğrenme süreçlerine odaklanırken, öğrencilerin bu bilgileri farklı bağlamlarda nasıl kullanabileceklerine dair sınırlı bir dikkat göstermektedir.

Öğrencilerin gerçek hayatta karşılaştıkları problemleri çözebilme becerilerini geliştirmek için, matematik eğitiminde modelleme etkinliklerine daha fazla önem verilmelidir. Bu tür etkinlikler, sınıfta öğretilen matematik kavramlarını pratik bağlamlarla ilişkilendirerek öğrencilere gerçek dünya problemlerini çözme becerisi kazandırabilir. Özellikle, öğretmen adayları için yapılan bu tür etkinlikler, onların gelecekteki öğrencilerinin düşünme süreçlerini ve matematiksel örüntülerini daha iyi anlamalarına yardımcı olabilir.

Bu nedenle, matematik eğitiminde yapılan çalışmaların sadece kavramsal anlayışı değil, aynı zamanda öğrencilerin bu bilgileri farklı bağlamlarda nasıl kullanacaklarını da ele alması önemlidir. Modelleme etkinlikleri, öğrencilere matematiği gerçek dünya problemlerine uygulama fırsatı sunarak, onların matematiksel düşünme becerilerini ve problem çözme yeteneklerini geliştirebilir. Bu da, matematik eğitimi daha etkili ve uygulanabilir hale getirebilir. Bu çalışmanın yapılması matematik bölümünde öğrenim görmekte olan pedagojik formasyon eğitimi almış öğretmen adaylarının matematiksel becerilerinin ve ya eksiklerinin belirlenmesi açısından önemli olmasının yanı sıra, onlara öğretmen olduklarında kendi öğrencilerinin düşünme süreçlerini daha iyi anlamaları ve bu tarz etkinliklerin niteliği ve nasıl uygulayabilecekleri konusunda da fikir olacağı düşünülmektedir.

1.8. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI

- Karabük ilinde bulunan bir devlet üniversitesinin yaklaşık 42 kişilik matematik bölümünün son sınıfında öğrenim gören formasyon almış öğretmen adayları ile sınırlı kalmıştır.

- Problem çözmenin çok geniş ve ilgi duyulan bir kavram olduğu göz önünde bulundurularak, veri toplama aracı olarak kullanılan problem çözme etkinlikleri ile sınırlıdır.
- Öğretmen adaylarının çözüm süreçlerinin değerlendirilmesi, Matematiksel Modelleme Problem Çözme Testi (MMPÇT) ile ölçülmeye çalışılan becerilerle sınırlıdır.
- Araştırma, ulaşılabilen Türkçe ve İngilizce kaynaklar ile sınırlıdır.
- Araştırma, süre açısından bir ders dönemi ile sınırlı kalmıştır.

1.9. ARAŞTIRMANIN SAYILTILARI

Bu araştırmada;

- Problem çözme ve kurma etkinliklerinin hedeflenen davranışları ölçmek için yeterli olduğu varsayılmıştır.
- Öğrencilerin veri toplama aracındaki sorulara bilgi ve becerilerini doğrudan ortaya koyacak biçimde içtenlikle ve yanlılıktan uzak cevap verdikleri varsayılmıştır.
- Araştırmanın uygulama süresi yeterli olduğu varsayılmıştır.
- Öğrencilerin araştırmayı etkileyecek dış etkenlerden etkilenmediği varsayılmıştır.

1.10. TANIMLAR

Model: Bir konuyu matematiksel olarak tanımlamak, açıklamak veya yorumlamak amacıyla oluşturulan sembolik ve görsel bir sistemdir.

Modelleme: Bir olgunun gözlemlenmesi, içerdiği değişkenlerin arasında bulunan ilişkilerin ortaya çıkarılması, analizlerinin yapılması, sonuçların elde edilmesi ve modelin tekrar yorumlanması basamaklarının takip edildiği süreçtir.

Matematiksel modelleme: Gerçek dünyadaki bir problemi veya durumu matematiksel yapılar, formüller veya grafikler aracılığıyla temsil etme sürecidir.

Problem çözme: Karşılaşılan bir zorluk veya sorunu anlamak, analiz etmek, çözümlemek ve sonuçları doğrulamak için adım adım bir yaklaşım geliştirme sürecidir.



BÖLÜM 2

LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın literatür incelemesi aşamasında, matematik eğitimi, modelleme, problem çözme ve bu konularla ilişkili diğer yaklaşımlar ele alınacaktır. Bu aşamada, öncelikle matematik eğitiminde modelleme yaklaşımının özellikleri, faydaları ve uygulama stratejilerine dayalı alan yazında yer alan çalışmalar incelenecektir. Ardından, problem çözme üzerine yapılan araştırmalar ve problem çözme becerilerinin matematik öğretimindeki önemi üzerinde durulacaktır. Problem çözme, matematik eğitiminde kritik bir beceridir ve modelleme yaklaşımının temelini oluşturur.

2.1. MATEMATİKSEL MODELLEME ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Özkaya, Bulut ve Şahin (2023) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada, matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik öğretmen adaylarının matematiksel düşünme becerileri ve matematik okuryazarlığı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma, İlköğretim Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı'nın 3. sınıfında öğrenim gören 24 öğretmen adayıyla yürütülmüştür. Araştırmanın uygulama aşaması 13 hafta sürmüş olup, bu süreçte çevre problemleri üzerine disiplinler arası matematiksel modelleme etkinlikleri yapılmıştır. Uygulama sonucunda, matematiksel modellemenin öğretmen adaylarının düşünme becerilerinde ve matematik okuryazarlığında anlamlı bir iyileşme sağladığı gözlemlenmiştir. Araştırma, öğretmen adaylarının matematiksel düşünme becerilerini ve matematik okuryazarlığını geliştirmiş; ayrıca, uygulama süreci öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini artırmış ve çevresel konulara yönelik farkındalık kazandırmıştır. Bu bağlamda, matematiksel modelleme yoluyla çevre sorunlarına çözüm bulma yeteneği de desteklenmiştir.

Kırlı (2023), çalışmasının amacı ilköğretim matematik öğretmen adayların matematiksel modelleme yeterliliklerini Fermi problemler bağlamında incelemektir. Çalışmaya Balıkesir Üniversitesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği 4.sınıf ‘Matematiksel Modelleme’ dersini alan 5 öğretmen adayı katılmıştır. Çalışma sırasında öğretmen adaylarına altı tane Fermi problemi yöneltilmiş ve modelleme yeterlilikleri her problem için ayrı ayrı incelenmiş; daha sonra karşılaştırma yapılmıştır. Sonuçlara bakıldığında, öğretmen adaylarının problemleri anlama noktasında başarılı oldukları, ancak yorumlama ve doğrulama yeterliliklerinin zayıf olduğu belirlenmiştir. Bir problemde matematiksel model oluşturmuş, diğer problemlerde matematiksel fikir geliştirememişlerdir. Çalışmalarını sundukları esnada işlem ve birim hatası yaptıkları belirlenmiştir.

Albayrak ve Tarım (2022), otuz dört öğretmen adayı ile yürüttüğü çalışmada, sınıf öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliliklerinin incelenmesini amaçlamıştır. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlilikleri inceleme sürecinde, Okulda Zaman (Maaß & Mischo, 2011) isimli problem kullanılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda, öğretmen adaylarının yazılı sınav kağıtlarında matematiksel modelleme yeterliklerini etkin bir şekilde yerine getirmekte zorlandıkları belirlenmiştir. Bu zorlanma, modelleme sürecinin çeşitli aşamalarında, özellikle anlama, değişkenleri seçme, varsayımları oluşturma, yorumlama ve doğrulama basamaklarında gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, öğretmen adaylarının model oluşturma becerilerini geliştirebilecekleri uygun ortamlar ve fırsatlar sağlanması, mevcut güçlüklerin aşılması için önerilmektedir.

Kaya ve Keşan'ın (2022) araştırmasında, ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünde eğitim gören 63 öğretmen adayının matematiksel modelleme süreçleri incelenmiştir. Katılımcıların 49'u kadın, 14'ü erkektir. Araştırmanın veri toplama sürecinde, araştırmacılar gerçek hayattan ilham alarak hazırlanan matematiksel modelleme problemleri üzerinden yazılı yanıt kâğıtları ve gözlem notları toplamıştır. Toplanan veriler, içerik analizi yöntemi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecinin bazı aşamalarında zorluklar yaşadığını göstermektedir. Öğretmen adayları, genellikle gerçek hayattaki problemleri anlama, model oluşturma ve gerekli matematiksel işlemleri yapma

konularında başarılı olmuşlardır. Ancak elde ettikleri sonuçları yorumlama ve bu sonuçların geçerliliğini doğrulama noktasında yetersiz kaldıkları belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, araştırmacılar öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecindeki farkındalıklarının artırılması gerektiğini önermişlerdir. Bu öneri, gelecekteki matematik eğitimi programlarının ve öğretmen adaylarının hazırlık süreçlerinin iyileştirilmesine yönelik önemli bir adım olarak değerlendirilebilir.

Sarı ve Sağır (2021), ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme konusundaki farkındalıklarını incelemek amacıyla bir araştırma yapmışlardır. Araştırma, Doğu Anadolu Bölgesi'nde görev yapan 29 ortaokul matematik öğretmeni ile gerçekleştirilmiş ve nitel bir tasarım yöntemi benimsenmiştir. Veri toplama araçları olarak "Matematiksel Modelleme Görüşme Formu" ve "Matematiksel Modelleme Gözlem Formu" kullanılmış, elde edilen veriler içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre, öğretmenlerin büyük bir kısmı matematiksel modellemeyi "model oluşturma" veya "model oluşturma süreci" şeklinde tanımlamış, ancak bu süreçte somut materyallerin kullanımı hakkında imada bulunmuşlardır. Matematiksel modellemeyi genellikle cebirsel ifadeler, tam sayılarda dört işlem ve kesirler gibi konularda uyguladıklarını belirtmişlerdir. Matematiksel modelleme eğitimi almış ve almamış öğretmenler arasında ders içi gözlemlerin sonucunda belirgin bir farklılık gözlemlenmemiştir. Araştırmanın genel bulgusu, ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme konusunda düşük bir farkındalığa sahip olduğunu ve genellikle bu kavramı matematiği modelleme ile karıştırdıklarını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, öğretmenlere matematiksel modellemenin derslerde etkili bir şekilde nasıl kullanılabileceği konusunda eğitim verilmesi önerilmektedir.

İncikabı (2020) çalışmasında, ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel model kullanımının eğitim sürecine katkılarını incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, 15 matematik öğretmen adayıyla doküman analizi yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak anket kullanılmıştır. Araştırmanın bulguları, öğretmen adaylarının genellikle aldıkları eğitimi faydalı bulduklarını ve model oluşturma etkinliklerini öğretim deneyimlerinde kullanmaya istekli olduklarını göstermektedir. Matematiksel

modelleme eğitiminin, öğretmen adaylarına üst düzey düşünme becerileri kazandırmada önemli bir katkı sağladığı ifade edilmiştir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıf ortamında kullanılmasının avantajları arasında duyuşsal ve bilişsel gelişime katkı, pedagojik fırsatlar sunma ve gerçek hayata hazırlık sağlama gibi unsurlar bulunmaktadır. Araştırma bulguları, literatürle ilişkilendirilmiş ve öneriler ışığında değerlendirilmiştir.

Ata Baran'ın (2019) araştırması, ortaokul son sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yaklaşımıyla tasarlanan öğretim deneylerinde matematiksel iletişim becerileri, matematik okuryazarlığı performansları ve duyuşsal özelliklerinin (matematiksel motivasyon, matematik öz-yeterliliği, matematik kaygısı, problem çözmeye açıklık) incelenmesini amaçlamaktadır. Nitel bir desenle yürütülen araştırmada öğretim deneyi yöntemi benimsenmiştir. Katılımcılar, farklı sosyo-ekonomik çevrelerden ve matematiksel iletişim düzeyleri ile duyuşsal özellikler bakımından çeşitlilik gösteren 15 ortaokul son sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Araştırmalar, matematiksel modelleme odaklı öğrenme ortamlarının, öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerini geliştirdiğini ve bu gelişmelerin, matematik okuryazarlığı performansında artışa yol açtığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, bu tür öğrenme ortamlarının öğrencilerin matematik öz-yeterliliği, matematik kaygısı, matematiksel motivasyon ve problem çözmeye açıklık gibi duyuşsal özellikleri üzerinde olumlu etkiler yarattığı gözlemlenmiştir.

Sağiroğlu ve Karataş (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme etkinlikleri oluşturma ve bu etkinlikleri uygulama yeterlilikleri incelenmiştir. Araştırma, Zonguldak ilindeki bir lisede görev yapan beş matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Öğretmenlerin matematiksel modelleme yöntemine ilişkin bilgi seviyelerini belirlemek amacıyla öncelikle görüşmeler yapılmıştır. Ardından, dört hafta süren bir eğitim programı uygulanmıştır. Bu eğitimde öğretmenlere matematiksel modelleme yöntemi tanıtılmış ve etkinlik oluşturma ve uygulama süreçlerine dair detaylı bilgiler verilmiştir. Eğitim sürecinin ardından öğretmenlerden kendi matematiksel modelleme etkinliklerini hazırlamaları ve sınıflarında uygulamaları istenmiştir. Araştırmanın sonuçları, öğretmenlerin matematiksel modelleme yöntemi hakkında

yetersiz bilgiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca, öğretmenlerin etkinlik oluşturma sürecinde zorlandıkları ve bu tür etkinliklere alışık olmadıkları, zaman yetersizliği nedeniyle de uygulamayı zor buldukları belirtilmiştir.

Akar (2017), çalışmasında üst düzey yetenekleri olan ortaokul öğrencilerinin bireysel olarak ve grup çalışmalarında sergiledikleri matematiksel yaratıcılıklarının modelleme etkinlikleriyle incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmaya, Ankara’da bir Bilim Sanat Merkezinde (BİLSEM) eğitim gören 6 öğrenci katılmıştır. Öğrenciler, üçer kişiden oluşan iki gruba ayrılarak her gruba beşer modelleme etkinliği uygulanarak grup yaratıcılıkları incelenmiştir. Bireysel olarak incelemek için ise tüm öğrencilere aynı modelleme etkinliği uygulanmıştır. Bu süreçte öğrencilerin çalışmaları video kayıt altına alınmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin çeşitli modelleme etkinliklerinde farklı seviyelerde matematiksel yaratıcılığa sahip oldukları görülmüştür. Bazı modelleme etkinliklerinde daha çok ve farklı çözüm ürettikleri, akıcı ve esnek düşündükleri, çok aşamalı çözümler ürettikleri gözlenmiştir. Bununla birlikte, öğrenciler modelleme etkinlikleri sayesinde daha önceden bilmedikleri matematiksel kavram ve kuralları keşfettiklerini belirtmişlerdir. Araştırmanın bulgularından hareketle, gerçek hayat probleminin verileri doğrudan sunulmadığı, açık uçlu ve zor seviyede olan modelleme etkinlikleri öğrencilerin yaratıcılığını ortaya çıkarmaya katkı sağladığı ifade edilmiştir.

Mumcu ve Baki (2017), ülkemizdeki öğrencilerin matematiği tanıma ve kullanma becerisinin diğer ülkelere kıyasla daha düşük olduğunu, PISA, TIMSS gibi çalışmalarda ülkemizin arka sıralarda yer almasından yola çıkarak bu olumsuz Çizelgenun nedenlerini araştırmayı amaçlamıştır. Bu bağlamda, lise son sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerisini ne düzeyde kullandıklarının ayrıntılı analizini yapabilmek adına “Modelleme Becerisi Dereceli Puanlama Ölçeği” geliştirilmiştir. Çalışma bir Anadolu Lisesinden seçilen altı öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrencilere, rutin olmayan gerçek yaşam problemlerinden oluşan sekiz soruluk bir test uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, öğrencilerin matematiksel modelleme becerileri modellemenin farklı basamaklarına göre değerlendirilmiş; problemi anlamada başarılı oldukları, ancak çözümü doğrulama

aşamasında yetersiz oldukları gözlenmiştir. Öğretim ortamlarında matematiksel modelleme ve uygulama problemlerine daha fazla yer verilmesi önerilmiştir.

Demir ve Vural (2017)'ın çalışması Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı'nın öğrencilere katmayı amaçladığı matematiksel yetkinlikler ve beceriler konusunda öğretmen görüşlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Araştırma, Aydın ilindeki çeşitli ortaöğretim kurumlarında öğretmenlik yapan toplam 15 matematik öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Veriler, 14 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak toplanmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, mevcut sınav sistemi, öğretim programının tamamlanması gerekliliği ve öğrencilerin hazırbulunuşluk seviyelerinin uygun olmaması gibi faktörlerin, programın öğrencilere kazandırmayı hedeflediği matematiksel yeterlilik ve becerilere yönelik etkili öğretimi zorlaştırdığı belirlenmiştir. Bu bağlamda, öğrencilere bu becerilerin etkili bir şekilde kazandırılması için hizmet içi eğitim önerilmektedir.

Bakırcı (2016) çalışmasında, matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin PISA matematik başarı seviyeleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Bu kapsamda, bir devlet ortaokulunun 7. sınıfında öğrenim gören 44 öğrenciyle çalışılmıştır. Öğrenciler, deney ve kontrol grubu olarak iki gruba ayrılmıştır. Deney grubuna "Matematiksel Modelleme Etkinlikleri" uygulanırken, kontrol grubuna MEB'in kitabında bulunan klasik problemler ya da öğretmenin geliştirdiği etkinlikler verilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, her iki gruptaki öğrencilerin PISA matematik başarı seviyelerinde artış gözlemlenmiş, ancak deney grubundaki öğrencilerin başarı seviyelerinin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Urhan ve Dost (2016), araştırmasında Ankara'daki devlet okullarında görev yapan dokuz ortaöğretim matematik öğretmenin matematiksel modellemeye yönelik görüşlerini incelemiştir. Bazı öğretmenlerin matematiksel modellemeden haberdar olmadığı ve bu nedenle çalışmaya dahil edilmedikleri belirlenmiştir. Modellemeden haberdar olan öğretmenler, matematik öğretiminde modelleme etkinliklerinin uygulanmasını etkileyen faktörleri belirtmişlerdir. Bu faktörler arasında öğretmenlerin modelleme etkinliklerini yürütme becerileri, kaynak sınırlılığı, öğretim

programının yoğunluğu, üniversiteye giriş sınavının yapısal etkileri, öğrenci motivasyonu ve hazır bulunuşluk düzeyleri yer almaktadır. Araştırma, matematik öğretiminde matematiksel modellemenin önemine ve uygulama zorluklarına dikkat çekmektedir.

Deniz (2014), ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme etkinlikleri oluşturma ve uygulama yeterliklerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma, altı matematik öğretmen adayıyla yapılan pilot çalışma sonucunda veri toplama araçlarının belirlenmesiyle başlamıştır. Ardından, Ağrı ilindeki üç farklı lise türünde görev yapan 13 matematik öğretmeni ve 37 ortaöğretim öğrencisiyle durum çalışması deseni kullanılarak yürütülmüştür. Öğretmenlerin oluşturduğu matematiksel modelleme etkinliklerinin incelenmesi ve öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi sonucunda, etkinliklerin genellikle model oluşturma prensiplerine uygun olduğu, ancak modeli gerçek hayata yorumlama aşamasında zorluklar yaşandığı belirlenmiştir. Öğrencilerin etkinlikleri eğlenceli buldukları, matematiğin günlük hayattaki kullanımını daha iyi anladıkları ve derslerde bu tür etkinliklerin daha sık yer almasını istedikleri sonucuna varılmıştır. Araştırma, matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretim sürecinde daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için öneriler sunmaktadır.

Doerr, Ärlebäck ve O'Neil (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, öğrencilerin model oluşturma ve modeli yorumlama yeteneklerini geliştirmeyi amaçlayan bir model geliştirme dizisinin tasarımı üzerinde durulmuştur. Bu sayede öğrencilerin, diğer öğrencilerle etkileşimde bulunarak ve sınıf içinde tartışmalar yaparak çeşitli açıklamalar, yorumlar ve varsayımlar geliştirdikleri gözlemlenmiştir. Araştırma, öğretmenlerin öğrencinin bağımsızlığını korurken aynı zamanda yeterli rehberlik sağlama gerekliliğine dikkat çekmiştir. Sonuçlar, öğrencilerin fikirlerini açıkça ifade etmeleri, gözden geçirmeleri ve aşırı yönlendirmeden kaçınarak temsiller geliştirmelerini teşvik eden öğretim yöntemlerinin önemini vurgulamaktadır.

Bukova Güzel ve Uğurel (2010) çalışmasında, ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının Analiz-I dersindeki başarılarının matematiksel modelleme yaklaşımlarıyla ilişkisini araştırmışlardır. Analiz-I dersinde yapılan beş yazılı sınavın

sonuçları değerlendirildikten sonra, yüksek, orta ve düşük başarı seviyelerine sahip dörder öğretmen adayı olmak üzere toplam 12 kişi seçilmiştir. Araştırmada veri toplamak amacıyla öğretmen adaylarına matematiksel modelleme problemleri uygulanmıştır. Değerlendirme sürecinde, yazarlar tarafından geliştirilmiş beş aşamalı bir puanlama sistemi kullanılmıştır. Sonuçlar, öğretmen adaylarının akademik başarılarının matematiksel modelleme yaklaşımlarını sadece sınırlı bir ölçüde etkilediğini göstermiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yaklaşımı konusunda deneyim kazanmalarının önemi vurgulanmıştır.

Blum ve Ferri (2009) çalışmalarında, matematiksel modelleme yaklaşımının öğrenme üzerindeki olumlu etkilerine rağmen, sınıf içindeki yaygın uygulamasının yavaş ilerlediğini belirtmişlerdir. Bu yavaş ilerlemenin temel nedenlerinden biri olarak, matematiksel modellemenin hem öğrenciler hem de öğretmenler için çeşitli zorluklar içermesi öne sürülmüştür. Araştırma, bu zorlukların üstesinden gelmek için çeşitli çözümler sunmayı teşvik etmiş ve stratejik müdahalelerin önemini vurgulamıştır. Özellikle, öğretmenlerin öğrencilerin bağımsızlığını korurken aynı zamanda yeterli rehberlik sağlama dengesini kurmalarının kritik olduğu, bu denge sağlandığında en iyi sonuçların elde edildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, matematiksel modellemenin öğretilebilir ve öğrenilebilir bir süreç olduğu ifade edilerek, öğretmen eğitiminin bu alanda güçlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Lesh ve Lehrer (2003), çalışmasında yedinci sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinliği sürecini analiz etmişlerdir. Öğrenciler, gazete haberinden ilham alarak üç farklı uçuş yolunu test etmişlerdir. Uçuşların toplam mesafesi, hedefe olan uzaklık ve uçuş süresi gibi değişkenleri göz önünde bulundurarak en uygun modeli belirlemeye çalışmışlardır. Bu süreçte matematiksel yeteneklerinin yanı sıra çeşitli fikir ve becerilere de ihtiyaç duyulmuştur. Grup tartışmaları, modelin geliştirilmesinde önemli rol oynamış ve matematiksel düşünme becerileri düşük olan öğrencilerin bile önemli başarılar elde etmelerine yardımcı olmuştur. Bu çalışma, bilişsel gelişimin sosyal boyutunun önemini vurgulamaktadır. Sonuç olarak, öğrencilerin karmaşık düşünme yeteneklerini geliştiren etkinliklerin matematiksel başarılarını artırma potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir.

