

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEMEL EĞİTİM ANABİLİM DALI
SINIF ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI**

**MATEMATİKSEL MODELLEME EĞİTİMİNİN SINIF
ÖĞRETMENİ ADAYLARININ PROBLEM ÇÖZME
BECERİSİNE VE MATEMATİĞE YÖNELİK TUTUMUNA
ETKİSİ (MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ)**

Damla KOÇ



**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Aysun Nüket ELÇİ**

MANİSA–2021



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Matematiksel Modelleme Eğitiminin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Problem Çözme Becerisine ve Matematiğe Yönelik Tutumuna Etkisi (Manisa Celal Bayar Üniversitesi) ” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

20/12/2020

Damla KOÇ

İmza

ÖZET

MATEMATİKSEL MODELLEME EĞİTİMİNİN SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNE VE MATEMATİĞE YÖNELİK TUTUMUNA ETKİSİ (MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ)

Günümüz ihtiyaçlarına göre öğretim programları sürekli yenilenmektedir. Öğretim programlarının yenilenmesiyle beraber kazandırılması hedeflenen becerilere yenileri eklenmektedir. Matematiksel modelleme becerisi de öğretim programının kazandırmayı hedeflediği becerileri kapsadığı için matematik eğitimi araştırmalarında yerini almıştır. Matematiksel modelleme etkinlikleri, matematik öğrenmeyi destekleyerek matematiksel yeteneklerin gelişmesine katkı sağlar. Öğrencilerin ilkokuldan itibaren matematiksel modelleme etkinlikleri ile çalışmaları ve modelleme becerilerine sahip olmaları oldukça önemlidir (English ve Watters, 2004). Bu nedenle öğrencilere modelleme becerisi kazandıracak ilkokul öğretmenlerine önemli görevler düşmektedir. Bu çalışmanın amacı matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerilerine ve matematiğe yönelik tutumuna etkisini ortaya çıkarmaktır. Bu çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden olan tek grup ön test son test deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmanın katılımcılarını 12 sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Veri toplama süreci COVID-19 pandemi koşullarından dolayı çevrim içi ortamda Microsoft Teams ile gerçekleştirilmiştir. Altı haftadan oluşan matematiksel modelleme eğitiminin ilk haftasında sınıf öğretmeni adaylarına ön test olan Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği (ABEMTÖ) ve Problem Çözme Başarı Testi (PÇBT) uygulanmıştır. Sınıf öğretmeni adaylarına PÇBT'yi çözerken yardım almamaları ve denklem kurmadan ilkokul öğrencilerinin anlayabileceği şekilde çözmeleri gerektiği belirtilmiştir. Daha sonra matematiksel modelleme etkinliklerinin tanıtıldığı ve uygulandığı dört haftalık bir uygulama süreci olmuştur. Uygulamaya başlamadan önce sınıf öğretmeni adayları üçer kişilik gruplara ayrılmıştır. Bu gruplar, sınıf öğretmeni adaylarının İlkokulda Temel Matematik Dersi harf notları temel alınarak araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Çalışmanın altıncı ve son haftasında ABEMTÖ ve PÇBT son test olarak uygulanmıştır. Sınıf öğretmeni adaylarına PÇBT'yi çözerken yardım

almamaları ve denklem kullanmadan ilkokul öğrencilerinin anlayabileceği şekilde çözmeleri gerektiği tekrar hatırlatılmış, ön teste verdikleri cevaplara bakmadan çözmeleri gerektiği konusunda uyarılmıştır. Araştırmaya katılan 12 sınıf öğretmeni adayı veri toplama araçlarını eksiksiz bir şekilde tamamlamıştır. Toplanan verilerin analizi sonucunda, matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerilerini olumlu yönde geliştirdiği görülmüştür. Matematiksel modelleme eğitiminin, sınıf öğretmeni adaylarının Polya'nın problem çözme basamaklarından problemi anlama ve planı uygulama basamakları üzerinde olumlu bir etkisi olduğu, plan yapma ve kontrol etme basamaklarında olumlu bir etkisi olmadığı görülmüştür. Aynı zamanda matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisini cinsiyete, mezun oldukları lise türüne, İlkokulda Temel Matematik dersi notuna ve GANO'ya göre etkilemediği görülmüştür. Matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumunu da etkilemediği görülmüştür.

ABSTRACT

The Effect of Mathematical Modeling Education on Primary School Teacher Candidates' Problem Solving Skills and Attitudes Towards Mathematics (Sample of Manisa Celal Bayar University)

Curriculums are constantly renewed in line with today's needs. With the renewal of the curriculum, new skills are added to the targeted skills. Mathematical modeling skill has taken its place in mathematics education research since it includes the skills that the curriculum aims to gain. Mathematical modeling activities contribute to the development of mathematical abilities by supporting learning mathematics. It is very important that students work with mathematical modeling activities and have modeling skills from primary school (English & Watters, 2004). For this reason, primary school teachers have important duties to provide students with modeling skills. The aim of this study is to reveal the effect of mathematical modeling education on the problem solving skills and attitudes of prospective classroom teachers towards mathematics. In this study, a single group pre-test post-test experimental design, which is one of the quantitative research methods, was used. The participants of the study are 12 primary school teacher candidates. The data collection process was carried out online with Microsoft Teams due to the COVID-19 pandemic conditions. In the first week of the six-week mathematical modeling training, the pre-test, the Attitudes towards Mathematics Scale (ABEMTO) and the Problem Solving Achievement Test (PCBT) were applied to the prospective classroom teachers. It was stated to the pre-service classroom teachers that they should not get help while solving PCBT and that they should solve it in a way that primary school students can understand without establishing equations. Afterwards, there was a four-week implementation period in which mathematical modeling activities were introduced and implemented. Before starting the application, the primary school teacher candidates were divided into groups of three. These groups were formed by the researcher based on the letter grades of the primary school teacher candidates in the Basic Mathematics Course. In the sixth and last week of the study, ABEMTO and PBCT were applied as the posttest. Primary school teacher candidates were reminded again that they should not get help while solving PCBT and that they

should solve it in a way that primary school students can understand without using equations, and they were warned that they should solve it without looking at the answers they gave to the pre-test. 12 classroom teacher candidates who participated in the research completed the data collection tools completely. As a result of the analysis of the collected data, it was seen that the mathematical modeling education improved the problem solving skills of the primary school teacher candidates in a positive way. It has been observed that mathematical modeling education has a positive effect on the pre-service classroom teachers' understanding the problem and implementing the plan, one of the problem solving steps of Polya, but it has no positive effect on the planning and controlling steps. At the same time, it was seen that mathematical modeling education did not affect the problem solving skills of prospective classroom teachers according to gender, type of high school they graduated from, Basic Mathematics course grade in primary school and GANO. It was also observed that mathematical modeling activities did not affect the attitudes of prospective classroom teachers towards mathematics.

TEŞEKKÜR

Lisans ve lisansüstü eğitimim boyunca desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, bilimsel araştırmalar yapmam için beni destekleyen ve cesaretlendiren, kendimi her alanda geliştirmem için beni sürekli teşvik eden, öğrencisi olmaktan onur duyduğum ve kendisi ile çalışabilme imkânı bulduğum için kendimi çok şanslı hissettiğim kıymetli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Aysun Nüket ELÇİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez jürimde yer almayı kabul eden ve değerli görüşlerini paylaşan Doç. Dr. Özlem ATEŞ ve Dr. Öğr. Üyesi Necip BEYHAN'a teşekkür ederim.

Araştırmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, değerli vakitlerini benim için harcayan Doç Dr. Ayşe Derya IŞIK'a, Dr. Öğr. Üyesi Emre EV ÇİMEN'e, Doç. Dr. Gönül MUHCU GÜNEŞ'e, Bilim Uzmanı Ali Özgün ÖZER'e çok teşekkür ederim. Ayrıca fikirleri ile çalışmama katkı sağlayan değerli meslektaşlarım Aslı DEMİRÖZ'e, Barış YAŞAR'a, Nurcan KAYMAZ'a, Gülnur ÖZGÜNER'e ve Tevfik Erkan KAN'a teşekkür ederim.

Her anımda yanımda olan, dostluğunu benimle paylaştığı için sonsuz mutluluk duyduğum Pürnur PARLAK'a, Buket TÜMER'e, Merve ÇEVİKER'e, Cansel DEMİRİSOY'a, Sena YORULMAZ'a, Gizem ÇELİK SESİGÜR'e, Zeynep TOPAL USLU'ya, Hatice ARIKAN'a, Merve ÇALI'ya, Reyhan KAÇMAZ'a, Büşra BAYKARA SERÇEK'e ve daha adını sayamadığım tüm dostlarıma çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olup ellerinden gelen tüm imkânları karşılıksız sunan, aldığım her karara saygı duyan ve sevgilerini hep yanımda hissettiğim kıymetli annem İhsan Güneş KOÇ'a ve değerli babam Bünyamin KOÇ'a çok teşekkür ederim, kızınız olmaktan daima gurur duyacağım. Varlığından güç aldığım, hayatıma neşe katan canım kardeşlerim Yağmur KOÇ ve Efe KOÇ'a da kocaman teşekkür ederim. İyi ki varsınız.

Damla KOÇ
Manisa, 2021

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xv
EKLER LİSTESİ.....	xvi

BÖLÜM I	1
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	3
1.3. Araştırmanın Önemi	5
1.4. Sayıtlılar	7
1.5. Sınırlılıklar	7
1.6. Tanımlar	7

BÖLÜM II.....	10
KURAMSAL ÇERÇEVE.....	10
2.1. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme	10
2.2. Matematiksel Modellemenin Öğretim Programındaki Yeri ve Önemi	13
2.3. Matematiksel Modelleme Perspektifleri.....	16
2.4. Matematiksel Modelleme Süreci.....	18
2.5. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve Gelişimi	28
2.6. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri	32
2.6.1. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Özellikleri	32
2.6.2. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Öğretmenin Rolü	36
2.6.3. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Grup Çalışmasının Önemi	41
2.6.4. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Karşılaşılabilecek Zorluklar ...	43
3. Matematikte Problem Çözme.....	46
3.1. Problem Nedir?	47

3.2. Problem Türleri.....	48
3.3. Problem Çözme.....	51
4. Matematiğe Yönelik Tutum.....	53
5. Matematiksel Modelleme ile İlgili Yapılan Çalışmalar	56
BÖLÜM III	65
YÖNTEM	65
3.1. Araştırmanın Modeli.....	65
3.2. Evren ve Örneklem.....	66
3.3. Veri Toplama Aracı	68
3.3.1. Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği (ABEMTÖ).....	68
3.3.2. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri.....	69
3.3.3. Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği (MYDR).....	70
3.3.4. Problem Çözme Başarı Testi	70
3.3.5. Problem Çözme Değerlendirme Rubriği	71
3.4. Veri Toplama Süreci.....	72
3.5. Verilerin Analizi.....	75
BÖLÜM IV	77
BULGULAR	77
5.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	77
5.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	81
5.2.1. Problem Çözme Basamaklarından Problemi Anlama Basamağına İlişkin Bulgular.....	81
5.2.2. Problem Çözme Basamaklarından Plan Yapma Basamağına İlişkin Bulgular.....	82
5.2.3. Problem Çözme Basamaklarından Planı Uygulama Basamağına İlişkin Bulgular.....	83
5.2.4. Problem Çözme Basamaklarından Kontrol Etme Basamağına İlişkin Bulgular.....	84
5.2.5. Rutin Problem Çözme Becerilerine İlişkin Bulgular	85
5.2.6. Rutin Olmayan Problem Çözme Becerilerine İlişkin Bulgular	89
5.2.7. Problem Çözme Becerilerinin Cinsiyete Göre Farklılığına İlişkin Bulgular	93

5.2.8. Problem Çözme Becerilerinin Mezun Oldukları Lise Türüne Göre Farklılığına İlişkin Bulgular	94
5.2.9. Problem Çözme Becerilerinin İlkokulda Temel Matematik Ders Notuna Göre Farklılığına İlişkin Bulgular	94
5.2.10. Problem Çözme Becerilerinin Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına Göre Farklılığına İlişkin Bulgular	95
5.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular	96
5.3.1. Matematiğe Yönelik Tutumun Cinsiyete Göre Farklılığına İlişkin Bulgular	97
5.3.2. Matematiğe Yönelik Tutumun Mezun Oldukları Lise Türüne Göre Farklılığına İlişkin Bulgular	98
5.3.3. Matematiğe Yönelik Tutumun İlkokulda Temel Matematik Ders Notuna Göre Farklılığına İlişkin Bulgular	98
5.3.4. Matematiğe Yönelik Tutumun Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına (GANO) Göre Farklılığına İlişkin Bulgular	99
BÖLÜM V	101
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	101
5.1. Birinci Alt Problemden Elde Edilen Sonuçlar	101
5.2. İkinci Alt Problemden Elde Edilen Sonuçlar	104
5.3. Üçüncü Alt Problemden Elde Edilen Sonuçlar	106
ÖNERİLER.....	109
KAYNAKÇA.....	112
EKLER	142
EK-1: Yüksek Lisans Tez Onay Sayfası.....	142
EK-2: Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği İzinleri.....	143
EK-3: Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği İzinleri.....	144
EK-4: Matematiksel Modelleme Problemleri	145
EK-5: Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği	156
EK-6: Problem Çözme Başarı Testi	157
EK-7: Problem Çözme Değerlendirme Rubriği	161
EK-8: Uygulanan Ölçme Araçlarından Elde Edilen Puanların Normallik Testi Sonuçları	162

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABEMTÖ: Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

MME: Matematiksel Modelleme Etkinliği

MOE: Model Oluşturma Etkinliği

MYDR: Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği

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

PÇBT: Problem Çözme Başarı Testi

PÇDR: Problem Çözme Değerlendirme Rubriği

PISA (Programme for International Student Assessment): Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı

ROP: Rutin Olmayan Problemler

RP: Rutin Problemler

TDK: Türk Dil Kurumu

YÖK: Yüksek Öğretim Kurumu

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Öğretmenlerin Sahip Olması Gereken Yeterlikler	37
Tablo 2. Modelleme Çalışmaları Sırasında Öğrenci Sorularına Verilebilecek Öğretmen Yanıtları	40
Tablo 3. Tek Grup Ön Test Son Test Deneysel Desenin Somutlaştırılması	65
Tablo 4. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Cinsiyet Değişkenine Göre Dağılımı	66
Tablo 5. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Mezun Oldukları Lise Türü Değişkenine Göre Dağılımı	67
Tablo 6. Sınıf Öğretmeni Adaylarının İlkokulda Temel Matematik Dersi Notu, Harf Notu Ve Gano Değişkenine Göre Dağılımı	67
Tablo 7. Modelleme Problemleri Uygulama Sırası	69
Tablo 8. Uzman 1 Ve Uzman 2'nin Pçbt Ön Test Puanları Arasındaki İlişki	71
Tablo 9. Uzman 1 Ve Uzman 2'nin Pçbt Son Test Puanları Arasındaki İlişki	72
Tablo 10. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Gruplarının Özellikleri	73
Tablo 11. Matematiksel Modelleme Yeterlik Düzeyleri	77
Tablo 12. 1.Grubun Matematiksel Modelleme Problemlerinden Aldığı Puanlar	77
Tablo 13. 2.Grubun Matematiksel Modelleme Problemlerinden Aldığı Puanlar	78
Tablo 14. 3.Grubun Matematiksel Modelleme Problemlerinden Aldığı Puanlar	79
Tablo 15. 4.Grubun Matematiksel Modelleme Problemlerinden Aldığı Puanlar	79
Tablo 16. Tüm Grupların Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Seviyeleri	80
Tablo 17. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Problem Çözme Becerisine Etkisine Göre Bağımlı Örneklemeler T-Testi Sonuç Tablosu.....	81
Tablo 18. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Problemi Anlama Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklemeler T-Testi Sonuç Tablosu	82
Tablo 19. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Plan Yapma Basamağına Etkisine Göre Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi Sonuç Tablosu	83
Tablo 20. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Planı Uygulama Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklemeler T-Testi Sonuç Tablosu.....	83
Tablo 21. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Kontrol Etme Basamağına Etkisine Göre Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi Sonuç Tablosu	84
Tablo 22. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Problem Çözme Becerisine Etkisine Göre Bağımlı Örneklemeler T-Testi Sonuç Tablosu	85

Tablo 23. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Problem Çözme Becerisinin Problemi Anlama Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklem T-Testi Sonuç Tablosu.....	86
Tablo 24. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Problem Çözme Becerisinin Plan Yapma Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklem T-Testi Sonuç Tablosu.....	87
Tablo 25. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Problem Çözme Becerisinin Planı Uygulama Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklem T-Testi Sonuç Tablosu.....	87
Tablo 26. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Problem Çözme Becerisinin Kontrol Etme Basamağına Etkisine Göre Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuç Tablosu.....	88
Tablo 27. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Olmayan Problem Çözme Becerisine Etkisine Göre Bağımlı Örneklem T-Testi Sonuç Tablosu.....	89
Tablo 28. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Olmayan Problem Çözme Becerisinin Problemi Anlama Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklem T-Testi Sonuç Tablosu.....	90
Tablo 29. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Olmayan Problem Çözme Becerisinin Plan Yapma Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklem T-Testi Sonuç Tablosu	91
Tablo 30. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Olmayan Problem Çözme Becerisinin Planı Uygulama Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklem T-Testi Sonuç Tablosu.....	92
Tablo 31. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Olmayan Problem Çözme Becerisinin Kontrol Etme Basamağına Etkisine Göre Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuç Tablosu.....	92
Tablo 32. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Problem Çözme Becerisi Üzerinde Cinsiyete Göre Etkisine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuç Tablosu	93
Tablo 33. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Problem Çözme Becerisi Üzerinde Lise Türüne Göre Etkisine İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuç Tablosu.....	94
Tablo 34. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Problem Çözme Becerisi Üzerinde Ders Notuna Göre Etkisine İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuç Tablosu	95
Tablo 35. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Problem Çözme Becerisi Üzerinde Gano'ya Göre Etkisine İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuç Tablosu	96

Tablo 36. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Matematiğe Yönelik Tutuma Etkisine Göre Bağımlı Örneklemeler T-Testi Sonuç Tablosu.....	96
Tablo 37. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Matematiğe Yönelik Tutum Üzerinde Cinsiyete Göre Etkisine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuç Tablosu	97
Tablo 38. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Matematiğe Yönelik Tutum Üzerinde Lise Türüne Göre Etkisine İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuç Tablosu.....	98
Tablo 39. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Matematiğe Yönelik Tutum Üzerinde Ders Notuna Göre Etkisine İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuç Tablosu	99
Tablo 40. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Matematiğe Yönelik Tutum Üzerinde Gano'ya Göre Etkisine İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuç Tablosu	100



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Matematiksel Model	12
Şekil 2. Modelleme Devri	20
Şekil 3. Matematiksel Modelleme Süreci	20
Şekil 4. Modelleme Sürecinin Yapısı	21
Şekil 5. Matematiksel Modellemedeki Basamaklar	22
Şekil 6. Matematiksel Modelleme Süreci	23
Şekil 7. Modelleme Süreci	23
Şekil 8. Matematiksel Modelleme Döngüsü	24
Şekil 9. Modelleme Süreci	25
Şekil 10. Matematiksel Modelleme Döngüsü	26
Şekil 11. Matematiksel Modelleme Süreci	27
Şekil 12. Modelleme Döngüsü	27
Şekil 13. Modelleme Yeterlik Süreci.....	30
Şekil 14. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Özellikleri	34
Şekil 15. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Dört Temel Bileşeni	35
Şekil 16. Öğretmenin Modelleme Çalışmaları Sırasındaki Doğru ve Yanlış Konumu	39
Şekil 17. Problemlerin Sınıflandırılması	49

EKLER LİSTESİ

EK 1: Yüksek Lisans Tez Onay Sayfası

EK 2: Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği İzinleri

EK 3: Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği İzinleri

EK 4: Matematiksel Modelleme Problemleri

EK 5: Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği

EK 6: Problem Çözme Başarı Testi

EK 7: Problem Çözme Değerlendirme Rubriği

EK 8: Uygulanan Ölçme Araçlarından Elde Edilen Puanların Normallik Testi

Sonuçları



BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumuna, araştırmanın amacına, önemine, sayıtlara, sınırlılıklara ve tanımlara yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Dünyada yaşanan gelişmeler eğitim alanında da yenilenmenin gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Eğitim sisteminde bu gelişmelere paralel olarak büyük değişimler yaşanmış ve toplumsal ihtiyaçlara yetebilmek için birçok yaklaşım geliştirilmiştir. Bu yaklaşımların amacı daha iyi bir eğitim vermek olmuştur. Eğitimin temel amacı, öğrencilerin yeteneklerini göz önünde bulundurarak kendilerini geliştirmesine, kendilerine uygun bir meslek seçebilmelerine yardımcı olmak olduğu için bu amaç doğrultusunda matematiğe önemli görevler düşmektedir (Çiltaş, 2011). Matematik, hayatımızın her alanında karşımıza çıkabilen ve yaşadığımız birçok durumu anlamlandırma sürecinde yararlandığımız bir bilim dalıdır. Spordan dansa, müzikten mimarlığa pek çok alanda matematiğin yansımalarını görmek mümkündür. Futbol maçında kaleye gol atmak için yapılan stratejilerde, mimarların ev yapma sürecinde kullandığı tekniklerde, ressamların resim yaparken objeler arasındaki uzaklıkları ve perspektifi ayarlamasında matematikten yararlanılır (Bukova Güzel, 2018). Örneğin, sokaktaki hayvanlar için yuva yapmak isteyen birisi bu durumu matematiksel bir problem olarak düşünebilir ve bu problem durumuna uygun çözüm basamakları oluşturabilir. Bu durumda önce hangi hayvan için yuva yapılacağına karar vermesi ve ardından gerekli ölçümleri yapması gerekmektedir. Ölçümleri tamamladıktan sonra hangi malzemeyi kullanması gerektiğini belirlemelidir. Tüm bu işlemleri tamamladıktan sonra yuva hazır olacaktır. Başka bir örnek ise evine oturma takımı almak isteyen bir çift olabilir. Bu çift oturma takımı almak istedikleri odanın metrekaresini bilmeden mobilya seçiminde zorlanacaktır. Evine kitaplık yaptırmak isteyen birisi için de aynı durum söz konusudur. Öncelikle hangi duvara kitaplığı yaptıracığına karar vermeli ve gerekli ölçümleri almalıdır. Daha sonra kitaplığı duvara uygun şekilde yaptırabilir. Görüldüğü gibi farkında olmasak da matematiği hayatımızın her alanında kullanırız. Bu nedenle hayatımızı devam ettirebilmemizde bu

kadar faydası olan bir bilim dalının öğretimine de gereken önemin verilmesi gerekmektedir.

MEB İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında (2018), matematik okuryazarlık becerilerini geliştirebilen ve etkin bir şekilde kullanabilen, problem çözme sürecinde kendine ait düşüncelerini ifade edebilen, matematiksel kavramları anlayan ve bu kavramları günlük hayatında kullanabilen bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. İlkokulun temel işlevi ise öğrencileri hayata hazırlamak olduğu için öncelikli amaçları öğrencilerin günlük hayatta karşılarına çıkabilecek problemleri çözebilecek yeterlikte olmalarını sağlamaktır. Öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları problemleri çözerken matematiksel bilgilerini ortaya çıkarma sürecinde matematiksel modellemenin etkisinin büyük olduğu düşünülmektedir.

Eğitim sisteminin değişmesiyle beraber artık araştıran, sorgulayan, karşılaştığı problemlere uygun çözümler bulabilen bireyler yetiştirmek hedeflenmektedir. Toplumda yaşanan değişmelere ayak uydurabilmek için yaratıcı düşünebilen ve matematiksel modelleme yapabilme becerisine sahip kişilere gereksinim duyulmaktadır (Lingefjard, 2002). Son yıllarda matematikçiler tarafından yapılan çalışmalarla matematiksel modellemenin matematikteki önemine dikkat çekilmiştir (Kertil, 2008). Matematiksel modelleme günümüzde sadece matematik alanında değil teknoloji, mühendislik, ekonomi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. (Tutak ve Güder, 2014) Matematiksel modellemenin, matematik dışında farklı alanlarda kullanılması da aslında bu kavramın ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında (MEB, 2015) kazandırılması hedeflenen temel beceriler akıl yürütme, araç ve gereçleri uygun biçimde kullanma, problem çözme, bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanma, matematik dilini kullanarak iletişimdir. Problem çözme etkinliklerinde geleneksel yöntemlerin kullanılması, öğrencilerin matematiksel bilgi ve becerilerini günlük hayatlarına aktarmasında ve problem çözme becerilerini geliştirmesinde yetersiz kaldığı için matematik eğitimcileri matematiksel modelleme üzerinde çalışmalar yapmaya başlamıştır (Mousoulides, Christou ve Sriraman, 2006). Matematiksel modelleme, gerçek hayat durumlarının soyutlanarak matematiksel dile aktarıldığı ve çözümlendiği, daha sonra bu çözümün test edildiği bir süreçtir (Haines ve Crouch, 2007). Verschaffel, Greer ve De Corte (2002)'ye göre ise matematiksel modelleme, gerçek hayat durumlarındaki olayları ve bu olaylar arasındaki ilişkileri matematiksel olarak ifade etmeye çalışma ve matematiksel örüntüleri ortaya çıkarma sürecidir. Bukova Güzel ve Uğurel (2010)

ise matematiksel modellemeyi, matematik dünyası dışındaki alanlarda (fizik, biyoloji, sosyoloji, politika, sanat, eğlence vb.) var olan ya da kurgulanan problem durumlarının matematik dünyasına taşınarak matematik dilinde ifade edilmesi ve matematiksel bilgi ve yaklaşımlarla çözümün araştırılmasını temsil eden bir yöntem olarak tanımlanmıştır. Tanımlardan yola çıkarak matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğretim programında kazandırılması hedeflenen temel becerilerin ortak bir paydada birleştiği söylenebilir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerilerine ve matematiğe yönelik tutumuna etkisini ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

1. Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri ne düzeydedir?
2. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerileri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
 - 2.1. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından problemi anlama basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
 - 2.2. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından plan yapma basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
 - 2.3. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından planı uygulama basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
 - 2.4. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından kontrol etme basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
 - 2.5. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerileri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?

- 2.5.1.** Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme basamaklarından problemi anlama basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
- 2.5.2.** Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme basamaklarından plan yapma basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
- 2.5.3.** Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme basamaklarından planı uygulama basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
- 2.5.4.** Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme basamaklarından kontrol etme basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
- 2.6.** Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerileri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
- 2.6.1.** Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme basamaklarından problemi anlama basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
- 2.6.2.** Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme basamaklarından plan yapma basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
- 2.6.3.** Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme basamaklarından planı uygulama basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
- 2.6.4.** Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme basamaklarından kontrol etme basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
- 2.7.** Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerileri cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- 2.8.** Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerileri mezun oldukları lise türüne göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

- 2.9.** Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerileri İlkokulda Temel Matematik ders notuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- 2.10.** Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerileri Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına (GANO) göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- 3.** Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
- 3.1.** Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumları cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- 3.2.** Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumları mezun oldukları lise türüne göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- 3.3.** Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumları İlkokulda Temel Matematik ders notuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- 3.4.** Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumları Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına (GANO) göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

1.3. Araştırmanın Önemi

İlkokul; matematiksel muhakeme becerisi, uzamsal ve şekil becerisi, matematiksel okuryazarlık, sayı ve işlem becerisi gibi pek çok becerinin kazandırıldığı oldukça önemli bir dönemdir. İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı (MEB, 2005) da buna paralel olarak ilişkilendirme, problem çözme, akıl yürütme ve iletişim becerilerini kazandırmayı hedefler. Tüm bu becerilerin yanında bireyleri günlük hayatta karşılaşılabilecekleri problemlere çözüm üretmeye hazır hale getirmek de oldukça önemlidir. Çünkü hayat sadece okulda öğrendiğimiz bilgilerden oluşmaz. Bu nedenle öğrencilerin, okul dışında gelecekteki hayatlarına hazırlamak için matematiksel düşünceler ve yeni kavramlar oluşturmalarına yardımcı olan problem durumları ile karşılaşmaları ve bu problem durumları hakkında tecrübe sahibi olmaları

sağlanmalıdır (Şahin ve Eraslan, 2018). İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında (MEB, 2018) öğrenme ortamlarının, tüm bu becerilerin edinip geliştirebileceği, matematiksel düşünme süreçlerinin yönetilebileceği şekilde düzenlenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Çocukların erken yaştan itibaren karmaşık gerçek hayat durumları ile karşılaştırılması ve karşılaştıkları problem durumlarına uygun orijinal çözümler üretebilecekleri ortamları oluşturmak oldukça önemlidir. İlkokul yıllarından itibaren matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanılması, öğretim programında bahsedilen ortamın sağlanması ve kazandırılması hedeflenen temel becerilerin aktarılmasında faydalı olacaktır (English, 2006). Matematiksel modelleme etkinlikleri, ilkokulda matematiği öğrenme konusunda öğrencilere etkili ve verimli bir ortam sağlamaktadır (English, 2006). Öğrenciler modelleme etkinlikleri ile çalıştıklarında okul müfredatından oldukça farklı matematiksel deneyimler elde ederler (English, 2007). Böylece matematiğe karşı olumlu tutum geliştirecekleri söylenebilir (Korkmaz, 2010). Öğrencileri matematik ile erken yaşta tanıştıracak olan sınıf öğretmenlerinin dolayısıyla sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme etkinlikleri hakkında bilgi sahibi olması bu nedenle oldukça önemlidir. Öğretim programının kazandırmayı hedeflediği yeterlikleri ve becerileri kazandırabilecek kişiler olan sınıf öğretmenlerine önemli roller düşmektedir. Bu araştırma sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme etkinlikleri ile problem çözme becerilerini ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisini araştırdığı için önemli görülmektedir. Konu ile ilgili alan yazına bakıldığında ilköğretim matematik öğretmeni adayları (Aydoğan Yenmez ve Özpınar, 2017; Deniz ve Akgün, 2018; Duran, Doruk ve Kaplan, 2016; Eraslan, 2011, 2012; Erdoğan, 2019; Tekin Dede ve Yılmaz, 2013; Tuna, Biber ve Yurt, 2013; Ural, 2014; Ural ve Ülper, 2013; Saka ve Çelik, 2018) ve ortaöğretim matematik öğretmeni adayları (Bukova Güzel ve Uğurel, 2010; Delice ve Taşova, 2011, 2012; Dede, Akçakın ve Kaya, 2018; Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2015; Özaltun, Hıdıroğlu, Kula ve Bukova Güzel, 2013; Şahin ve Eraslan, 2019; Yanık, Bağdat ve Koparan, 2017) ile yapılan çalışmaların olduğu görülmektedir. Sınıf öğretmeni adaylarına modelleme sürecini anlatmak, modellemeye bakış açısını tanıtmak ve modelleme yeterliklerini belirlemek amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Bal ve Doğanay, 2014; Korkmaz, 2010; Koç ve Elçi, 2019; Pilten, Serin ve Işık, 2016; Yanbıyık, 2016). Bu çalışma, sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme eğitimi ile problem çözme becerilerini ve Polya'nın problem çözme basamaklarını kullanarak rutin ve rutin

olmayan problem türlerindeki başarılarını daha detaylı sunduğu ve matematiğe yönelik tutumlarını ortaya çıkardığı için diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Bu nedenle alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.4. Sayıtlar

- Araştırmada kullanılan “Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği (ABEMTÖ)”ne verilen cevapların içtenlikle yapıldığı varsayılmıştır.
- Araştırmada kullanılan Problem Çözme Başarı Testi (PÇBT)’ne verilen cevapların yardım almadan yapıldığı varsayılmıştır.
- Uygulanan son testin cevaplanma sürecinde sınıf öğretmeni adaylarının ön test cevaplarına bakmadan cevaplandırıdıkları varsayılmıştır.

1.5. Sınırlılıklar

- Bu araştırma Manisa ili Demirci ilçe merkezi ile sınırlıdır.
- Araştırma 2020-2021 eğitim öğretim yılında Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi sınıf öğretmenliği programında öğrenim gören 12 sınıf öğretmeni adayı ile sınırlıdır.
- Araştırma “Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği”, “Problem Çözme Başarı Testi” ve “Matematiksel Modelleme Etkinlikleri” veri toplama araçlarının ölçtüğü özellikler ile sınırlıdır.
- Araştırma matematiksel modelleme eğitimi kapsamında araştırmacı tarafından verilen 6 haftalık bir uygulama süreci ile sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

Model: Bir sürecin nasıl meydana geldiğini veya bir nesnenin nasıl oluştuğunu kavramamızı sağlayan, karmaşık bir sürecin veya nesnenin basitleştirilmiş gösterimidir (Harrison, 2001).

Modelleme: Mevcut kaynaklardan hareketle bilinmeyen bir hedefi açık ve anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünüdür (Harrison, 2001).

Matematiksel Model: Gerçek yaşamdaki problemlerin yorumlanmasında ve çözümlenmesinde yardımcı olan zihinsel yapıların matematiksel forma dönüştürülmüş dış temsilleridir (Lesh ve Doerr, 2003).

Matematiksel Modelleme: Matematik dünyası dışındaki alanlarda (fizik, biyoloji, sosyoloji, politika, sanat, eğlence vb.) var olan ya da kurgulanan problem durumlarının matematik dünyasına taşınarak matematik dilinde ifade edilmesi ve matematiksel bilgi ve yaklaşımlarla çözümün araştırılmasını temsil eden bir yöntemdir (Bukova Güzel ve Uğurel, 2010).

Matematiksel Modelleme Yeterliği: Modelleme süreçlerini yeterli ve hedefli bir şekilde yürütebilmek için bireyin sahip olması gereken yetenek ve beceriler bütünüdür (Maaß ve Mischo, 2011).

Problem: Belirli açık sorular taşıyan, bireyin ilgisini çeken ve bireyin bu soruları cevaplayabilecek düzeyde algoritma ve yöntem bilgisinin bulunmadığı durumlardır (Blum ve Niss, 1991).

Rutin Problem: Çözümü daha önceden yapılmış, standart bir probleme yeni bir karmaşık durum katmadan sayıları değiştirerek veya sözel yönergeleri değiştirerek aşamalı çözülen problemlerdir (Polya, 1997).

Rutin Olmayan Problem: Rutin problemlere göre daha fazla düşünme gerektiren, çözmek için yöntemin açık olarak gözükmediği problemlerdir (Polya, 1957).

Problem Çözme: Çözüme ulaştıracak yolun bilinmediği ancak bu yolda nasıl hareket edileceğinin bilgisine sahip olunmasıdır (Schoenfeld, 1989).

Tutum: Yaşantı ve deneyimler sonucu oluşan, ilgili olduğu bütün obje ve durumlara karşı bireyin davranışları üzerinde yönlendirici ya da dinamik bir etkileme gücüne sahip, duygusal ve zihinsel hazırlık durumudur (Allport, 1935).

Matematiğe Yönelik Tutum: Matematikten hoşlanmak veya hoşlanmamak, matematiksel aktivitelerde bulunmaya eğilimli olmak veya onlardan çekinmek,

birisinin matematikte iyi ya da kötü olduğuna ve matematiğin faydalı veya gereksiz olduğuna olan inancıdır (Neale, 1969, Akt: Alkan, Bukova Güzel ve Elçi, 2004).



BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde matematiksel modelleme, matematiksel modelleme etkinlikleri ve problem çözme ilgili alan yazın taraması ve ilgili çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme

Model ve modelleme kavramları matematik eğitimi için oldukça önemli iki kavramdır. Bu kavramların öneminin anlaşılması, kavramlar hakkında yeterli bilgiye sahip olunmasıyla sağlanmaktadır. Bu iki kavramın önemini anlamak için öncelikle ne oldukları hakkında yeterli bilgiye sahip olunması gerekmektedir. Türk Dil Kurumu Sözlükleri Güncel Sözlükte (2011) model kavramı “tasarlanan ürünün tanıtım veya deneme amacıyla üretilen ilk örneği, prototip” olarak tanımlanmıştır. Matematik eğitimi ile ilgili araştırmalarda ise model terimi hipotetik problem çözme modeli ve problem çözme sürecinde zihinde gerçekleşen soyutlama ve genelleme gibi süreçleri tarif eden zihinsel “şemalar” gibi anlamlarda da kullanılan bir terimdir (Kertil, 2008).

Model, nesnelerin meydana geliş sürecini kavramamızı sağlayan, karmaşık bir sürecin veya nesnenin basitleştirilmiş gösterimidir (Harrison, 2001). Model, doğrudan görünmeyen ya da doğrudan tecrübe edilmeyen şeylerin anlaşılmasını sağlayan zihinsel resimlerdir (Çiltaş, 2011). Daupeto ve Parenti (1999)’ye göre model belirli bir problem ile ilgili gerçeğin sadeleştirilmiş temsidir ve problemin bazı yanlarının görselleştirilmesi, özelliklerinin genellenmesi ya da kıyaslama yapılması amacıyla kullanılabilir. Lesh ve Doerr (2003)’e göre model, gerçek hayat durumu ile ilgili zihinde var olan yapılar ve bu yapıların dış temsilleridir. Bender (1978)’e göre ise model; gerçek yaşam ile alakalı, belirli bir amaç için oluşturulmuş, basit ve soyut bir yapıdır. Başka bir ifadeyle matematiksel dil kullanılarak gerçek bir durumun taklit edilmesidir.

Matematiksel kavram ile ilgili olan model, kendisi ile bu kavram arasında ilişkinin kurulabileceği bir nesne, resim veya çizim anlamına gelmektedir. Bu anlamda 100 tane nesneden oluşan bir grup “100” kavramı için bir model olabilir. Çünkü “100’e 1” ilişki bu grubun veya gruptaki tek bir elemanın üzerine yüklenebilir (Van de Walle, 2014). Van de Walle (2014: 28-29) altı farklı kavram için altı farklı model önermiş ve bu modellerin çeşitliliğini göstermiştir:

1. Sayma ile ilgili modeller: Abaküsler, sayma pulları gibi sayılabilir nesneler sayı kavramını ve bir fazlası gibi sayı kavramına bağlı fikirleri modellemek için kullanılabilir.

2. Uzunluk kavramı ile ilgili modeller: Uzunluk ölçümü kavramı farklı nesnelerin uzunluklarının kıyaslanmasıdır.

3. Dikdörtgen kavramı: Dikdörtgen kavramı hem uzamsal hem de uzunluk ilişkilerini içerir. Dikdörtgenler geometri tahtası ve noktalı kâğıt üzerinde modellenebilir.

4. Ondalık kavramı: Onluk sayı sistemine dair kavramlar (birlik, onluk, yüzlük) çoğunlukla şerit ve karelerle modellenir. Çubuk ve çubuk desteleri de bu amaç için kullanılabilir.

5. Şans (olasılık) kavramı: Şans (olasılık), bir olayın olma sıklığının sayısı ile mümkün olan tüm sonuçlar arasındaki ilişkisidir. Bir çark yardımıyla birbirine bağlı frekanslar oluşturulabilir. Elde edilen sonuçlar kıyaslanarak modellenebilir.

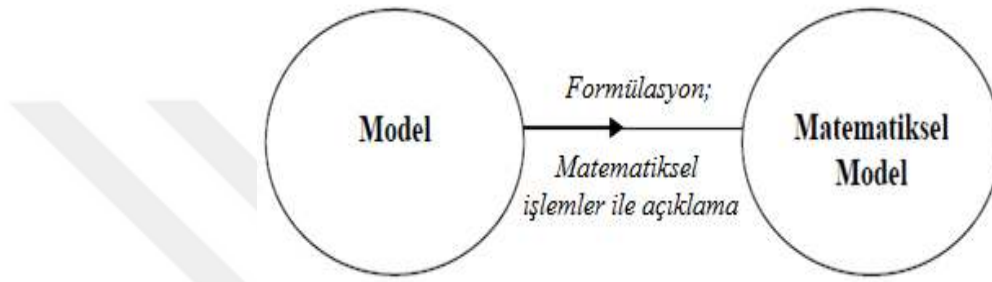
6. Pozitif-negatif kavramı: Negatif sayı kavramı, büyüklük ve tersi ilişkilerine dayanır. Negatif çokluklar sadece pozitif çokluklara kıyasla ortaya çıkmaktadır. Sayı doğrusu üzerinde kullanılacak oklar yardımıyla tersine ilişki modellenebilir.

Öğrencilerin matematiksel modeller ve kavramlar arasında bir ilişki kurabilmesi çok önemlidir. Modeller sayesinde matematiksel kavramlar içselleştirilir. Olası yanılgıları ya da modellerle istenmeyen bağların kurulmasını engellemek için öğrencileri modeller hakkında konuşturmalı, modellerin matematiksel amacının ne olduğunun çocuklar tarafından içselleştirilmesinin sağlanması gerekmektedir (Van de Walle, 2014). Öğrencilere kavramların matematik dersinde doğrudan verilmesi, kavram öğrenimini ve kavramların zihinde anlamlandırılma sürecini güçleştirmektedir (Van de Walle, 1998). Öğrencilere kavramların verilmesi matematiksel modeller yardımıyla gerçekleştirilmelidir. Harrison (2001)'a göre, öğrenme ortamlarında model kullanılması ile karmaşık soyut kavramların, nesne ve süreçlerin zihinde canlandırılması için imkân sağlanır ve anlaşılması zor olan soyut konuların daha kolay algılanması sağlanır.

Matematiksel model, gerçeğin bir bölümünün belli bir amaca hizmet etmek için matematik dilinin kullanılmasıyla soyut bir şekilde taklit edilmesidir (Bender, 1978). Lesh ve Doerr (2003)'e göre matematiksel model, öğrencilerin bir durumu matematiksel olarak açıklamak, tanımlamak, yorumlamak ve temsil etmek amacıyla geliştirdikleri kavramsal sistemlerdir. Bir başka ifadeyle matematiksel modeller,

gerçek yaşamdaki problemlerin yorumlanmasında ve çözümlenmesinde yardımcı olan zihinsel yapıların matematiksel forma dönüştürülmüş dış temsilleridir (Lesh ve Doerr, 2003). Lesh, Carmona, Hjalmarson ve Mason (2006)'a göre matematiksel modeller öğrencilerin, öğretmenlerin ve araştırmacıların matematiksel kavramlar ile ilgili uygulamalarda, öğrenme faaliyetlerinde daha iyi anlamasını ve kavramasını sağlayan kavramsal ve görsel araçlardır. Matematiksel model, gerçek dünya durumlarını matematiksel işlemlere dönüştürme işidir.

Şekil 1. Matematiksel Model



Kaynak: Çiltaş, 2011:20

Matematiksel model, gerçek modelin matematiksel işlemler ile açıklanma sürecidir. Öğrenme sürecinde ulaşılmak istenen hedef, gerçek hayat veya problem durumlarının modellerinden matematiksel modellere ulaşmaktır. Bu sayede öğrenciler oluşturulan modelleri düşünce süreçlerinde kullanabileceklerdir (Gravemeijer ve Stephan, 2002). Sriraman (2005), model ve modelleme arasında bulunan ilişkiyi süreç ve ürün arasında bulunan ilişkiye benzetmektedir. Modelleme, matematik adına bilimsel yollarla bilgiyi üretme işidir. Harrison (2001) modellemeyi, mevcut kaynaklardan hareketle bilinmeyen bir hedefi açık ve anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlamıştır. Modelleme yüksek bir düşünme basamağıdır ve bilimsel alan yazının önemli bir parçasıdır (Harrison, 2001). Çiltaş (2011)'a göre modelleme becerisinin kazandırılması için gözlem, sınıflandırma, hipotez kurma gibi birçok basamağın başarılı bir şekilde tamamlanması gerekmektedir.