2.2. PROBLEM ÇÖZME ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Temel ve Altun (2020) çalışmasında, problem çözme literatüründe son zamanlarda öne çıkan iki önemli kavram olan problem çözme stratejileri ve matematik okuryazarlığına dikkat çekilmiştir. Ancak, problem çözme sürecinde kullanılan stratejilerin matematiksel süreç becerilerine göre nasıl sınıflandırıldığı konusunda bir eksiklik olduğu belirtilmiştir. Bu araştırma, problem çözme stratejilerini matematiksel süreç becerilerine göre sınıflandırmayı amaçlamıştır. Çanakkale İl Merkezi'nde bir ortaokulun sekizinci sınıfında öğrenim gören 42 öğrenci üzerinde gerçekleştirilen çalışmada, öğrenciler TEOG matematik başarı puanlarına göre gruplandırılarak deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Deney grubuna beş hafta süren problem çözme stratejileri eğitimi verilmiş, kontrol grubu ise mevcut öğretim yöntemlerine devam etmiştir. Araştırma sonuçları, belirli problem çözme stratejilerinin öğrencilerin problem çözme becerilerini ve matematik okuryazarlık düzeylerini artırdığını göstermiştir.

Altun, Memnun ve Yazgan (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın amacı, sınıf öğretmeni yetiştiren programlarda öğrencilere problem çözme stratejilerinin öğretiminin etkilerini ve öğrencilerin bu stratejilere yönelik görüşlerini incelemektir. Araştırmada, 120 sınıf öğretmeni adayı üzerinde birincil ve son testler uygulanmıştır. Öğrencilere problem çözme stratejileri öğretilmiş ve bu stratejilerin öğrenme düzeyleri ile problem çözme başarı düzeyleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Deney grubuna problem çözme stratejileri öğretildiği, kontrol grubunun ise mevcut program sürecine devam ettiği belirtilmiştir. Araştırmanın sonuçları, denklem yazma ve muhakeme etme dışındaki tüm stratejilerin öğretiminin etkili olduğunu ve problem çözme başarısını artırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca, problem çözme başarısının bağıntı bulma, geriye doğru çalışma, problemi basitleştirme, sistematik liste yapma, muhakeme etme ve diyagram çizme gibi stratejilerle ilişkili olarak açıklanabileceği ifade edilmiştir.

Mutlu (2023) tarafından yapılan bu çalışmada, ortaokul matematik öğretmen adaylarının kesirlerle bölme konusundaki problem oluşturma ve çözme becerileri incelenmiştir. Araştırma, bir devlet üniversitesinde öğrenim gören on matematik

öğretmeni adayı ile gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adayları, ilk aşamada belirli bölme türlerini içeren problemler oluşturup çözmüşlerdir. Daha sonra, mesleki gelişim süreçlerinde farklı problem türleri ve çözüm temsillerini öğrenmişlerdir. Son aşamada ise daha geniş bir problem yelpazesi geliştirmiş ve çözümlerinde algoritmaların yanı sıra çeşitli temsil türlerini kullanmışlardır. Araştırma, öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini geliştirmek için yapılandırılmış bir süreç sunduğunu ortaya koymaktadır.

Mabilangan, Limjap ve Belecina (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, lise üçüncü sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejileri incelenmiştir. Araştırma kapsamında, rastgele seçilen 124 öğrenciden beşi (iki kız ve üç erkek) detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Öğrencilere, Krulik ve Rudnick'in kaynak kitabından alınan 12 rutin olmayan problem sunulmuş ve bu problemleri çözerken kullandıkları stratejiler analiz edilmiştir. Öğrencilerin kavramsal anlayışlarını, yöntemsel bilgilerini ve problem çözme becerilerini değerlendirmek amacıyla Oregon Matematik Problem Çözme Rubriği kullanılmıştır. Bulgular, her öğrencinin en az dört farklı problem çözme stratejisi kullandığını ve genellikle "model kullanma" stratejisini tercih ettiklerini göstermiştir. Ayrıca, beş öğrenciden üçünün kavramsal ve yöntemsel bilgilerinin yüksek düzeyde olduğu, bir öğrencinin orta düzeyde ve diğerinin ise düşük düzeyde bilgiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Özyıldırım Gümüş ve Umay (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini geliştirmek amacıyla strateji temelli eğitimin etkisi araştırılmıştır. Çalışma, yarı deneysel bir desen kullanarak, daha önce problem çözme eğitimi almamış iki grup üzerinde yapılmıştır. Deney grubuna strateji temelli problem çözme eğitimi uygulanırken, kontrol grubuna strateji temelli olmayan bir eğitim verilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, strateji temelli eğitim alan grubun işlemsel çözüm yollarını tercih ettiği, strateji temelli olmayan eğitim alan grubun ise kavramsal çözüm yollarını benimsediği gözlemlenmiştir. Eğitimlerin ardından her iki grubun problem çözme performanslarında benzer düzeyde bir artış yaşanmış, ancak strateji temelli eğitim almayan grubun performans artışının daha kalıcı olduğu belirlenmiştir.

Kayapınar (2015) tarafından gerçekleştirilen araştırma, MEB'in öz düzenleme ve matematiksel problem çözme becerilerinin önemine yönelik vurgularını incelemektedir. Araştırma, ilkokul 4. sınıf öğrencileri üzerinde yürütülmüş olup, problem çözme stratejilerinin öz düzenleyici öğrenme becerileri üzerindeki etkisini ve bu becerilerin öğrencilerin akademik başarılarıyla olan ilişkisini değerlendirmeyi hedeflemiştir. Çalışma, yarı deneysel bir desen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deney grubuna problem çözme stratejileri öğretimi uygulanırken, kontrol grubuna normal akademik süreç devam ettirilmiştir. Araştırma sonuçları, deney grubundaki öğrencilerin problem çözme stratejilerini ve matematik başarılarını artırdığını göstermiştir. Ayrıca, bu grubun öğrenmeye yönelik motivasyonel stratejilerinde de olumlu değişiklikler gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin problem çözme performansları, matematik başarıları, bilişüstü öz düzenleme becerileri ve öz yeterlik inançları üzerinde olumlu etkiler sağladığı ortaya konmuştur.

BÖLÜM 3

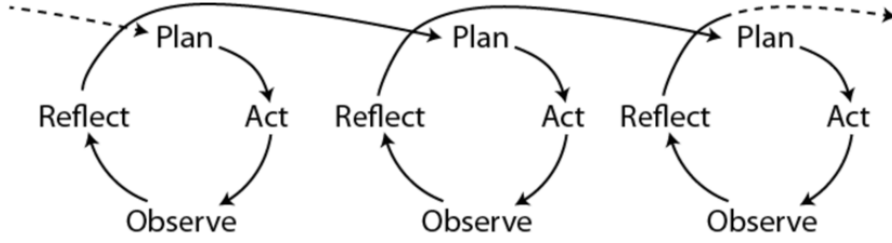
YÖNTEM

Çalışmanın bu kısmında araştırmanın deseni, çalışma grubu, araştırmanın uygulama süreci, verilerin toplanması ve verilerin analizi süreci ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

3.1. ARAŞTIRMA DESENİ

Matematik Bölümünde okuyan ve pedagojik formasyon eğitimi almış matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemleri çözme becerilerini ortaya koymayı amaçlayan bu çalışmada, nitel araştırma yöntemlerinden biri olan eylem araştırması deseni kullanılmıştır. Borgia ve Schuller (1996) eylem araştırmalarında, hipotez test etmek yerine, keşfetme ve yorumlama odaklı nitel araştırma yöntemlerinin tercih edildiğini belirtmektedir. Korelasyonel çalışmalar ve istatistiksel analizler ise ikinci planda kalmaktadır. Temeli Kurt Lewin'e dayanan eylem araştırması modeli, öğretmenin sınıfta araştırmacı olmasına cesaret vermiştir. Sınıf ortamında, günlük hayatta karşılaşılan problem durumlarını çözmeyi sağlar ve öğretmenlerin bulguları doğrudan kullanmasını kolaylaştırır (Köklü, 2001).

Eylem araştırması, bireylerin kendi mesleki pratiklerini incelemeleri ve bu doğrultuda değişime yönelik adımlar atmalarını hedefleyen sistemli bir müdahale sürecidir. Eylem araştırmaları, esnek bir yapıya sahiptir. Yıldırım ve Şimşek (2013) eylem araştırmasını, uygulamada olan bir kişinin ya da bir araştırmacının katılımıyla gerçekleşen problemlerin tespitini, veri toplama ve analizini içeren bir süreç olarak tanımlarlar. Eylem araştırmaları, keşfetme, müdahale etme ve değerlendirme döngüsünde problem çözmeye yönelik sürekli bir süreçtir.



Şekil 3.1. Planla-Harekete Geç-Gözlemle-Yansıt Döngüsünün İllustrasyonu.

Eylem araştırmaları, sarmal süreç izleyen bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Bu süreç, Baştürk (2013) tarafından planlama (plan), uygulama (act), gözlemleme (observe), yansıtma (reflect) ve yeni eylem planı oluşturma aşamalarından oluşacak şekilde özetlenmiştir. Alan yazınında eylem araştırmaları çeşitli şekillerde sınıflandırılmıştır. Grundy (1994), eylem araştırmalarını 'teknik', 'uygulayıcı' ve 'özgürleştirici' olarak üç kategoriye ayırmıştır. Holter ve Schwartz-Barcott (1993) ise benzer bir yaklaşım sergileyerek 'teknik iş birliğine dayalı', 'karşılıklı katkı iş birliğine dayalı' ve 'geliştirici' kategorilerini belirlemiştir. McKernan (1991), eylem araştırmalarını 'bilimsel-teknik problem çözme temelli', 'uygulama amaçlı' ve 'eleştirel-özgürleştirici' olmak üzere üç sınıfa ayırmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Berg (2001) ise bu farklı yaklaşımları derleyerek 'teknik/bilimsel/işbirlikçi eylem araştırması', 'uygulama/karşılıklı iş birliği/tartışma odaklı eylem araştırması' ve 'özgürleştirici/geliştirici/eleştirel eylem araştırması' olarak üç ana türde sınıflandırmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

Öğretmen araştırması olarak da bilinen eylem araştırması, öğretmenlerin yalnızca bilgi tüketicisi değil, aynı zamanda bilgi üreticisi rolünü benimsemelerini sağlar (Köklü, 2001). Eğitimde eylem araştırmasının kullanılması fikri, ilk olarak 1930'larda John Dewey tarafından önerilmiştir. Daha sonra farklı araştırmacılar öğretmenlerin mesleki becerileri arasında eylem araştırmasını vurgulamışlardır.

3.2. ÇALIŞMA GRUBU

Araştırmanın çalışma grubunu Karabük Üniversitesi Matematik Bölümünde öğrenim gören 42, 4. Sınıf öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışmanın katılımcıları, kolay ulaşılabilir ve seçkili örneklem kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmanın Karabük

Üniversitesi'nde gerçekleşmesi, zamandan ve mekândan tasarruf edilmesini sağlamıştır.

Araştırmada her öğretmen adayına isimleri yerine $\ddot{O}_1, \ddot{O}_2, \dots, \ddot{O}_{42}$ şeklinde kodlar verilmiştir. Bu kodlar aracılığıyla katılımcıların gizliliği korunmuştur ve tüm bilgiler bu kodlar kullanılarak işlenmiştir.

Araştırma sürecinde, eylem planlarının uygulanması sırasında grup çalışması tercih edilmiştir. Bu tercih, öğretmen adaylarının grup çalışması ortamında kendi benzersiz çözüm önerilerini ve yaratıcı düşüncelerini geliştirebilecekleri bulgusuna dayanmaktadır (Delice ve Taşova, 2011). Bu nedenle, hedeflere ulaşma sürecinde grup çalışmasının daha verimli olacağı düşünülmüştür. Gruplar, öğretmen adaylarının sınıf içindeki oturma düzenine göre rastgele olarak ikişer veya üçer kişi halinde oluşturulmuştur. Bu yaklaşım, yakın oturanların kendi aralarında grup oluşturmalarının, daha sağlıklı ve özgün düşünme ortamları oluşturmalarına katkı sağlayacağı düşüncesiyle tercih edilmiştir. Uygulama gruplarının görünümü aşağıdaki gibidir.

Çizelge 3.1. Uygulama Gruplarının Görünümü.

Grup	Öğrenci Kodları	Grup	Öğrenci Kodları
Grup 1	$\ddot{O}_1, \ddot{O}_2, \ddot{O}_{40}$	Grup 11	$\ddot{O}_{14}, \ddot{O}_{28}$
Grup 2	$\ddot{O}_3, \ddot{O}_9, \ddot{O}_{42}$	Grup 12	$\ddot{O}_{15}, \ddot{O}_{29}$
Grup 3	$\ddot{O}_4, \ddot{O}_{10}$	Grup 13	$\ddot{O}_{16}, \ddot{O}_{30}$
Grup 4	$\ddot{O}_5, \ddot{O}_{17}$	Grup 14	$\ddot{O}_{19}, \ddot{O}_{31}$
Grup 5	$\ddot{O}_6, \ddot{O}_{18}$	Grup 15	$\ddot{O}_{23}, \ddot{O}_{33}$
Grup 6	$\ddot{O}_7, \ddot{O}_{20}$	Grup 16	$\ddot{O}_{25}, \ddot{O}_{36}$
Grup 7	$\ddot{O}_8, \ddot{O}_{21}$	Grup 17	$\ddot{O}_{27}, \ddot{O}_{37}$
Grup 8	$\ddot{O}_{11}, \ddot{O}_{22}$	Grup 18	$\ddot{O}_{32}, \ddot{O}_{38}$
Grup 9	$\ddot{O}_{12}, \ddot{O}_{24}$	Grup 19	$\ddot{O}_{34}, \ddot{O}_{39}$
Grup 10	$\ddot{O}_{13}, \ddot{O}_{26}$	Grup 20	$\ddot{O}_{35}, \ddot{O}_{41}$

Çizelge 3.1. incelendiğinde toplamda 20 çalışma grubunun olduğu görülmektedir. Bu gruplardan 18 tanesi ikişer kişiden ve 2 tanesi üçer kişiden oluşmaktadır. Bu aşamadan itibaren uygulama gruplarından $G_1, G_2, \dots, G_{20}$ şeklinde kodlarla bahsedilecektir.

3.2.1. Araştırmacının Rolü

Çalışmanın araştırmacısı, aynı zamanda eylem planlarının uygulayıcısıdır. Araştırmacı, matematiksel modelleme etkinliklerine dayalı eylem planlarının uygulanması sürecinde herhangi bir müdahalede bulunmamıştır. Bu çalışmaya başlamadan önce, araştırmacı sınıf içinde matematiksel modellemenin kullanımı, öğrencilerin karşılaştığı zorluklar ve uygulanacak modelleme etkinliklerinin yapısı hakkında detaylı bir literatür araştırması yapmış ve benzer çalışmaları incelemiştir. Elde edilen bilgileri ve uzman görüşlerini kullanarak eylem planlarını hazırlamış ve uygulamıştır.

3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI VE UYGULAMA SÜRECİ

3.3.1. Matematiksel Modelleme Problemleri Çözme Testi ve Uygulama Süreci

Bu çalışmada nitel veriler kullanılmıştır. Veriler, araştırmacının uzman görüşleri doğrultusunda hazırladığı 4 sorudan oluşan bir günlük hayat modelleme problemleri testi aracılığıyla toplanmıştır. Test, açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Açık uçlu problemler, sonuçların çeşitliliğine ve matematiksel düşünme sürecinde çeşitli becerilerin ortaya çıkmasına olanak tanıyan problem türleridir (Temur ve Turan, 2018). Verilen problem testinin hazırlanmasında Türkiye Bilimler Akademisi (2016) tarafından yayımlanan "Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları" kitabından faydalanılmıştır.

Araştırmanın amacı olan problem çözme becerisini incelemek için, uygulama öncesinde öğrencilere bir ders dönemi boyunca modelleme etkinlikleri tanıtılmış ve günlük hayattan modelleme problemlerinin çözüm stratejileri çeşitli örneklerle gösterilmiştir. Etkinlikler sırasında ve problem çözme testinin hazırlanması sürecinde, seçilen problemler problem çözme stratejilerini yansıtacak şekilde belirlenmiştir. Testte yer alan tüm problemler, en az bir problem çözme stratejisi kullanılarak çözülebilecek nitelikte olacak şekilde seçilmiştir.

Çizelge 3.2. Problemlerin stratejilerine göre dağılımları.

Liste Yapma	Çizelge Oluşturma	Tahmin ve kontrol	Problemi basitleştirme	Denklem Kurma	Örüntü Oluşturma	Geriye doğru çalışma	Çizim Yapma	Muhakeme ve akıl yürütme
P1	✓	✓		✓			✓	✓
P2		✓		✓				
P3							✓	
P4	✓	✓	✓					✓

Çizelge 3.2.'de soru numaralarına göre problemlerin içerdikleri stratejiler gösterilmiştir. 14. uygulama haftasında katılımcılara uygulanan başarı testi araştırmacı denetiminde ortalama 70 dk sürmüştür.

3.3.2. Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu ve Uygulaması

Araştırmacı, öğretmen adaylarının model ve modelleme kavramlarına ilişkin bilgilerini, matematiksel modelleme, modelleme etkinlikleri ve kullanım alanları hakkındaki görüşlerini öğrenmek için literatürden faydalanarak yarı- yapılandırılmış yazılı bir görüşme formu oluşturmuştur.

3.3.3. Eylem Planları

Eylem planları haftalık olarak planlanmıştır. Her hafta sonunda eylem planında ortaya çıkan eksiklikler giderilecek şekilde uygulanmıştır. Eylem planlarında kullanılan matematiksel modellemeye uygun günlük hayat problemleri her eylem planının altında ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Benzer şekilde Hıdıroğlu ve Güzel (2015), araştırma sürecinde matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasında modelleme süreci döngüsünü tercih etmiştir. Bu tercihin arkasındaki ana neden, bu döngünün modelleme sürecindeki zihinsel eylemleri en kapsamlı şekilde açıklamasıdır. Modelleme döngüsü, gerçekleşen zihinsel eylemleri sınıflandırarak

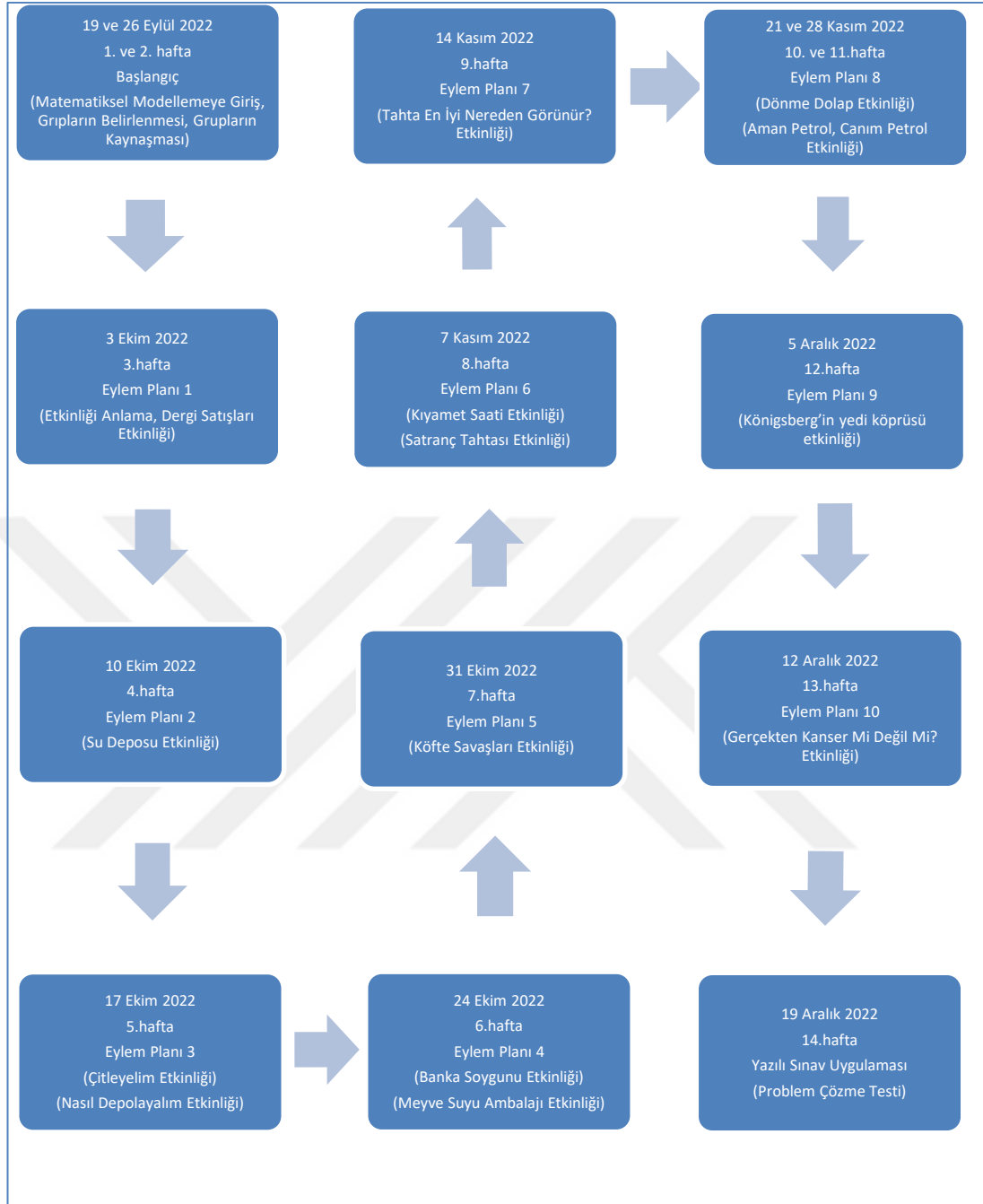
gözlemlemeyi kolaylaştırır. Bu nedenle, eylem planlarındaki zihinsel eylem analizleri bu döngüye dayalı olarak belirlenmiştir.

3.4. VERİLERİN TOPLANMASI

Araştırmanın verileri 2022-2023 Eğitim-Öğretim yılında toplanmıştır. Verilerin toplanmasında uygulama süreci, uygulama sonrasında yapılan problem çözme testi ve yarı-yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır.

3.4.1. Eylem Planları

Eylem planları haftalık olarak planlanmıştır. Her hafta sonunda eylem planında ortaya çıkan eksiklikler giderilecek şekilde uygulanmıştır. Eylem planlarında kullanılan matematiksel modellemeye uygun günlük hayat problemleri her eylem planının altında ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Benzer şekilde Hıdıroğlu ve Güzel (2015), araştırma sürecinde matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasında modelleme süreci döngüsünü tercih etmiştir. Bu tercihin arkasındaki ana neden, bu döngünün modelleme sürecindeki zihinsel eylemleri en kapsamlı şekilde açıklamasıdır. Modelleme döngüsü, gerçekleşen zihinsel eylemleri sınıflandırarak gözlemlemeyi kolaylaştırır. Bu nedenle, eylem planlarındaki zihinsel eylem analizleri bu döngüye dayalı olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.2. Uygulama Süreci Şeması.