Matematiksel modelleme, modelleme kavramının alt kavramlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bukova Güzel ve Uğurel (2010) matematiksel modellemeyi, matematik dünyası dışındaki alanlarda (fizik, biyoloji, sosyoloji, politika, sanat, eğlence vb.) var olan ya da kurgulanan problem durumlarının

matematik dünyasına taşınarak matematik dilinde ifade edilmesi ve matematiksel bilgi ve yaklaşımlarla çözümün araştırılmasını temsil eden bir yöntem olarak tanımlamıştır. Niss (1999)'e göre matematiksel modelleme, gerçek dünya durumlarının, beklentilerinin bir kısmını temsil etmek üzere seçilen bir veya birden fazla matematiksel oluşumların ve aralarındaki ilişkinin birleşimidir.

Geleneksel yöntemler kullanılarak eğitim yapılan okullarda, öğretmenlerin öğrencilere öğrenme materyali sağlamaları, öğrencileri motive etmeleri ve öğrenme süreci boyunca öğrencilerin sorumluluğu üstlenmesi beklenmektedir (Zimmerman, 2005). Ancak öğrenciler aslında öğrenme öğretme sürecinde kendi sorumluluklarını alabilir ve öğrenmelerini düzenleyebilirler. Bu durumda öğretmenlerin görevi, matematik öğretiminde öğrencilere işbirlikli öğrenme, keşfetme yöntemi ile öğrenme, proje tabanlı öğrenme, problem çözme yöntemi ile öğrenme gibi farklı öğretim yöntemlerini kullanmaktır. Matematiksel modelleme sahip olduğu eleştirel düşünme, akıl yürütme gibi özellikleri açısından hem öğrenme yöntemi hem de öğrenme materyali olarak matematik öğretiminde kullanılabilir. Blum (2011), matematik öğretiminde matematiksel modelleme yönteminin kullanılmasıyla öğrencilerin gerçek hayat durumlarını ve konuları daha iyi kavrayacaklarını, farklı matematiksel yeterlikleri geliştirebileceklerini belirtmiştir.

2.2. Matematiksel Modellemenin Öğretim Programındaki Yeri ve Önemi

Günümüzde sadece matematiksel işlemleri içeren süreçlerini ezberlemek ve bu matematiksel işlemleri benzer problem durumlarına uygulamak yeterli görülmemektedir (Eraslan, 2011). Öğrencileri okul dışındaki hayata hazır hale getirmek için matematiksel düşünce sistemlerinin ve yeni kavramlarının gelişmesini sağlayan karmaşık problem durumları ile karşılaşmalarını ve karmaşık problem durumları hakkında tecrübe edinmelerini sağlamak önemlidir (Lesh ve Zawojewsky, 2007). Öğrencilerin çözümede zorlandığı karmaşık gerçek yaşam problemlerinde matematiksel modellemeyi kullanabilir.

Modelleme etrafımızda devam eden hayatı anlamamızı, günlük hayat durumlarında karşılaştığımız problemlerle başa çıkma yolları bulmamızı ve gelecekte sahip olacağımız mesleklerimizde matematiğin kullanım alanlarını öğrenmemizi sağlar (Verschaffel, 2002). Matematiğin içinde ve dışında bulunan karşılıklı bağlantıları fark etmeyi, bir konu hakkında farklı bakış açıları edinmeyi ve uygulamalı

yollarla matematiği en iyi şekilde görmemizi sağlayan matematiksel modelleme uygulamalarıdır (Chamberlin ve Moon, 2005).

Matematiksel modelleme matematik öğrenmeyi destekler ve çeşitli matematiksel yeteneklerin gelişmesine yardımcı olur. Matematiksel modelleme, matematik için daha anlamlı öğrenmelerin oluşmasını sağlar. English ve Sriraman (2010), öğrencilerin modellerle çalışırken matematik öğrendiklerini savunmaktadır. Matematik derslerinde matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanılması durumunda öğrencilerin modelleme becerilerinin geliştiği (Blum, 2011) ve bu gelişimin sağlanması için de uzun bir süre boyunca uygulamaların yapılması gerektiği vurgulanmaktadır (Biccard ve Wessels, 2011).

Maaß (2006), matematiksel modelleme uygulamalarının okul ortamlarında yaygın olarak kullanılmaya başladığını ifade etmektedir. Bu söylemine örnek olarak PISA (Programme for International Student Assesment-Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı) çalışmalarını göstermektedir. PISA çalışmaları, matematik eğitiminin bir amacı niteliğindedir. PISA ile öğrencilerin şimdi ve gelecekteki yaşantılarında matematiği kullanabilme becerilerinin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Buna bağlı olarak da öğrencilerin matematik ile günlük yaşam durumlarını ilişkilendirmeleri ve gerçek yaşam problemlerini çözebilme becerisine sahip olmaları gerekmektedir.

Matematiksel modelleme profesyonel eğitimin önemli bir bileşenidir. Matematiksel modellemenin matematik eğitime katılması yeni bir öğrenme ortamının oluşmasına liderlik eder ve bu durum da matematik öğretimi amaçlarına yeni bir yaklaşım getirir (D' Ambroiso, 2009). Matematiksel modellemenin matematik öğretim programlarında yer alması; problem çözme alanının ortaya çıkması, yeni matematiksel bakış açılarının ortaya atılması ve yeni alanlarda matematik uygulamalarının ortaya konmasıyla birlikte başladığını belirtilmektedir (McLone, 1973).

Niss (1989) matematiksel modelleme ve uygulamalarının matematik dersi öğretim programında neden bulunması gerektiğini aşağıda bulunan beş özellik ile açıklamıştır:

- Öğrenciler arasında yaratıcı problem çözme becerilerini ve yeteneklerini besler.
- Matematik dışındaki alanlarda da matematiğin kullanmasıyla öğrencilerin eleştirel bakış açısı gelişir.

- Konuların öğretiminde modelleme ve uygulamalarının yapılması, bir birey olarak öğrencilere şu anda ve gelecekte meslek hayatlarında pratik kazandırmış olur.
- Öğrenciler matematiğin dünyadaki rolünü ve özelliklerini göz önüne alarak zihinlerinde dengeli ve görsel bir matematik resmi oluşturur.
- Öğrencilerin matematiksel kavramları, metotları, sonuçları ve konuları anlamasına, gereken becerileri kazanmasına faydalı olur.

Matematik öğretim programında matematiksel modelleme uygulamalarının olmasını destekleyen düşünceler olduğu gibi bu düşünceye karşı çıkanlar da bulunmaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda matematik öğretiminde matematiksel modelleme kullanımı olumlu düşüncelerin aksine belirtildiği kadar da önemli bir rol oynamadığını göstermektedir. Bu durum öğretmenlerin yetersizliğinden değil bazı ciddi engellerden kaynaklanmaktadır. Blum (1991) bu engelleri üç başlık altında toplamıştır:

1. **Eğitime bakış açısı:** Matematik derslerinde modelleme ve uygulamaları için yeterli vakit bulunmamaktadır. Modelleme uygulamaları temelinde matematik öğretimi için uygun değildir.
2. **Öğrencinin bakış açısı:** Modelleme uygulamaları, matematik derslerini ve sınavlarını öğrenciler için daha karmaşık ve daha az öngörülebilir hale getirmektedir.
3. **Öğretmenin bakış açısı:** Modelleme uygulamaları, ek matematiksel bilgi ve nitelik gerektirdiğinden dolayı öğretim için daha fazla çaba sarf edilmesine sebep olur. Modelleme çalışmaları, öğretimi daha açık hale getirir ve sınıf içi etkileşim çeşitliliği gerektirir. Örneğin trafik akışı söz konusu olduğunda öngörülemeyen çevre sorunları ile ilgili tartışma ortamı oluşabilir. Bu durum öğretmenin otoritesini zayıflatabilir.

Matematik dersi öğretim programlarının matematiksel modelleme ile tanışması yeni bir durum değildir. 1988'den beri matematiksel modelleme matematik dersi öğretim programının önemli bir bileşenidir (Blomhøj ve Kjeldsen, 2006). Günümüzde uygulanan eğitim sistemlerinde de Finlandiya, Almanya, Singapur İsveç, Amerika, İsviçre, Avustralya gibi birçok ülkenin öğretim programlarında matematiksel modelleme oldukça önemli görülmektedir (Lingefjard, 2006; Blomhøj ve Kjeldsen, 2006; Maaß, 2006; Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards, 2007). İngiltere'de uygulanan öğretim programında, matematiksel modelleme problem çözmenin bir

parçası olduğu oldukça önem verilmektedir (Berry, 2002). Danimarka’ da ise 1988’den bu yana matematik dersi öğretim programının en önemli üç ögesinden biri matematiksel modellemedir (Blomhøj ve Kjeldsen, 2006). Almanya’da matematik öğretimi standartlarında altı zorunlu yeterlikten birisinin matematiksel modelleme olduğu bilinmektedir (Blum ve Borromeo Ferri, 2009). Benzer olarak Singapur’daki öğretim programında matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik eğitiminin önemli bileşenlerinden biri olduğu (Ang, 2006), öğrencilerin problem çözerken modellemeyi yararlandıkları (Chan, 2010) ve 1983’ten beri kullanılan modellemenin giderek artan bir popülerlik kazandığı vurgulanmaktadır (Yan, 2002).

Diğer ülkelerin öğretim programında matematiksel modelleme ifadesinin yer aldığı gibi ülkemizde yayımlanan ilköğretim matematik dersi öğretim programlarında da matematiksel modelleme ifadesi yer almaktadır (MEB, 2015; 2018). Ancak öğretim programında kullanılan matematiksel modelleme kavramı, matematiksel ifadelerin modellenmesi anlamında kullanılmıştır (Çavuş Erdem vd., 2017).

2.3. Matematiksel Modelleme Perspektifleri

Matematiksel model ve matematiksel modelleme üzerine yapılan araştırmalar, öğrencilerin belirli problem çözme durumlarını anlamak için geliştirdikleri modellerin ve diğer kavramsal araçların, aynı zamanda güçlü, paylaşılabılır ve yeniden kullanılabilir yapıların önemli gelişmelerine yol açtığı model ortaya çıkaran faaliyetlerin örneklerini gösteren transkriptlerle doludur (Sriraman ve Lesh, 2006). Bu çalışmalar incelendiği zaman matematiksel modelleme üzerine yapılmış tanım ve yaklaşımların farklı teorik temellere dayandığı görülür. Araştırmacıların temel hedeflerine ve uygulama alanlarına göre matematiksel modellemeye bakış açılarında farklılıklar oluşmuştur (Doruk, 2010). Oluşan bu farklı bakış açıları da uygulamada farklılıklar yaratmaktadır (Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards, 2007).

Matematik eğitimi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde matematiksel modellemenin tanımı, amacı, öğrencilere sunulma biçimi, öğretim programlarına dahil edilmesi ve öğretmenlerin sahip olması gereken mesleki yeterlikler gibi konularda ulusal ve uluslararası alan yazında yapılan çalışmalarda kabul edilmiş ortak bir yaklaşımın olduğu görülmemektedir (Aydın Güç ve Baki, 2016; Erbaş vd., 2014). Bu araştırmalarda modelleme sürecinin basamakları benzer olsa da sürece hâkim olan düşüncede farklılıklar gözlenmektedir (Özgün, 2012).

Matematiksel modelleme perspektifleri konusunda çalışan araştırmacılar farklı yaklaşımları benimsemişlerdir. Bu araştırmacılardan bazıları matematik eğitiminde matematiksel modellemeyi yapılandırmacılığın da ötesinde bir paradigma, eğitim ve öğretimi yorumlama konusunda yeni bir yaklaşım olarak benimserken diğerleri ise gerçek yaşam durumlarının matematiksel dile dönüştürülmesi, hazır verilen matematiksel yapıların, modellerin ve formüllerin gerçek hayattaki uygulamaları olarak kabul etmektedir (Haines ve Crouch, 2001; Lesh ve Doerr, 2003).

Matematiksel modelleme yaklaşımlarını kullanım amaçlarına göre iki şekilde sınıflandırmak mümkündür:

1. **Matematik öğretiminin amacı:** Öğrencilerin model oluşturmaları ve bu modelleri kullanarak matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi hedeflenir.
2. **Matematik öğretmek için kullanılan bir yöntem (araç):** Matematiksel kavram ve modellerin öğretilmesinde matematiksel modelleme yöntemi kullanılır.

Kaiser (2005), Blomhoj (2008), Kaiser ve Blum (2011), Borromeo Ferri, Kaiser ve Sriraman (2006) yaptıkları araştırmalar ile matematiksel modelleme yaklaşımlarını altı başlık altında toplamıştır. Matematiksel modellemenin farklı bir yönü yapılan yaklaşımlarla ortaya konmaktadır.

Gerçekçi / Uygulamalı Modellemenin temel amacı öğrencilerin problem çözme ve modelleme becerilerinin geliştirilmesini sağlamaktır. Öğrencilere bu yaklaşımda farklı alanlardan problemler verilerek matematiksel bilgilerini farklı durumlarda kullanabilmesi beklenmektedir (Erbaş vd., 2014). Matematiksel modelleme becerisini kazanmış öğrencilerin problem çözme becerisinin gelişmiş olması düşüncesinden dolayı bu yaklaşımda problem çözme faaliyetlerinin modelleme becerisini geliştirmeye yönelik olması gerektiği savunulmaktadır (Kertil, 2008).

Epistemolojik / Teorik Modelleme yaklaşımında matematiksel kavramlar arasındaki ilişkiler ve öğrencilerin bu kavramlar üzerindeki fikir yürütmeleri önemlidir (Erbaş vd., 2014). Bu yaklaşımın temel amacı gerçek yaşamdaki problem durumlarından yararlanarak matematiksel teorilere ulaşılmaya çalışılmasıdır. Epistemolojik modelleme perspektifine göre modeller gerçek hayat durumlarından ziyade bu durumlar sayesinde oluşan etkinliklerden, olaylardan ve bu durumlar hakkındaki gerçekleşen düşünme süreçlerinden oluşur (Gravemeijer ve Stephan, 2002).

Eğitimsel Modelleme, kavramsal ve öğretimsel modelleme olmak üzere iki alt perspektife odaklanmaktadır. Öğretimsel perspektif öğrenme süreçlerinin yapılanmasına, kavramsal perspektif ise matematiksel bir kavramın tanıtılmasına yoğunlaşır (Bukova Güzel, 2018: 14). Geliştirilmesi hedeflenen matematiksel kavramlar uygun modellerle ilişkilendirilerek öğrencilerin matematiksel kavramları yapılandırmaları hedeflenmektedir.

Bağlamsal Modelleme yaklaşımında matematiksel modelleme problemleriyle daha fazla öğrenme deneyimlerinin sağlanacağı sınıf ortamlarının yaratılması ve modelleme sürecinde ortaya çıkabilecek zorlukların ortadan kaldırılması temel hedeflerdendir. Bu yaklaşımın amacı, matematiksel kavramların günlük yaşam ile ilişkisinden yararlanarak öğrencilerin daha etkili ve kavramsal öğrenmelerini sağlamaktır (Bukova Güzel, 2018: 15). Model oluşturma etkinlikleri ile uğraşan öğrenciler daha önceden fark edilmemiş önemli matematiksel kavramlara ulaşırlar.

Sosyo – Eleştirel Modelleme yaklaşımında öğrencilere yaşadıkları topluma ve toplumun kültürel yapılarına özgü kullanabilecekleri eleştirel düşünme becerisinin kazandırılması matematik öğretimi ile hedeflenmektedir (Erbaş vd., 2014). Matematiğin toplumdaki yeri ve önemine ve matematiksel modellerin toplumdaki işlevine vurgu yapılır.

Bilişsel Modelleme yaklaşımı modelleme sürecindeki bilişsel süreçlerin ortaya çıkarılmasını hedefler. Bilişsel süreçlerin ortaya çıkarılması ile öğretimin daha etkili bir şekilde gerçekleşeceği düşünülmektedir. Bilişsel modellemede süreci açıklayan araştırmaların temel amacı, öğrencilerin süreçteki yaklaşımlarını detaylandırmak ve öğrencilerin varsa eksikliklerini veya karşılaştıkları zorlukları ortaya çıkarmaktır (Bukova Güzel, 2018: 16). Bu sayede öğretmenler öğrencilerinin hangi bilişsel süreçte zorlandığını tespit ederek bu durumu düzeltecek öğrenme ortamları yaratır. Matematiksel modelleme sürecinde oluşan bilişsel yapılar, matematiksel düşünme becerisinin gelişmesi için uygun ortamların yaratılmasında bir rehberdir.

2.4. Matematiksel Modelleme Süreci

Eğitimin amaçlarının günlük yaşamda karşılaşılan problemleri çözebilen bireyler yetiştirme eğilimi, matematiksel modellemenin önemli bir bileşen olarak öğretim programlarında ele alınmasına ortam oluşturmuştur (Aydın Güç, 2015). Bu doğrultuda araştırmacılar, bireylerin matematiksel modelleme etkinliklerini

yapabilmesi için matematiksel modelleme sürecindenin basamaklarını ve bu basamakların arasında bulunan ilişkileri ortaya koymaya çalışmışlardır. Yapılan çalışmalarla matematiksel modellemenin birçok etkinliği içeren karmaşık bir süreç olduğu ortaya çıkarılmıştır (Justi ve Gilbert, 2002). Matematiksel modelleme sürecini farklı bakış açıları ile inceleyerek farklı şekillerde yorumlanmasına neden olabilecek faktörler vardır. Araştırmacıların matematiksel modelleme sürecini algılayışı, modellemeyi kullanma amaçlarının farklı olması, ele aldıkları modelleme problemlerinin özellikleri, kullandıkları araçlar, süreçte bireysel veya grup çalışması şeklinde ilerlemeleri ve öğrenci eylemleri bu faktörlere örnek olarak verilebilir (Bukova Güzel, 2018). Öğrencilerin modelleme sürecindeki eylemleri, problemlerin etkililiğinden, öğrencilerin deneyim, bilgi ve beceri gibi bireysel farklılıklarından ve bu farklılıklara dayalı olarak çeşitli modeller oluşturabilmelerinden etkilenir (Galbraith ve Stillman, 2006).

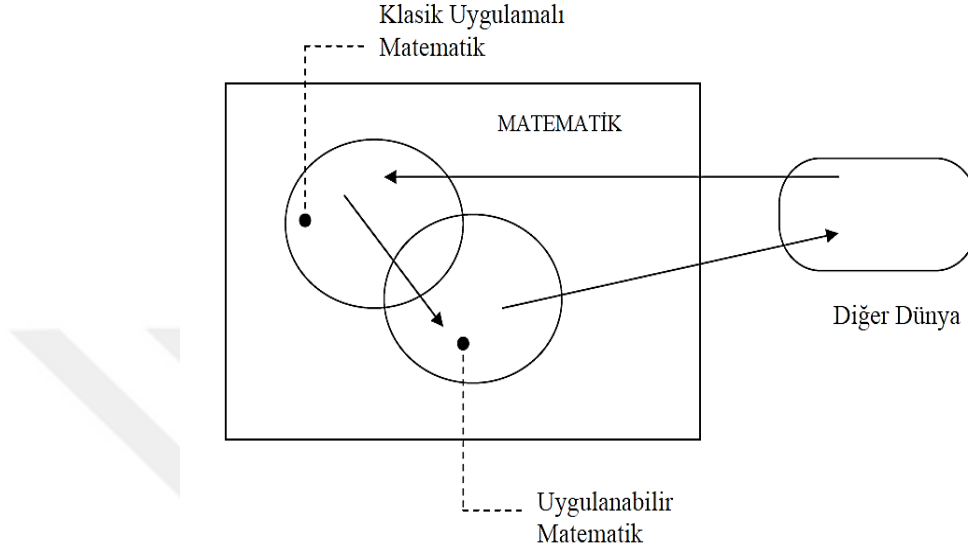
Matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik çalışmalar incelendiğinde, modelleme süreci hakkında farklı tanımların yapıldığı görülmektedir. Haines ve Crouch (2010), modelleme döngüsünün ilk olarak 1970’li yılların sonlarına doğru ortaya çıktığını ifade etmiştir. Matematiksel modelleme sürecini tanımlamaya yönelik yapılan ilk çalışmalardan birisi Penrose (1978) tarafından yapılmıştır. Penrose (1978) matematiksel modelleme sürecini:

- Gerçek problemi belirleme ve gerçekliği tanımlama
- Matematiksel model oluşturma
- Matematiksel problemi belirleme ve çözüm stratejisi geliştirme
- Çözüm stratejisini uygulama ve matematiksel problemi çözme
- Matematiksel çözümü yorumlama
- Modeli doğrulama ve sonuçlar oluşturma
- Düzenleme ve raporlaştırma

olmak üzere yedi adımda tanımlamıştır. Sürecin döngüsellliği hakkında detaylı bilgiler verilmemekle birlikte sürecin yapısında basamaklar arasındaki geçişlerin sık sık yapıldığı vurgulanmıştır. Penrose (1978)’un modelleme sürecinde dikkat edilecek en önemli nokta, matematiksel problem belirlenmeden önce matematiksel modelin oluşturulmasıdır. Bu durum matematiksel modelleme sürecini açıklayan diğer çalışmalarla çelişmektedir (Penrose, 1978’den aktaran Bukova Güzel, 2018).

Modelleme sürecine yönelik yapılan ilk çalışmalardan bir diğeri ise Pollak (1979) tarafından yapılmıştır. Pollak (1979), “Modelleme Devri” olarak isimlendirdiği matematik ve gerçek hayat arasındaki ilişkiyi Şekil 2’de ifade etmiştir.

Şekil 2. Modelleme Devri

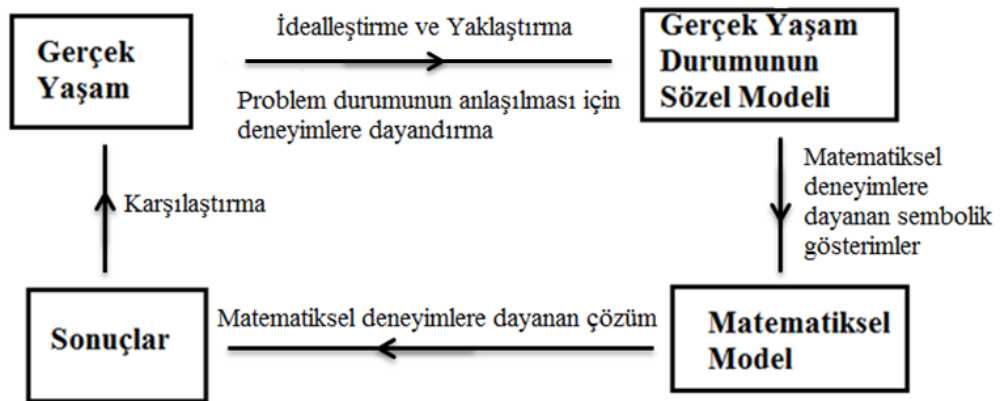


Kaynak: Pollak, 1979’dan aktaran Saka, 2016: 19

Pollak (1979)’ın Modelleme Devri’ne göre, gerçek bir durumdan veya gerçek bir problemten yola çıkılarak şemanın diğer kısmına geçerken uygun matematiksel işlemler kullanılır. Daha sonra diğer dünyaya gidilerek sonuçlar yorumlanır. Sonucun bireyi memnun etmemesi durumunda modelleme süreci tekrar edilir.

Kapur (1982) ise modelleme sürecini, gerçek yaşamdaki problem durumunu matematiksel bir probleme dönüştürerek elde edilen matematiksel çözümü gerçek hayatta kullanılan dile göre yorumlamak olarak tanımlamıştır.

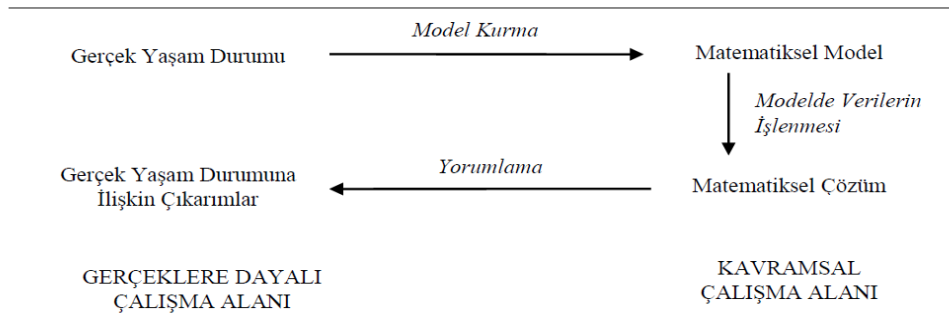
Şekil 3. Matematiksel Modelleme Süreci



Kaynak: Kapur, 1982’den aktaran Çavuş Erdem, 2018:22

Müller ve Witmann (1984) çalışmalarında, matematiksel modelleme sürecinin üç basamaktan oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu üç basamak model kurma, modeldeki verilerin işlenmesi ve verilerin yorumlanmasıdır. Bu basamaklar için gerekli olan dört temel bileşeni gerçek yaşam durumu, matematiksel model, matematiksel çözüm ve gerçek yaşam durumuna ilişkin çıkarımlar olarak belirtmişler ve süreci ayrıntılı olarak incelemeye çalışmışlardır.

Şekil 4. Modelleme Sürecinin Yapısı

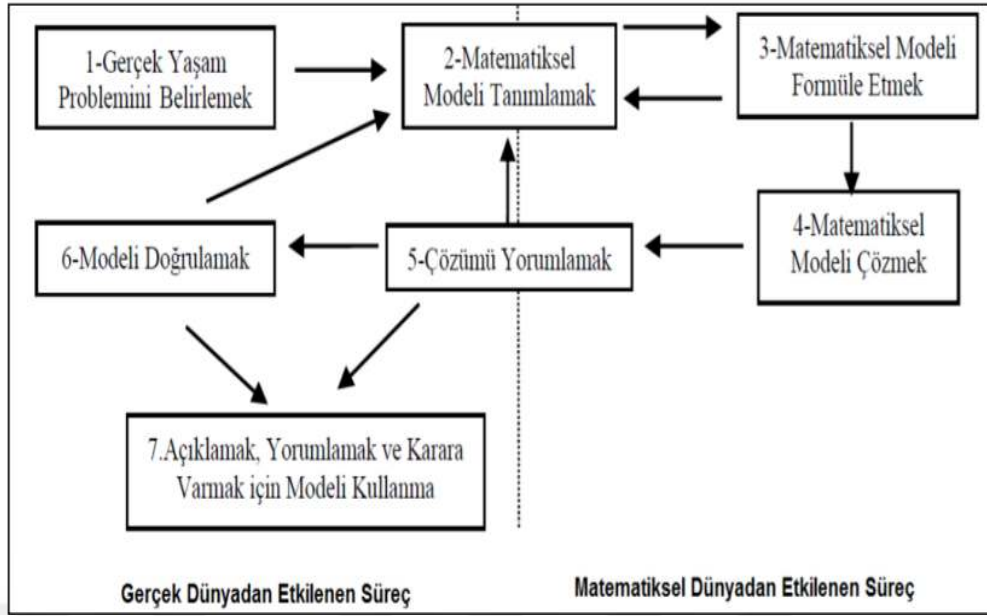


Kaynak: Müller ve Witmann, 1984'den aktaran Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2013: 130

Bu çalışma modelleme sürecini, basamaklar ve bileşenler yardımıyla sunması ve sürecin döngüsellliğini vurgulaması yönüyle sonraki çalışmalara yol göstermiştir. Çalışmada süreç açıklanırken, döngüsellikten ve basamaklar arasındaki etkileşimden bahsedilmemiştir (Bukova Güzel, 2018).

Matematiksel modelleme sürecinin açıklandığı bir başka çalışmada sürecin ilk basamakları, gerçek yaşam probleminin matematiksel sembollerle formüle edilmesi, durumu tanımlayan değişkenlerden ve bu değişkenlerle ilgili denklemlerden matematiksel modelin ortaya çıkarılmasını gerektirir (Mason, 1988). Mason (1988), modelleme sürecini açıklarken Müller ve Wittmann (1984)'ün çalışmasında olduğu gibi sağ tarafın matematiksel dünyadan, sol tarafın da gerçek dünyadan etkilenen bir süreç olduğunu belirtmektedir. Bu süreci Şekil 5'teki gibi ifade eder:

Şekil 5. Matematiksel Modellemedeki Basamaklar

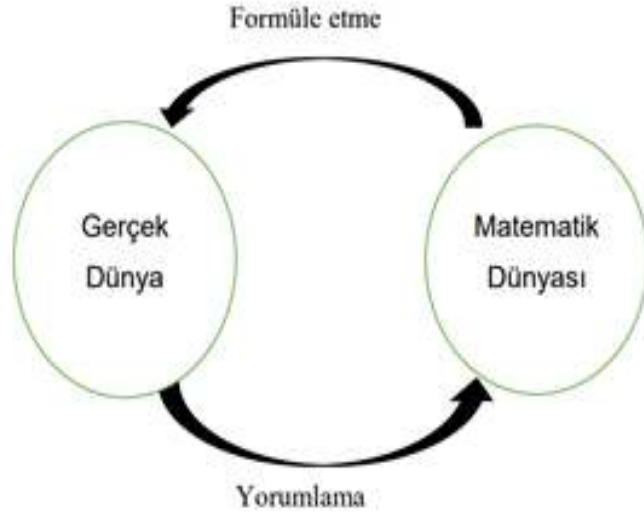


Kaynak: Mason, 1988'den aktaran Aydın Güç, 2015: 17

Mason (1988), ilk basamaktan son basamağa doğru gidişin tanımlanan basamaklar arasında gerçekleştiğini, özellikle gerçek sonuca ulaşırken karşılaşılan yapının daha karmaşık olduğunu ifade etmiştir. Buna ek olarak, modelden elde edilen sonuçların gerçek yaşama uygun olmadığı veya gerçek yaşama dönüştürülemeyen sonuçlar içerdiğinde sürecin yeniden incelenerek gerekli basamağa dönülmesi gerektiğini belirtmiştir. Mason (1988), kendisinden önce yapılan çalışmalardan farklı olarak matematiksel modelleme sürecinde modelin doğrulanması basamağına yer vermiştir.

Matematiksel modelleme süreciyle ilgili çalışmalar yapan birçok araştırmacı bu sürecin anlaşılır ve basit bir süreç olmadığını, basamaklar arasındaki geçişlerin oldukça karmaşık olduğunu vurgular (Berry ve Houston, 1995; Mason 1988). Berry ve Houston (1995)'da matematiksel modelleme sürecini basit bir şekilde gerçek dünya ile matematiksel dünyanın etkileşimi şeklinde ifade etmiştir:

Şekil 6. Matematiksel Modelleme Süreci

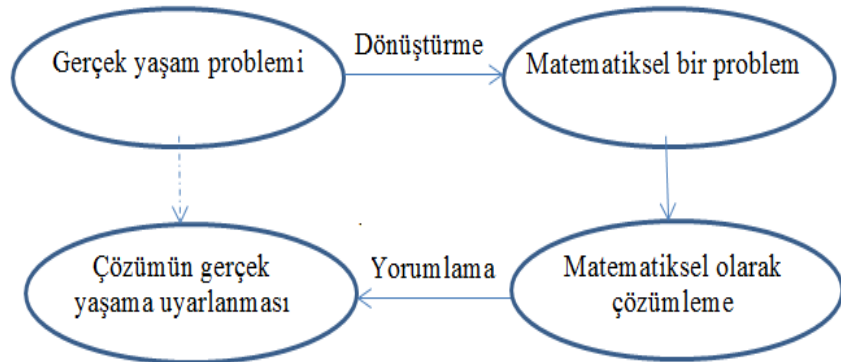


Kaynak: Berry ve Houston, 1995'den aktaran Karakaş, 2020: 22

Şekil 6'da görüldüğü gibi gerçek hayattan alınan bir problem formüle edilir ve matematiksel işlemler yardımıyla çözülür. Elde edilen çözüm yorumlanarak yeniden gerçek hayattan alınan şekline göre düzenlenir. Bery ve Houston (1995)'a göre modelleme becerisini geliştirmek için, gerçek hayat durumunu içeren problemleri çözmek ve modelleri doğru formüle etmek gerekmektedir. Problemlerde modeli doğru formüle etmek için değişkenleri doğru seçmek ve onlar arasındaki ilişkiyi doğru kurabilmek gerekmektedir.

Cheng (2001) matematiksel modelleme sürecini gerçek yaşam problemi, matematiksel bir problem, matematiksel olarak çözümleme ve çözümün gerçek yaşama uyarlanması başlıkları altında Şekil 7'deki gibi açıklamıştır:

Şekil 7. Modelleme Süreci

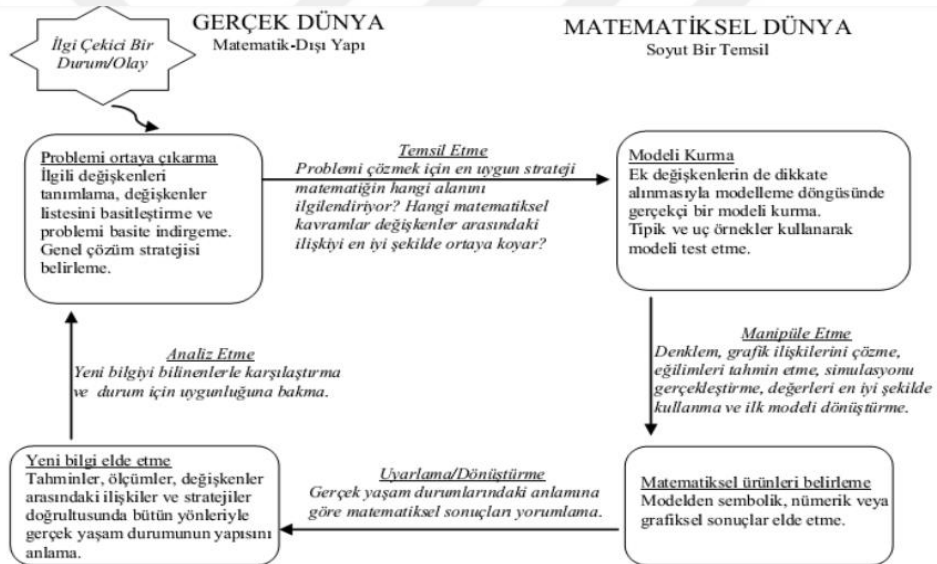


Kaynak: Cheng, 2001'den aktaran Çetinkaya, 2014: 8

Cheng (2001) modelleme sürecine gerçek yaşamdan bir problem seçerek başlar. Gerçek yaşamdan seçilen bu problem matematiksel bir probleme dönüştürülür. Matematiksel bir probleme dönüştürülen gerçek yaşam problemi matematiksel yöntemler kullanılarak çözülür. Çözülme problem yorumlanarak gerçek yaşama uyarlanır. Cheng (2001)'in modelleme süreci dairesel ve tekrarlanan bir süreçtir.

Abrams (2001), matematiksel düşünmenin oluşması ve gerçekleştirilmesi için güçlü bir sürecin matematiksel modelleme ile yaratıldığını belirtmiştir. Öğrencilerin problem durumunu çözebilmek için ihtiyaç duydukları faktörlerin başında, probleme ilişkin sahip oldukları deneyimlerin geldiğini ifade eder.

Şekil 8. Matematiksel Modelleme Döngüsü



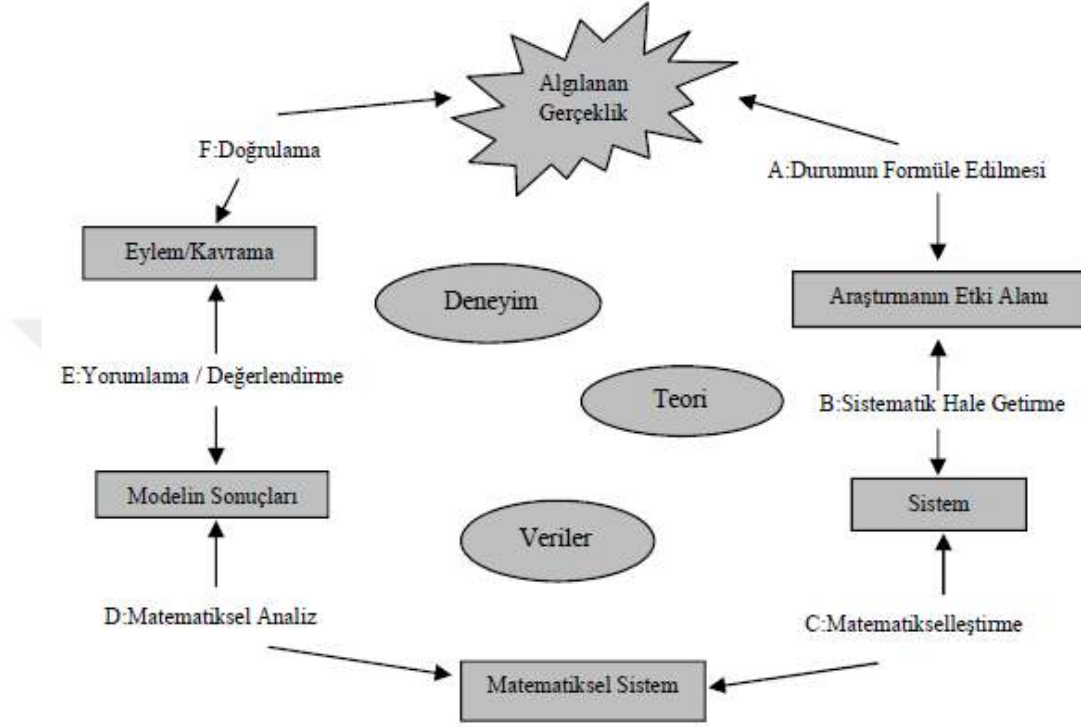
Kaynak: Abrams, 2001'den aktaran Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2013: 133

Abrams (2001)'in modelleme döngüsünde, gerçek dünyadan seçilen ilgi çekici bir olaydan problem durumu ortaya çıkar. Bu problem durumuna uygun model kurulur. Kurulan model, tipik ve uç örnekler kullanılarak test edilir. Model yardımıyla sembolik, grafiksel sonuçlar elde edilir. Bu sonuçlar gerçek yaşamdaki anlamlarına göre yorumlanır ve gerçek yaşam durumlarının yapısı anlaşılmasına çalışılır. Elde edilen yeni bilgiler ile var olan bilgiler karşılaştırılarak durum için uygunluğuna bakılır.

Blomhøj ve Jensen (2003)'ün tanımladığı modelleme süreci ise altı basamaktan oluşmaktadır. Tanımladıkları matematiksel modelleme sürecinin matematiksel modeller ile çalışırken gerçekleşen davranışların ve matematiksel modelleme

yeterliklerinin tanımlanması ve analiz edilmesi için bir araç olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Blomhøj ve Jensen (2003) tarafından tanımlanan modelleme süreci Şekil 9’da verilmiştir:

Şekil 9. Modelleme Süreci

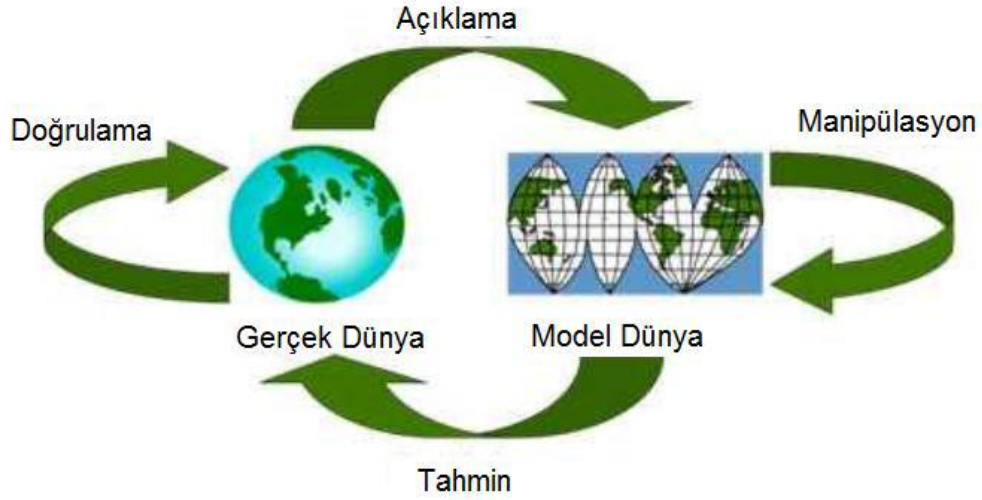


Kaynak: Blomhøj ve Jensen, 2003’den aktaran Saka, 2016: 22

Blomhøj ve Jensen (2003), modelleme sürecinin ilk adımına problem durumunu formülleştirerek başlar. İkinci adımında problem durumuna uygun matematiksel model geliştirmek için gereken değişkenler ve değişkenler arası ilişkiler belirlenir. Basit matematikselleştirme süreci olan üçüncü adımda belirlenen değişkenler matematiksel dile dönüştürülür. Sonraki adımda matematiksel bilgilerin kullanılmasıyla matematiksel bir çözüm yapılır ve sonuca ulaşılmaya çalışılır. Beşinci adımda sonuçlar yorumlanır ve son adımda elde edilen sonuç için gözlem sonucu elde edilen veriler, deneysel veriler ve tahmin sonucu ulaşılan veriler kullanılarak modelin geçerliği araştırılır.

Lesh ve Doerr (2003), matematiksel modelleme sürecini gerçek dünya ve model dünya arasında geçişlerden oluşan basit bir görünümle açıklamıştır:

Şekil 10. Matematiksel Modelleme Döngüsü

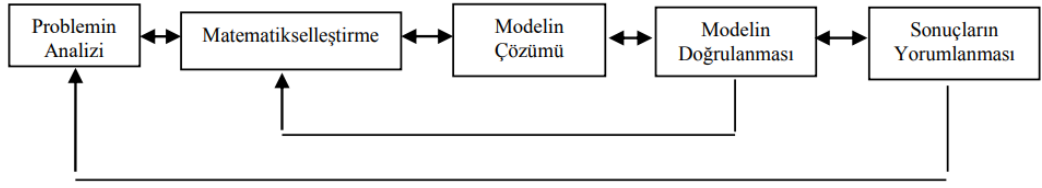


Kaynak: Lesh ve Doerr, 2003'den aktaran Aydın Güç, 2015: 20

Lesh ve Doerr (2003) matematiksel modelleme sürecinde ilk olarak gerçek dünya ve model dünya arasındaki ilişkinin kurulması gerektiğini belirtmiştir. Açıklama basamağı gerçek ve model dünya arasında ilişkinin kurulduğu basamaktır. Bu basamakta ilk olarak gerçek dünyadan bir problem durumu alınır ve bu problem matematiksel olarak analiz edilir. Verilen bilgiler arasından önemli olan bilgiler belirlenir. Böylece bilgiler önem sırasına konularak durum basitleştirilir. Manipülasyon basamağında, birinci basamakta belirlenen problem durumuna ait bileşenler matematiksel olarak temsil edilir ve bu bileşenler arasında ilişki kurulur. Matematiğe ait beceriler bu basamakta kullanılır. Tahmin basamağında, modelle elde edilen sonuçlar gerçek dünya ile ilişkilendirilir. Problem durumuna ait çözümler yapılır ve çözümün problem durumu için anlamlılığı test edilir. Doğrulama basamağında ise yapılan çalışmalarla tahminlerin gerçek dünya ile olan uyumuna bakılır. Modelin gerçek durumdaki geçerliği ve kullanışlılığı incelenir.