3.4.1.1. Eylem Planı 1: Dergi Satışları Etkinliği (Etkinliği Anlama Süreci)

Öğrencilerin modelleme etkinliklerine alışabilmesi ve ilerleyen süreçte neler yapacaklarının zihinlerinde canlanması için Türkiye Bilimler Akademisi'nin Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları kitabından alınan "Dergi Satışları Etkinliği" 1. eylem planı olarak hazırlanmıştır.

Dergi Satışları



Üç ayda bir yayınlanan ve her sayısı yaklaşık 25.000 satılan Matematiksel Düşünce dergisinin satış fiyatı 5,5 TL'dir. Ancak üretim ve kâğıt fiyatlarındaki artışlardan dolayı derginin satış fiyatına zam yapılması kaçınılmaz hale gelmiştir.

Yapılacak artışın dergi satışları üzerindeki olumsuz etkisini daha iyi anlayabilmek için okuyucular arasında bir araştırma yapılmıştır. Buna göre fiyatta yapılacak her 50 kuruşluk artışın 1.250 kişinin dergiyi almaktan vazgeçmesine sebep olacağı ön görülmektedir. Derginin yöneticilerinin yerinde olsaydınız yeni satış fiyatını kaç TL olarak belirlerdiniz?

Şekil 3.3. Dergi Satışları Problemi.

Problem sınıfta tahtaya yansıtılarak, öğrencilerin problemi okuyup anlaması için süre tanınmıştır. Problemi anlama, matematiksel modelleme problemlerinin de çözüm sürecindeki ilk basamak olduğundan, modelleme etkinliklerinin başında ve eylem planları süresince problemi anlama becerisi üzerinde durulmuştur.

3.4.1.2. Eylem Planı 2: Su Deposu Etkinliği

Su deposu etkinliği, Türkiye Bilimler Akademisine ait Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları Kitabından alınarak 2.eylem planı olarak hazırlanmıştır. Etkinlik süresi 1 ders olarak planlanmıştır.

Su Deposu

Bir bilgisayar şirketi, eğitim kurumlarına bilgisayar destekli eğitim amaçlı programlar hazırlamaktadır. Şirkete bağlı bir ekip, öğrencilerin grafik çizme ve yorumlama becerilerini geliştirmeye yardımcı olacak bir su deposu doldurma animasyonu üzerinde çalışmaktadır. Ekibin bu animasyonu oluşturabilmesi için su deposu doldurulurken depoda biriken suyun hacmine bağlı olarak su yüksekliğini gösteren bir grafiğe ihtiyacı vardır.

Ekibin matematikçi üyesi olarak izden istenen, aşağıda verilen depolar için bu grafikleri yaklaşık olarak çizmeniz ve herhangi bir gelişe sahip bir su deposu için su miktarına bağlı olarak suyun yüksekliğini gösterecek olan grafiğin nasıl çizileceğini açıklayan bir yönerge hazırlamanızdır.

Depo Şekilleri

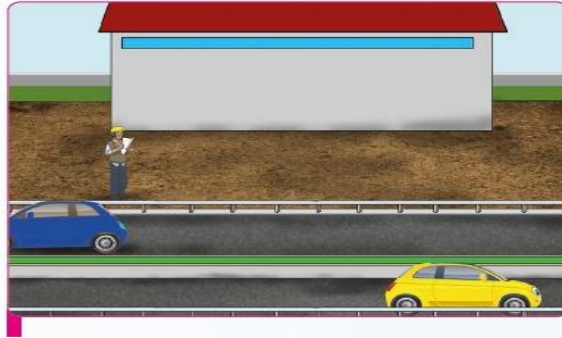


Şekil 3.4. Su Deposu Etkinliği.

3.4.1.3. Eylem Planı 3: Çitleyelim Etkinliği ve Nasıl Depolayalım Etkinliği

Türkiye Bilimler Akademisine ait Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları kitabından alınan “Çitleyelim Etkinliği” eylem planı 3 olarak uygulama sürecine konulmuştur.

Çitleyelim



İnşaat malzemeleri yapan bir fabrikada ürünlerin depolanması için yeni bir alana ihtiyaç duyulmaktadır. Şirketin lojistik müdürü fabrikaya bitişik 10.500 m²'lik dikdörtgen şeklindeki bir bölgenin çitle çevirmek suretiyle depo olarak kullanılabileceğini düşünmektedir. Çitle kapatılacak bölge bir tarafta fabrikanın duvarını kullanacaktır. Ayrıca Şekil 1'de de görüldüğü gibi depolama bölgesinin önünden uygun mesafede otoyol geçtiğinden bu tarafa yapılacak çitin diğerlerinden daha yüksek ve güvenli olması gerekmektedir.



Şekil 1

Depolama bölgesinin yan kenarlarına yapılacak çitin maliyeti metre başına 200 TL iken ön tarafına yapılacak çitin maliyeti 300 TL olacaktır. Çitin maliyetinin en az olacak şekilde depolama bölgesinin boyutlarının belirlenmesi gerekiyor.

1. Depolama bölgesinin boyutlarını ve çitin maliyetini hesaplayınız.
2. Eğer orolan tarafına daha pahalı bir çit yapılacak olsaydı (örneğin 400 TL/m), maliyet ve depolama bölgesinin boyutları nasıl değişirdi?

Şekil 3.5. Çitleyelim Etkinliği.

Türkiye Bilimler Akademisi'nin Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları kitabından alınan “Nasıl Depolayalım Etkinliği” eylem planı 3 olarak hazırlanmıştır.

Nasıl Depolayalım?



Konserve üretimi yapan bir firma, ürettiği silindirik şeklindeki konserve kutularını saklamak için kısa süreli depoya ihtiyaç duymaktadır. Firma bunu mümkün olan en az maliyetle yapmak istemektedir. Saklanmak istenen dik dairesel silindirik şeklindeki konserve kutularının her biri 10 cm yarıçapında ve 30 cm yüksekliğindedir. Firma, 175 konserve kutusunu 2 ay süreyle depolamayı planlamaktadır. Firmanın depolama yapabileceği 3 farklı boyutta depolama dolabı mevcuttur. Her biri 100 cm yükseklikte olan bu depolama dolaplarının taban kenarlarının ölçülerine göre kiralama maliyetleri Tablo'1 de gösterilmektedir.

Tablo 1. Depoların boyutları ve aylık kira bedelleri

Genişlik (Cm)	Uzunluk (Cm)	Aylık Kira Bedeli (TL)
110	110	100
110	220	150
110	330	200

1. Siz firma sahibi olsaydınız maliyeti en aza indirmek için hangi depolama dolabını, hangi şekilde kullanırdınız?

2. Firma daha sonraki üretimlerde farklı sayılarda konserve kutularını depolamaya ihtiyaç duyabilir. Bunun için, firmanın hep aynı tür depolama dolaplarını kullanması uygun olur mu? Ne önerirsiniz?

Not: Kutuların depolarda dik konumda durması depoların güvenliği açısından önemlidir.

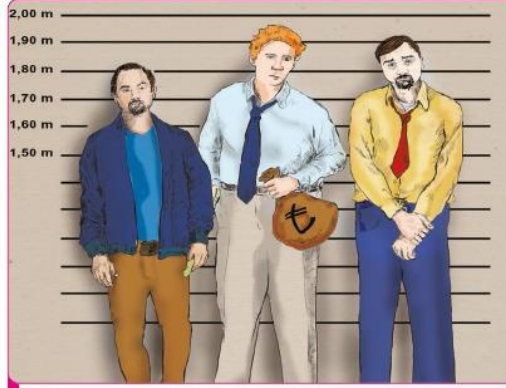
Şekil 3.6. Nasıl Depolayalım Problemi.

Etkinlik süresi 2 ders olarak planlanmıştır.

3.4.1.4. Eylem Planı 4: Banka Soygunu Etkinliği ve Meyve Suyu Ambalajı Etkinliği

Günlük Hayattan Modelleme Soruları Kitabından alınan “Banka Soygunu Etkinliği” eylem planı 4 olarak uygulama sürecine konulmuştur. Bu etkinlik, önceki etkinlikler ile matematiksel modelleme etkinliklerine alışan öğretmen adaylarının sürece dahil olmaları açısından araştırmacı tarafından uzman görüşü alınarak seçilmiştir. Etkinlik, problemi günlük hayata uyarlayarak hikayeleştirilmiş bir şekilde aktarmaktadır.

Banka Soygunu



Önceki gece İstanbul'da bir banka şubesi kimsiz kimsiz kişi ya da kişilerce elektrikli kesik olduğu bir sırada soyuldu. Polis olay mahalline kısa sürede ulaştı, ancak soygunu yapan kişi ya da kişileri yakalayamadı. Olay yerindeki çeşitli kanıtları değerlendiren polis sabah saatlerinde Ahmet K. (35), Burak M. (24) ve Cem T. (34) adlı şüpheliyi gözaltına alarak önce Emniyet Müdürlüğü'ne oradan da Adliye'ye götürdü.

Adliyedeki savcı, sorgulamalardan şüpheliğin durumlarıyla ilgili aşağıdaki çıkarımlara ulaşmıştır:

- Eğer Ahmet suçsuzsa, hem Burak hem Cem suçludur.
- Ya Burak ya da Cem suçsuzdur.
- Ya Ahmet suçsuzdur ya da Burak suçludur.

Bu bilgiler ışığında savcı şüpheliğin tutuklanma talebiyle mahkemeye sevkine ya da tahliyesine karar verecek. Savcı sizlerden, şüpheliğin kimin suçlu kimin suçsuz olduğuna karar vermede kullanabileceği bir yöntem önermenizi beklemektedir.

Şekil 3.7. Banka Soygunu Problemi.

Türkiye Bilimler Akademisi Kitabından alınan “Meyve Suyu Ambalajı Etkinliği” eylem planı 4 olarak uygulama sürecine konulmuştur.

Meyve Suyu Ambalajı



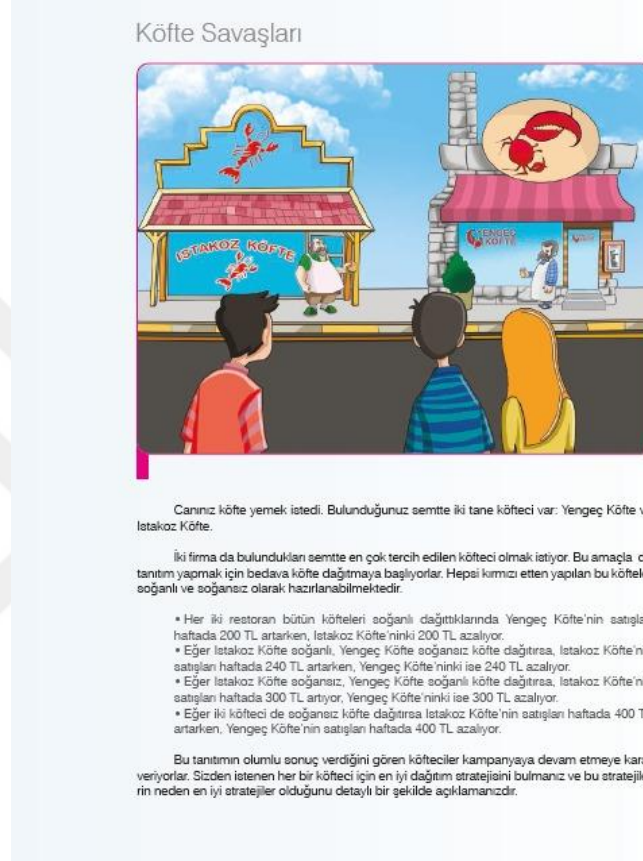
Bir firma, piyasaya çıkaracağı yeni bir meyve suyu markası için hazırlık yapmaktadır. Bu meyve suyu, 330 ml olacak ve silindirik biçimindeki teneke kutularda satışa sunulacaktır. Firma yetkilileri, kutulardaki meyve suyu miktarının 330 ml olmasını ve aynı zamanda ambalaj maliyetini mümkün olduğunca düşük tutmayı istemektedirler. Sizin göreviniz aşağıdaki sorular kapsamında bir rapor hazırlanmasında firma yetkililerine yardımcı olmaktır.

1. Üretilecek olan ambalajın boyutları size ne olmalıdır?
2. Meyve suyu kutuları on kişileri paketlenektir. Buna göre en uygun paketeleme yöntemi size nasıl olmalıdır?

Şekil 3.8. Meyve Suyu Ambalajı Problemi.

3.4.1.5. Eylem Planı 5: Köfte Savaşları Etkinliği

Günlük Hayattan Modelleme Soruları Kitabından alınan “Köfte Savaşları Etkinliği” Eylem Planı 5 olarak uygulama sürecine konulmuştur.

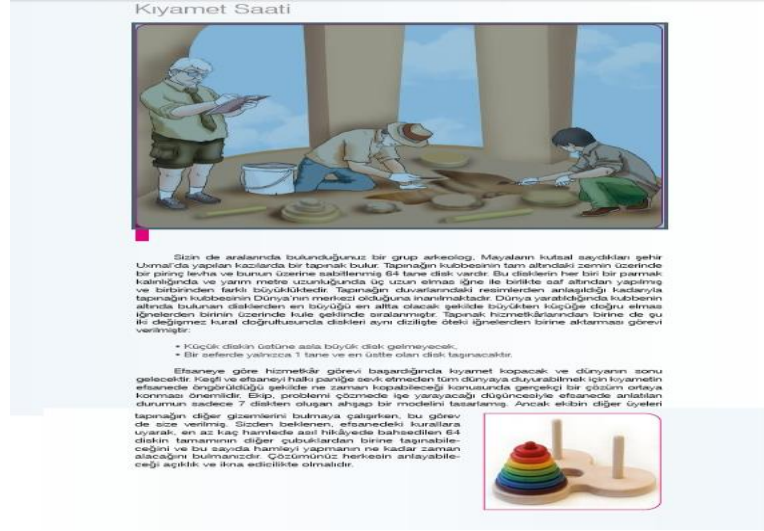


Şekil 3.9. Köfte Savaşları Problemi.

Etkinlik süresi 1 ders saati olarak planlanmıştır.

3.4.1.6. Eylem Planı 6: Kıyamet Saati ve Stranç Tahtası Etkinliği

TUBA'nın Günlük Hayattan Modelleme Soruları kitabından alınan “Kıyamet Saati Etkinliği” eylem planı 6 olarak hazırlanmıştır. Etkinlik Şekil 15'te gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Kıyamet Saati Problemi.

Bu etkinliğin daha anlaşılabilir olması için görsellik ile desteklenmiştir.



Şekil 3.11. Hanoi Kuleleri Zeka Oyunu.

Şekil 16'da görüldüğü gibi internet ortamında bulunan bir zekâ oyunu ile desteklenerek problemin anlaşılması kolaylaştırılmıştır. Başlangıçta daha küçük sayıda diskler için denemeler yapılmış, sonra disk sayısı artırılarak bulunan sonuçlar arasında bir örüntü olduğu fark edilerek çözüme gidilmiştir.

Türkiye Bilimler Akademisine ait Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları Kitabından alınan "Satranç Tahtası" etkinliği eylem planı 6 olarak uygulama sürecine konulmuştur.

Satranç Tahtası



Bir hikâyeye göre, satrançı icat eden ve bunu yörenin sultanına sunan kişiye sultan mükâfat olarak; ağrılığınca altın vermeyi teklif eder. Mucit ise sultandan mükâfat olarak farklı bir istekte bulunur. Satranç tahtasının ilk karesinde 1, ikinci karesinde 2, üçüncü karesinde 4, dördüncü karesinde 8, ... buğday tanesi olacak şekilde satranç tahtasındaki tüm karelere karşılık gelecek buğday tanelerinin toplamı kadar kendisine buğday verilmesini ister. Sultan, mucidin bu isteğinin kendi teklifine kıyasla çok küçük bir istek olduğunu düşünür. Ancak yine de emin olmak için en güvendiği vezirine sorar. Siz sultanın veziri olsaydınız, mucidin bu isteğini kabul edip etmemeye konusunda sultana ne önerirdiniz? Mucidin isteğini karşılayacak buğday miktarı yaklaşık olarak ne kadardır?

(Not: En düşük kalite buğdayın 1.000 tanesi yaklaşık 12,7 g gelmektedir.)



Şekil 3.12. Satranç Tahtası Problemi.

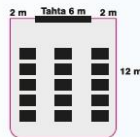
3.4.1.7. Eylem Planı 7: Tahta En İyi Nereden Görünür? Etkinliği

Türkiye Bilimler Akademisine ait Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları Kitabından alınan “Tahta En İyi Nereden Görünür? Etkinliği” eylem planı 7 olarak uygulama sürecine konulmuştur.

Tahta En İyi Nereden Görünür?

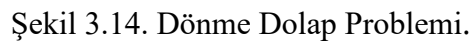


Sınıf oturma düzeninin öğrencinin başarası üzerinde etkili olabilmektedir. Sınıf tasarlanırken “bütün öğrencilerin tahtayı mümkün olan en iyi görüş açıyla görmelerini sağlamak” göz önünde bulundurulması gereken temel unsurdur. Fakat duvar kenarında oturan öğrenciler, en arkada oturan öğrenciler veya en önde oturan öğrenciler için düşünülürken tahtanın tamamını görme açıları farklılık bulmaktadır. Görüş açısı, bir kişinin tahtanın tamamını gördüğü açı, öğrencinin ne kadar iyi gördüğünün bir ölçüsüdür. Genellikle görüş açısının büyük olması tercih edilir. Sızden istenen aşağıda planı verilen sınıfta, her bir sıranın görüş açısını (yatay görüş açısı) ve en iyi görüş açısına sahip sırayı belirlemek için matematiksel bir yöntem geliştirilmelidir.



Şekil 3.13. Tahta En İyi Nereden Görünür Problemi.

Türkiye Bilimler Akademisi'nin Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları Kitabından alınan Dönme Dolap etkinliği Eylem Planı 8 olarak uygulama sürecine konulmuştur.



Aman Petrol, Canım Petrol...



Dünyanın en büyük petrol firması Türkiye den geçiyor bir rekor...

**DÖRT lirayı geçen litre fiyatıyla Türkiye'nin en pahalı benzini kulakları
tıkke rekulanı bir çok daha kırıyor.**

Benzinin litre fiyatı son günler zamlarla birlikte 4 lirayı geçti ve haliyle depolan, doldurma maliyeti de bir o kadar artırmaya başladı. Herkesin her hafta işi üç litre her zaman yapılan benzini fiyatından arıza tüketiciler sıkı gözetiminde oluncukı kurmaydan da her referende dünyada artan petrol fiyatları örneki gösterileri de içi verici. Son yapılan zammın gerekçesi de, petrol fiyatlarının dünyada son 25 ayın en yüksek seviyesine ulaştığı enderleş. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı, Bu zammın aynı gerekçe ile sarımsak, "Petrolde dışa bağımlı olduğukla petrol fiyatlarının yükselişiyle ilgili olarak hükümetimiz de karar almış" dedi.

Petrol ve doğal gaz; dünyadaki gelişmişlik, ekonomi, sanayileşme, refah düzeyi, teknoloji, siyasi istikrar ve politika gibi kavramlarla iç içe geçmiş ve günümüz dünyasında da birinci enerji kaynağı olarak peşinden koşulan stratejik maddeler haline gelmiştir.

Ülkemizin önümüzdeki 11 yıl içerisindeki toplam petrol ve doğal gaz tüketimi yaklaşık 500 milyar Amerikan Doları civarında olacağı öngörülmektedir. Sadece bu rakamın büyüklüğü bile petrol ve doğal gaz arama-üretim çalışmalarının akılcılaşmadan ve artırılarak sürdürülmesi için yeterli bir nedendir.

Büyük ümitler taşıdığımız arama alanlarından en önemlisi Karadeniz'dir. Petrol ve doğal gaz fiyatlarındaki artış, gelişen teknolojiye paralel olarak azalan üretim maliyetleri, Karadeniz Havzası'nın petrol şirketlerinin ilgi odağı haline getirmiştir.

Karadeniz'de on yıllarda yapılan sondaj öncesi arama çalışmaları neticesinde Türkiye'nin 40 yıllık ihtiyacına yetebilecek rezervlerin olabileceği tespit edilmiştir. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) şu anda Karadeniz'de büyük bir alan üzerinde çalışmaktadır. Uzmanlar çalışmalarını sonucunda bu bölgede petrol bulunma olasılığının %50 olduğunu belirtiyor. TPAO'nun önünde iki seçenek var: petrol için sondaj yapılabilir ya da bu alanı satış gelir ile edebilir.

Fakat bu tespite göre petrolün çıkıp çıkmama ihtimali yarı yarıdır. Eğer TPAO sondaj yapıp ve petrol bulursa 100.064.000 TL kâr edecek, eğer arazide petrol bulunamazsa sondaj masraflarından dolayı 15.200.000 TL zarar edecektir. Arazide petrol çıkıp çıkmamasına bakılmaksızın araziyi, arazi bedeli olarak 10.660.000 TL kazanacaktır.

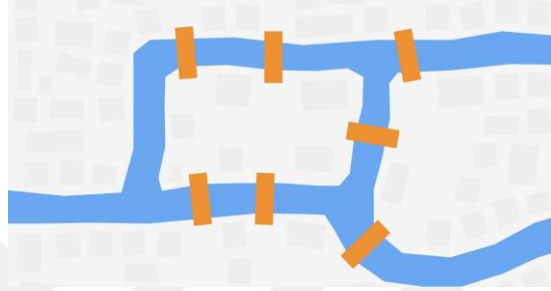
TPAO'nun sizden istediği, bu arazide sondaj yapmak ya da araziyi satmak konusunda yol gösterecek bir yöntem geliştirmeniz ve bunu detaylı olarak açıklamanızdır. Ama unutmayınız ki oluşturduğunuz yöntem sadece bu arazi için değil, ileride keşfedilebilecek diğer araziler için de uygulanabilir olmalıdır.

Sekil 3.15. Aman Petrol, Canım Petrol Problemi.

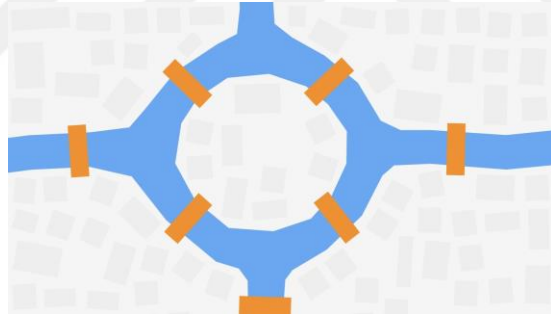
Etkinlik süresi 2 ders olarak planlanmıştır.

3.4.1.9. Eylem Planı 9: Königsberg'in Yedi Köprüsü Etkinliği

Königsberg'in köprüleri, matematikte ünlü bir çizge (graph) problemidir. Bu problem uzman görüşü alınarak Eylem Planı 9 olarak uygulama sürecine konulmuştur. Etkinlik süresi 1 ders olarak planlanmıştır.



Şekil 3.16. Königsberg'in yedi köprüsü.



Şekil 3.17. Königsberg'in yedi köprüsü.

Bu etkinlikte öğrencilerden geçtiği yolu bir daha geçmemek şartıyla tüm köprüleri kullanarak şehri gezmeleri istenmektedir.