Voskoglou (2006) modelleme sürecini beş basamak ile ifade eder. Basamaklar arasında geçişlerin olabileceğini, bu durumun da çözüm sürecini karmaşıktırdığını belirtir. Voskoglou (2006)'nın modelleme sürecini Şekil 11'de verilmiştir.

Şekil 11. Matematiksel Modelleme Süreci

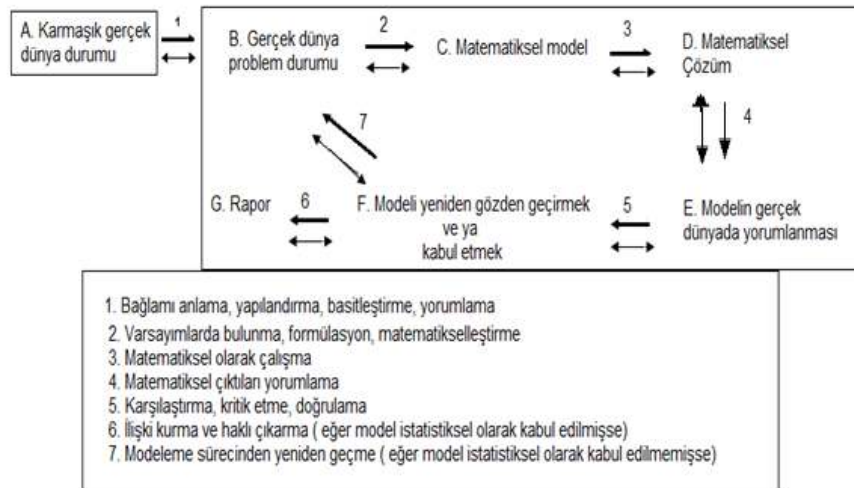


Kaynak: Voskoglou, 2006'dan aktaran Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2013: 136

Voskoglou (2006)'nın modelleme sürecinin ilk basamağında problemin analizi yer alır. Bu basamakta problem anlamlandırılır ve gerçek durum için ihtiyaçlar ve sınırlandırmalar açığa çıkarılır. İkinci basamağında, gerçek yaşam durumu formüle edilir ve matematiksel yaklaşımlarla model oluşturulur. Üçüncü basamağında, oluşturulan model uygun işlemlerle çözülür. Dördüncü basamağında, çözümler gerçek yaşam durumları ile karşılaştırılır ve gerekli görülen yerlerde yeni modeller oluşturulur. Beşinci ve son basamağında, elde edilen matematiksel sonuçlar yorumlanır ve gerçek yaşam durumları ile ilişkilendirilir.

Galbraith ve Stillman (2006) modelleme sürecini karmaşık dünya durumu, gerçek dünya problem durumu, matematiksel model, matematiksel çözüm, modelin gerçek dünyada yorumlanması, yeniden gözden geçirilmesi veya onaylanmasını ve rapor basamaklarını içeren döngüsel bir süreç olduğunu belirtmiştir. Stillman, Galbraith, Brown ve Edward (2007) ise geçişleri ifade eden süreçleri matematiksel modelleme süreci ile bütünleştirerek matematiksel modelleme döngüsünü Şekil 12'deki gibi açıklamıştır:

Şekil 12. Modelleme Döngüsü



Kaynak: Galbraith vd., 2007'den aktaran Aydın Güç, 2015

Bu döngüye göre gerçek dünyadan bir problem durumu seçilir. Bu problem durumuna uygun bir matematiksel model geliştirilir. Geliştirilen modele uygun matematiksel çözümler yapıldıktan sonra model gerçek dünya durumuna göre yorumlanır. Eğer model ve çözüm gerçek problem durumu ile uyum sağlamazsa model yeniden gözden geçirilir. Araştırmacıların tanımladıkları bu matematiksel döngüde iki yönlü ok, basamaklar arasındaki ileri ve geri yönlü yansımaları içeren üst bilişsel becerileri ifade etmektedir.

Matematiksel modelleme sürecini açıklayan çalışmalar incelendiğinde araştırmacıların ortak kararı modelleme sürecinin döngüsel bir süreç olduğu yönündedir (Zbiek ve Conner, 2006). Matematiksel modelleme en genel tanımıyla gerçek dünya ile matematiksel dünya arasındaki ilişkiyi açıklayan bir süreç olarak ifade edilebilir. Yapılan tanımlarla matematik ve gerçek yaşam arasındaki ilişkinin hangi basamaklarla farklılaştığı ortaya konulmuştur.

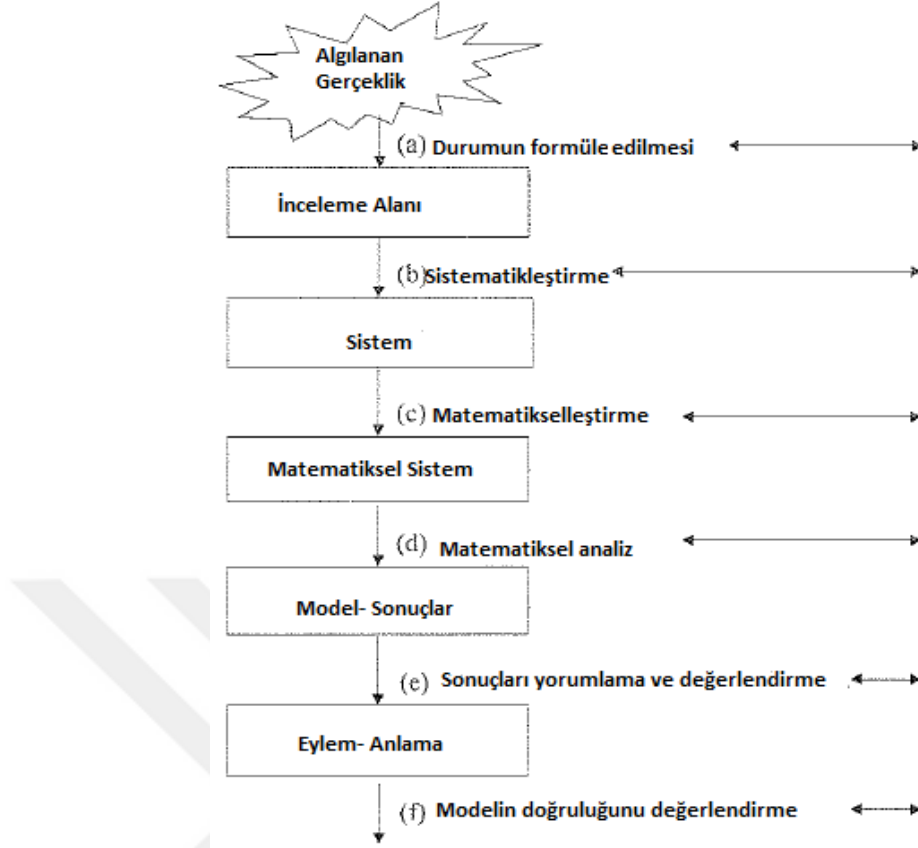
2.5. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve Gelişimi

Matematik eğitiminin tüm kademelerinde öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini desteklemek ve bu yeterlikleri geliştirmek amaçlanmaktadır (Blomhøj ve Jensen, 2003). Modelleme yapabilmeleri için öğrencilerin modelleme yeterliklerini kullanmaları gerekir (Tekin Dede, 2015). Bu nedenle bu kavrama açıklık getirmek gerekmektedir. Modelleme yeterliğinin anlamını açıklamadan önce alan yazında sıkça karıştırılan ve birbirinin yerine kullanılan yetenek, beceri ve yeterlik kavramlarını tanımlamak gerekmektedir (Bukova Güzel, 2018). TDK Güncel Sözlük'te bu kavramlar çok net bir şekilde birbirinden ayrı tanımlanmıştır. Yetenek, bir kimsenin bir şeyi anlama veya yapabilme niteliği olarak tanımlanmıştır. Beceri, kişinin yatkınlık ve öğrenime bağlı olarak bir işi başarma ve bir işlemi amaca uygun olarak sonuçlandırma yeteneğidir. Yeterlik, yeterli olma durumu veya bir işi yapma gücü sağlayan özel bilgi şeklinde tanımlanmaktadır (TDK, 2011). Blomhøj ve Jensen (2003) yeterlik kavramını, kişinin verilen herhangi bir durumda var olan zorluğa cevap verme yetisi ve isteği olarak tanımlamıştır. Bir başka ifadeyle yeterlik kavramı, problem durumunda bazı gerekli ya da arzu edilebilir eylemleri gerçekleştirmek için bireyin yeteneğidir (Niss, Blum ve Galbraith, 2007). Stillman, Galbraith, Brown ve Edward (2007) ise yeterlik kavramını, problem durumu ile ilgili kararları alabilmek ve bu kararlar doğrultusunda sonuca ulaşabilmek amacıyla gerçekleştirilen etkinlikler

için gerekli olan bireysel kapasite olarak tanımlamıştır. Maaß (2006) da yeterlik kavramının sadece beceri ve yetenek olmadığını, aynı zamanda bu kavramların yansımalarını kendi hayatında kullanmak ve bu yetenek ve beceriyi harekete geçirebilmek olduğunu belirtmiştir.

Matematiksel modelleme yeterliği, verilen gerçek yaşam durumu ile ilgili soruları, ilişkileri, değişkenleri veya yapılan tahminleri tanımlama, matematikselleştirme ve matematiksel sonuçları gerçek yaşam durumuna yorumlama ve doğrulama yeteneğinin yanı sıra verilen bir modelin kapsamını ve özelliklerini kontrol etme, modeli karşılaştırma ve analiz etme yeteneğidir (Niss, Blum ve Galbraith, 2007). Blum (2002) ise matematiksel modelleme yeterliğini, yapılandırma, matematikselleştirme, yorumlama ve problem çözme yeteneğine ek olarak matematiksel modelleme çalışma, modeli doğrulama, modeli ve onun sonuçlarını değerlendirme, onları eleştirel bir şekilde analiz etme ve modelleme sürecini öz-düzenleme olarak tanımlamıştır. Maaß ve Mischo (2011) ise modelleme yeterliğini, modelleme süreçlerini yeterli ve hedefli bir şekilde yürütebilmek için bireyin sahip olması gereken yetenek ve beceriler olarak ifade etmişlerdir. Yapılan tanımlar ışığında modelleme yeterliğinin modelleme süreci ile doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. Matematiksel modelleme yeterliğinin tam olarak anlaşılabilmesi süreç içinde yaşananlar ile ilişkilendirilerek alt yeterliklerin tanımlanması ile mümkündür. (Maaß, 2006). Başka bir çalışmada Blomhøj ve Jensen (2003), matematiksel modelleme yeterliklerini şu şekilde tanımlamıştır:

Şekil 13. Modelleme Yeterlik Süreci



Kaynak: Blomhøj ve Jensen, 2003

Yukarıdaki şekle göre modelleme sürecini:

- Gerçek durumun özelliklerinin belirlenmesi için verilen problemin formüle edilmesi
- Matematiksel bir gösterimi oluşturmak için, ilgili nesnelerin, ilişkilerin vb.nin araştırılmasının ve idealleştirilmesinin sonucunda ilgili nesnelerin, ilişkilerin vb.nin seçilmesi
- Sistemdeki nesnelerin ve ilişkilerin matematiksel olarak tutarlı bir şekilde sunulması
- Matematiksel çözümler ve kavrayışlara ulaşmak için matematiksel yöntemlerin kullanılması
- Sorgulamanın gerçekleştirilmesiyle ilişkili elde edilen sonuçların ve kavrayışların yorumlanması
- Deneyimlerle, gözlenen veya tahmin edilebilen verilerle ya da modelleme sürecine ilişkin teorik bilgi ve bunların yansımalarıyla karşılaştırılarak modelin

doğruluğunun değerlendirilmesi şeklinde ifade etmişlerdir (Bukova Güzel, 2018).

Matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin bu tanımlamalar dışında öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirlemek için aşağıdaki soruların yanıtlanması gerekmektedir (Ikeda ve Stephens, 1998):

1. Öğrenci problemin temel matematiksel odağını belirledi mi?
2. Öğrenci ilgili değişkenleri doğru bir şekilde belirledi mi?
3. Öğrenci koşulları ve varsayımları idealleştirdi ya da sadeleştirdi mi?
4. Öğrenci analiz edilecek esas değişkeni belirledi mi?
5. Öğrenci başarılı bir şekilde esas değişkeni analiz edip, uygun matematiksel sonuçları elde etti mi?
6. Öğrenci modellenen durum açısından matematiksel sonuçları yorumladı mı? (aktaran Bukova Güzel, 2018).

Matematik öğretiminde matematiksel modelleme etkinliklerini kullanmak ve öğrencilerin modelleme etkinlikleri sürecinde gelişim göstermelerini sağlamak modelleme yeterliklerini geliştirmekle mümkün olmaktadır. Bu gelişimi sağlamak da modelleme etkinlikleri ile sağlanmaktadır (Blomhøj ve Kjeldsen, 2006). Bu süreçte öğretmenlerin ve öğrencilerin yapması gereken önemli görevler vardır. Öğretmenler derslerinde işleyecekleri konuya uygun modelleme etkinliklerinden yararlanmalıdır (Bukova Güzel, 2018). Modelleme yeterliklerinin gelişimi için sadece gerçek yaşam durumları ile ilgili problemler ile çalışmak yeterli değildir. Bu süreçte öğrenciler, modelleme sürecinin farkında olup modellemeye ait bilgileri ile problemleri çözmeye çalışmalıdır (Blomhøj ve Kjeldsen, 2006). Bu nedenle öğretmenler, öğrencilerine modelleme problemlerini çözmeyi öğretmeli, problemleri çözerken onları desteklemeli ve teşvik etmelidir (Maaß, 2006). Bu bilgilere ek olarak, öğrencilerin modelleme etkinlikleri süresince bireysel veya birlikte çalışmaları da modelleme yeterliklerinin gelişimi açısından oldukça önemlidir. Öğrencilerin modelleme sürecinde kendi kararlarını uygulayabilecekleri gerçek yaşam problemleri üretme çalışmaları da yapılabilir (Blomhøj ve Kjeldsen, 2006). Öğretmenlerin modelleme yeterliklerini geliştirecek şekilde öğretimlerini gerçekleştirebilmeleri için lisans öğrenimlerinde modelleme etkinlikleri ile çalışmaları ve böylece modelleme yeterliklerini geliştirmeleri beklenir (Kaiser, 2007). Bu nedenle sınıf öğretmeni adaylarının modelleme etkinliklerini öğrenmesi büyük önem taşımaktadır.

2.6. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

Matematiksel modelleme etkinlikleri ilk olarak 1970 yılının başında ortaya çıkmıştır (Chamberlin, 2005). Modelleme etkinliklerinin iki hedefi vardır. Bu hedeflerden birincisi, öğrencileri gerçek yaşamda sadece uygulamalı matematikçilerin yaptığı gibi karmaşık problemleri çözebilmeleri için matematiksel model geliştirme konusunda cesaretlendirmektir (Lesh ve Doer, 2003). İkincisi ise öğrencilerin matematiksel düşüncelerini öğrenmekte araştırmacılara kolaylık sağlamaktır (NTCM, 2000). Matematiksel modelleme etkinlikleri, sınıfta öğretilen matematik konularını günlük yaşam durumları ile ifade ederek okul ve günlük yaşam arasında transfer sağlayan çok önemli bir köprüdür (Doruk, 2010). Öğrencilere, matematiksel bilginin gerçek dünyada nasıl kullanılacağı ile ilgili bilgiler verir (Sriraman, 2005). Bu nedenle öğretmenler ve öğrenciler için matematiksel modelleme etkinlikleri hakkında detaylı bilgiye sahip olmak büyük önem taşımaktadır.

2.6.1. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Özellikleri

Model oluşturma etkinlikleri, matematiksel olarak önemli olan sistemleri oluşturmak, açıklamak, tahmin etmek veya kontrol etmek için paylaşılabılır, değiştirilebilir ve tekrar kullanılabilir kavramsal araçları (örneğin modelleri) içeren problem çözme etkinlikleridir (Lesh ve Doer, 2003). Geleneksel sözel problemlerde olan öğrenciyi yönlendiren kalıplaşmış ifadelerin olmaması, açık uçlu olması ve tek bir doğru cevabın olmaması modelleme etkinliklerinin en belirgin özelliğidir (Kertil, 2008). Model oluşturma etkinliklerinin pedagojik amacı, öğrencilerin kendilerine bazı bilgileri verilen gerçek hayat durumlarının matematiksel modelini ortaya çıkarmak ve matematiksel kavramların daha iyi anlaşılmasına yardımcı olmaktır (Sriraman, 2005). Bu etkinlikler sayesinde öğrenciler, gerçek hayat durumlarından anlam çıkarır ve kendi matematiksel yapılarını bulur, genişletir ve yeniden düzenleyip değiştirirler (Doruk, 2010).

Matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilerin önemli matematiksel fikirlerini ve gelişimlerini desteklemektedir (Fox, 2006). Aynı zamanda öğrencilere kendi düşüncelerini açıklama fırsatı tanımaktadır (Carreire ve Baioa, 2011). Bu sayede öğretmenler de öğrencilerin matematiksel görevlerdeki düşüncelerini analiz etme imkânı bulmaktadır (Chamberlin ve Coxbill, 2012). Modelleme etkinlikleri sayesinde

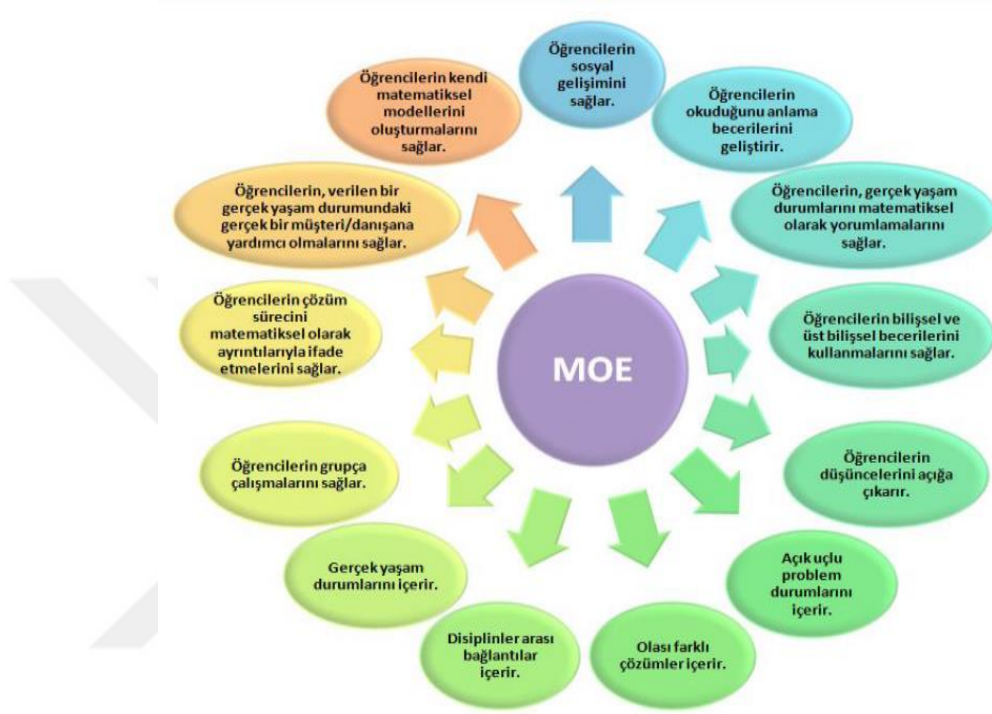
öğretmenler ve öğrenciler, gerçek yaşam durumlarını ifade eden bir model geliştirir, problemi çözecek kişiyi düşüncelerini ifade etmesi ve yeniden gözden geçirmesi için cesaretlendirir ve kavramsal sistemlerin açıklanmasında görsel ortamların kullanılmasını destekler (Verschaffel, 2002). Öğrenciler bu etkinlikler sayesinde, çeşitli zamanlarda deneme ve düzeltmelerle ulaştıkları düşünme stillerini ifade etme imkânı bulur. Bu durumda öğrencilerin ulaştıkları çözümler sadece model geliştirmeyi değil, modelin şekillendirdiği kavramsal sistemleri ve düşünceleri gelişme sürecini de içerir (Kandemir, 2011).

Fox (2006), matematiksel modelleme etkinliklerinde olması gereken özellikleri aşağıdaki şekilde belirtmektedir:

- Model oluşturma etkinlikleri problem çözmeyi geleneksel düşüncelerden farklı olarak şekillendirir.
- Model oluşturma etkinlikleri öğrencilerin ilgi duyduğu konular çerçevesinde şekillendirilmelidir. Modelleme problemleri öğrencileri, problem durumunu keşfetmeye ve araştırmaya teşvik etmelidir. Bu sayede öğrenciler, problem durumunu kendilerine göre anlamlandırır, yorumlarını deneyerek gözden geçirebilir.
- Modelleme problemleri açık uçlu problemlerdir. Önceden belirlenmiş tek bir doğru cevabı bulunmamaktadır. Modelleme etkinlikleri, öğrencilerin diğer gruplardan farklı olan, önemli olduğunu düşündükleri yerler ile ilgili model oluşturmalarına destek verecek şekilde hazırlanmalıdır.
- Modelleme etkinliklerinde öğretmen, doğrudan öğreten bir rolden ziyade öğrencilerin matematiksel gelişimini kolaylaştıracak ve geliştirecek bir role sahip olmalıdır.
- Matematiksel modelleme problemleri, çoklu çözüm yaklaşımına dayanan problem çözme etkinlikleridir. Bu etkinlikler bilgi seviyelerine bakılmaksızın, tüm öğrencilerin katılabileceği ve farklı gelişim seviyelerine uygun olacak şekilde hazırlanmalıdır.
- Matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin etkili iletişim kurmaları ve grup çalışmasının getirdiği yeterlikleri gösterebilecekleri şekilde tasarlanmalıdır.

Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014), matematiksel modelleme etkinliklerinin kuramsal yapısını tanıtmak amacıyla bir çalışma hazırlamışlardır. Alan yazındaki araştırdıkları yayınlar çerçevesinde matematiksel modelleme etkinliklerinin özelliklerini Şekil 14'teki gibi sunmuşlardır:

Şekil 14. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Özellikleri



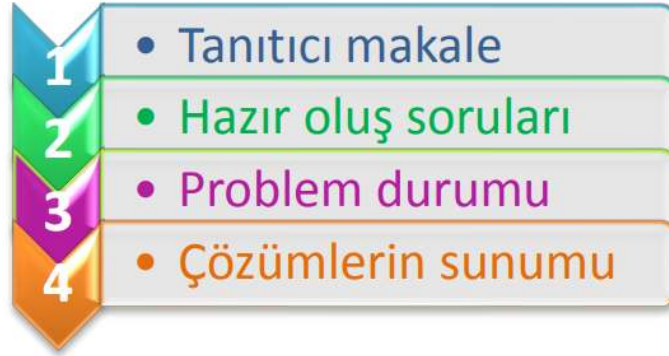
Kaynak: Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014: 98

Şekil 14'te görüldü gibi model oluşturma etkinlikleri, gerçek yaşam durumları göz önüne alınarak hazırlanmış, farklı çözümler içeren açık uçlu problem durumlarıdır. Matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözme sürecinde problem durumunu matematiksel olarak ifade etme ve matematik düşüncelerini ortaya çıkarmada yardımcı olur. Matematiksel modelleme etkinlikleri grupla çalışma imkânı sağlamaktadır. Böylece öğrencilerin sosyal yönlerinin gelişmesine de katkı sağlar.

Model oluşturma etkinlikleri, belirli prensipler ve bileşenlere sahip olacak şekilde tanımlanmış rutin olmayan problemlerdir (Bukova Güzel, 2018). Her matematiksel modelleme etkinliği, öğrencilerin gerçek hayat durumlarını matematiksel olarak yorumlamalarını ve kendilerine danışan birine yardımcı olabilmek amacıyla matematiksel bir tanım, işlem veya metot oluşturmalarını

gerektirir (Lesh ve Zawojewski, 2007'den aktaran Bukova Güzel, 2018). Matematiksel modelleme etkinliklerinin dört temel bileşeni vardır (Chamberlin ve Moon, 2008; Yu ve Chang, 2009):

Şekil 15. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Dört Temel Bileşeni



Kaynak: Bukova Güzel, 2014: 103

Model oluşturma etkinliklerine başlamadan önce modelleme problemi ile ilgili tanıtıcı makaleler, gazete haberleri, animasyonlar, kısa film veya videolar gibi görsel işitsel materyaller sınıfa getirilerek öğrencilerin problem durumu ile ilgili varsa ön bilgilerini ortaya çıkarmak yoksa problem durumu hakkında bilgi sahibi olmasını sağlamak amaçlanmaktadır. Lesh ve Doerr (2003)'de probleme başlamadan önce problem durumu ile ilgili tanıtıcı makalelerin sınıfa getirilerek tartışma ortamı oluşturulması ve bu sayede öğrencilerin mevcut bilgileri ve problem durumu arasında ilişki kurması gerektiğini belirtmiştir. Model oluşturma etkinliklerinden önce tanıtıcı makaleler ile çalışılması, öğrencilerin konuya ilgisini çeker ve problemi çözmeye istekli hale getirir. Tanıtıcı makaleler yardımı ile öğrencilerin düşünmelerine ve yeni fikirler üretmelerine ortam sağlayan hazır oluş soruları oluşturulur. Hazır oluş soruları genellikle dört sorudan oluşur. Bu sorulardan üçünün yanıtı doğrudan tanıtıcı makalelerde bulunur. Son soru ise öğrencileri tanıtıcı makaleden hareketle düşünmeye ve yorum yapmaya yöneltecek sorudur. Tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları, öğrencilere ev ödevi olarak verilebilir (Bukova Güzel, 2018). Hazır oluş sorularını cevaplayan öğrenciler model oluşturma etkinliklerini çözmeye hazır hale gelir. Bireysel veya grup çalışması ile model oluşturma etkinliklerini çözerek problem durumuna uygun modeller oluşturmaya çalışırlar. Daha sonra buldukları çözümleri diğer arkadaşlarına sunarak fikirlerini savunur ve gerekli yerlerde düzeltmeler yaparlar.

Matematiksel modelleme etkinlikleri, matematik öğretimi açısından oldukça önemli etkinliklerdir. Niss (1989), matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik dersi için neden çok önemli olduğunu, matematik öğretim programlarında neden olması gerektiğini şu şekilde açıklamaktadır:

- Öğrencilerin yaratıcılıklarını, problem çözme tutumlarını, yeterliklerini ve becerilerini geliştirir.
- Öğrencilerde matematik dışındaki alanlarda da matematiğin kullanıldığı bilincini oluşturarak eleştirel bakış açısı oluşturur ve geliştirir.
- Öğrencilerin şu anda veya gelecekteki hayatlarında matematiksel modelleme uygulamalarını yapabilecek pratiğe sahip olmalarını sağlar.
- Matematiğin ve matematiği oluşturan karakterlerin temsili ve dengeli bir resmini oluşturur. Böyle bir resim matematiğin tüm yönlerini kapsamalıdır. Matematiksel modelleme uygulamaları da böyle bir yönün oluşmasını sağlar.
- Öğrencilerin matematiksel kavramları, yöntemleri, konuları, sonuçları daha iyi anlamalarını sağlar.

Bu bilgiler ışığında matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretim programında yer alması, öğrencilerin problem çözme becerisini geliştirmesi, yaratıcılıklarını, matematiğe yönelik tutumlarını ve yeterliklerini arttırması açısından oldukça önemlidir. Model oluşturma etkinlikleri ile çalışan öğrenciler grup çalışmasının gerekliliklerini yerine getirmeyi öğrenir ve bu sayede kendine olan güveni artarak düşüncelerini daha iyi ifade eder. İlkokul, bu tarz becerilerin kazandırıldığı bir dönemdir. Öğrenciler model oluşturma etkinlikleri ile ne kadar erken yaşta tanışırsa bu becerileri kazanmaları da o kadar hızlı ve kolay olacaktır. English ve Watters (2004)'da öğrencilerin modelleme etkinlikleri ile olabildiğince erken yaşta tanışması gerektiğini belirtmiştir.

2.6.2. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Öğretmenin Rolü

İlkokul matematik dersi öğretim programı; matematiksel kavramları ve sistemleri anlayabilen, bu kavramlar ve sistemler arasında ilişki kurabilen, kavramları günlük hayat ve farklı disiplinlerle ilişkilendirebilen, problem çözme sürecinde matematiksel dili etkili ve verimli kullanabilen, model kurabilen ve bu modelleri sözel ve matematiksel ifadelerle ilişkilendirebilen bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir

(MEB, 2005). Bu bağlamda programın amacını gerçekleştirecek ve öğrencileri matematiksel modelleme etkinlikleri ile tanıştıracak öğretmenlere büyük görevler düşmektedir. Matematiksel modelleme etkinlikleri öğretmenlerden, öğrencilerin mevcut çözüm yollarını belirlemesi ve yorumlamasının dışında bu çözüm yollarını düzenlemelerine ve geliştirmelerine ortam sağlamasını beklemektedir (Doerr, 2006).

Öğrencilerin merkezde olduğu ve kendi öğrenmelerinden sorumlu oldukları bir öğrenme ortamı sağlayan matematiksel modelleme etkinliklerinde öğretmenlerin farklı sorumlulukları vardır. Öğretmenlerin geleneksel yöntemlerden farklı bir donanıma sahip olmaları gerekmektedir (Erbaş vd., 2016). Öğretmenlerin sahip olması gereken yeterlikleri Borromeo Ferri (2014) dört boyutta sınıflandırmıştır:

Tablo 1. Öğretmenlerin Sahip Olması Gereken Yeterlikler

Teorik Boyut	Görev Boyutu	Öğretim Boyutu	Tanı Boyutu
• Modelleme döngüleri • Modellemenin amaçları ve perspektifleri • Modelleme görevleri (türleri)	• Modelleme görevlerinin çoklu çözümü • Modelleme görevlerinin bilişsel analizi • Modelleme görevlerinin geliştirilmesi	• Modelleme kullanarak ders planlama • Modelleme kullanarak ders işleme • Modelleme çözümlerine geri bildirimde bulunma	• Modelleme sürecindeki aşamaları tanıma • Modelleme sürecinde karşılaşılan zorlukları ve hataları tanıma • Modelleme görevlerini belirleme

Kaynak: Borromeo Ferri, 2014: 29

Teorik Boyut, matematiksel modellemenin döngüsünü, görevlerini, türlerini, amaçlarını ve perspektiflerini bilmeyi içerir. Bu boyuta göre öğretmen modelleme ile ilgili tüm bilgilere hâkim olmalıdır. Matematiksel modelleme ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmayan öğretmenler, süreçte bilgi eksikliğinden kaynaklı sorunlarla karşılaşabilir. Bu duruma sebebiyet vermemek için modelleme etkinlikleri öncesinde öğretmenler mutlaka modelleme problemlerini çözmeli, problem durumuyla ilgili diğer öğretmenlerin fikirlerini almalıdır.

Modelleme Görevi Boyutu, modelleme etkinliklerinin çoklu çözüm yaklaşımını, bilişsel analiz boyutunu ve modelleme etkinliği oluşturabilmeyi içerir. Bu boyuta göre, öğretmen öncelikle modelleme basamaklarını çok iyi bilmelidir.

Öğrencilerin çözüm yaklaşımlarını anlamak ve daha uygun bir şekilde rehberlik etme açısından olası çözümlerin önceden düşünülmesi gerekmektedir. Öğrencilerin seviye, ilgi, ihtiyaç ve beklentilerine göre yeni modelleme etkinlikleri tasarlamalarını da içerir.

Öğretim Boyutu, modelleme etkinlikleri ile ders planı hazırlamayı ve ders sürecini yönetmeyi, modelleme etkinliklerinin çözümüne destek olmayı ve geri dönütlerde bulunmayı içerir. Sınıfında modelleme etkinliği uygulayacak öğretmenin öncelikle planlama yapması gerekmektedir. Modelleme etkinliğinin hangi düzeydeki öğrencilerle gerçekleştirileceği, içerdiği problem durumunun hangi konuları kapsayacağı ve hangi amaca yönelik olacağı modelleme etkinliklerinin şekillenmesi açısından oldukça önemlidir (Bukova Güzel, 2018).

Tanı Boyutu, modelleme sürecinde yapılanların değerlendirilmesini, bu süreçte karşılaşılan zorlukları ve hataları tanımayı içerir. Blum (2011), modelleme sürecinde öğrencilerin karşılaşılabileceği zorlukların anlaşılması ve tahmin edilmesinin çok önemli olduğunu, öğretmenlerin öğrencilerin problem durumlarına verdikleri çözümleri nasıl değerlendirmesi gerektiğini bilmesinin öneminden bahsetmiştir. Öğrencilerin karşılaşılabilecekleri zorlukların önceden tahmin edilmesi plan yapmayı ve önlem almayı gerektireceğinden öğretmenlerin öğrencilerin yaşadığı zorluklara doğru müdahalede bulunabilmesine yardımcı olacaktır.

Öğretmenler, öğrencilerin görmeye alıştıkları işlemleri problem durumuna uygulayamadıkları zaman ve gerçek yaşam durumlarını içeren karmaşık problemler ile karşılaştıklarında yardım isteyen öğrenci profilleri ile sık sık karşılaşacaklardır (Şahin ve Eraslan, 2018). Öğretmenler böyle bir durumla karşılaştıklarında hemen öğrencilere yardım etme eğilimi göstermektedir. Ancak, modelleme sürecinde zorlanan öğrencilere yardım edilmesi doğru bir öğretmen yaklaşımı değildir. Öğrenci süreçte her zaman aktif tutulmalıdır. Öğretmenler modelleme sürecinde sorun yaşayan bir öğrenci ile karşılaştıkları durumlarda onları grup içi tartışmalara yönlendirmelidir. Bu süreçte öğretmenlerin sadece rehber olmaları beklenmektedir.

Modelleme etkinliklerinin uygulanma sürecinde sorduğu sorulara cevap alamayan öğrenciler bu durumdan rahatsız olarak modelleme etkinlikleri ile çalışmakta isteksiz davranabilmektedir. Öğretmenler de öğrencilerin hatalarını fark edip yönlendirmeler yapamadıkları için modelleme etkinlikleri ile çalışırken zorlanabilirler (Şahin ve Eraslan, 2018).

Şekil 16. Öğretmenin Modelleme Çalışmaları Sırasındaki Doğru ve Yanlış Konumu



Kaynak: Blum ve Ferri, 2009'dan aktaran Eraslan, 2011

Modelleme etkinlikleri yapısı gereği tek bir çözümü olan geleneksel problemler olmadığı için tek bir çözüm yolu arama gayretinde olan öğrenciler hızlıca çözüme ulaşmak istemektedir. Buldukları sonucun doğruluğunu öğretmenlerine onaylatma ihtiyacı hissetmektedirler. Bu durumda öğretmenler, verilen problem durumunun tek bir çözüm yolunun olmadığını, birden fazla yolla birbirinden farklı sonuçlara ulaşabileceklerini sık sık vurgulamalı, bulunacak çözümün sadece o problemin çözümünde değil benzer problemlerin çözümünde de kullanılabilecek genellenebilir bir araç olduğu belirtilmelidir (Eraslan, 2011). Öğrenciler zamanla öğretmenlerinden destek almaktan vazgeçerek grup içi tartışmalara yönelecektir.

Öğretmenler bazı durumlarda öğrencileri problem durumuna uygun çözüm yoluna yönlendirmektedir. Ancak öğretmenin kendi düşüncesi yerine öğrencinin düşüncelerini dikkate alması gerekmektedir (Bukova Güzel, 2018). Modelleme sürecinin etkili ve verimli olabilmesi öğrencinin en üst düzeyde bağımsızlığı ile öğretmenin en az düzeyde rehberliği arasında kalıcı bir denge ile sağlanmalıdır (Blum ve Borromeo Ferri, 2009). Modelleme etkinlikleri ile çalışan öğrencilere öğretmenler, konu ile ilgili stratejik sorular sorarak istenilen matematiksel düşünme sürecini deneyimlemelerini sağlayabilir (Blum ve Borromeo Ferri, 2009). Öğrenciler modelleme sırasında yardım isterlerse Tablo 2'de bulunan sorular yöneltilecek rehberlik yapılabilir (Zawojewski, Lesh ve English, 2003'den aktaran Şahin ve Eraslan, 2018).

Tablo 2. Modelleme Çalışmaları Sırasında Öğrenci Sorularına Verilebilecek Öğretmen Yanıtları

Modelleme çalışmaları öncesinde:
<i>“Bu problem durumunun tek bir doğru cevabı olmayıp, en iyi çözümü arıyoruz.”</i>
<i>“Matematiksel modellemede tek bir kişinin başarısı değil grup başarısı önemlidir. Herkes katkıda bulunmalıdır.”</i>
<i>“Çözümünüz grubunuzdaki herkes tarafından anlaşılabilir ve uygulanabilir olmasına dikkat edin.”</i>
<i>“Çözümünüzü göstermek için birden fazla temsil (yöntem) kullanabilirsiniz.”</i>
Modelleme çalışmaları sırasında:
<i>“Çözmeniz istenen problem durumu nedir?”</i>
<i>“Problem durumunu hayalinizde canlandırın.”</i>
<i>“Problemdeki amacımız nedir?”</i>
<i>“Ne yaptınız, ne kadar yol aldınız?”</i>
<i>“Neyi hala bilmiyoruz?”</i>
<i>“Bu sonuç gerçek hayata uygun mu?”</i>
<i>“Yönteminiz iyileştirilebilir mi?”</i>
Sunumdan önce öğrenci gruplarına aşağıdaki sorular sorulabilir:
<i>“Her bir grubu dikkatle dinleyin ve onlara sormak istediğiniz soruları belirleyin.”</i>
<i>“Çözümünüzde kullanabileceğiniz farklı yöntemin ya da varsayımın olup olmadığını diğer grupları dinleyerek kontrol etmeye çalışın.”</i>
<i>“Her bir grubun kullandığı matematiğin doğruluğunu kontrol edin.”</i>
Sunumlardan sonra öğrenci gruplarına aşağıdaki sorular sorulabilir:
<i>“Diğer grupların fikirlerini dinledikten sonra kendi çözümümüz iyileştirilebilir mi?”</i>
<i>“Çözümümüzü iyileştirmek için aldığımız dönütler var mı?”</i>
<i>“Çözümümüz açık bir şekilde açıklanmış mıydı?”</i>
Modelleme sürecinden sonra öğrencilerin kendilerini değerlendirmesi için:
<i>“Grubumuz çözümümde hangi matematiksel bilgileri kullandı?”</i>
<i>“Kullanılan matematiği ne kadar iyi anladım?”</i>
<i>“Grupta ne kadar iyi çalıştım?”</i>
Kaynak: Zawojewski, Lesh ve English, 2003’den aktaran Şahin ve Eraslan, 2018: 111

Modelleme etkinliklerinde öğretmenin en önemli görevi rehber olmaktır. Bu yüzden her grubu ve grup içinde bulunan her öğrenciyi ayrı ayrı gözlemlemelidir. Gözlemlerinin sonucunda öğrencilerden önceden karşılaştıkları problem durumuna yeni yaklaşımlar geliştirmelerini isteyebilir ya da öğrencilerin düşünce sistemlerine uygun olarak modelleme etkinliklerini yeniden tasarlayabilirler. Öğretmenler kendi gözlem formlarını oluşturarak öğrencilerinin modelleme etkinliklerindeki

performanslarını daha yakından gözlemleyebilir ve öğrencilerinin düşünme yöntemleri hakkında daha detaylı bilgiler edinebilirler (Şahin ve Eraslan, 2018).

2.6.3. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Grup Çalışmasının Önemi

Grup çalışması uzun yıllardır eğitimde kullanılan bir yöntemdir. Aralarında ortak değer ve ilişkileri olan, birbirlerine bağlı iki ya da daha fazla kişiden oluşmuş birime grup denir (Ocak, 2011). Grup çalışması, öğrencilerin fikirlerini rahatça açıklamasına, değişik düşünceler tanınmasına ve diğer öğrencilerle ortak anlamlar oluşturmalarına imkân sağlar (Erdamar ve Demirel, 2010). Demirel (2010), grup çalışmalarında birey sayısının en az 2 en fazla 10 olabileceğini belirtmiş ve temel amacının grup üyelerinin birlikte düşünerek karşılıklı fikir alışverişinde olmaları ve özgür bir alanda çalışma imkânı bulmalarını sağlamak olduğunu ifade etmiştir. Grup çalışmaları anlamları tartışma, düşünceleri grup üyeleri ile düzenleme ve düzenledikleri düşünceleri öğrenmeye yansıtma imkânı sağladığı için etkili bir öğrenme tekniği olarak kabul edilmektedir (Fraser ve Dean, 1997).

Farklı ilgi ve yeteneğe sahip öğrenciler grup çalışması sayesinde bir araya gelerek daha anlamlı öğrenmeler sağlayabilir. Öğrencilere bu öğrenmelerin devamlılığını sağlamaları açısından birbirleriyle etkileşim içinde olabilecekleri öğrenme ortamları oluşturulmalı, birlikte çalışabilecekleri etkinlikler tasarlanmalıdır. English (2006), grup çalışmasının bir üyesi olan öğrencilerin ürünlerini diğerleriyle paylaştığı için gözleme, planlama, yapılandırma ve modelleme problemlerini kullanma gibi tecrübeleri de kazandıklarını öne sürmektedir. Blachford vd., (2003) yaptıkları bir çalışmada grup çalışmasının; kavramsal gelişim, düşünme, akıl yürütme ve problem çözme becerilerini geliştirdiğini ve öğrencilerin çalışmaya karşı motivasyonlarını, tutumlarını ve okul başarıları yönündeki inançlarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca grup çalışmasının etkileşimli ve diyaloga açık olduğunu, sınıf ortamında öğretilmeyecek sosyal becerileri geliştirdiğini de belirtmiştir.

Rutin problemlerde grup çalışmasından farklı olarak bireysel çalışmalar daha etkili ilerlemektedir. Çünkü öğrenciler bireysel çalışmalarda ne yapmaları gerektiğini bilmektedir. Rutin problemlerde ulaşılması hedeflenen çözüm matematiksel bir sonuç olduğu için paylaşılmaya gerek yoktur ve bu yüzden sosyal yönü oldukça zayıftır.

Ancak matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrencilerin birbirlerini tamamlamasını sağlayan model oluşturma ve modeli genelleme ilkeleri, geliştirilen bir modelin paylaşılabılır ve tekrar kullanılabilir olmasını sağlamaktadır (Kertil, 2008).

Modelleme etkinliklerinde gruptaki bütün öğrenciler problem durumuna uygun modeller geliştirir ve bu modeller grup içinde tartışılarak en uygun model kullanılır. Oluşturulan modeller başkaları tarafından da kullanılacağı için öğrenciler buldukları modelleri açıklamak durumundadır (Zawojewski, Lesh ve English, 2003). Gruplar kendi modellerini geliştirdikten sonra modellerini sınıf arkadaşlarına sunarak kendi modellerinin en iyisi olduğuna diğer grupları ikna etmeye çalışırken aynı zamanda matematiksel düşünceleri ve anlayışlarıyla ilgili iletişimde bulunurlar. Bulunan modeller hem grup içinde hem de gruplar arasında değerlendirileceğinden öğretmenler tek değerlendirme kaynağı olmaktan çıkar, öğrenciler de değerlendirme sürecine girmiş olur. Bu durum da grup çalışmalarının iletişim becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Buna ek olarak grup içerisinde etkileşimli olarak çalışan öğrenciler ürettikleri düşünceleri birbirlerine ileterek anlamlı matematiksel düşünceler ortaya koyarlar. Gayret gerektiren bu görevlere katılmak da matematiksel becerilerin ve güvenin gelişmesine katkı sağlar (Stipek, 1998).