3.4.1.10. Eylem Planı 10: Gerçekten Kanser Mi Değil Mi Etkinliği

Günlük Hayattan Modelleme Soruları Kitabından alınan “Gerçekten Kanser Mi, Değil Mi Etkinliği“ eylem planı 10 olarak uygulama sürecine konulmuştur. Modelleme etkinliklerine alışan, problemi anlama, stratejik düşünme, tahmin etme, akıl yürütme ve muhakeme etme becerileri kazanan öğrencilerin bu kazanımlarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

Gerçekten Kanser Mi Değil Mi?



Bir doktor mamografi testi pozitif çıkmış 40 yaşındaki kadın hastasının gerçekten kanser olup olmadığına karar vermeye çalışmaktadır. Doktor şu bilgileri biliyor:

- Kırk yaşında rutin mamografi testi yapılan kadınların %1'inde meme kanseri görülüyor.
- Meme kanseri olan kadınlar üzerinde yapılan mamografi testleri %80 oranında pozitif sonuç veriyor.
- Meme kanseri olmayan kadınlarda bu testin pozitif sonuç verme ihtimali %9.69'dur.

Doktor, pozitif çıkan test sonucuna göre hastasının gerçekten kanser olma ihtimalinin %70 ile %80 arasında olduğunu tahmin ediyor. Ancak doktorun, böyle önemli bir hastalığa konulacak teşhis için daha güvenilir sonuçlara ihtiyacı var. Bir matematikçi olarak sizce bu tahmin doğru mu? Mamografi testi pozitif çıkmış bir kadının gerçekten kanser olma ihtimali yüzde kaçtır?

Doktora bu oranı bulmak için oluşturduğunuz yöntemi açıklayıcı bir yazı yazınız. Unutmayın, doktor bu yazıyı, test sonucuna göre hastalığa gerçekten yakalanıp yakalanmadığını öğrenmek isteyen hastasına bilgi vermek ve onu yönlendirmek için kullanacak. Bu nedenle, yazınız açık ve anlaşılır olmalıdır.

Şekil 3.18. Gerçekten Kanser Mi, Değil Mi Problemi.

Etkinlik süresi 1 ders olarak planlanmıştır.

3.4.2. Problem Çözme Testi

Eylem planlarının sonucunda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ve problem çözme becerileri hakkında daha derin bir anlayış sağlamak amacıyla Matematiksel Modelleme Problem Çözme Testi uygulanmıştır.



Şekil 3.19. Yazılı Sınavın Uygulanmasının Sınıf Ortamında Görünümü.

3.4.3. Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formu

Görüşme formundaki sorular derinlemesine incelenmiş ve uzman görüşleri alınmıştır. İlk haliyle 12 soru olan görüşme formu, uzman görüşleri alınarak 7 soruya indirilmiştir. Uygulama süreci başarı testi ardından katılımcılara araştırmacı denetiminde uygulanmış ve ortalama 40 dk sürmüştür.

3.5. VERİ ANALİZİ

3.5.1. Modelleme Problemi Başarı Testi ve Eylem Planı Soruları Analizi

Öğretmen adaylarına uygulanan 14 hafta boyunca çözülen sorular matematiksel modelleme problemi içeren başarı testi cevap kağıtlarının incelenmesi ve değerlendirilmesi, Matematik alanında uzman bir profesör, bir matematik öğretmeni ve araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Modelleme Problemi Çözme Testinin Puanlanması için araştırmacı daha önce alan yazında kullanılan bir Puanlama Anahtarından faydalananarak dereceli puanlama anahtarı hazırlamıştır. Bu puanlama anahtarında 5 kriter mevcuttur. Bunlar; Problem Durumunu Anlama, Model İçin Fikir Sunma, Matematikselleştirme, Değerlendirme ve Yorumlama, Model Oluşturma ve Ortaya Koyma Şeklinde-dir. Modelleme Problemi Çözme Testi Puanlama Anahtarına ilişkin bilgiler Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Puanlama Anahtarının Kriterleri.

Problem Durumunu Anlama	3 puan	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadeler yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme, aralarında uygun bir ilişki kurma
	2 puan	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadeler yer verme, verilenleri ve istenenleri belirlerken önemsiz hatalar yapma, buna rağmen aralarında ilişki kurma
	1 puan	Problemi bir ölçüde anladığını gösteren ifadeler yer verme, verilenleri ve istenenleri bir ölçüde belirleme, ancak aralarında ilişki kurmama yanlış ilişki kurma
	0 puan	Problemi anlamadığını gösteren ifadeler yer verme
Model İçin Fikir Sunma	3 puan	Doğru oluşturulan matematiksel model/leri kullanarak doğru matematiksel çözüme ulaşma.
	2 puan	Doğru oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içermeye.
	1 puan	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içermeye.
	0 puan	Matematiksel çözüm sunmama, oluşturulan matematiksel modelleri yanlış çözüme veya yanlış matematiksel modeli çözmeye çalışma
Matematikselleştirme	3 puan	Gerçekçi varsayımlara göre gerekli matematiksel model/leri doğru bir şekilde oluşturma, model/modelleri açıklama ve birbiriyle ilişkilendirme.
	2 puan	Gerçekçi varsayımlar doğrultusunda eksik hatalı matematiksel model/ler oluşturma ve birbiriyle ilişkilendirme.
	1 puan	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel modeller oluşturma
	0 puan	Matematiksel model oluşturmama veya yanlış model/ler oluşturma
Değerlendirme ve Yorumlama	3 puan	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama.
	2 puan	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlama.
	1 puan	Hatalar içeren/eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlama.
	0 puan	Elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yanlış yorumlama veya hiç yorumlamama.
Modeli Oluşturma ve	3 puan	Doğru modeli oluşturma ve modelleme sürecini raporlaştırması
	2 puan	Doğru modeli oluşturma ve modelleme sürecini kısmen raporlaştırma
	1 puan	Eksik/ hatalı modeli oluşturma ve modelleme sürecini yanlış raporlama
	0 puan	Yanlış modeli oluşturma ve modelleme sürecini raporlaştırmama

Çizelge 3.3.'e göre bir grubun cevap kağıdı maksimum 15 puan alabilirken minimum 0 puan alabilmektedir. Düşük değerlendirmeye 1, orta değerlendirmeye 2, yüksek değerlendirmeye ise 3 puan verilmiştir. Puanlama sonrasında, öğretmen adaylarının her bir kriterden aldıkları puanların ortalaması alınarak ortalama puan 0-1 arasında ise zayıf, 1-2 arasında ise geliştirilmeli ve 2-3 arasında ise yüksek düzeyde olarak nitelendirilmiştir.

3.5.2. Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Formunun Analizi

Matematik öğretmen adaylarına uygulanan yarı-yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen verilerin analizinde betimsel analiz tekniği kullanılmıştır. Betimsel analiz yöntemini, ulaşılan bilgilerin okuyucu kitlesinin algılayabileceği hatta istemeleri durumunda uygulayabileceği durumda tanıtılmasıdır. Yıldırım ve Şimşek (2006), bu yöntemde ulaşılan bilgiler başlangıçta tanımlanan konulara göre özetlenir ve yorumlanır şeklinde ifade etmiştir. Araştırmada, katılımcı öğretmenlerin görüşlerine dair genel geçer ve doğru bir yansıma sağlanabilmesi amacıyla doğrudan alıntılar kullanılmıştır. Ayrıca, diğer veri toplama araçlarından elde edilen bilgilerle karşılaştırma yapılabilmesi için bu alıntılara yer verilmiştir. Araştırmanın iç güvenilirliğini (tutarlılığını) artırmak adına, sonuçlar yorumlanmadan doğrudan sunulmuştur. Bu süreçte, görüşmelerden elde edilen verilerin analizi Matematik eğitiminde uzman bir öğretim üyesi, bir matematik öğretmeni ve bir araştırmacı tarafından birlikte kodlanarak gerçekleştirilmiştir.

3.6. GEÇERLİLİK VE GÜVENİLİRLİK

Bu araştırmada, geçerliliği artırmak amacıyla birden fazla veri toplama aracı kullanılarak veri çeşitlendirmesi yapılmıştır. Yıldırım ve Şimşek (2006), veri çeşitlendirmesini, araştırma verilerinin elde edilmesinde birden çok bilgi toplama yönteminin kullanılması ve bu bilgilerin birbirini destekleyici ya da teyit edici şekilde sunulması olarak tanımlamaktadır. Jick (1979) ise araştırmacıların benzer durumlar üzerinde çeşitli bilgi kaynaklarından yararlanarak sonuçların güvenilirliğini artırabileceğini vurgulamaktadır. Şencan (2005) bu uygulamanın, örneğin alan araştırması, gözlem ve görüşme gibi çeşitli yöntemlerden yararlanılarak araştırma

yapılan konuya dair daha doğrulanabilir ve doğru veriler elde etmeye yardımcı olduğunu belirtmektedir. Nitel araştırmalarda, veri çeşitlendirmesinin araştırmanın güvenilirliğini artırdığı da ifade edilmektedir.

Araştırmanın iç geçerliliğini (ikna ediciliğini) sağlamak için uzman değerlendirmesi, katılımcı doğrulaması ve öğretmen adayları ile yapılan görüşme formlarının zamanları ayrıntılı olarak kaydedilmiş ve uzun süreli etkileşim yoluyla güvenilirlik hedeflenmiştir. Dış güvenilirliği (teyit edilebilirliği) artırmak amacıyla, araştırmacıların konumları, ilgili ön tecrübeleri, bilgi kaynağı olarak katılan kişiler, çalışmanın gerçekleştirildiği sosyal çevre, kullanılan kavramsal çerçeve ve inceleme yöntemleri detaylı şekilde tanımlanmıştır. Ayrıca, başka araştırmacıların ileride kıyaslama yapabilmesi için araştırmanın gerçek verileri saklı tutulmuş ve dış geçerlilik artırılmaya çalışılmıştır. Çalışmada ulaşılan bilgilerin dış geçerliliğini sağlamak için katılımcıların sorularına verdikleri yanıtlar doğrudan alıntılarla belirtilmiştir. Miles ve Huberman (1994) verilerin analizinde araştırmacılar tarafından ayrı ayrı incelenip uyum yüzdelerinin hesaplanması gerektiğini ifade etmektedir. Bu çalışmada başarı testi için uyum yüzdesi %97, yarı yapılandırılmış görüşme formu için ise %94 olarak hesaplanmış ve farklı kodlanan temalar analiz eden kişilerin ortak görüşleriyle değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 4

BULGULAR

Çalışmanın bulgular kısmında; ‘Oluşturulan grupların uygulama sürecindeki bulguları’, ‘başarı testine ait bulgular’ ve ‘yarı yapılandırılmış görüşme formundan ulaşılan bulgular’ olmak üzere üç bölüme ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

4.1. UYGULAMA SÜRECİNDEKİ BULGULAR

Çalışmanın uygulama sürecinde 10 eylem planı mevcuttur. Eylem planları ile birlikte eylem planlarında çözölen sorulara verilen bazı cevap örnekleri bu bölümde sunulmuştur. Son olarak 10 eylem planının analiz sonuçlarının ortalaması alınarak eylem planları sonrasında Çizelge olarak sunulmuştur.

4.1.1. Eylem Planı 1: Dergi Satışları Etkinliği (Etkinliği Anlama Süreci)

Eylem Planı 1’de yer alan Dergi Satışları Etkinliğine öğretmen adaylarından gelen cevaplar değerlendirildiğinde, örnek olması açısından uygun çözüm stratejileri anlatılmıştır. Bu sayede öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerini tanımları amaçlanmıştır.

Eski satış fiyatı 5,5 TL olan ve zam yapılması planlanan bir dergiye, her 50 kuruş yanında 1250 okuyucunun dergiyi almakla varacağı dergi yöneticilerine yeni zamli fiyat önermeleri istenmektedir.

Çözüm Yaklaşımı - 1) Sıkıştırma

50 krs zam old.	25.000 kişi	5,5 TL	→ 137,500 TL
	22.750 kişi	6,0 TL	→ 142,500 TL
	22.500 kişi	6,5 TL	→ 146,250 TL
	21.250 kişi	7,0 TL	→ 148,750 TL
	20.000 kişi	7,5 TL	→ 150,000 TL
	18.750 kişi	8,0 TL	→ 150,000 TL
	17.500 kişi	8,5 TL	→ 148,750 TL
	16.250 kişi	9,0 TL	→ 146,250 TL
10 krs zam old.	20.000 kişi	7,5 TL	→ 150,000 TL
	19.750 kişi	7,6 TL	→ 150,100 TL
	19.500 kişi	7,7 TL	→ 150,150 TL
	19.250 kişi	7,8 TL	→ 150,150 TL
	19.000 kişi	7,9 TL	→ 150,100 TL
5 krs zam old.	19.500 kişi	7,7 TL	→ 150,150 TL
	19.375 kişi	7,75 TL	→

En uygun fiyat : 7,75 TL

Şekil 4.1. Problemin çözümüne uygun örnek strateji.

Şekil 4.1.'de görüldüğü üzere bu strateji, sıkıştırma yöntemi olarak adlandırılan bir problem çözme tekniğini kullanmaktadır. Bu yöntem, en fazla gelir getiren yeni satış fiyatını bulmak için belirli aralıklarda değerleri sürekli olarak daraltarak hedefe yaklaştırmaya çalışır. Başlangıçta, 50 kuruşluk bir zam yapılarak elde edilecek gelirler hesaplanmış ve bu zam sonucunda yeni satış fiyatının 7,5 TL ile 8 TL arasında olabileceği belirlenmiştir. Daha sonra, aralığı daraltmak için 10 kuruşluk zamların potansiyel gelirleri hesaplanmış ve bu süreç yeni satış fiyatının bulunduğu daha küçük bir aralığa ulaşılana kadar devam etmiştir. Sonuç olarak, bu yöntemle en fazla gelir getiren yeni satış fiyatının 7,75 TL olduğu belirlenmiştir. Bu strateji, kök bulma işlemlerine benzer bir şekilde sürekli olarak aralığı daraltarak istenen sonuca ulaşmaya yöneliktir.

Yükümlüm: En az alıcı kaybı, en çok kâr elde etmek.

$$\underbrace{(5,5 + 0,5 \cdot x)}_{\text{Yeni satış fiyatı}} \cdot \underbrace{(25.000 - 250 \cdot x)}_{\text{Yeni alıcı sayısı}} > \underbrace{25.000 \cdot (5,5)}_{\text{Zam yapılmadan önce}}$$

$$-625x^2 + 5625x > 0$$

parabolün, tepe noktası $x = \frac{a}{2}$

$$\left(\frac{a}{2}\right) \cdot (0,5) = 2,25 \text{ ₺}$$

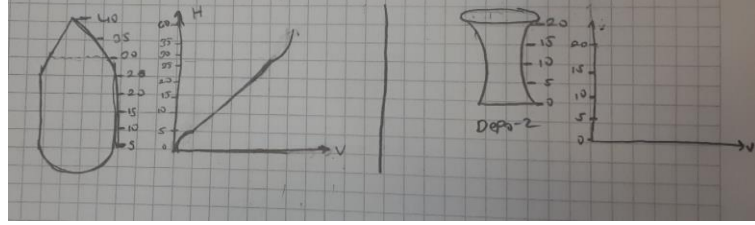
karar verildi. Yeni satış fiyatı $5,5 + 2,25 = 7,75 \text{ ₺}$

Şekil 4.2. Problem çözümüne bir örnek.

Şekil 4.2.'de verilen bu yöntemde öğretmen adayları, en yüksek geliri elde edecek yeni satış fiyatını belirlemek için 50 kuruşluk zamların ardından elde edilecek gelirin önceki gelirden büyük olması gerektiğini ifade eden bir eşitsizlik kurmuşlardır. Zam sayısını bağımsız değişken olarak kabul edip buna bağlı olarak elde edilecek geliri bağımlı değişken olarak hesaplamışlardır. Bu düzenleme sonucunda, eşitsizliğin bir parabol olduğunu fark etmişlerdir, yani ikinci dereceden bir fonksiyon oluşturmuşlardır. Parabolün tepe noktası, en fazla gelir getirecek satış fiyatını belirleyen zam sayısını ifade ederken, bu zam sayısına karşılık gelen maksimum geliri de gösterir. Bu metodoloji kullanılarak, yeni satış fiyatının 7,75 TL olacağı sonucuna varılmıştır. Bu strateji, matematiksel modellemeler ile optimize edilmiş bir satış fiyatı bulmak için etkili bir yaklaşım sunar.

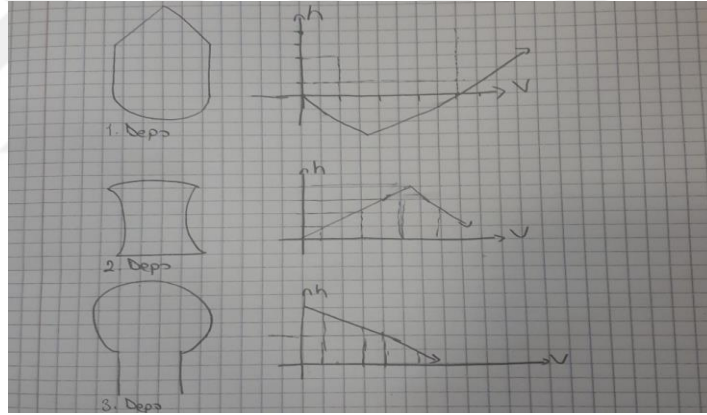
4.1.2. Eylem Planı 2: Su Deposu Etkinliği

Su Deposu Etkinliđinde öğretmen adaylarının bazılarının cevap kağıtları örnek olarak paylaşılmıştır.



Şekil 4.3. G_{10} 'un Eylem Planı 2 İçin Çözümü.

Şekil 4.3.'e göre G_{10} kodlu grup, verilen örnek depo şekillerini kademeli olarak 0, 5, 10,... şeklinde bölmelendirerek hacim-yükseklik grafiğini çizmişlerdir.



Şekil 4.4. G_{16} 'nın Eylem Planı 2 İçin Çözümü.

Şekil 4.4.'de verilen G_{16} kodlu grubun çözümünde çizdiği grafiklerde yüksekliğin negatif değerlere düştüğü görölmektedir. Bu durum problemi anlama basamağında eksikliklerinin olduğunun ve kavram karmaşası yaşadıklarının göstergesi olmuştur.

4.1.3. Eylem Planı 3: Çitleyelim Etkinliği ve Nasıl Depolayalım Etkinliği

Çitleyelim Etkinliği ve Nasıl Depolayalım Etkinliği için öğretmen adaylarının verdikerli cevaplardan örnekler gösterilmiştir.

G11'in Çitleyelim Etkinliği İçin Çözümü.

Diagram: FABRİKA SINIRI

$M = 300x + 200y + 200y = 300x + 400y$

Alan = $x \cdot y = 10800 \rightarrow x = \frac{10800}{y}$

$300 \cdot \frac{10800}{y} + 400y = \frac{3240000}{y} + 400y$

$\frac{dM}{dy} = 300 \cdot \frac{10800}{y^2} + 400 = -\frac{3240000}{y^2} + 400 = 0$

$3 \cdot 240 \cdot 000 = 400 y^2$

$3 \cdot 240 \cdot 000 = 400 y^2$

$y^2 = 8100$ $y = 90$

Şekil 4.5. G₁₁'in Çitleyelim Etkinliği İçin Çözümü.

G₁₁ kodlu grup Çitleyelim Etkinliğinin çözümü için alan ve maliyet (M) değişkenlerini belirlemiştir. Bu iki bağıntıyı kullanarak değişken sayısını teke düşürmüş ve bu sayede bir fonksiyon elde etmişlerdir. Matematik eğitimleri boyunca öğrendikleri konulardan yola çıkarak, en uygun maliyeti türev ile hesaplayabilecekleri yorumunu yapmışlardır.

G18'in Çitleyelim Etkinliği İçin Çözümü.

Diagram: FABRİKA SINIRI

$M = 300x + 200y + 200y = 300x + 400y$

$x \cdot y = 10800 \text{ m}^2 \rightarrow \text{verilmiştir}$

$y = \frac{10800}{x}$ $\leftarrow \text{yerine yaz}$

$M = 300x + 400 \cdot \frac{10800}{x} = 300x + \frac{4320000}{x}$

türev al:

$M' = 300 - \frac{4320000}{x^2} = 0 \Rightarrow 300 = \frac{4320000}{x^2}$

$\Rightarrow x^2 = \frac{4320000}{300} = 14400$

$x = 120$

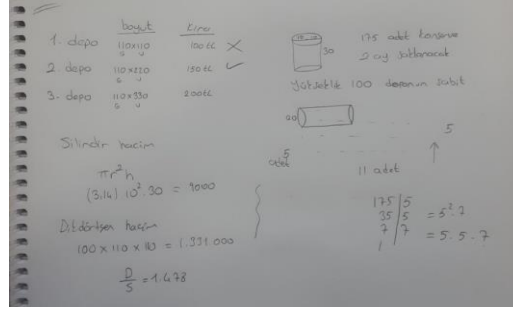
$N' = \frac{3600000}{x^3} \leftarrow \text{yerine yaz}$

$N'' = 5$ minimum tutarı $\leftarrow 120 \text{ dir.}$

$y = \frac{10800}{120} = 90$

Şekil 4.6. G₁₈'in Çitleyelim Etkinliği İçin Çözümü.

G₁₈ kodlu grubun Çitleyelim Etkinliği için sunduğu çözüm yaklaşımı incelendiğinde, G₁₁'in çözüm yoluna çok benzer olduğu görülmektedir. G₁₈'deki öğretmen adayları çözümünde detaylı açıklamalara yer vererek değerlendirme yorumlama kriterinde daha başarılı olduklarını göstermektedir.

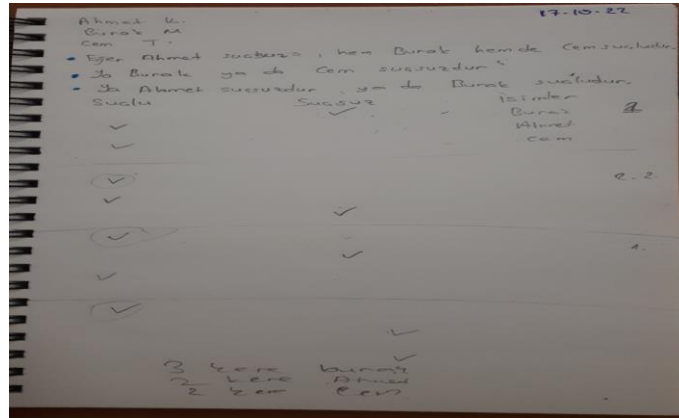


Şekil 4.7. G₁₄'ün Nasıl Depolayalım Etkinliği İçin Çözümü.

Şekil 4.7.'de G₁₄'ün Nasıl Depolayalım Etkinliği için kullandığı çözüm yolunu görmekteyiz. Etkinlikte verilen farklı depoların boyutlarını ve aylık kira giderlerini Çizelge şeklinde yazarak problemi somutlaştırmışlardır. Ardından, Nasıl Depolayalım? sorusuna uygun olarak alternatif yollar sunmuşlardır.