Matematiksel modelleme etkinlikleri grup çalışması şeklinde uygulandığı zaman sınıf ortamında eleştirel soru sorma, savunma, düşüncelerini ispatlamaya ve arkadaşlarını ikna etmeye çalışma ve grupla dinleyiciler arasında ortaya çıkan tartışma gibi çok sayıda fırsat oluşmaktadır (English ve Lesh, 2003). Öğrenciler bu ortamlarda matematik ile ilgili zorlukları aştıkça matematiğe ve öğrenimine değer vermeye başlar ve olumlu tutum geliştirmiş olur. Sınıf ortamında yapılacak olan grup çalışmasında öğretmen tarafından dikkat edilmesi gereken önemli faktörler bulunmaktadır. Sınıf içinde oturma düzeni, grupların kaç kişi olacağı, kaç grup olacağı, grupların homojen olup olmaması, öğretmenin rolü gibi faktörler sınıf imkânlarına göre önceden planlanmalıdır (Kertil, 2008).

Grup çalışmasında her grupta kaç öğrencinin olacağının belirlenmesi oldukça önemli bir diğer husustur. Antonius, Haines, Jensen ve Niss (2006), grupların öğrenciler veya öğretmen tarafından oluşturulabileceğini, gelişigüzel ya da amaçlı bir şekilde olabileceği gibi homojen veya heterojen şekilde de olabileceğini belirtmişlerdir. Gruptaki öğrencilerin bireysel olarak farklı özelliklere sahip olmaları, grubun farklı düşünceleri bir araya getirebilmesine dolayısıyla yaratıcı fikirlerin oluşmasına ortam sağlamaktadır (Şahin ve Eraslan, 2018). Gruplardaki öğrenci sayısı

her bir öğrencinin sürece dâhil olabileceği ve grup içinde aktif bir şekilde görev alabileceği şekilde düzenlenmelidir. Zawojewski, Lesh ve English (2003) yaptıkları bir çalışmada gruplarda bulunan öğrenci sayısının en uygun üç veya dört olabileceğini ifade etmişlerdir. İki öğrenciden oluşan gruplarda öğrencilerden birinin akademik başarısı diğer öğrencinin akademik başarısından güçlü veya zayıf olabilir ya da her iki öğrencinin de akademik başarısı güçlü veya zayıf olabilir. Bu durumda gruplar matematiksel açıdan yetersiz kalabilmekte, çözüm ve sunum zayıf olabilmektedir. Öğrencilerin dörderli ya da beşerli gruplandığı durumlarda ise gruplar kendi içlerinde daha küçük gruplar oluşturarak ayrı ayrı çalışabilir. Bu durum da grup çalışmasının yapısına terstir. Yapılan modelleme çalışmaları ile üç kişiden oluşan gruplarla en fazla verimin alındığı ortaya konulmuştur (Zawojewski, Lesh ve English, 2003). Çünkü dörderli veya beşerli gruplarda karşılaşılan grup içinde grup oluşturulması durumuna üçer kişiyle çalışan gruplarda rastlamak daha zordur.

Gruplardaki öğrenci sayısı kadar öğrencilerin oturma düzeni de oldukça önemlidir. Grup çalışması sırasında öğrenciler tek bir sıra halinde, yan yana oturmak yerine birbirlerinin yüzlerini görecektir şekilde oturmalıdır. Böylece grup içi tartışmalara ortam sağlanır. Grup içinde sorun çıkarak bir öğrenci varsa o öğrencinin diğer üyeler tarafından gruba alması sağlanmalıdır. Öğrenciyi ilk sıkıntıda gruptan ayırarak farklı bir gruba dâhil etmek kısa vadede çözüm gibi görünebilir. Ancak uzun vadede sınıf yönetiminde sorunlara sebep olabilir. Bu nedenle grupta değişiklik yapmadan önce öğrencilere sorunu kendi içlerinde çözmeleri için zaman verilmelidir. Sorunun devam etmesi durumunda gruplarda değişiklik yapılabilir. Modelleme etkinliği tamamlandığında, gruptaki üyeler farklı bir modelleme etkinliğinde farklı grup üyeleri ile çalışacak şekilde yeniden düzenlenebilir (Şahin, 2014).

2.6.4. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Karşılaşılabilecek Zorluklar

Matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilerin gruplar halinde çalışarak problem durumlarına yaratıcı çözümler üretmelerini gerektiren ve genellenebilir bir model oluşturmaları için birden çok varsayıma dayalı yöntemler geliştirmelerinin istendiği bir süreçtir (Şahin, 2014). Birçok becerinin beraber kullanılmasını gerektiren bu süreçte bazı zorluklar yaşanabilmektedir. Modelleme etkinliklerinin uygulayıcılarının bu süreçte yaşanacak zorlukları önceden belirlemeleri olası

aksaklıkların önüne geçecektir (Şahin ve Eraslan, 2018). Matematiksel modelleme etkinliklerinde karşılaşılabilecek zorluklar öğrenci ve öğretmen açısından olmak üzere iki başlıkta incelenecektir.

Öğrenciler açısından incelendiğinde ilk olarak diğer problem türlerinden farklılığını ifade etmek gerekmektedir. Farklı yaklaşımlarla problemler sınıflandırılmıştır. En genel anlamda problemler, rutin problemler (RP) ve rutin olmayan problemler (ROP) olarak sınıflandırılabilir. Rutin problemler, matematik ders kitaplarında sıkça karşılaştığımız ve dört işlem becerisi gerektiren problemlerdir. Rutin olmayan problemler ise ilk bakışta hemen çözülememeleriyle rutin problemlerden ayrılır. ROP'lar işlem becerisinin ötesinde üst bilişsel becerilere sahip olmayı gerektirir (Altun, 2015). Model oluşturma etkinlikleri, sonunda bir rakam ya da kelime ile yanıtı bulunan geleneksel problemlerden farklı olarak rutin olmayan durumları belirten, kişilerden bu durumları matematiksel olarak yorumlamasını bekleyen, olası farklı çözümler içeren problem durumlarıdır (Mousoulides, 2007).

Geleneksel sözel problemler ile çalışmaya alışık olan öğrenciler modelleme problemlerinin yapısını kavramakta zorlanmaktadır. Modelleme etkinlikleri ile karşı karşıya kaldıklarında ne yapacaklarını bilemedikleri durumlarda doğrudan sonuca ulaşmak isteyerek problemi sonuçlandırmak istemektedirler (Blum ve Borromeo Ferri, 2009). Geleneksel problemler ile çalışmaya alıştıklarından gerçek yaşam ve problem durumu arasında bir ilişki kurmakta zorlanabilmektedirler.

Öğrenciler problem durumunda verilen ifadeleri matematiksel dili kullanarak düzenlemekte zorlanmaktadır. Bu durum öğrencilerin modelleme problemlerine olumsuz tutum geliştirmelerine sebep olmaktadır. Model oluşturma etkinlikleri problem çözme, problem çözme stratejilerini uygulama ve matematiksel dili etkin kullanma becerilerinin yanında üst bilişsel beceriler ile yakından ilişkilidir. Dolayısıyla öğrencilerin düşük üst bilişsel becerilere sahip olmaları problem çözme becerilerini olumsuz yönde etkilemektedir (Gelbal, 1991).

Problem çözme sürecinde okuduğunu anlama becerisinin gelişmiş olması da oldukça önemlidir. Okuduğunu anlamayan öğrenciler modelleme problemlerini çözerken zorlanabilmektedir. Niss (2004), modelleme yeterliğinin matematiksel okuma anlama yeterliği ile ilişkili olduğunu ifade etmiştir. Yapılan çalışmalardan yola çıkarak okuduğunu anlama becerisi gelişmeyen bireylerin modelleme problemlerini çözerken zorluk yaşadığı söylenebilmektedir (Tuohima, Aunola ve Nurmi, 2008; Ural ve Ülper, 2013).

Tanner ve Jones (1995), tek başına bilginin başarılı bir modelleme için yeterli olmadığını, öğrencilerin hangi bilgiyi nerede kullanacaklarını bilmeleri gerektiğini belirtmiş ve bu konuda zorlandıklarını ifade etmiştir. Bu zorluğu ortadan kaldırmak için model oluşturma etkinliklerine başlamadan önce kullanılan tanıtıcı makalelerin etkinliği arttırılmalı, öğrencilere daha fazla örnekler sunularak ön bilgileri harekete geçirilmeli ve bu bilgileri uygun yerlerde kullanabilmeleri için desteklenmeleri gerekmektedir.

Modelleme problemlerinin yapısı grupla çalışmaya uygundur. Ancak bireysel çalışmaya alışan öğrenciler, grup ile çalışmak istememekte, grup çalışmasının gerekliliklerini yerine getirememektedir. Bundan dolayı çok çabuk sıkılarak doğrudan sonuca ulaşmak istemekte ve öğretmene sık sık sorular sorarak cevaplarını onaylatma ihtiyacı hissetmektedir (Şahin ve Eraslan, 2018). Buna ek olarak tek cevaplı problemlere alışık olan öğrenciler modelleme problemlerinin birden fazla çözümü olduğunu göz ardı ederek sadece tek bir sonuca odaklanmaktadır. Ancak modelleme etkinliklerinde mümkün olabilecek her cevap değerlendirilmeli ve raporlanmalıdır (Şahin, 2014). Modelleme sürecini tamamlayan öğrenciler, çözümlerini sınıfla paylaşmalıdır. Ancak bazı durumlarda öğrenciler çekingen tavırlar sergilemektedir. Böyle durumlarda öğretmenler her öğrencinin düşüncelerinin çok önemli ve değerli olduğunu sınıfa hissettirmelidir.

Öğretmenler açısından zorluklarını incelendiğinde öne çıkan en büyük zorluklardan birisi zaman sıkıntısıdır. Öğretim programında yer alan konuları yetiştirme telaşında olan öğretmenler, matematiksel modelleme etkinliklerinin çok zaman aldığını ifade etmektedirler (Akgün vd., 2013; Koç ve Elçi, 2019; Blum, 1993). Blum (1991) modelleme etkinliklerini ayrı bir konu olarak anlatmanın çok fazla zaman almasından dolayı konuların içine dâhil edilmesi gerektiğini önermektedir.

Blum (1993) modelleme etkinliklerinin öğretim programı ile uyumlu olmadığını ifade etmiş, öğretmenler ve öğrenciler tarafından bir sınav olarak görülmediğinden dolayı da çok fazla ciddiye alınmadığını belirtmiştir. Bu durum da model oluşturma etkinliklerine gereken önemin verilmemesine sebep olmaktadır.

Model oluşturma etkinlikleri, matematik dışı ek bilgiler bilmeyi gerektirmesi açısından öğretmenlerin matematik öğretilmelerini zorlaştırmaktadır. Buna ek olarak, problem çözme sürecinde kullanılacak modelleme çalışmaları, matematiksel bilgileri günlük yaşama aktarma becerisini gerektireceğinden matematik derslerini öğrenciler için daha karmaşık bir hale getirecektir (Blum, 1991; Akgün vd., 2013).

Koç ve Elçi (2019) ise yaptıkları çalışmada öğretmenlerin model ve modelleme kavramlarını birbirine karıştırdığını, matematiksel modelleme ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıklarını ortaya çıkarmıştır. Modelleme etkinlikleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmayan öğretmenlerin, öğrencilerinden modelleme problemlerini çözmelerini istemesi bazı eksiklikleri de beraberinde getirecektir. Çünkü modelleme etkinliklerinde öğretmen tutumu oldukça önemlidir.

Model oluşturma etkinlikleri ön hazırlık gerektirmektedir. Konu hakkında bilgisi olmayan öğretmenler bu süreçte oldukça zorlanmaktadır. Buna ek olarak, modelleme problemlerini çözerken çeşitli materyallerden yardım alınmalıdır. Sınıflarda yeterli materyallerin bulunmaması da model oluşturma etkinliklerini çözme sürecinde karşılaşılabilecek bir diğer sorundur (Koç ve Elçi, 2019).

Bazı çalışmalarda da modelleme basamaklarında yaşanan zorluklara vurgu yapılmıştır. Bal ve Doğanay (2014), yaptıkları araştırmalarında sınıf öğretmeni adaylarının değişkenleri belirlemede, model oluşturmada ve modeli çözümleme aşamalarında zorlandıklarını ortaya çıkarmıştır. Bukova Güzel (2011), yaptığı çalışmada matematik öğretmeni adaylarının problemi anlama ve sadeleştirme basamaklarında başarılı olduklarını fakat yorumlama ve doğrulama basamaklarında zorlandıklarını ifade etmiştir. Eric vd. (2012), öğrencilerin matematikselleştirme sürecinde matematiksel modeller ve gerçek yaşam arasında köprü kurmada yetersiz kaldıklarını belirtmişlerdir.

Bu bilgiler ışığında matematiksel modelleme sürecinin hem öğrenciler hem de öğretmenler açısından oldukça zor ve zihinsel bir çaba gerektiren etkinlikler olduğu görülmektedir. Model oluşturma etkinliği hakkında öğretmen ve öğrenci farkındalıklarının artırılması yönünde çalışmaların yapılması oluşabilecek herhangi bir sorunun önceden tespit edilmesine yardımcı olacaktır.

3. Matematikte Problem Çözme

Bireyler yaşamlarının her evresinde pek çok problem ile karşılaşmaktadır. Bu problem durumları yarın ne giyileceği gibi basit, ileride hangi mesleğin seçileceği gibi çok önemli problemler olabilmektedir. Böyle durumlarda doğru karar vermek hem zaman yönetimi açısından hem de hayatın işleyişi açısından oldukça önemlidir. Karar verme süreci matematikteki problem çözmeye karşılık gelmektedir. Matematik öğretim programının amacı, matematiksel kavramları anlayabilen ve bu kavramları

günlük hayatında kullanabilen, düşüncelerini matematiksel dili doğru kullanarak açıklayabilen, problem çözme sürecinde kendi düşünce ve akıl yürütmelerini rahatlıkla ifade edebilen bireyler yetiştirmektir (MEB, 2018). Bu amaca en etkili şekilde hizmet etmenin yolu problem çözme becerisini geliştirmekten geçer. Matematik öğretiminde problem çözme sadece öğretilen konunun daha iyi anlaşılmasını sağladığı için önemli değildir. Gerçek hayatla olan ilişkisi, sonuç değil de süreç odaklı olduğunda verdiği güven duygusu ve öğrencilerin matematiksel düşünme biçimleri hakkında bilgi edinmesi açısından problem çözme oldukça önemli bir beceridir. (MEB, 2015).

3.1. Problem Nedir?

Problem denince ilkokul matematik ders kitaplarında yer verilen, dört işleme dayalı matematik problemleri akla gelmektedir (Heddens ve Speer, 1997'den aktaran Altun, 2015). Ancak TDK'nın Güncel Türkçe Sözlükte de tanımladığı gibi problem kavramı yalnızca matematik dersi ile ilgili olmak zorunda değildir. TDK (2011) problem kavramını, teoremler veya kurallar yardımıyla çözülmesi istenen soru, mesele olarak tanımlamaktadır. Alan yazında problem kavramı hakkında birçok tanım bulunmaktadır. Schoenfeld (1985) problemi, cevaplanması zor veya içerisinde belirsizliği barındıran araştırma ve yaratıcı düşünmeyi gerektiren sorular olarak tanımlamıştır. Polya (1957)'da problemi, amaca en uygun yoldan ulaşmak için eylemlerin bilinçli olarak araştırılması şeklinde tanımlamıştır. Blum ve Niss (1991)'e göre problem, belirli açık sorular taşıyan, bireyin ilgisini çeken ve bireyin bu soruları cevaplayabilecek düzeyde yöntem bilgisinin bulunmadığı bir durumdur. Tallman, Leik, Gray ve Stafford (1993) ise problemi, bireyin istenen hedefe ulaşmasına engel olan ve bu engelin aşıp aşılamayacağının belirsiz olma durumu olarak tanımlamış, bu engelin herhangi bir psikolojik, kişilerarası, sosyal, ekonomik veya fiziksel bir durum olabileceğini ifade etmişlerdir. Van de Walle vd. (2014) problem kavramını, karşılaşılan durum karşısında çözüme yönelik ezberlenmiş bir kuralın olmadığı olay, konu ya da etkinlik olarak tanımlamıştır. Grouws (1996) ise problemi, bulunması ya da gösterilmesi gereken fakat nasıl bulunacağı ya da gösterileceği mevcut bilgilerle bir bakışta belli olmayan sorun olarak ifade etmiştir (aktaran Kayan ve Çakıroğlu, 2008). Gelbal (1991)'ın problem tanımı ise bireyi zihinsel olarak karmaşıklığa yönlendiren ve insanların inancını belirsizleştiren her şeydir.

Problem kavramına ilişkin yapılan tanımlar incelendiğinde problemin

- daha önceden karşılaşılmamış yeni bir durum olması,
- belirsizlik yaratarak zihni karışması,
- çözüm yolunun bilinmiyor olması,
- bireyin kendi bilgi, birikim ve deneyimlerini kullanarak çözüme ulaşma çabası

öne çıkan ortak özellikleridir.

Örnek, alıştırma ve problem kavramları sıkça karşılaşılan, bazen birbirlerinin yerine kullanılan ve karıştırılan kavramlardır (Yenilmez ve Ev Çimen, 2014). Problemin, çözüm yolu önceden bilinen alıştırma veya soru olarak algılanması yanlıştır. Bir matematiksel durumun problem olarak adlandırılabilmesi için çözüme ulaşma yolunun açık olmaması ve öğrencinin mevcut bilgileri ile akıl yürütme becerilerini kullanması gerekmektedir (MEB, 2005; 2009).

Bir kez çözüldükten sonra yeniden karşılaşılan problem birey için artık problem durumu olmaktan çıkar. Aynı zamanda her problem her birey için problem durumunu ifade etmeyebilir. “*Toplamları 41 eden iki sayının kareköklerinin toplamı 9 ise bu sayılar kaçtır?*” sorusu lise öğrencisi için bir problemdir ancak ilkökul öğrencisi için problem değildir. Çünkü bu problem durumunda ilkökul öğrencilerinin anlayamayacağı ifadeler yer almaktadır. Bu nedenle öğrenciler bu sayıları bulma ihtiyacı hissetmez. Aynı şekilde “*15 elmanın 7 tanesini yersem kaç elmam kalır?*” sorusu da ilkökul birinci sınıf öğrencisi için problemdir ancak dördüncü sınıf öğrencisi için problem değildir. Çünkü dördüncü sınıf düzeyindeki bir öğrenci için cevap oldukça açıktır (Altun, 2015).

Problemi sadece kötü bir durum gibi algılamamak gerekmektedir. Çünkü birey yaşadığı problemleri çözerek öğrenmektedir. Bu durumda asıl önemli olan bireyin problemin çözümüne nasıl ulaşacağını bilmek, problem çözerken yeni şeyler öğrenmek ve öğrendiklerini hayatına uygulamaktır.

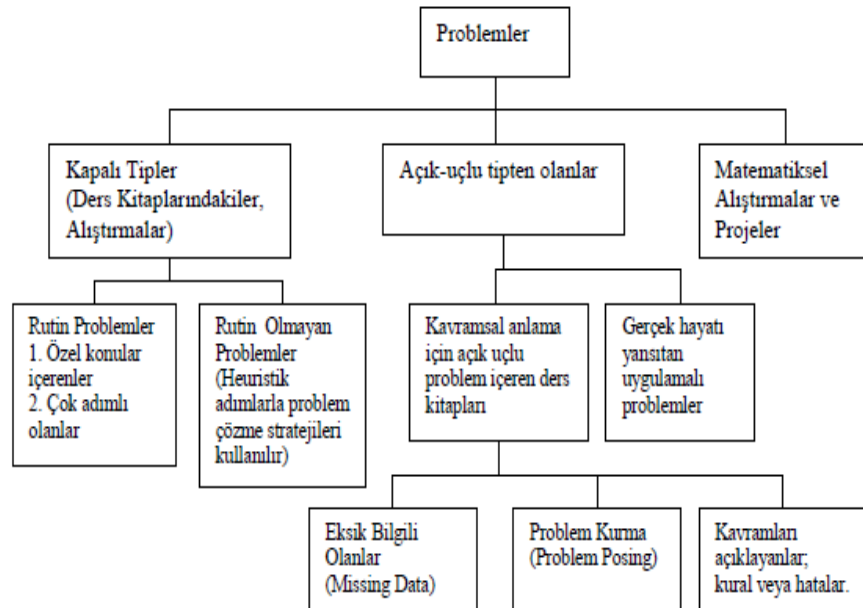
3.2. Problem Türleri

İlgili alan yazın incelendiğinde problem türleri ile ilgili birbirinden farklı sınıflandırmaların yapıldığı görülmektedir. Charles ve Lester (1982)’in problemleri sınıflandırması aşağıdaki gibidir (aktaran Özmen, Taşkın ve Güven, 2012):

1. **Standart Problemler:** Sözlü ifadelerin matematiksel işlemlere dönüştürülmesini içeren problemlerdir.
2. **Standart Olmayan – Açık Uçlu Problemler:** Sıradan olmayan ve birden fazla çözüm yolu içeren problemlerdir.
3. **Gerçek Yaşam Problemleri:** Öğrenmenin daha kalıcı hale getirilmesi için günlük hayatta karşılaşılan durumların matematiğe yansıtıldığı problemlerdir.
4. **Bulmaca Türünde Problemler:** Çözümünde farklı bir strateji gerektiren, varsayım ve şans başarısı yüksek olan problemlerdir.