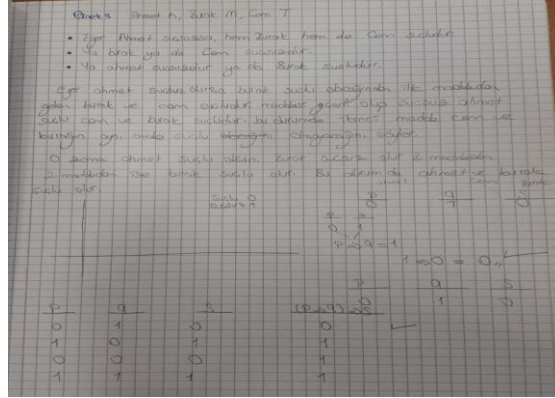
4.1.4. Eylem Planı 4: Banka Soygunu ve Meyve Suyu Ambalajı Etkinliği

Banka Soygunu ve Meyve Suyu Ambalajı Etkinlikleri için öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara örnekler gösterilmiştir.



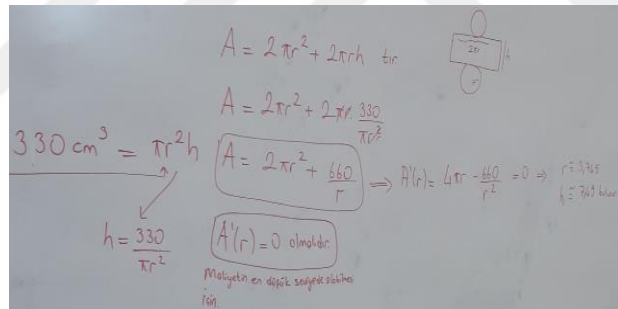
Şekil 4.8. G₁₅'in Banka Soygunu Etkinliği İçin Çözümü.

G₁₅ kodlu gruptaki öğretmen adayları savcının verdiği bilgileri kullanarak bir çizelge oluşturmuşlardır. Çizelgede en çok oy olan kişinin suçu olduğuna karar verilebilir şeklinde bir çözüm yaklaşımı sunmuşlardır.



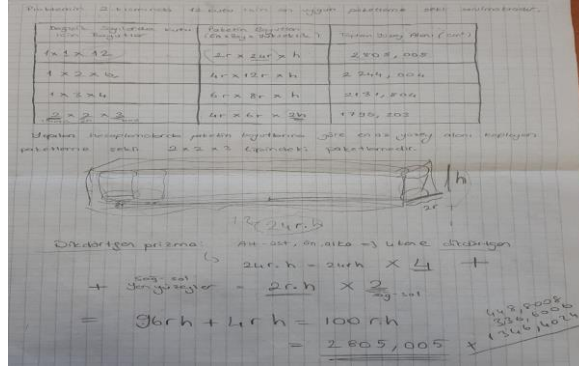
Şekil 4.9. G₈'in Banka Soygunu Etkinliği İçin Çözümü.

G₈'de bulunan öğretmen adayları matematik eğitimleri boyunca öğrendikleri konulardan yola çıkarak “*Bu problemin çözümünde mantık konusunu kullanmak bizi çözüme ulaştırır*” yorumunda bulunmuşlardır. Savcının verdiği bilgileri mantıksal önermelere çevirerek ve kullanılan bağlaçlara uygun doğruluk Çizelgesi yaparak aslında kimin suçlu olduğunu görebilecekleri bir model geliştirmişlerdir.



Şekil 4.10. G₁₅'in Meyve Suyu Ambalajı Etkinliği İçin Çözümü.

Şekil 4.10.'da görüldüğü gibi G₁₅ kodlu grup silindirin hacim formülünü kullanarak değişkenleri birbiri cinsinden ifade ederek problemin içerdiği değişken sayısını teke indirgemıştır. Böylece tek değişkenli bir fonksiyon elde ederek ve bundan sonraki adımda model olarak türev konusunu kullanmış ve maksimum/minimum değerlere ulaşmışlardır. Ancak problemin ikinci kısmında sorulan soruya yanıt vermemişlerdir.



Şekil 4.11. G₉'un Meyve Suyu Ambalajı Etkinliği İçin Çözümü.

Şekil 4.11.'de görüldüğü gibi G₉ kodlu grup problemin ikinci kısmına alternatif çözümler sunmuşlardır. Yaptıkları hesaplamalardan yola çıkarak en uygun paketleme şeklinin en, boy ve yükseklik sırasıyla 2,2 ve 3 olduğunu savunmuşlardır.

4.1.5. Eylem Planı 5: Köfte Savaşları Etkinliği

Öğretmen adaylarının Eylem Planı 5'te gösterilen Köfte Savaşları Etkinliği için geliştirdikleri çözüm yollarına örnekler gösterilmiştir.

	İstikbal Kofta	Yedigöller Kofta
İstikbal Kofta	-200 TL	+200 TL
Yedigöller Kofta	+200 TL	-200 TL
İstikbal Kofta	+300 TL	-300 TL
Yedigöller Kofta	-300 TL	+300 TL
İstikbal Kofta	+400 TL	-400 TL
Yedigöller Kofta	-400 TL	+400 TL

Şekil 4.12. G₁₂'nin Eylem planı 5 İçin Çözümü.

G₁₂ kodlu gruptaki öğrenciler Köfte Savaşları Etkinliğinin Çözümü için Çizelge oluşturmuşlardır. Çizelgeye problemin içeriğinde verilen sayısal değerleri yazmışlardır. Ancak oluşturdukları modeli değerlendirme ve yorumlama kısmını boş bırakmışlardır. Dolayısıyla, etkinliğin öğretmen adaylarından istedikleri uygun stratejiyi aktaramamışlardır.

4.1.6. Eylem Planı 6: Kıyamet Saati ve Stranç Tahtası Etkinliği

6.eylem planında öğretmen adaylarına bir satranç tahtası etkinliği sunulmuştur. Araştırmacı tarafından, etkinlikte verilen unsurlar ile istenilenlerin analiz edilmesiyle problemin anlaşılması sürecine katkıda bulunulmuştur. Ayrıca, bir internet sitesinde, problem içeriği ile yüksek benzerlik taşıyan bir zeka oyunu gösterilmiş ve böylece problemin anlaşılma aşaması desteklenmiştir. Öğretmen adaylarına, kendi gruplarında çözüm geliştirmek amacıyla bilgi alışverişinde bulunmaları ve belirlenen süre zarfında sonuca ulaşmaları için fırsat tanınmıştır.

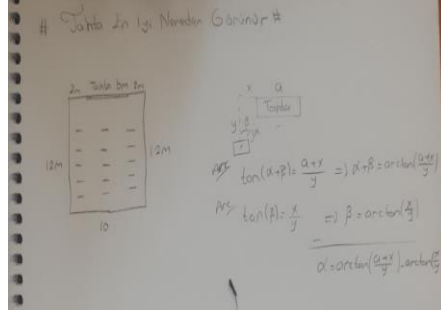
KİYAMET			
1 tane disk	1 hamle	$2^1 - 1$	
2 tane disk	3 hamle	$2^2 - 1$	
3 tane "	7 hamle	$2^3 - 1$	
4 " "	15 hamle	$2^4 - 1$	
...	...	...	...
64 " "	" "	$2^{64} - 1$ hamle =	
1 hamle 1 dakika			
$2^{64} - 1$ dakika			
365 gün 6 saat = 8760 saat = 525.960 dakika			
$\frac{2^{64} - 1}{525.960} = 35.072.522.765.437.6$			yıl bulunur.

Şekil 4.13. G₁₇'nin Kıyamet Saati Etkinliği İçin Çözümü.

G₁₇ kodlu grup Kıyamet Saati etkinliği İçin, bilgisayar ortamında gösterilen oyundan elde ettikleri verileri kullanarak disk sayısı ve hamle sayısı arasındaki ilişkiyi belirlemiştir ve sorunun çözümü için kullanacağı modeli ortaya koymuştur. Gerekli işlemleri gerçekleştirebilmeleri ve sonuçlara ulaşabilmeleri, bu etkinlik özelinde, matematikselleştirme kriterinde herhangi bir güçlük yaşamadıklarını göstermektedir.

4.1.7. Eylem Planı 7: Tahta En İyi Nereden Görünür? Etkinliği

Tahta En İyi Nereden Görünür? adlı etkinlik için öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara örnekler gösterilmiştir.



Şekil 4.14. G₆'nın Eylem Planı 7 İçin Çözümü.

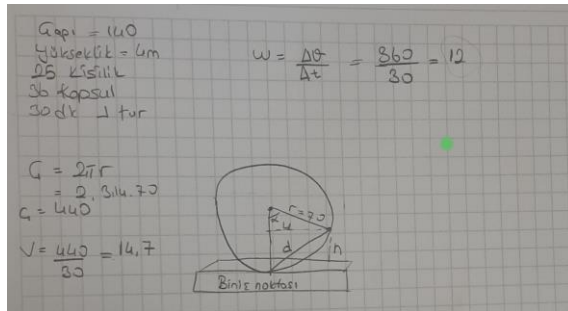
G₆ kodlu grupta bulunan öğrenciler sorunun çözümü için bir takım değişkenler belirlemişlerdir:

- Tahtanın genişliği (a birim)
- Öğrencinin tahtanın bulunduğu duvara olan uzaklığı (y birim)
- Öğrencinin iz düşüm noktası ile tahta arasındaki mesafe (x birim)

şeklinde. Öğrencinin görüş açısını temsilen açılar belirleyerek bunlara uygun trigonometrik formüller oluşturmuşlardır.

4.1.8. Eylem planı 8: Dönme Dolap ve Aman Petrol, Canım Petrol Etkinliği

Bu kısımda öğretmen adaylarının Dönme Dolap Etkinliğine ve Aman Petrol, Canım Petrol Etkinliğine verdikleri cevaplara örnekler gösterilmiştir.



Şekil 4.15. G₁₀'un Eylem Planı 8 İçin Çözümü.

G₁₀ kodlu gruptaki öğretmen adayları Dönme Dolap Probleminde verilen değişkenleri belirleyerek listelemişlerdir. İstenleri belirleyebilmek için bir takım matematiksel işlemler yapmışlardır.

Petrol çıkma oranı = %25
Petrol çıkma oranı = %75

	Petrol Çıkarsa	Petrol Çıkmasa
Sondaj yapılırsa	100.064.000	-15.200.000
Arazi satılırsa	10.680.000	10.680.000

$$[100.064.000 - 15.200.000] \cdot \begin{bmatrix} 0,25 \\ 0,75 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0,25 \times 100.064.000 \\ 0,75 \times -15.200.000 \end{bmatrix}$$

$$\begin{matrix} 25.016.000 & 11.400.000 \end{matrix}$$

$$13.616.000 > 10.680.000$$

Şekil 4.16. G₃'ün Eylem Planı 8 İçin Çözümü.

G₃ kodlu gruptaki öğretmen adayları öncelikle problemin daha anlaşılabilir olması için verilenleri kullanarak bir Çizelge oluşturmuşlardır. Sorunun çözümü için model olarak matris kullandıkları görülmektedir. Elde ettikleri sonuçları eşitsizlik yardımıyla karşılaştırmışlardır ve daha fazla karlı olan yöntemi tespit etmişlerdir.

Gaıusma

26.416.000

Sondaj

10.680.000

100.064.000

15.200.000

25.016.000

11.400.000

36.416.000

100.064.000

15.200.000

25.016.000

11.400.000

36.416.000

Şekil 4.17. G₆'nın Eylem Planı 8 İçin Çözümü.

G₆ kodlu gruptaki öğretmen adayları sorunun çözümünde bir olasılık şeması kullanmışlardır. Verilenlere uygun işlemleri yaparak her durumda ne kadar kar-zarar edeceklerini tespit etmişlerdir. Ancak sorunun sonucu için buldukları sonuçları toplama kısmında hata yapmışlardır. Ayrıca bulduklar sonucu açıklayamamış ve işlemleride neden yaptıklarını ifade edememişlerdir.

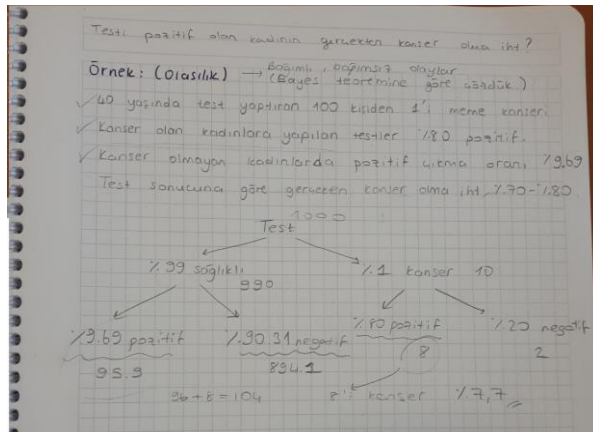
4.1.9. Eylem Planı 9: Königsberg'in Yedi Köprüsü Etkinliği

Königsberg'in köprüleri, matematikte ünlü bir çizge (graph) problemidir. Bu problem uzman görüşü alınarak Eylem Planı 9 olarak uygulama sürecine konulmuştur. Etkinlik süresince, öğretmen adaylarından sırasıyla tahtaya çıkarak bir çözüm yolu sunmaları ve diğer adayların bu çözüm yolunu geliştirmeye yönelik eleştirilerde bulunmaları beklenmiştir. Bu süreç, karşılıklı fikir alışverişine dayalı olarak bir ders saati boyunca uygulanmıştır.



Şekil 4.18. Eylem Planı 9'un sınıf ortamında görünümü.

4.1.10. Eylem Planı 10: Gerçekten Kanser Mi Değil Mi? Etkinliği



Şekil 4.19. G₁₁'in Eylem Planı 10 İçin Çözümü.

G₁₁ kodlu gruptaki öğretmen adayları hastanın gerçekten kanser olup olmadığını belirleyebilmek için verilen olasılıklarla model olarak bir şema hazırlamışlardır.

Son olarak 10 eylem planının analiz sonuçlarının ortalaması alınarak eylem planları sonrasında Çizelge olarak sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Eylem Planları Sorularına ait Analiz Sonuçları.

Kriterler	Puan Ortalaması
Problem Durumunu Anlama	0,96
Model İçin Fikir Sunma	1,14
Matematikselleştirme	1,08
Değerlendirme ve Yorumlama	0,83
Modeli Oluşturma ve Ortaya Koyma	0,46

Çizelge 4.1. incelendiğinde Öğretmen adayları Problem Durumunu Anlama kriterinden ortalama 0,96 puan, Model İçin Fikir Sunma kriterinden ortalama 1,14 puan ve Matematikselleştirme kriterinden ortalama 1,08 puan aldıkları görülmektedir. Değerlendirme ve Yorumlama ve Modeli Oluşturma ve Ortaya Koyma kriterlerinden aldıkları puanların ortalaması ise sırasıyla 0,83 ve 0,46'dır.

4.2. MODELLEME PROBLEMİ BAŞARI TESTİNE YÖNELİK BULGULAR

Çalışmada Modelleme Problemi Başarı Testi sorularına ait bulgular ve bazı cevap örnekleri bu bölümde sunulmuştur.

4.2.1. 1.Modelleme Problemi: Martı Mı Ucuz, Taksi Mi?



Elektrikli scooter'lar tüm şehre yayılmaya devam ediyor. Taksici esnafı Uber'den sonra şimdi de Martı'dan rahatsız.

Gelişen ve değişen dünyamızda şehirlerde ulaşım gün geçtikçe daha da zor hale gelmeye başlamıştır. Bu zorlukla beraber insanlar farklı alternatif arayışı içerisine girmiştir. Martı, Oğuz Alper Öktem ve Sena Öktem tarafından kurulan; İstanbul, Kayseri, Ankara, İzmir, Bursa, Yalova, Antalya, Eskişehir, Ordu ve Gaziantep'te hizmet veren scooter paylaşım sistemidir. Faaliyetlerine 2019 yılında başlayan ve ilk başta sadece İstanbul'da hizmet veren sistem, Şubat 2020'de Ankara'da da kullanıma sunulmuştur.

Kullanıcılar bulundukları konuma yakın park edilmiş martıları görmek için telefonlarına Martı uygulamasını indirmelidirler. Ödeme bilgileri girildikten sonra kullanıcı martının yanına giderek telefonu ile QR kodunu okutur. Yolculuğun başında 1,99 TL başlangıç ücreti ve kullanılan her dakika için 1,79 TL ücretlendirme uygulanır. Gün içerisinde kullanıcılar her saat martıya ulaşabilirler. Takside ise 1 dakika karşılığında alınan ücret 1,12 TL ve taksimetre açılış ücreti 9,80 TL ve bildiğiniz üzere minimum ücret olan indi-bindi ücreti 28 TL'dir. Yani taksi ile 10 dakika yolculuk yapıldığında 21 TL tutuyor ancak minimum ücret olan 28 TL ödenmek zorunda kalınıyor.

Sizden istediğimiz bir yolcuya öneride bulunmak. Martı mı, yoksa taksi mi daha ucuz?

Yolculuk yapacağımız süreye göre hangi seçeneği seçmek daha mantıklı bunları açıklamanız.

Şekil 4.20. 1.Modelleme Problemi.

4.2.1.1. 1.Modelleme Problemi İçin Elde Edilen Bulgular

Çalışma gruplarının 1.modelleme probleminin çözümünden aldıkları puanlar Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. 1.Modelleme Probleminden Elde Edilen Bulgular.

	Problem Durumunu Anlama	Model İçin Fikir Sunma	Matematikselleştirme	Değerlendirme ve Yorumlama	Modeli Oluşturma ve Ortaya Koyma
3 puan	3 (G ₂ , G ₁₅ , G ₁₆)	2 (G ₂ , G ₁₅)	1 (G ₂)	2 (G ₁ , G ₂)	0
2 puan	5 (G ₃ , G ₆ , G ₈ , G ₁₈ , G ₂₀)	10 (G ₁ , G ₃ , G ₄ , G ₆ , G ₈ , G ₉ , G ₁₃ , G ₁₆ , G ₁₈ , G ₂₀)	1 (G ₉)	9 (G ₃ , G ₄ , G ₈ , G ₉ , G ₁₃ , G ₁₅ , G ₁₆ , G ₁₈ , G ₂₀)	1 (G ₁₆)
1 puan	11 (G ₁ , G ₄ , G ₅ , G ₇ , G ₉ , G ₁₁ , G ₁₂ , G ₁₃ , G ₁₄ , G ₁₇ , G ₁₉)	8 (G ₅ , G ₇ , G ₁₀ , G ₁₁ , G ₁₂ , G ₁₄ , G ₁₇ , G ₁₉)	14 (G ₁ , G ₃ , G ₄ , G ₆ , G ₈ , G ₁₂ , G ₁₃ , G ₁₄ , G ₁₅ , G ₁₆ , G ₁₇ , G ₁₈ , G ₁₉ , G ₂₀)	9 (G ₅ , G ₆ , G ₇ , G ₁₀ , G ₁₁ , G ₁₂ , G ₁₄ , G ₁₇ , G ₁₉)	13 (G ₂ , G ₃ , G ₄ , G ₆ , G ₁₂ , G ₁₃ , G ₁₄ , G ₁₅ , G ₁₇ , G ₁₈ , G ₁₉ , G ₂₀)
0 puan	1 (G ₁₀)	0	4 (G ₅ , G ₇ , G ₁₀ , G ₁₁)	0	6 (G ₁ , G ₅ , G ₇ , G ₉ , G ₁₀ , G ₁₁)
Ortalama	1,5	1,7	0,95	1,65	0,75

Çizelge 4.2.'de görüldüğü gibi, 'Problem Durumunu Anlama' kriterinden gruplardan 3'ü 3 puan, 5'i 2 puan ve 11'i 1 puan almıştır. G₁₀ ise 0 puan almıştır. Grupların problemi anlama kriterinden aldıkları puanların ortalaması 1,5 olarak hesaplanmıştır. Grupların verdiği cevaplar 'Model İçin Fikir Sunma' kriteri açısından değerlendirildiğinde 2 grubun tam puan aldığı, 10 grubun 2 puan aldıkları ve 8 grubunda 1 puan adlıkları görülmektedir. Grupların aldığı puanların ortalaması 3 tam puan üzerinden 1,7'dir. 'Matematikselleştirme' kriterinden tam puan alan 1 grup ve 2 puan alan 1 grup vardır. Grupların ağırlıklı olarak 1 puan aldıkları 4 grubun ise 0 puan aldığı gözlemlenmiştir ve grupların ortalaması 0,95 olarak hesaplanmıştır. 'Değerlendirme ve Yorumlama' kriterinden 2 grup 3 puan, 9 grup 2 puan alırken geriye kalan 9 grubun ise 1 puan aldığı görülmektedir. Verdikleri cevapları değerlendirme ve yorumlama açısından gruplar ortalama 1,65 puan aldıkları görülmektedir. Son olarak grupların verdiği cevaplar 'Modeli Oluşturma ve Ortaya

Koyma' kriteri açısından incelendiğinde tam puan alan bir cevap gelmemiştir. 1 grup 2 puan almıştır. 13 Grup 1 puan alırken 6 grup ya hiç model oluşturamamış ya da yanlış model ortaya koyarak 0 puan aldıkları görülmektedir.

4.2.1.2. 1. Modelleme Problemi İçin Grupların Verdiği Cevaplar

Martı	Taksi
başlangıcı: 1,99 TL	1 dk → 1,12 TL
her 1 dk : 1,79 TL	başlangıcı → 9,80 TL
10 dk = 19,89 TL	10 dk = 21 TL = 28 TL
15 dk = 28,84 TL	15 dk = 26,60 = 28 TL
20 dk = 37,79 TL	20 dk = 32,20 TL
19 dk = 36,00 TL	19 dk = 31,08 TL
3,58	2,24
19 dk 32,42 TL	19 dk 28,84 TL
16 dk ile yolculuklar için martı kullanmak daha mantıklı. 17 dk ve üstü yolculuklar için taksi kullanmak daha mantıklı.	

Şekil 4.21. G₁₈'in 1.Modelleme Problem İçin Çözümü.

G₁₈ grubunun 'Martı mı ucuz, taksi mi?' sorusuna verdiği yanıtı görmekteyiz. Gruptaki öğrencilerin bu günlük hayat problemi için çözüm yaklaşımı değer vermektir. Sorunun doğru cevabına çok yakın bir cevap vermişlerdir ancak herhangi bir matematiksel model kurmaya çalışmamışlardır. Bu cevap ile problem durumunu anlama kriterinden 2, model için fikir sunma kriterinden 2, matematikselleştirme kriterinden 1, değerlendirme ve yorumlama kriterinden 2, modeli oluşturma ve ortaya koyma kriterinden 1 puan almışlardır.

$$\begin{aligned}
 &\text{Martı} \rightarrow 1,99 \text{ TL başlangıç, } 1,79 \text{ TL her dakika} \\
 &\text{Taksi} \rightarrow 9,80 \text{ TL başlangıç, } 1,12 \text{ TL her dakika (16 dk bndr 28 TL)} \\
 &m = 1,99 + (1,79) \cdot x \rightarrow x \text{ dakika için martı daha ucuzdur} \\
 &t \Rightarrow 28 - 9,80 = 18,20, \quad \frac{18,20}{1,12} = 16,25 \Rightarrow 16 \text{ dk} \\
 &t = \begin{cases} 28 \text{ TL}, & x < 16 \text{ dk} \\ 9,80 + (1,12) \cdot x, & x \geq 16 \text{ dk} \end{cases} \\
 &x = 17 \text{ dakika için} \\
 &m = 1,99 + (1,79) \cdot 17 = 1,99 + 30,43 = 32,42 \\
 &t = 9,80 + (1,12) \cdot 17 = 9,80 + 19,04 = 28,84 \\
 &\text{Bu durumda martı daha ucuzdur.} \\
 &\text{Her iki alanı da ihmal edersek martı kullanmak daha mantıklıdır.}
 \end{aligned}$$

Şekil 4.22. G₂'nin 1.Modelleme Problem İçin Çözümü

G₂ kodlu gruptaki öğrenciler ‘Martı mı ucuz, taksi mi?’ sorusunun cevabı için öncelikle bu araçların kullanımında ne kadar ücret ödeneceğinin fonksiyonlarını yazarak çözüm için matematiksel model oluşturmuşlar. Ancak çözümün devamında değer vererek yaklaşık bir çözüm bulmuşlar ve buldukları çözümü yanlış yorumladıkları görülmektedir. Bu cevap ile puanlama kriterlerinden 3, 3, 3, 3, 1 puanlarını almışlardır.

4.2.2. 2. Modelleme Problemi: Minimum Değişim Ne Olmalı?



Şekil 4.23. Bir fabrika görseli.

Bir firmanın A şehrinde uzunlukları 40 metre ve 120 metre olan dikdörtgen şeklinde bir fabrikası bulunmaktadır. Bu firma sahipleri başka bir şehirde yeni bir fabrika yaparak işlerini büyütmek istiyorlar. Yeni kurulacak fabrikanın boyunu bir miktar kısaltıp, enini o miktarın yarısı kadar artırarak şu an ki fabrikadan daha büyük alana sahip bir fabrika inşa etmek istiyorlar. Ancak bu işin matematiğini sizlere bırakmışlar. Onlara yeni kurulacak fabrikanın boyutlarının en uygun ne olması gerektiği konusunda yardımcı olabilir misiniz?

4.2.2.1. 2.Modelleme Problemi İçin Elde Edilen Bulgular

Öğretmen adaylarının 2.modelleme probleminin çözümünden aldıkları puanlar Çizelge 4.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. 2.Modelleme Probleminden Elde Edilen Blgular.

	Problem Durumunu Anlama	Model İçin Fikir Sunma	Matematikselleştirme	Değerlendirme ve Yorumlama	Modeli Oluşturma ve Ortaya Koyma
3 puan	12 (G ₁ , G ₂ , G ₃ , G ₄ , G ₈ , G ₁₀ , G ₁₂ , G ₁₄ , G ₁₇ , G ₁₈ , G ₁₉ , G ₂₀)	12 (G ₁ , G ₂ , G ₃ , G ₄ , G ₈ , G ₁₀ , G ₁₂ , G ₁₄ , G ₁₇ , G ₁₈ , G ₁₉ , G ₂₀)	9 (G ₁ , G ₂ , G ₈ , G ₁₀ , G ₁₂ , G ₁₇ , G ₁₈ , G ₁₉ , G ₂₀)	2 (G ₂ , G ₁₀)	10 (G ₁ , G ₂ , G ₄ , G ₈ , G ₁₀ , G ₁₂ , G ₁₇ , G ₁₈ , G ₁₉ , G ₂₀)
2 puan	4 (G ₆ , G ₇ , G ₁₅ , G ₁₆)	3 (G ₆ , G ₇ , G ₁₅)	7 (G ₃ , G ₄ , G ₆ , G ₇ , G ₁₄ , G ₁₅ , G ₁₆)	4 (G ₁ , G ₃ , G ₄ , G ₁₂)	2 (G ₃ , G ₁₄)
1 puan	4 (G ₅ , G ₉ , G ₁₁ , G ₁₃)	5 (G ₅ , G ₉ , G ₁₁ , G ₁₃ , G ₁₆)	1 (G ₁₃)	11 (G ₆ , G ₇ , G ₈ , G ₉ , G ₁₄ , G ₁₅ , G ₁₆ , G ₁₇ , G ₁₈ , G ₁₉ , G ₂₀)	4 (G ₆ , G ₇ , G ₁₅ , G ₁₆)
0 puan	0	0	3 (G ₅ , G ₉ , G ₁₁)	3 (G ₅ , G ₁₁ , G ₁₃)	4 (G ₅ , G ₉ , G ₁₁ , G ₁₃)
Ortalama	2,4	2,35	2,1	1,25	1,9

Çizelge 4.3.'e göre 2.sorudan elde edilen bulgular şöyledir; 'Problem Durumunu Anlama' kriterinden gruplardan 12 tanesi 3 puan, 4 tanesi 2 puan ve 4 tanesi ise 1 puan almıştır. Gruplar bu kriterden ortalama 2,4 puan almışlardır. Bu kriterden aldıkları ortalama puan bu problemin öğrenciler tarafından büyük ölçüde anlaşıldığını göstermektedir. Eylem planı 3'de benzer bir etkinliğe yer verilmesinin bu problemi anlamada etkiliği olduğunu söylemek mümkündür. 2. Soruya gelen cevaplar değerlendirildiğinde 'Model İçin Fikir Sunma' kriterinden 12 grup 3 puan, 3 grup 2 puan ve 5 grup 1 puan almıştır. Bu puanların ortalaması 2,35 olarak hesaplanmıştır. 'Matematikselleştirme' kriterinden 9 grup 3 puan, 7 grup 2 puan, 1 grup 1 puan alırken 3 grubun 0 puan aldığını ve bu puanların ortalamasının 2,1 olduğu görülmektedir. 'Değerlendirme ve Yorumlama' kriterinden gruplardan 2'si 3 puan, 4'ü 2 puan, 11'i 1 puan ve 3'ü 0 puan almıştır. Bu kriterden grupların aldığı ortalama puan 1,25 olarak hesaplanmıştır. 'Modeli Oluşturma ve Ortaya Koyma'

kriterine bakıldığında ise 10 grubun doğru modeli oluşturarak 3 tam puan aldığı, 2 grubun 2 puan ve 4 grubun 1 puan aldığı görülmektedir. 0 puan alan 4 grubun ise hiç model oluşturamadığı veya yanlış model oluşturduğu söylenebilir. Modeli oluşturma ve ortaya koyma basamağında öğrencilerin aldığı ortalama puan 1,9 olarak hesaplanmıştır.

4.2.2.2. 2. Modelleme Problemi İçin Grupların Verdiği Cevaplar

Handwritten student work for the 2nd modeling problem. The student starts with a diagram of a rectangle with dimensions 120m and 40m. They set up the equation $(120-2x)(40+x) > 4800$ and simplify it to $2x^2 - 40x < 0$. They then solve for x, finding $x = 10$. The final answer is $100 \times 50 = 5000$ alan.

Şekil 4.24. G₁₇'nin 2.Modelleme Problemine Verdiği Cevap.

G₁₇ kodlu grubun öğrencileri problemin çözümü için sundukları bu yaklaşım ile problem durumunu anlama kriterinden 3, model için fikir sunma kriterinden 3, matematikselleştirme kriterinden 3, modeli oluşturma ve ortaya koyma kriterinden 3 puan aldığı cevabını görmekteyiz. Problem durumuna bulduğu çözümü gerçek hayat bağlamında yorumlamadığı için değerlendirme ve yorumlama kriterinden 1 puan almışlardır.

Handwritten student work for the 2nd modeling problem. The student shows two scenarios (1. Durum and 2. Durum) with diagrams and equations. They set up the equation $(120-2x)(40+x) > 4800$ and simplify it to $2x^2 - 40x < 0$. They then solve for x, finding $x = 10$. The final answer is $100 \times 50 = 5000m^2$.

Şekil 4.25. G₁₂'nin 2.Modelleme Problemine Verdiği Cevap.

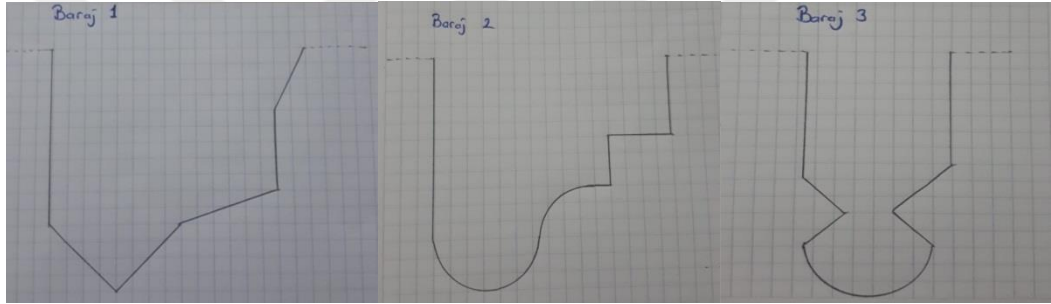
G₁₂ kodlu grubun öğrencileri 2.soru için önce her iki durumu da belirlemiş, daha sonra bu durumlara uygun matematiksel modeli oluşturmuşlardır. Sorunun

çözümünde matematiksel işlem ve sembolleri doğru kullandıkları görülmektedir. Ancak bulduğu çözümü yorumlarken hata yapmışlardır. Bu nedenle değerlendirme ve yorumlama kriterinden 2, diğer tüm kriterlerden 3 puan almışlardır.

4.2.3. 3.Modelleme Problemi: Barajların Doluluğu



Şekil 4.26. Baraj İllüstrasyonu



Şekil 4.27. 3.Modelleme Probleminde Verilen Baraj Şekilleri

Barajda biriken suyun hacmine bağlı olarak su yüksekliğini gösteren grafikleri çiziniz.

4.2.3.1. 3. Modelleme Problemi İçin Elde Edilen Bulgular

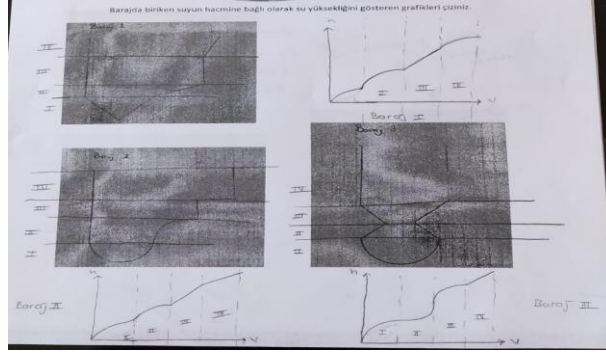
Öğretmen adaylarının 3.modelleme probleminin çözümünden aldıkları puanlar ve bu puanların ortalama değerleri Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. 3.Modelleme Probleminden Elde Edilen Bulgular.

	Problem Durumunu Anlama	Model İçin Fikir Sunma	Matematikselleştirm e	Değerlendirme ve Yorumlama	Modeli Oluşturma ve Ortaya Koyma
3 puan	5 (G ₁ , G ₄ , G ₁₃ , G ₁₇ , G ₁₉)	3 (G ₁ , G ₁₃ , G ₁₉)	2 (G ₄ , G ₁₃)	1 (G ₁₃)	5 (G ₁ , G ₄ , G ₁₃ , G ₁₇ , G ₁₉)
2 puan	4 (G ₅ , G ₆ , G ₁₀ , G ₁₅)	8 (G ₄ , G ₆ , G ₉ , G ₁₀ , G ₁₄ , G ₁₅ , G ₁₇ , G ₂₀)	7 (G ₁ , G ₅ , G ₁₀ , G ₁₄ , G ₁₇ , G ₁₉ , G ₂₀)	4 (G ₂ , G ₄ , G ₁₇ , G ₁₉)	3 (G ₅ , G ₁₄ , G ₂₀)
1 puan	9 (G ₂ , G ₃ , G ₇ , G ₈ , G ₁₁ , G ₁₂ , G ₁₄ , G ₁₈ , G ₂₀)	8 (G ₂ , G ₃ , G ₅ , G ₇ , G ₈ , G ₁₁ , G ₁₂ , G ₁₆)	8 (G ₂ , G ₃ , G ₆ , G ₈ , G ₉ , G ₁₂ , G ₁₅ , G ₁₈)	6 (G ₅ , G ₆ , G ₉ , G ₁₀ , G ₁₄ , G ₂₀)	10 (G ₂ , G ₃ , G ₆ , G ₇ , G ₉ , G ₁₀ , G ₁₁ , G ₁₅ , G ₁₆ , G ₁₈)
0 puan	2 (G ₉ , G ₁₆)	1 (G ₁₈)	3 (G ₇ , G ₁₁ , G ₁₆)	9 (G ₂ , G ₃ , G ₇ , G ₈ , G ₁₂ , G ₁₅ , G ₁₆ , G ₁₈)	2 (G ₈ , G ₁₂)
Ortalama	1,6	1,65	1,4	0,85	1,55

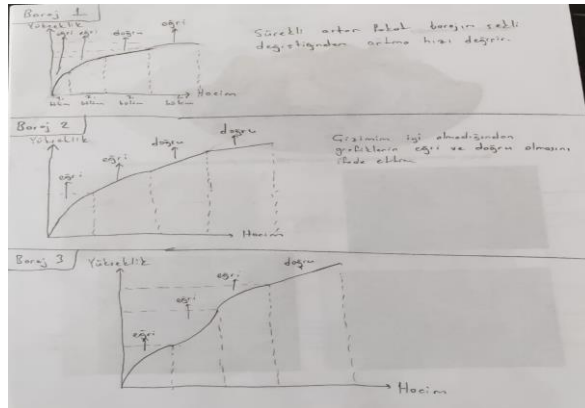
Çizelge 4.4.'e göre 3.sorudan elde edilen bulgular şu şekildedir; Grupların en çok zorlandığı kriter 0,85 ortalama ile 'Değerlendirme ve Yorumlama' olmuştur. Gruplardan sadece biri tam puan almıştır. 4 grup 2 puan, 6 grup 1 puan ve 9 grup 0 puan almışlardır. Bu problemde de diğerlerinde olduğu gibi Problemi Anlama Durumunda öğretmen adayları zayıf kalmıştır. Gruplardan 5'inin tam puan, 4'ünün 2 puan, 9 grubun 1 puan ve 2 grubun 0 puan aldıkları görülmektedir. Modeli Oluşturma ve Ortaya Koyma kriterinden alınan puanların ortalaması, Model İçin Fikir Sunma kriterinden alınan puanların ortalaması olan 1,65'ten daha düşük olması, öğretmen adaylarının düşündüklerini eyleme dökemediklerini, kendilerini net ifade edemediklerini göstermektedir.

4.2.3.2. 3. Modelleme Problemi İçin Grupların Verdiği Cevaplar



Şekil 4.28. G₁₃'ün 3. Modelleme Problemine Verdiği Cevap.

G₁₃ kodlu grubun öğrencilerinin 'Barajların doluluğu' sorusuna verdiği cevap, MMPÇF'nun tüm kriterlerden 3 puan almıştır. Barajların şekillerine göre su doldukça yükseklik nasıl değişir sorusunu matematiksel modele dökerek, hacim-yükseklik grafikleri oluşturarak cevap vermişlerdir. Grafik çizmeden önce barajların şekillerinin değiştiği noktaları 'I', 'II', 'III', 'IV' şeklinde bölmelere ayırarak her şekli kendi içerisinde değerlendirmişlerdir.



Şekil 4.29. G₄'ün 3. Modelleme Problemine Verdiği Cevap.

G₄ kodlu grup, G₁₃ ile benzer bir çözüm yaklaşımında bulunmuştur. Çözümünü eklediği açıklamalar ile desteklemiştir. Bu cevap ile puanlama kriterlerinden 3, 2, 3, 2, 3 puanlarını almıştır.

4.2.4. 4. Modelleme Problemi: Strateji



Biri as, öteki ikili olmak üzere yüzleri masanın üzerine kapatılmış iki kart vardır. A oyuncusu B oyuncusuna göstermeden bunlardan birini rasgele alır. Eğer kart as ise A'nın "ası çektim" diyerek B den 1 lira istemesi gerekir. Çekilen kart ikili ise A oyuncusu ya "ikiliyi çektim" diyerek B'ye 1 lira öder veya "ası çektim" diyerek B'den 1 lira ister. Eğer B'ye 1 lira verilirse onu almaya mecburdur. Eğer B'den 1 lira istenirse, ya A'nın as tuttuğuna inanır ve ona 1 lira öder veya o da inanmaz ve kartı görmek ister. Eğer A'nın elini göstermesini ister ve onun da gerçekten ası varsa, A'ya 2 lira ödemesi gerekir. Eğer B, A'nın elini göstermesini ister ve A'nın da ikilisi varsa, A'nın B'ye 2 lira ödemesi gerekir. Bu oyunu inceleyip taraflardan her biri için optimal stratejiyi bulalım.

Şekil 4.30. 4.Modelleme Problemi.

4.2.4.1. 4.Modelleme Problemi İçin Elde Edilen Bulgular

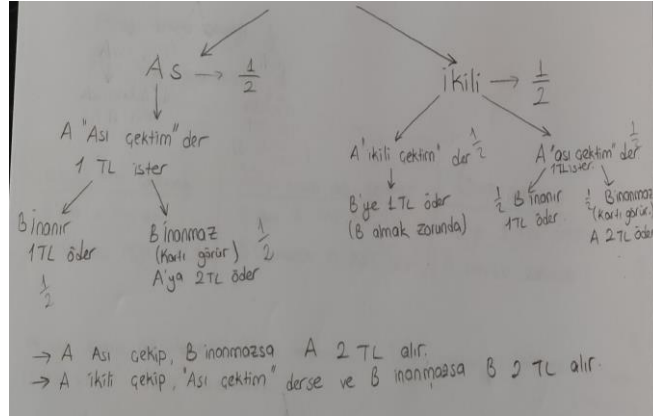
Öğretmen adaylarının 4.modelleme probleminin çözümünden aldıkları puanlar ve bu puanların ortalaması Çizelge 4.5.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. 4.Modelleme Probleminden Elde Edilen Puanlar.

	Problem Durumunu Anlama	Model İçin Fikir Sunma	Matematikselleştirme	Değerlendirme ve Yorumlama	Modeli Oluşturma ve Ortaya Koyma
3 puan	3 (G2, G3, G13)	4 (G2, G3, G9, G13)	2 (G2, G3)	2 (G2, G13)	0
2 puan	6 (G7, G9, G10, G11, G12, G17)	7 (G6, G7, G8, G10, G11, G12, G17)	4 (G7, G8, G9, G13)	5 (G3, G7, G9, G11, G17)	5 (G2, G3, G7, G9, G13)
1 puan	5 (G4, G5, G6, G8, G18)	6 (G1, G4, G5, G14, G18, G20)	12 (G1, G4, G5, G6, G10, G11, G12, G14, GG17, G18, G19, G20)	7 (G5, G10, G12, G15, G16, G18, G19)	7 (G5, G8, G10, G11, G12, G17, G18)
0 puan	6 (G1, G14, G15, G16, G19, G20)	3 (G15, G16, G19)	2 (G15, G16)	6 (G1, G4, G6, G8, G14, G20)	8 (G1, G4, G6, G14, G15, G16, G19, G20)
Ortalama	1,3	1,6	1,3	1,15	0,85

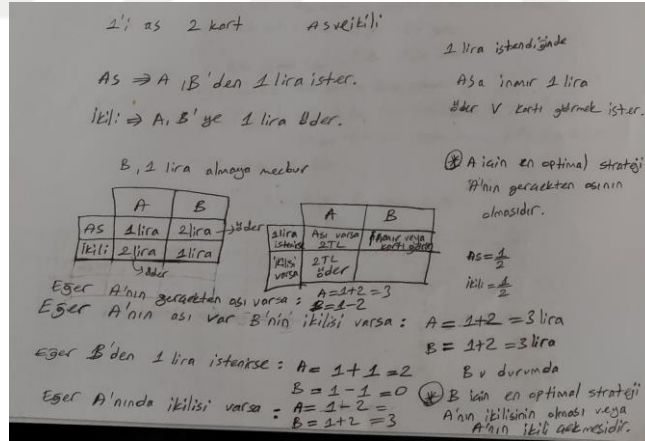
Öğretmen adaylarının 4.problemin çözümünden adlıkları puanlar Çizelge 4.5.'de görülmektedir. Problem durumunu anlama kriterinden aldıkları puanların ortalaması 1,3 tür. Öğretmen adaylarının aldıkları puanların ortalaması dikkate alındığında en çok Modeli Oluşturma ve Ortaya Koyma adımı zorlandıkları görülmektedir. Gruplardan tam puan alan olmamıştır. 5 grup 2 puan, 7 grup 1 puan ve 8 grup 0 puan almıştır.

4.2.4.2. 4.Problem İçin Grupların Verdiği Cevaplar



Şekil 4.31. G₁₃'ün 4.Modelleme Problemine Verdiği Cevap.

G₁₃ kodlu grup, 4.soruya ait cevap kağıdında problem durumunu anladığını gösteren ifadelerle yer vermiştir, problemin çözümüne yönelik bir fikir sunmuştur, ancak bulduğu çözümü değerlendirme ve yorumlama basamağında zorlandığı görülmektedir.



Şekil 4.32. G₅'in 4.Modelleme Problemine Verdiği Cevap.

G₅ kodlu grup burada yanlış matematiksel modeli oluşturmuştur. Sorunun çözümünde de hata ve eksiklikler içermektedir. Bu nedenle tüm kriterlerden 1 puan almıştır.

4.2.5. Modelleme Problemleri Genel Başarı Testi Ortalaması

Çizelge 4.6. 4 Problemin Çözümünden Aldıkları Puanların Ortalaması.

Kriterler	Puan Ortalaması
Problem Durumunu Anlama	1,7
Model İçin Fikir Sunma	1,82
Matematikselleştirme	1,43
Değerlendirme ve Yorumlama	1,22
Modeli Oluşturma ve Ortaya Kotyma	1,26

Problem çözme başarı testi incelenerek elde edilen bulgular ayrı ayrı değerlendirildikten sonra öğretmen adaylarının aldıkları puanların ortalaması Çizelge 4.6.'da gösterilmiştir. Öğretmen adayları Problem Durumunu Anlama kriterinden ortalama 1,7 puan, Model İçin Fikir Sunma kriterinden ortalama 1,82 puan ve Matematikselleştirme kriterinden ortalama 1,43 puan almışlardır. Değerlendirme ve Yorumlama ve Modeli Oluşturma ve Ortaya Koyma kriterlerinden aldıkları puanların ortalaması ise sırasıyla 1,22 ve 1,26 dır.

4.3. YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMUNDAN ELDE EDİLEN BULGULAR

Görüşme formunde bulunan 7 soru ile matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili görüşleri alınmıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde; dikkatli bir şekilde analiz edilerek katılımcıların açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar kodlar halinde Çizelgelaştırılarak sunulmuş ve frekans değerleri bulunmuştur.

4.3.1. Matematik öğretmen adaylarının "Matematiksel Modelleme Deyince Aklınıza Neler Geliyor?" Sorusuna Yönelik Bulguları

Yarı-yapılandırılmış görüşme formunun "Matematiksel modelleme deyince aklınıza neler geliyor?" sorusuna matematik öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların bazılarına aşağıda yer verilmiştir.

"Bir problemin grafiklere, şekillere veya Çizelgeya dökülerek anlama kolaylığı sağlayan şeylerdir." (Ö₂₀)

"Hayatın her alanındaki sistemleri basit bir şekilde görebilmemizi, onları keşfedip matematiksel terimlerle ifade edebilmemizi, sınıflandırabilmemizi, genelleyebilmemizi ve problemleri sonuca ulaştırmamızı kolaylaştıran bir yöntemdir." (Ö₂₂)

"Günlük hayattaki sorunun, veya bir problemin matematiksel terimler, sembol ve şekiller kullanılarak ifade edilmesi geliyor." (Ö₂₅)

Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar, frekans değerleri şeklinde Çizelge 4.7.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.7. Öğretmen adaylarının matematiksel modele ilişkin görüşlerine ait frekanslar.

Kodlar	Kişi Sayısı(f)
Sistemin basit hali	34
Görselleştirme	17
Şekil, şema, Çizelge, denklem	6
Problem çözme yöntemi	4
Formüle dökmek	4
Sayısal veriler	3

Çizelge 4.7. incelendiğinde öğretmen adayları genellikle matematiksel modeli, karmaşık bir sistemin basite indirgenmesi için başvurulan bir yöntem olarak tanımlamıştır ($f=34$). Eylem planlarında belirtilen ve uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinden esinlenen öğretmen adayları matematiksel modelleme denilince görselleştirmenin ($f=17$) akıllarına geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca şekil, şema, Çizelge ve denklemin ($f=6$) akıllarına geldiğinin de belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bir kısmının ($f=4$) matematiksel modeli bir problem çözme yöntemi olarak, bir kısmının ($f=4$) sistemi formüle dökmek, bir kısmının ($f=3$) ise sayısal veriler olarak tanımladığı görülmektedir.

4.3.2. Matematik Öğretmen Adaylarının "Matematiksel Modelleme Etkinlikleri İçin Gereken Yeterlilikler Nelerdir?" Sorusuna Yönelik Bulguları

Yarı-yapılandırılmış görüşme formlarından elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinlikleri için gereken yeterlilikler ile ilgili görüşleri Çizelge 4.8.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.8. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme için hangi yeterliliklerin gerekli olduğuna ilişkin görüşleri.

Belirtiler	Kişi Sayısı (f)
Matematiksel bilgi birikimi	13
Düşünme becerisi, analiz yapma ve mantık yürütme	12
Tanım ve çeşitleri bilmek	5
Farklı soru tarzlarına hakim olmak	3
Fizik Bilmek	2

Çizelge 4.8. incelendiğinde, matematik öğretmen adayları, matematiksel modelleme için bir çok yeterlilik olduğunu belirtmişlerdir. Bu özelliklerden en çok ihtiyaç duydukları yeterliliğin matematiksel bilgi birikimine sahip olmak ($f=13$) olduğu görülmektedir. Diğer yeterlilikler ise düşünme becerisi, analiz yapma ve mantıksal akıl yürütme ($f=12$), tanım ve çeşitleri bilmek ($f=5$), farklı soru tarzlarına hakim olmak ($f=3$), fizik bilmek ($f=2$) şeklindedir.

Yarı- yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen öğretmen görüşlerinden bazıları;

"Daha analitik ve çözüm odaklı düşünme becerisi gerekir." (Ö₁₇)

"Gereken yeterlilikler farklı bakış açısına sahip olmak ve bu sayede problemin farklı çözüm yollarını görebilmektir." (Ö₂₈)

"Modellemenin ne olduğunu ve çeşitlerini bilmek gerekiyor. Yoksa uygulanamaz. Bunun yanında olasılık, türev, integral, trigonometri gibi matematiksel konulara hakim olmak da gerekiyor." (Ö₃₀)

"Modelleme etkinlikleri için kişinin matematiksel bilgi birikimine sahip olması ve problemi anlama becerisi, hızlı kavrayabilme kabiliyeti, olayları ilişkilendirerek onlar arasındaki neden-sonuç ilişkilerini görebilme yeterliliğine sahip olması gerekiyor." (Ö₄₁)

4.3.3. Matematik Öğretmen Adaylarının "Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Problem Çözerken Zorlandınız Mı? Zorlanmanızın Sebebi Nedir?' Sorusuna Yönelik Bulguları

Öğretmen adaylarının "Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Problem Çözerken Zorlandınız Mı?" sorusuna vermiş oldukları cevaplar, frekans değerleri şeklinde Çizelge 4.9.'da sunulmuştur.

Çizelge 4.9. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinlikleri sırasında problem çözerken zorlanma durumları.

Soru	Evet(f)	Hayır(f)
Matematiksel modelleme etkinliklerinde problem çözerken zorlandınız mı?	38	4

Çizelge 4.9. incelendiğinde öğrencilerin büyük çoğunluğu ($f=38$) matematiksel modelleme etkinliklerinde karşılaştıkları problemlerin çözümünde zorlandıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin zorlanma sebebiniz nedir sorusuna verdikleri cevaplar ve frekans değerleri Çizelge 4.10. da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Modelleme etkinliklerinde zorlanan öğrencilerin zorlanma sebepleri ve frekans değerleri.

Sebepler	Kişi Sayısı(f)
İlk defa karşılaşma	17
Somutlaştırmada zorlanma (matematikselleştirme, işleme dökme, matematiğin soyut olması)	12
Bilgi eksikliği	10
Kavrayamama	5
Doğru yerde bilgiyi kullanamama	3
Bakış açısı dar	2
Soru tarsi	2
Açıklayamama	1

Çizelge 4.10. incelendiğinde öğretmen adayları matematiksel modelleme problemlerini çözerken zorluk yaşama sebepleri olarak modelleme ile ilk defa karşılaşma ($f=17$), soyut kavramları somutlaştırırken zorlanma (matematikselleştirmede, işleme dökmede) ($f=12$), bilgi eksikliği olması ($f=10$),

soruyu kavrayamama ($f=5$), öğrendikleri bilgiyi doğru yerde kullanamama ($f=3$), bakış açısının dar olması ($f=2$), soru tarzlarının farklı gelmesi ($f=2$), çözümü yapsa bile neden öyle yaptığını açıklayamama ($f=1$) güçlüklerini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.10.'dan anlaşılabacağı üzere matematiksel modelleme etkinlikleri sırasında, öğretmen adayları genellikle zorlandıklarını belirtmişlerdir. Zorlanma sebeplerine ilişkin öğretmen adaylarının bazılarının görüşleri şöyledir:

"Evet zorlandım. Daha önce problemlere böyle bir bakış açısıyla yaklaşmamıştım. Belirli bir soru için belirli bir formül olmadığından, yani alıştığımız gibi kalıplaşmış ifadeler içermediğinden, her sorunun kendine has bir düşünme yöntemi ile çözüldüğü ve farklı açılardan düşünmek gerektiğinden zorlandım. Eğitim hayatım boyunca öğrendiğim matematiği bu etkinliklerde uygulamakta zorlandım." (Ö₁)

"Evet zorlandım. Geçmişte problemlere hiç bu şekilde yaklaşmamıştım. Matematiği sadece işlemlerden ibaret sanıp gerçek hayatla pek ilişkilendirmediğimden matematiksel modelleme problemlerini çözmek benim için zorlayıcıydı." (Ö₉)

Öğretmen adaylarından bazıları ($f=4$) zorlanmadıklarını ifade etmişlerdir. Bu konudaki görüşlerden biride şu şekildedir:

"Hayır zorlanmadım. Çünkü hayatımın her alanında kendi kendime bu ne işe yarıyor gibi sorular sorardım. Modelleme etkinliklerinden sonra matematikte öğrendiğim her konunun bir amacı olduğunu, bir çok konuyu ve soyut kavramı nasıl uygulayacağımı gördüm." (Ö₅)

şeklinde.

4.3.4. Matematik Öğretmen Adaylarının "Modelleme Etkinliğinden Sonra Kendinizde Gözlemlediğiniz Değişim ve Gelişmeler Neler Oldu?" Sorusuna Yönelik Bulguları

Öğretmen adaylarının görüşme formunun dördüncü sorusu olan "Modelleme etkinliğinden sonra kendinizde gözlemlediğiniz değişim ve gelişmeler neler oldu?" sorusuna verdikleri yanıtlar ve bu yanıtlara ait frekans değerleri Çizelge 4.11.'de yer almaktadır.

Çizelge 4.11. Öğretmen adaylarının yaşadığı değişim ve gelişmelere ilişkin görüşlerine ait frekanslar.

Etkinlik sonrası gözlemlenen değişimler/gelişmeler	Kişi Sayısı (f)
Matematiğin günlük hayata uyarlanabilen yapısını keşfetme	16
Matematiksel düşünme becerisi kazanma	14
Günlük hayat sorularını daha rahat çözebilme	8
Geniş bir bakış açısı kazanma	7
Modellemenin hayatımızdaki yeri ve önemini fark etme	5
Düşüncelerini daha rahat ifade edebilme	1

Çizelge 4.11.'de görüldüğü gibi öğretmen adayları matematiksel modelleme etkinliklerinden sonra kendilerinde olumlu değişim ve gelişmeler gözlemlemiştir. Öğretmen adaylarının bahsettiği bu değişim ve gelişmeler derslerde öğrenilen matematiğin günlük hayata uyarlanabilen yapısını keşfetme ($f=16$), matematiksel düşünme becerisinin artması ($f=14$), sorunları daha kolay çözebilme ($f=8$), olaylara daha geniş bakış açısıyla yaklaşma ($f=7$), modellemenin hayatımızdaki yeri ve önemini fark etme ($f=5$), kendini daha iyi ifade edebilme ($f=1$) şeklinde sıralanabilir. Bu görüşlere bir kaç örnek olarak şu öğretmen adaylarının görüşleri verilebilir.

"Günlük hayatımızda yaşadığımız olayları matematiksel olarak yorumlayabileceğimizi fark ettim." (Ö₂)

"Hepimizin sorduğu 'Matematik günlük hayatta ne işimize yarar?' sorusuna cevap buldum. Günlük hayat problemlerine bilimsel bir bakış açısıyla yaklaşmayı, çözümünü kağıt üzerine dökerek basitleştirmeyi öğrendim." (Ö₄)

"Gündelik hayatımda değişimler gözlemledim. Bir olay karşısında daha farklı çözüm yolları aramaya başladım. Kendimi daha iyi ifade edebildiğimi hissettim." (Ö₁₀)

"Modelleme yapma becerim gelişti. Bir çok alanın aslında matematik ile ilişkili olduğunu ve sorunların matematiksel modelleme ile daha kolay bir hale indirgenip çözümlenebildiğini fark ettim." (Ö₁₃)

"Gündelik yaşamımda bu tür problemler daha çok gözüme çarpmaya başladı ve modellemenin aslında ne kadar önemli olduğunu ve bizi çözüme ne kadar yakınlaştırdığını gördüm." (Ö₁₆)

"Modelleme etkinliklerinin başında soruları çözerken sabit fikirli davranıyordum. Şimdi ise farklı yollarla çözüm bulmaya çalışıyorum." (Ö₂₉)

4.3.5. Matematik Öğretmen Adaylarının "Modelleme Sürecinde Bireysel Çalışmak mı, Grup Çalışması mı Daha Uygundur? Neden?" Sorusuna Yönelik Bulguları

Öğretmen adaylarına modelleme etkinliklerinin sonunda yönettiğimiz "Modelleme sürecinde bireysel çalışmak mı, grup çalışması mı daha uygundur?" sorusuna verdikleri yanıtlar ve frekans değerleri Çizelge 4.12.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Grup çalışması mı bireysel çalışma mı daha uygundur? sorusunun yanıtları.

Soru	Grup	Bireysel
Modelleme sürecinde bireysel çalışmak mı, grup çalışması mı daha uygundur?	41	1

Çizelge 4.12. incelendiğinde öğretmen adaylarının tamamına yakını grup çalışmasının daha uygun olduğunu belirtmişlerdir. Yalnızca 1 öğretmen adayı bireysel çalışmanın daha uygun olduğunu söylemiştir.

4.3.6. Matematik Öğretmen Adaylarının "Modellerin Bize Hangi Alanlarda Yardımcı Olduğunu Maddeler Halinde Yazınız." Cümlesine Yönelik Bulguları

Görüşme formunun altıncı maddesinde öğretmen adaylarından modellemenin bize hangi alanlarda yardımcı olduğunu maddeler halinde yazmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının yazdığı maddeler ve frekans değerleri Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Matematiksel modellemenin kullanıldığı alanlar ve frekansları.

Alanlar	Kişi Sayısı (f)
Fizik	27
Biyoloji	22
Ekonomi	21
Kimya	20
Sosyoloji	20
Sağlık-Tıp	12
Matematik	10
Geometri	3
Eğitim	2
Finans	1
Mühendislik	1
Teknoloji	1

Çizelge 4.13. incelendiğinde öğretmen adayları matematiksel modellemenin en çok Fizik ($f=27$), Biyoloji ($f=22$), Ekonomi ($f=21$), Kimya ($f=20$), Sosyoloji ($f=20$) gibi alanlarda kullanıldığını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarını bir kısmı ise Sağlık-Tıp ($f=12$), Matematik ($f=10$), Geometri ($f=3$), Eğitim ($f=2$), Finans ($f=1$), Mühendislik ($f=1$) ve Teknoloji ($f=1$) alanlarında matematiksel modellemenin uygulama alanları olduğunu düşünmektedir.

4.3.7. Matematik Öğretmen Adaylarının "Matematik Eğitimi Boyunca Gördüğünüz Dersler Düşünüldüğünde Modelleme Etkinliklerinde Model Olarak En Çok Neleri Kullandınız?" Sorusuna Yönelik Bulguları

Görüşme formunun son sorusu olan 7.madede öğretmen adaylarından modelleme etkinlikleride matematik eğitimi boyunca gördükleri dersleri göz önünde bulundurarak en çok neleri model olarak kullandıklarını yazmaları istenmiştir. Bu soruya verilen yanıtlar frekans değerleri ile birlikte Çizelge 4.14.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Öğrencilerin model olarak kullandıkları matematik konuları ve frekansları.

Model	Kişi Sayısı (f)
Olasılık	13
Grafik	9
Geometri	7
Çizelge	5
Denklem	5
Oran-Orantı	3
Trigonometri	3
Mantık	3
Üslü ifadeler	2
Türev	2
Yüzdelik	2
Cebirsel İfadeler	1
Çevre-alan hesabı	1
Eşitsizlik	1
İstatistik	1
Kar-zarar hesaplama	1
Limit	1

Çizelge 4.14. incelendiğinde, öğretmen adayları matematiksel model olarak en çok Olasılık ($f=13$), Grafik ($f=9$), Geometri ($f=7$), Çizelge ($f=5$), Denklemler ($f=5$) gibi konuları kullandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bir kısmı ise Oran-Orantı ($f=3$), Trigonometri ($f=3$), Mantık ($f=3$), Üslü ifadeler ($f=2$), Türev ($f=2$), Yüzdelik ($f=2$) konularını matematiksel model olarak kullandıklarını ifade etmişlerdir.

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini çözme becerilerini incelemektir. Araştırma, problem çözme becerilerinin yanı sıra, sürece ilişkin aday görüşlerini ve matematiksel modelleme etkinliklerinin problem çözmedeki tutum ve becerilere etkilerini de değerlendirmeyi hedeflemektedir. Bu amaç doğrultusunda, öğretmen adaylarına 14 hafta sürecek on eylem planı hazırlanmıştır. Bu eylem planları aracılığıyla adayların matematiksel modelleme etkinliklerini tanımaları, modelleme problemlerini keşfetmeleri ve günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri problemler için çeşitli çözüm yollarını öğrenmeleri sağlanmıştır.

Daha sonra, öğrencilerin öğrendiklerini değerlendirebilmeleri amacıyla dört problemten oluşan bir başarı testi uygulanmıştır. Araştırma deseni eylem araştırması olarak belirlenmiş olup, araştırmacının çalışma grubunun başında bulunmasından ötürü, her uygulamanın sonuçları göz önünde bulundurularak ortaya çıkan sorunlar anında tespit edilip giderilmiştir. Bu esnek düzenleme ve yeniden yapılandırma süreci, çalışmanın problem çözme becerilerine olan katkısını artırmış ve istenilen sonuçlara ulaşılmasını sağlamıştır.

Modelleme etkinliklerinin çözüm süreci, problem çözme aşamalarıyla büyük benzerlikler taşımaktadır. Bu tür etkinlikler sırasında öğrencilere kazandırılan bilişsel beceriler, problem çözme sürecinde gerekli davranışlarla uyumludur. Öğrenciler, modelleme problemlerini çözerken öncelikle problemin ne olduğunu anlamının önemini kavramışlardır. Modelleme etkinliklerinde en fazla çaba, problemin anlaşılması aşamasına harcanmıştır. Grup içi tartışmalar ve fikir alışverişleri

sayesinde her öğrenci, problemi anlamak için gerekli adımları belirlemiştir. Problemi anlayan öğrenciler, çözüm stratejilerini tartışarak bir çözüm planı oluşturmuş ve bu planı uygulamaya geçirmişlerdir.

Her eylem planının uygulanmasının ardından öğrenciler, önceki planlardan edindikleri becerileri etkin bir şekilde kullanmışlardır. Etkinlik sayısının artışıyla birlikte, öğrenciler problemin anlaşılması aşamasında, problemi nasıl çözmeleri gerektiği, hangi verilere ihtiyaç duyacakları ve bu verileri nasıl değerlendirecekleri konularında daha derinlemesine bir anlayış geliştirmişlerdir. Problem çözme sürecinin son aşaması olan çözüm doğrulama, ilk etkinliklerde yeterince önemsenmemişken, grup sunumları aracılığıyla bu aşama dikkate alınmaya başlanmıştır. Öğrenciler, çözümlerini diğer gruplara sunma ve onları ikna etme sürecinde, sunum öncesinde ayrıntılı bir plan yapma alışkanlığı kazanmışlardır.

Modelleme etkinlikleri sırasında öğrenciler, grup arkadaşlarıyla sürekli tartışmalar yaparak, birbirlerinin akıl yürütmelerine müdahale etmiş, değerlendirme gerçekleştirmiş ve ortak kararlar almışlardır. Bu etkileşimler, öğrencilerde bilişsel düşünme becerilerinin gelişmesini sağlamıştır. Grup sunumlarının gerçekleştirilmesi, gruplar arasında tartışmaların ortaya çıkmasına ve öğrencilerin birbirlerinin süreçlerinden etkilenmelerine yol açmıştır. Bu etkileşimler, sonraki etkinliklerde olumlu sonuçlar doğurmuştur.

Öğrencilerin önce grup olarak kendilerini değerlendirdikleri ve ardından bireysel düşünme biçimlerini gözden geçirdikleri süreçler gözlemlenmiştir. Bu süreç boyunca, öğrenciler hata ve eksikliklerini belirleyerek bu alanlarda iyileştirme yapmak amacıyla planlamalar gerçekleştirmişlerdir. Modelleme etkinliklerinin ders ortamında grup çalışması şeklinde yürütülmesi, öğrencilerin mantıksal ve matematiksel düşünme becerilerini geliştirmiştir.

5.2. TARTIŞMA

Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini çözme yeteneklerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, belirlenen araştırma

deseni ile istenen sonuçlara ulaşılmıştır. Ayrıca, modelleme etkinliklerinin yapısı sayesinde öğrencilerin problem çözme konusundaki olumlu tutumlarında da bir gelişme sağlanmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak öğretmen adaylarının modelleme ile ilgili görüşleri incelendiğinde, modellemenin genellikle basitleştirme, somutlaştırma, görselleştirme ve modelleri kullanma şeklinde ele alındığı gözlemlenmiştir. Akgün ve arkadaşlarının (2013) öğretmenlerin modellemeyi model kullanma olarak algıladıkları yönündeki tespiti, Kertil'in (2008) modellemenin model kullanma süreci olduğu yönündeki görüşü ile uyumludur. Bunun yanı sıra, öğretmenler modellemeyi görselleştirme ve model oluşturma olarak da değerlendirmişlerdir. Güneş ve meslektaşlarının (2004) modellerin modelleme sürecinde oluşturulması ifadesi, öğretmenlerin model oluşturmaya modelleme ile eşdeğer gördükleri yönündeki görüşlerini desteklemektedir.

Bu çalışmada, matematiksel modelleme etkinlikleri, problem çözme becerilerini geliştirmek amacıyla bir araç olarak kullanılmıştır. Türkiye'de matematik eğitimi alanında yapılan modelleme araştırmalarını inceleyen Aztekin ve Şener (2015), modelleme çalışmalarının genellikle pedagojik hedeflere ulaşmak için araç olarak kullanıldığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, Özer ve Güzel'in (2016) gerçekleştirdiği bir çalışmada, matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeyi eğitim sürecinde bir araç olarak gördükleri ve modelleme problemlerinin öğretim programına ve öğrencilere uygun şekilde hazırlanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemleri çözme testindeki performansları incelenmiş ve öğretmen adaylarının modelleme sürecinin çeşitli basamaklarında çözüme yönelik uygun yaklaşım sergilemede zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir. Hıdıroğlu, Bukova Güzel ve arkadaşları (2014), öğretmen adaylarının problemi anlama aşamasında uygun yaklaşımlar geliştirerek problemi kendi cümleleriyle ifade ettiklerini belirtmiştir. Ancak, problemi anlama aşamasında yaşanan zorlukların, modellemenin diğer basamaklarını da olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir. Bu nedenle, problemi anlama aşamasının modelleme sürecinin en kritik basamağı olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde, Peter-Koop (2004) öğrencilerin problemi anlamalarının, problemi çözmelerindeki başarının

belirleyici bir faktör olduğunu ve genellikle bu aşamada zorluk yaşadıklarını ifade etmektedir.

Öğretmen adaylarının bazı problemleri çözerken soruyu okuyup anlamadan doğrudan çözüme geçtikleri gözlemlenmiştir. Aykurtlu'nun (2019) çalışmasında, öğrencilerin problem içinde verilen sayıları kullanarak işlem yapma ve bir sonuca ulaşma çabası gösterdikleri, ancak soruda ne istendiğini tam olarak anlamadıkları tespit edilmiştir. Bu bulgular, Ersoy ve Güner (2014) ile Gökkurt ve arkadaşlarının (2015) çalışmalarında da benzer şekilde rapor edilmiştir. Bu çalışmalar, öğrencilerin problem çözme sürecinde problemin içeriğini ve neyin çözüme yönelik olduğuna dair eksik anlama eğilimlerini ortaya koymaktadır. Ayrıca bu çalışma ile eğitimlerini tamamlamaya çok yakın olan, yarının matematik öğretmenleri olacak bugünün öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin oldukça zayıf olduğunu tespit edilmiştir. Olkun, Şahin, Akkurt, Dikkartın ve Gülbağcı (2009) ile benzer şekilde öğrencilerin problem çözme başarı düzeylerinin düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Öğretmen adayları, bireysel olarak belirli bir noktaya kadar ilerleyebildiklerini, ancak grup çalışmaları aracılığıyla sürecin farklı yönlerinin daha net bir şekilde ortaya çıktığını ve çözüme kavuşturulduğunu belirtmişlerdir. Özellikle, birbirlerini ikna edebilme sürecinde iletişim becerilerinin kritik bir rol oynadığını vurgulamışlardır. Bu gözlemler, Ata Baran'ın (2019) matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak tasarlanmış öğrenme ortamlarının matematiksel iletişim becerilerini geliştirdiği bulgusu ile uyum göstermektedir.

Öğrencilerin gerekli değişkenleri ayıklama ve bu değişkenleri nasıl kullanacaklarını belirleme konusundaki yetersizlikleri, matematiksel modelleme sürecinde çeşitli sıkıntılara yol açmıştır (Balyta, 1999; Graham & Thomas, 2000). Bu durum, öğrencilerin varsayımlarının matematiksel modelleme aşamasını doğrudan etkilediğini göstermektedir. Ayrıca, öğrencilerin farklı disiplinler arasındaki ilişkileri kurmaya yönelik bir eğitim almamış olmalarının, matematiksel modelleme sürecinin matematikselleştirme aşamasında zorluk yaşamalarına sebep olduğu düşünülmektedir (Blomhøj, 1993; Schoenfeld, 1992). Bu bağlamda, öğrencilerin matematik ve diğer disiplinler arasındaki bağlantıları kurabilecekleri ortamlarda

eğitim almalarının ve matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilerin ilgisini çekecek şekilde tasarlanmasının önem arz ettiği değerlendirilmektedir.

Peter-Koop'un (2004) araştırma bulgularına paralel olarak, bu çalışmada da çözümleri değerlendirme ve yorumlama aşamasında öğretmen adaylarının matematiksel sonuçları analiz etme ve gerçek yaşam bağlamında yorumlama konusunda zorluk yaşadıkları gözlemlenmiştir. Bazı durumlarda, adayların yorumlama yapmadıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin çözümü yorumlama aşamasını atlamalarının, Hıdıroğlu'nun (2014) belirttiği gibi, genellikle sonuç odaklı bir yaklaşım benimsemelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde, Kapur (1982) öğrencilerin oluşturdukları matematiksel modelin ve elde ettikleri sonuçların gerçek yaşam bağlamı ile uyumunu sorgulamadıklarını vurgulamıştır. Bu bağlamda, modelleme sürecinde değerlendirme ve yorumlama kriterlerinin önemi göz önüne alındığında (Hestenes, 1987; Tuminaro & Redish, 2003), öğrencilerin bu aşamadaki yeterliliklerinin geliştirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Modelleme sürecinde gerçekleştirilen üst bilişsel süreçlerin oluşumunda doğrulama aşamasının önemli bir rol oynadığı (Hıdıroğlu, 2012) düşünülmektedir. Clement (1982) ve Kapur'un (1987) çalışmalarına benzer şekilde, bu çalışmada da öğrencilerin sonuca odaklanmaları nedeniyle, matematiksel sonucu elde ettikleri anda problemi ve çözüm sürecini yorumlama ve doğrulama aşamalarını ihmal ettikleri görülmüştür. Bu eğilim, öğrencilerin son iki aşamada uygun yaklaşımlar sergilemede yetersiz kalmalarına neden olmuştur. Dolayısıyla, modelleme sürecinde bu aşamaların etkin bir şekilde uygulanması, öğrencilerin modelleme becerilerinin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

5.3. ÖNERİLER

Bu kısımda, yapılan çalışmadan ulaşılan sonuçlar ışığında matematiksel modelleme, modelleme problemi çözme ve problem çözme konularında araştırma yapacak araştırmacılara, hazırlanan programa, öğretmen ve öğretmen adaylarına yönelik bir takım öneriler yer almaktadır.

Çalışmadaki katılımcı öğretmen adayı sayısı bu araştırma için yeterli, fakat daha derin bilgi edinmek amacıyla daha fazla sayıda öğretmenle araştırmalar yapılması önerilmektedir.

Matematik dersinde öğrencilerin ilgisini çekmek, onları ders içerisinde aktif kılmak, öğretme-öğrenme sürecini zevkli hale getirmek, öğrenme yaşantılarını zenginleştirmek, öğrencilerin ufkunu açacak kapılar aralamak amacıyla matematiksel modellemeyi ve modellemeye uygun kurulan günlük hayat problemlerinden yararlanılabilir.

Yapılan bu çalışmada matematiksel modelleme problemlerinin çözümü bakımından matematik bölümünde öğrenim görmekte olan matematik öğretmen adayları değerlendirilmiştir. Ayrıca farklı sınıf düzeylerinde çalışma grupları oluşturularak buna benzer araştırmalar yapılabilir.

Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme süreci hakkında kapsamlı bilgilendirilmesi sağlanarak, modelleme basamaklarına yönelik yaklaşımlarının daha bilinçli ve çeşitli hale gelmesi teşvik edilmelidir. Öğretmen adaylarının modelleme becerilerini geliştirmek ve modelleme aşamalarında çeşitli yaklaşımlar sergileyebilmelerini sağlamak amacıyla, sınıf ortamında farklı matematiksel modelleme problemleri uygulanmalı ve bu problemlerin çözümleri detaylı bir şekilde tartışılmalıdır. Ayrıca, çeşitli disiplinlerden öğretmenlerin iş birliğiyle, öğrencilerin disiplinler arası matematiksel modelleme problemleriyle karşılaşabilecekleri uygulamalar düzenlenmelidir. Bunun yanı sıra, problem çözme ve matematiksel modelleme becerileri ile matematiksel düşünme, tutum, matematiksel muhakeme yeteneği ve öz-yeterlilik gibi çeşitli değişkenler arasındaki ilişkiler araştırılabilir.

KAYNAKLAR

Abay, S. and Gökbulut, Y., "Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri: fermi problemleri uygulamaları", *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5 (9): 65-83 (2017).

Akar, Ş. Ş., "Üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının matematiksel modelleme etkinlikleri süreciyle incelenmesi", Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2017).

Akay, H., Soybaş, D. and Argün, Z., "Problem kurma deneyimleri ve matematik öğretiminde açık-uçlu soruların kullanımı", *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14 (1): 129-146 (2006).

Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z. and Işık, A., "İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları", *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12: 1-34, (2013).

Albayrak, H. B. and Tarım, K., "Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri: okulda zaman problemi", *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 18 (2): 95-112 (2022).

Altun, M., "Eğitim fakülteleri ve ilköğretim öğretmenleri için matematik öğretimi", *Alfa Basım Yayın Dağıtım*, Bursa, 24-133 (1998).

Altun, M., Memnun, D. S. and Yazgan, Y., "Sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan matematiksel problemleri çözme becerileri ve bu konudaki düşünceleri", *İlköğretim Online*, 6 (1): 127-143 (2007).

Ang, K. C., "Teaching and learning mathematical modelling with technology", *15th Asian Technology Conference in Mathematics*, Malaysia, (2010).

Aydoğdu, M. and Ayaz, M. F., "The importance of problem solving in mathematics curriculum", *New World Sciences Academy*, 3 (4): 538-545 (2008).

Aykurtlu, G., "9.sınıf öğrencilerinin kesir ve yüzde problemleri konusunda problem çözme başarılarının ve problem kurma becerilerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Balıkesir, (2019).

Aztekin, S. and Şener, Z. T., "Türkiye’de matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının içerik analizi: Bir meta-sentez çalışması", *Eğitim ve Bilim*, 40(178): 139-161 (2015).

Bakırcı Saymaz, C., "The effect of mathematical modeling activities on primary school students' pisa mathematics achievement levels", *3rd International Eurasian Educational Research Congress*, Muğla, 1283-1284 (2016).

Baran, A. A., "Matematiksel modellemeye dayalı bir öğretim deneyinde sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel iletişim becerilerinin, matematik okuryazarlıklarının ve duyuşsal alan özelliklerinin incelenmesi", Doktora Tezi, **Eskişehir Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Eskişehir, (2019).

Baştürk, S., "Bilimsel Araştırma Yöntemleri", **Vize Yayıncılık**, Ankara, 129-159 (2013).

Baykul, Y., "İstatistikte Metodlar ve Uygulamalar 3.baskı", **Anı Yayıncılık**, Ankara, (1999).

Baykul, Y. and Aşkar, P., "Matematik öğretimi", **Anadolu Üniversitesi Yayınları**, Eskişehir, (1987).

Baykul, Y., "Ortaokulda Matematik Öğretimi (5-8. Sınıflar)", **Pegem Akademi Yayınları**, Ankara (2014).

Berry, J. S. and Houston, S. K., "Mathematical modelling", **Edward Arnold**, London, (1995).

Blatchford, P., Kutnick, P., Baines, E. and Galton, M., "Toward a social pedagogy of classroom group", **Internatioanal Journal of Educational Research**, 39 (1): 153-172 (2003).

Blum, W. and Ferri, R. B., "Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? " **Journal of Mathematical Modelling and Application**, 1 (1): 45-58 (2009).

Blum, W. and Niss, M., "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 (1991).

Borgia, E. T. and Schuler, D., "Action research in early childhood education", **ERIC Clearinghouse on Elementary and Early Childhood Education**, (1996).

Bransford, J. D., Brown, A. L. and Cocking, R. R., "How people learn: brain, mind, experience, and school", **National Academy Press**, Washington DC, (2000).

Bulut, M., "Curriculum reform in Turkey: A case of primary school mathematics curriculum", **Eurasia Journal of Mathematics, Science &Tecnology Education**, 3 (3): 203-212 (2007).

Bukova Güzel, E. and Uğurel, I., "Matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki", **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 29 (1): 69-90 (2010).

Büyükalan Filiz, S. and Abay, S., "Sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problemlerdeki problemi anlama durumları", **Eğitim Kuram Ve Uygulama Araştırmaları Dergisi**, 3 (3): 97-118 (2017).

Cai, J. and Hwang, S., "Teachers as redesigners of curriculum to teach mathematics through problem posing: conceptualization and initial findings of a problem-posing project", *ZDM–Mathematics Education*, 53: 1-14 (2021).

Cheng, A. K., "Teaching and Learning Mathematical Modelling with Technology", *15th Asian Technology Conference in Mathematics*, Malaysia, 19-29 (2010).

Çelikkol, Ö., "7.sınıf öğrencilerine cebirsel sözel problemlerde matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması: Bir eylem araştırması", Yüksek Lisans Tezi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, (2016).

Çetinkaya, S., "Lise öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde üst bilişsel becerilerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2020).

Dede, Y. and Yaman, S., "Matematik öğretmen adaylarının matematiksel problem kurma ve problem çözme becerilerinin belirlenmesi", *Eurasian Journal of Educational Research (EJER)*, 18: 41-56 (2005).

Delice, A. and Taşova, H. İ., "Bireysel ve grup çalışmasının modelleme etkinliklerindeki sürece ve performansa etkisi", *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34 (34): 71-97 (2011).

Demir, G., and Vural, R. A., "Ortaöğretim matematik programının hedeflediği matematiksel yeterlilik ve becerilerinin kazandırılma sürecinin öğretmen görüşleri temelinde incelenmesi", *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4 (1): 118-139 (2017).

Deniz, D., "Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturabilme ve uygulayabilme yeterlikleri", Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, (2014).

Doerr, H. M., "Experiment, simulation and analysis: An integrated instructional approach to the concept of force", *International Journal of Science Education*, 19 (3): 265-282 (1997).

Doerr, H. M., Ärleback, J. B. and O'Neil, A. H., "Teaching practices and modelling changing phenomena", *CERME8*, Antalya, 1041-1050 (2013).

Doruk, B. K., "Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi", Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara, (2010).

Duncker, K., "On problem-solving", *Psychological Monographs*, 58 (5): 1-113 (1945).

Durmaz, B. and Altun, M., "Ortaokul öğrencilerinin problem çözme stratejilerini kullanma düzeyleri", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (30): 73-94 (2014).

English, L. D. and Doerr, H., "Learning through interacting with students' ways of thinking." *Mathematics education for the third millennium: Towards 2010* 215-222 (2004).

English, L. D. and Watters, J. J., "Mathematical modelling with young children", Hoines, M. J. and Fuglestad A. B., *28th annual conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Bergen, Norway, 335-342 (2004).

Erbaş, A. K., Çetinkaya, B., Alacacı C., Çakıroğlu, E., Yenmez A. A., Zeytun A. Ş., Korkmaz H., Kertil M. and Göz M., "Lise matematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları", *TÜBA-Türkiye Bilimler Akademisi*, Ankara, 18-77 (2016).

Ersoy, E. and Güner, P., "Matematik öğretimi ve matematiksel düşünme", *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 3(2): 102-112 (2014).

Ferrini, J. and Mundy, "Principles and standards for school mathematics", *National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)*, (2000).

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

Gök, M. and Erdoğan, A., "Sınıf ortamında rutin olmayan matematik problemi çözme: Didaktik durumlar teorisine dayalı bir uygulama örneği", *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14 (1): 140-181 (2017).

Gökkurt, B., Örnek, T., Hayat, F. and Soylu, Y., "Öğrencilerin problem çözme ve problem kurma becerilerinin değerlendirilmesi", *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 4(2): 751-774 (2015).

Grundy, S., "Action research at the school level: possibilities and problems", *Educational Action Research*, 2(1): 23-37 (1994).

Güneş, B., Gülçiçek, Ç. and Bağcı, N., "Eğitim Fakültelerindeki Fen ve Matematik Öğretim Elemanlarının Model ve Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi", *Journal of Turkish Science Education*, 1 (1): 35-48 (2004).

Gürbüz, R., Çavuş Erdem, Z., Şahin, S., Temurtaş, A., Doğan, C., Doğan, M. F., Çalık, M. and Çelik, D., "Bir disiplinler arası matematiksel modelleme etkinliğinden yansımalar", *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8 (2): 1-22 (2018).

Hıdıroğlu, Ç. N. and Bukova Güzel, E., "Matematiksel modelleme sürecini açıklayan farklı yaklaşımlar", *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2 (1): 127-145 (2013).

Hıdıroğlu, Ç. N. and Güzel, E. B., "Teknoloji destekli ortamda matematiksel modellemede ortaya çıkan üst bilişsel yapılar", *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 6 (2): 179-208 (2015).

Hıdıroğlu, Ç. N., "Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: Yaklaşım ve düşünme süreçleri üzerine bir açıklama", Yüksek Lisans Tezi, **Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, İzmir, (2012).

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

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

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

İnternet: Zeka Testi Merkezi, "**Hanoi Kuleleri - Zeka Oyunları**", <https://www.zekatestimerkezi.com/zekaoyunlari/hanoiKuleleri.php>

Kaiser, G., "Mathematical modelling in school-examples and experiences", **Mathematikunterricht im Spannungsfeld von Evolution und Evaluation**, 99-108 (2005).

Kaplan, S., "Lise öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinin problem kurma bağlamında incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2022).

Kapur, J. N., "The Art of Teaching the Art of Mathematical Modeling", **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, 13 (2): 185-192 (1982).

Karaca, E. T., "İlköğretim 5. Sınıf Öğrencilerinin Rutin Olmayan Açık Uçlu Problem Çözümlerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2012).

Kayapınar, A., "Matematiksel problem çözme stratejileri öğretiminin ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin problem çözme performanslarına ve öz düzenleyici öğrenmelerine etkisi", Doktora Tezi, **Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Bursa, (2015).

Kertil, M., "Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (2008).

Kaya, D. and Keşan, C., "İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçleri: Su israfı örneği", **Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 19 (3): 1068-1097 (2022).

Kırlı, E., "İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlilikleri: Fermi problemleri uygulamaları", Yüksek Lisans Tezi, **Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Balıkesir, (2023).

Korkmaz, E., "İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri", Doktora Tezi, **Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Balıkesir, (2010).

Koyuncu, I., Güzeller, C. O. and Akyüz, D., "The development of a self-efficacy scale for mathematical modeling competencies", **International Journal of Assessment Tools in Education**, 4 (1): 19-36 (2017).

Köklü, N., "Eğitim Eylem Araştırması-Öğretmen Araştırması", **Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)**, 34 (1): 35-43 (2001).

Leavy, A. and Hourigan, M., "Posing mathematically worthwhile problems: developing the problem-posing skills of prospective teachers", **Journal of Mathematics Teacher Education**, 23 (4): 341-361 (2020).

Lesh, R., Cramer, K., Doerr, H. M., Post, T. and Zawojewski, J. S., "Model development sequences: Models and modeling perspectives on mathematics pr.", **Lawrence Erlbaum Associate Publishers**, Mahwah, NJ, 35-58 (2003).

Lesh, R. and Doerr, H. M., "Foundations of a models and modelling perspective on mathematics teaching, learning and problem solving. Beyond constructivism: models and modelling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching", **Lawrence Erlbaum Associate Publishers**, Mahwah N. J., 3-33 (2003).

Lesh, R. and Lehrer, R., "Models and modeling perspectives on the development of students and teachers", **Mathematical Thinking and Learning**, 5 (2-3): 109-129 (2003).

Lesh, R., "Modeling students modeling abilities: The teaching and learning of complex systems in education", **Journal of the Learning Sciences**, 15 (1): 45-52 (2006).

Lester, F. K., "Musings about mathematical problem-solving research: 1970-1994." **Journal for research in mathematics education**, 25 (6): 660-675 (1994).

Leung, S. K. S., "Teachers implementing mathematical problem posing in the classroom: Challenges and strategies", **Educational Studies in Mathematics**, 83 (1): 103-116 (2013).

Maaß, K. and Mischo, C., "Implementing modelling into day-to-day teaching practice-the project stratum and its framework", **Journal für Mathematik-Didaktik**, 32 (1): 103-131 (2011).

Mabilangan, R. A., Limjap, A. A. and Belecina, R. R., "Problem-solving strategies of high school students on non-routine problems: A case study", *Alipato: A Journal of Basic Education*, 5: 23-46 (2011).

MEB, "Ortaöğretim matematik dersi 9. 10. 11. 12. sınıflar öğretim programı", *MEB Basımevi*, (2017).

MEB, "Ortaöğretim matematik dersi 9. 10. 11. 12. sınıflar öğretim programı", *MEB Basımevi*, (2018).

Mengi, B., "Matematiksel modelleme yaklaşımının öğretim ortamında kullanılmasının 7. sınıf öğrencilerinin problem çözme ve üst düzey düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, (2019).

Miles, M. B. and Huberman, A. M., "Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook", *Sage Publications*, London, (1994).

Mousoulides, N., Christou, C. and Sriraman, B., "A modeling perspective on the teaching and learning of mathematical problem solving", *Mathematical Thinking and Learning*, 10 (3): 293-304 (2008).

Mutlu, E., "Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının kesirlerle bölmeye yönelik problem oluşturma ve çözme becerilerinin gelişimi", *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12 (3): 927-943 (2023).

Niss, M., "Key Issues and Trends in Research on Mathematical Education", Fujita, H., Hashimoto, Y., Hodgson, B. R., Lee, P. Y., Lerman, S., Sawada, T., *Ninth International Congress on Mathematical Education*, Chiba, 37- 38 (2004).

Olkun, S., Şahin, Ö., Akkurt, Z., Dikkartin, F. T. and Gülbağcı, H., "Modelleme yoluyla problem çözme ve genelleme: İlköğretim öğrencileriyle bir çalışma", *Eğitim ve Bilim*, 34 (151): 65-73 (2009).

Özer, A. Ö. and Guzel, E. B., "Öğrenci, öğretmen adayı ve öğretmenlerin bakış açısından matematiksel modelleme problemleri", *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4 (1): 57-73 (2016).

Özgen, K. and Bindak, R., "Matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi", *Kastamonu Education Journal*, 16 (2): 517-528 (2008).

Özkaya, A., Bulut, S. and Şahin, G., "Disiplinler arası matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretmen adaylarının matematiksel düşünme becerileri ve matematik okuryazarlığına etkisi", *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25 (4): 634-650 (2023).

Özsoy, G., "Problem çözme becerisi ile matematik başarısı arasındaki ilişki", *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25 (3): 179-190 (2005).

Özyıldırım Gümüş, F. and Umay, A., "Problem Çözme Stratejileri Öğretiminin İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Kavramsal/İşlemsel Çözüm Tercihlerine ve Problem Çözme Performansına Etkisi", *İlköğretim Online*, 16 (2): 746-764 (2017).

Peter-Koop, A., "Fermi problems in primary mathematics classrooms: Pupils' interactive modelling processes", *27th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, Sydney, 454-461 (2004).

Polya, G., "How to solve it: A new aspect of mathematical method", *Princeton University Press*, New Jersey, (2015).

Posamentier, A. S. and Krulik, S., "Matematikte problem çözme, 3-6. sınıflar için", Akgün, L., Kar, T. and Öçal M. F., *Pegem Akademi Yayınları*, Ankara, (2016).

Sagıroğlu, D. and Karataş, İ., "Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine yönelik etkinlik oluşturma ve uygulama süreçlerinin incelenmesi", *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12 (2): 102-135 (2018).

Sarı, O. S. and Sağırılı, M. Ö., "Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme hakkındaki farkındalıkları", *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (2): 335-359 (2021).

Schoenfeld, A., "Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics", Grouws D. A., *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, New York, 334-370 (1992).

Schorr, R. Y. and Lesh, R., "A modeling approach for providing teacher development.", Beyond constructivism, *Routledge*, 141-157 (2003).

Silver, E. A., "Problem-posing-research in mathematics education: Looking back, looking around, and looking ahead", *Educational Studies in Mathematics*, 83 (1): 157-162 (2013).

Şahin, Ç., "Problem çözme becerisinin temel felsefesi", *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (10): 160-171 (2004).

Şencan, H., "Güvenilirlik ve geçerlilik", *Seçkin Yayıncılık*, Ankara, (2005).

Temel, H. and Altun, M., "Problem çözme stratejilerinin matematiksel süreç becerilerine göre sınıflandırılması", *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 7 (3): 173-197 (2020).

Temur, D. and Turan, H., "Senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımının ilkökul üçüncü sınıf öğrencilerinin toplama ve çıkarma problemlerini çözme becerilerine etkisi", *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 1 (2): 72-84 (2018).

Toluk, Z. and Olkun, S., "Sınıf öğretmeni adaylarının geometrik düşünme düzeyleri", *Eğitim ve Bilim*, 29 (134): 55-60 (2004).

Topal, A. D. and Alkan, A., "Mayer'in bilimsel ve matematiksel mesaj tasarım ilkelerine göre tasarlanmış öğrenme ortamının öğrenci başarısı üzerine etkisi", *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20 (2): 93-106 (2010).

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

Van de Walle, J. A., Karp, K. S. and Bay Williams, J. M., "İlkokul ve ortaokul matematiği gelişimsel yaklaşımla öğretim", Durmuş, S., *Nobel Yayıncılık*, Ankara, (2016).

Mumcu, H. Y. and Baki, A., "Matematiği kullanma aktivitelerinde matematiksel modellemenin yorumlanması", *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36 (1): 7-33 (2017).

Yazgan, Y. and Arslan, Ç., "Matematiksel sıradışı problem çözme stratejileri ve örnekleri", *Pegem Akademi*, Ankara, (2017).

Yıldırım, A. and Şimşek, H., "Qualitative research methods in the social sciences", *Seçkin Publishing*, Ankara, 78 (2013).

Yıldızlar, M., (2018). "Yapılandırmacı öğretimde matematik problemlerini çözebilme yöntemleri 4th ed.", *Pegem Akademi*, Ankara, (2018).

Yurtbaşı, M., "Sınıflandırılmış Kavramlar Sözlüğü (Türkçe Thesaurus) ", *Tor Ofset*, İstanbul, (2013).

ÖZGEÇMİŞ

Betül YILMAZ; liseyi Bağcılar Akşemsettin Anadolu Lisesinde okudu. 2013 yılında Galatasaray Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Matematik bölümüne başladı ve 2018 yılında mezun oldu. 2020 yılında Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