Foong (1990) yaptığı bir çalışmada problem türlerini şu şekilde sınıflandırmıştır:

Şekil 17. Problemlerin Sınıflandırılması



Kaynak: Foong, 1990'dan aktaran Yenilmez ve Yaşa (2007)

En çok karşılaşılan problem türlerinin sınıflandırması rutin (sıradan) ve rutin olmayan (sıradışı) problem türleridir. Bu çalışmada rutin ve rutin olmayan problem türleri kullanılacaktır.

Rutin (Sıradan) Problemler: Polya (1997) rutin problemleri, çözümünü daha önceden yapılmış, standart bir probleme yeni bir karmaşık durum katmadan sayıları değiştirerek veya sözel yönergeleri değiştirerek aşamalı çözülen problemler olarak

tanımlamıştır. Dört işlemin tamamının veya birkaçının kullanılmasıyla çözülebilen problemlerdir. Bu nedenle alan yazında dört işlem problemleri olarak bilinir (Polya, 1957). Rutin problemler bir veya birden fazla işlem içerebilir (Yenilmez, 2010). Genelde ders kitaplarında bulunur ve sınıfta eğitim sırasında karşılaşılır, öğrencilerin deneyim sahibi olmaları ve aynı tarz durumlarda kendilerini geliştirmeleri için öğrencilere yöneltilir (Ramnarain, 2014). Rutin problemler sadece öğrencilerin çoğu zaman çözdüğü bir iki basamaklı problemler olmayıp aynı zamanda öğrencilerin alışık olduğu formül veya metotları uygulamayı gerektiren bilişsel olarak ilgi çekici ve çok aşamalı problemlerdir (Woodward vd., 2012).

Çocukların günlük hayatında işlem becerilerini geliştirebilmesi, problem durumundaki verilerin matematiksel dile dönüştürülebilmesi ve bu verilerin matematiksel olarak ifade edilebilmesi açısından rutin problemler önemli görülmektedir (Yazgan, 2007). Bu problemlerin matematik öğretiminde kullanım amacı, öğrencilerin günlük hayatlarında kullanmaları için gereken işlem becerilerini kazanmaları, problem durumunda verilenleri matematiksel dile aktarmayı öğrenmeleri, görsel ve yazılı dokümanları anlamaları, şekiller kullanarak düşüncelerini anlatmaları ve problem çözme için gerekli olan temel becerileri kazanmalarıdır (Altun, 2015; Jurdak, 2006; Yenilmez, 2010). Bunun yanında rutin problemlerle kavramsal bilgilerin geliştirilmesi, önceki bilgilerin pekiştirilmesi ve aritmetik işlemler arasında anlamsal ilişkiler kurmaları (*çarpma işleminin ardışık toplama işlemi olduğunun anlaşılması*) da amaçlanmaktadır.

Rutin olmayan problemlerin çözülebilmesi için gerekli olan beceriler, rutin problemlerin yeterince çözülmesi ile sağlanmaktadır. Polya (1997), problem çözme becerisinin gelişmesi için rutin problemler ile çalışılmasının önemli olduğunu ancak yeterli olmadığını, öğrencilere rutin problemler dışında başka bir problemin çözdürülmemesinin büyük bir sorun olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerde eleştirel düşünme ve yaratıcılığın geliştirilmesi için mutlaka rutin olmayan problemler ile çalışılması gerektiğini vurgulamaktadır (Polya, 1997).

Rutin Olmayan (Sıradışı) Problemler: Souviney (1989) rutin olmayan problemleri, çözümleri işlem becerisinin ötesinde, verileri organize etme, sınıflandırma, ilişkileri görme gibi becerilere sahip olmayı ve birtakım eylemleri arka arkaya yapmayı gerektiren problemler olarak tanımlamaktadır (aktaran Altun, 2015). Polya (1957) da rutin olmayan problemleri, rutin problemlere göre daha fazla düşünme gerektiren, çözmek için yöntemin açık olarak gözükmediği problemler olarak

tanımlamıştır. Mayer, Sims ve Tajika (1995), rutin olmayan problemlerin çözümünde doğru yanıtın elde edilmesinden ziyade çözüm sürecinde sergilenen düşünce ve yaklaşımların önemli olduğunu belirtmektedir (aktaran Bayazıt ve Koçyiğit, 2017). Farklı çözüm yolu deneyen öğrenciler, matematiğin kazandırmaya çalıştığı en temel beceriler olan eleştirel ve yaratıcı düşünme becerisini, ezbere yöntemler kullanmayacakları için de akıl yürütme ve ilişkilendirme becerisini kazanırlar. Örneğin;

“Bir adam bir oyundan bir kurt, bir kuzu ve bir tutam ot kazanıyor. Bunlarla birlikte bir nehrin bir kıyısından öbür kıyısına geçmek zorunda, ancak birini yanına alabiliyor. Otu geçirirse kurt kuzuyu, kurdu geçirirse kuzu otu yiyebilir. Hiçbir zayıat olmadan bunları karşıya nasıl geçirebilir?”

problemi rutin olmayan problemlere örnektir ve çözümü için işlem yapmaya gerek yoktur (Altun, 2015). Matematik öğretimi sırasında bu tarz sorulara yer verilmesi, öğrencilerin gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri sorunlara çözümler üretebilmeleri ve matematik dersine karşı olumlu tutum geliştirmeleri açısından oldukça önemlidir.

3.3. Problem Çözme

İnsanı diğer canlılardan ayıran en temel özelliği aklıdır. Bu temel özelliği sayesinde karşılaştığı problem durumlarına çözüm üretme çabası içine girer. Hayatta hangi tür zorluklar ile ne zaman karşılaşılabileceği ya da ne gibi durumlarda ihtiyaç duyulacağı önceden kestirilemediği için eğitim sistemi problem durumlarının üstesinden tek başına gelebilen bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir. Herhangi bir konu ile ilgili bir şeyler bilmek, o konu hakkında karşılaşılabilecek bir problem durumunda çözüme kolayca ulaşılabileceği anlamına gelmemektedir. Bilgi tek başına yeterli değildir. Bireylerin problem çözme becerisine sahip olması bilgiyi etkin bir şekilde kullanabilmelerini sağlar. Bu nedenle problem çözme becerisi ve bu becerinin öğretimi oldukça önemlidir (Altun, 2015).

Polya (1957) problem çözme, sonuca ulaşmanın yanında bir yol bulmak, karşılaşılan güçlükten kurtulmak olarak ifade etmiştir. Cooper (1986)’a göre problem çözme, herhangi bir durumda bilinmeyen bir soru veya sorun karşısında çözüm arama denemeleridir. Schoenfeld (1989) problem çözme, çözüme ulaştıracak yolun bilinmediği ancak bu yolda nasıl hareket edileceği bilgisine sahip olunması olarak

tanımlamıştır. Problem çözme, sonuç bulmanın yanı sıra bir yol bulma, bir güçlükten kurtulma, bir hedefe en ideal yoldan ulaşmak için yapılabilecek hamlelerin bilinçli olarak araştırılmasıdır (Polya, 1997). Yeşilova (2013) ise problem çözme, bireyin daha öncesinde bilmiş olduğu bireysel bilgi, becerileri kullanma, bilinmeyen bir durum karşısında istenenleri bulma gayreti olarak ifade etmiştir. Problem çözme tüm öğrenme alanları ile ilişkili olan temel bir beceridir ve matematiksel bilginin pekiştirilmesi kadar, bu bilgiyi genişleten ve derinleştiren anlamlı bir öğrenme sürecidir (MEB, 2015).

Altun (2015)'e göre problem çözmenin özel ve genel olmak üzere iki çeşit amacı vardır. Özel amaçlar, işlem becerisi geliştirme, sayı ve şekillere alışma, veri toplama ve sınıflandırma, problem durumuna uygun şekil ve şemaları çizme, düşünceleri matematiksel olarak ifade etme ve matematiğin dilini anlamaktır. Özel amaçlarda dört işlem problemlerinin çözüm yollarının öğrenilmesi öncelikli hedeftir. Problem çözme yeteneğini geliştirmek ise problem çözmenin genel amacıdır. Problem çözme yeteneği, problem durumunda anlama, çözümü için uygun stratejiyi seçme, seçilen stratejiyi kullanma ve bulunan sonuçların yorumlanması yeteneklerini kapsar.

Tüm problemlerin çözümünde kullanılan yöntem ve stratejiler aynı değildir. Bundan dolayı problemi anlamak ve ne yapacağını bilmek büyük önem taşımaktadır. Çünkü her problemin kendine ait bir çözüm yolu bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarla problem çözümlerine ait belirli adımlar geliştirilmiştir. Problem çözme basamakları konusunda akla gelen ilk isim George Polya'dır. Polya (1997), "Nasıl Çözmeli?" adlı çalışmasında problem çözme basamaklarını açıklamıştır. Polya (1997)'nin problem çözme basamakları dört adımdan oluşmaktadır. Bu dört adım; problemi anlama, plan hazırlama, planı uygulama ve geriye bakmadır. Bu dört adım doğrudan öğrenilecek bir bilgi olmaktan ziyade modellerle desteklenen, öğretmenin soracağı sorular ile yönlendirilen bir süreçtir. Problem çözme sürecinin basamakları, bir yandan problem çözme sırasında izlenecek yolu gösterirken, diğer yandan öğrencilere bilimsel düşünme yöntemini kazandırmayı amaçlamaktadır (MEB, 2015).

Problemi anlama basamağında, ilk olarak birey problemi çözmek için istekli olmalı ve ilgisini çekmelidir. Problem durumunda verilenler ve istenenlerin neler olduğunu analiz ederek gerekli ve gereksiz bilgilerin ayırmasına varabilmesi beklenmektedir. Eğer birey, verilen problemi kendi ifadeleri ile açıklayabilir, duruma uygun şekil ve şema çizebilir ve verilenler ile istenenlerin neler olduğunu belirtebilirse problemi anlamış demektir (Baykul, 2012). Herkes bütün problemlerin çözümünde işe

yarayacak sihirli bir çözüm önerisi ister. Böyle bir formül henüz bulunamamıştır. Ancak problem çözmenin en önemli parçası problemi okumak ve anlamaktır (Elçi, 2016).

Plan hazırlama basamağında, problemde verilenler ile istenenler arasında bir ilişki kurulması hedeflenir. Hemen bir ilişki bulunamayabilir. Bu durumda daha önceden çözülmüş benzer problem durumları ve onların çözümleri incelenir. Bu girişimlerin sonucunda bir plan ortaya çıkar (Altun, 2015).

Planı uygulama basamağında, problemdeki matematiksel ilişkiler kurulup çözümde kullanılacak işlemler belirlendikten sonra bu plan uygulanır (Baykul, 2012). Eğer çözüme ulaşılamazsa bir veya ikinci basamağa geri dönülerek strateji gözden geçirilir. Çözüme hala ulaşılamıyorsa strateji değiştirilerek adımlar tekrar edilir (Altun, 2015). Çözüme ulaşırsa bir sonraki basamağa geçilir.

Geriye bakma basamağında ise problemin çözümünde kullanılan işlemlerin doğruluğu ve bulunan sonucun yapılan tahmine uygunluğu kontrol edilir (Baykul, 2012). Altun (2015)'na göre, bu basamak sadece sonuçları kontrol etmek için yoktur, daha geniş bir anlamı vardır. Bu aşamada öğrenciler problem durumu süresince yaptıklarını değerlendirir. Çözüme ulaşırsa başka çözüm yollarının varlığını dener ya da problem durumunun koşulları değiştiğinde aynı çözüm yolunun kullanılabilirliğini test eder.

4. Matematiğe Yönelik Tutum

Yapılan çalışmalar incelendiğinde tutum üzerine yapılan pek çok tanıma rastlanmaktadır. Tutum psikolojik bir objeye yönelen olumlu veya olumsuz bir yoğunluk sıralaması ve derecelendirilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Thurstone, 1931). Demirel (1993) de tutumu, bireyi belli insanlar, nesneler ve durumlar karşısında belli davranışlar göstermeye iten öğrenilmiş eğilimler şeklinde ifade etmiştir. Aşkar (1986)'a göre de tutumlar, duyuşsal nitelikteki davranışlar içinde yer alan, doğrudan gözlenemeyen ve zaman içerisinde kazanılan, kolay kolay değişmeyen psikolojik yapılardır.

Tutum sonradan oluşan ve çoğunlukla çocukluk döneminde yaşanan olaylardan etkilenmektedir (Yağmur, 2012). Tutumun oluşması genelde öğrenme süreçleri ile ilişkilendirilmektedir. İnceoğlu (1993)'na göre birey belli bir tutum konusu ile olumlu veya olumsuz olayları ilişkilendirir; bir tutum konusu ile

karşılaştıkça kendi deneyimleriyle bilgi edinir veya tutum konusu hakkında dışarıdan bilgi alır. Tutumun oluşması genellikle öğrenme süreçleri ile ilişkilendirilse de genetik aktarım, fizyolojik etkenler (olgunlaşma, yaşlılık vb.), topluma uyum süreci gibi etmenlerin de etkisi olduğu söylenebilir (İnceoğlu, 1993). Bireylerin tutumunu etkileyen bu faktörler bazı dönemlerde ön plana çıkabilir. Morgan (2010)'a göre bireylerin 3-11 yaş aralığında edindikleri tutumlarında aile faktörünün etkisi oldukça fazladır. Bu etki bireyler büyüdükçe yerini okul ve arkadaş çevresi gibi sosyal etkenlere bırakmaktadır. Bireylerin tutumları 12-30 yaş arasında son şeklini alır ve bu zamandan sonra tutumların değişmesi oldukça zor olur (Morgan, 2010).

Tutum ve başarı arasında olumlu yönde bir ilişki olduğu söylenebilir. Neale (1969), başarının tutumu, tutumun da başarıyı etkilediğini belirtmiştir. Her derste olduğu gibi matematik dersinde de tutumun önemi göz ardı edilemez. Neale (1969) matematiğe yönelik tutumu, matematikten hoşlanmak veya hoşlanmamak, matematiksel aktivitelerde bulunmaya eğilimli olmak ya da onlardan çekinmek, birisinin matematikte iyi ya da kötü olduğuna ve matematiğin faydalı veya gereksiz olduğuna olan inancı olarak tanımlamıştır (aktaran Alkan, Bukova Güzel ve Elçi, 2004). Nazlıççek ve Erkin (2002) ise matematik tutumunu, öğrencilerin matematik dersine yönelik duygularından ortaya çıkan tutum olarak tanımlamaktadırlar. Bir öğrencinin matematikte başarılı olması sadece bilgi birikimine bağlı değildir. Matematikte başarı söz konusu olduğunda tutumların göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Matematik dersinin zor olduğunu birçok öğrenci düşünmektedir. Bu nedenle matematik dersinde başarılı olamayacağını düşünen öğrenciler matematiğe yönelik olumsuz tutum geliştirmektedirler. Geliştirdikleri bu olumsuz tutum ilköğretim yıllarından başlayıp öğrenim hayatları boyunca devam eder (Baykul, 2012). Matematik dersine karşı olumlu tutum geliştiren bireylerin akademik başarısı artış gösterirken olumsuz yönde tutum geliştiren bireylerin akademik başarısında azalma gözlemlenebilmektedir (Reyes, 1984; Ma, 1997).

Öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını belirlemek matematik dersindeki başarılarının artırılması yönünde önemlidir ancak yeterli değildir. Matematiğe yönelik tutumu etkileyen faktörlerin bilinmesi de bu anlamda oldukça önemlidir. Öğrencilerin kişilik özellikleri, cinsiyeti, sınıf düzeyi, mezun olduğu okullar ve aile ortamı matematiğe yönelik tutumu etkileyen bazı faktörlerdendir (Behr, 1973; Duru, Akgün ve Özdemir, 2005; Parsons, Adler ve Kaczala, 1982). Ayrıca matematiğe yönelik tutumu etkileyen bir diğer önemli faktörün öğretmen olduğu söylenebilir (Duru,

Akgün ve Özdemir, 2005). Öğretmenlerin, konuları basitleştirmeden karmaşık ve herhangi bir anlama sahip olmayan bir şekilde öğrencilere ezberletmeye çalışmaları matematiğe yönelik olumsuz tutum geliştirmelerine neden olmaktadır (Taşdemir, 2009). Buna ek olarak kullandığı öğretim yöntemleri ve materyaller, başarı ve başarısızlık durumunda verdiği tepkiler de öğrencilerin matematik dersine karşı tutumlarında belirleyici bir role sahiptir (Küçük, Kahraman ve İşleyen, 2013).

Matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğrencilerin öğrenme düzeylerinde ve matematiğe yönelik tutumlarında artış olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. İncikabı (2020) ilköğretim matematik öğretmen adayları ile yaptığı çalışmasında, matematiksel modelleme etkinliklerini kendi öğretmenlik deneyimlerinde kullanma istekliliklerine baktıklarında araştırmaya katılan bütün öğretmen adaylarının matematiksel modelleme kullanmayı gerektiren etkinlikleri kullanmaya istekli olduklarını ifade etmiştir. Bunun sebebi olarak da modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematik dersine karşı olumlu tutum geliştirmesinde yardımcı olabileceğini düşündüklerini göstermişlerdir. Delikanlı (2019) ilkokul dördüncü sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmasında, matematiksel modelleme etkinlikleri ile eğitim yaklaşımlarının kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerin, mevcut öğrenim yöntemlerinin kullanıldığı kontrol grubundaki öğrencilerine göre matematik dersine karşı daha fazla olumlu tutum geliştirdiğini belirtmiştir. Kurt (2019) beşinci sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmasında deney grubuna uygulanan matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Tüm bu çalışmalar incelendiğinde öğretim planlarına matematiksel modelleme problemlerinin dâhil edilmesiyle beraber matematiğe yönelik tutumun olumlu yönde etkileneceği söylenebilir. Matematiğe yönelik tutumda öğretmenlerin de etkileyebileceğini göz önünde bulundurursak geleceğin öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının da matematik dersine karşı geliştirdikleri tutumun olumlu yönde olmasının oldukça önemli olduğu ifade edilebilir. Öğretmen adaylarının matematik dersine karşı geliştirdikleri tutumun olumlu yönde olması, yetiştirecekleri öğrencilere de yansıtacağı için oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

5. Matematiksel Modelleme ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Matematik eğitimi çalışmalarında matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıf öğretmeni adayı, sınıf öğretmeni ve ilkokul seviyesinde çok az sayıda örneğine rastlanılmaktadır. Ulusal alan yazında matematiksel modelleme konulu çalışmalar daha çok ilköğretim matematik öğretmenliği, ortaöğretim ve lise seviyesinde şekillenmiştir.

Şahin (2014) çalışmasında, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri ile model oluşturma süreçlerinin incelenmesini ve bu süreçlerde karşılaşılan güçlükleri ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Nitel yöntemlerin kullanıldığı bu çalışmanın katılımcılarını büyük bir ilin merkezinde bulunan bir devlet üniversitesine bağlı vakıf kolejinde öğrenim gören amaçlı örnekleme yöntemi ile seçilen dördüncü sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Hazırlık aşamasında öğrencilerden kendi istekleri doğrultusunda üçerli gruplar oluşturmaları istenerek dört hafta süren ön çalışma süreci gerçekleştirilmiştir. Ön çalışmaların ardından odak grupta yer alacak altı öğrenci ölçüt örnekleme yöntemi ile seçilmiş ve iki grup oluşturulmuştur. Oluşturulan iki odak gruba model oluşturma etkinliği olan Fasulye Problemi verilerek çözmeleri istenmiş ve tüm bu süreç video kayıt altına alınmıştır. Toplanan verilerin analizi ile öğrencilerin matematiksel fikirler üretip geliştirebildikleri ve oluşturdukları modeli test ederek tekrar gözden geçirebildikleri belirtilmiştir. Ayrıca öğrencilerin matematiksel dili kullanmaya, matematiksel odaklı görevler yapmaya, varsayımları sorgulayarak verileri yorumlamaya hazır oldukları belirtilmiştir. Öğrenciler kişisel bilgi ve deneyimlerini kullanarak birbirinden farklı birçok çözüm yolu geliştirmiş, problemleri gerçek yaşam durumları ile ilişkilendirerek modeller oluşturmuş ve elde ettikleri modellerin geçerliliğini sağlamak amacıyla günlük yaşamla ilişkilendirmişlerdir. Çalışmanın bir diğer sonucu da öğrencilerin problemi anlamada, uygun modeller geliştirmede ve modellerin geçerliliğini sağlayarak gerçek hayat ve matematik arasında bağlantı kurma noktasında zorlandıklarını ortaya çıkarmıştır.

Şahin ve Eraslan (2016) çalışmasında, ilkokul dördüncü sınıfta öğrenim gören öğrencilerin model oluşturma etkinlikleri üzerinde düşünme süreçlerini incelemek ve varsa bu süreçte karşılaştıkları zorlukları belirlemeyi hedeflemektedirler. Nitel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı bu çalışmanın katılımcılarını Karadeniz Bölgesi'nde il merkezinde bulunan bir vakıf kolejinde öğrenim gören 18 dördüncü sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Belirlenen öğrencilerle beş haftalık bir ön çalışma

süreci gerçekleştirilmiş ve bu sürecin sonunda üç öğrenci odak grupta yer almak üzere ölçüt örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Oluşturulan odak gruba matematiksel modelleme problemi olan Suç Problemi verilmiş ve tüm süreç video kayıt altına alınmıştır. Toplanan verilerin analizi sonucunda öğrencilerin günlük yaşamla ilgili varsayımları denedikleri, modellerinin doğruluğunu gerçek yaşam ile ilişkilendirerek test ettikleri ve modellerinin genellenebilir olmasına dikkat ettikleri saptanmıştır. Diğer tarafından da bu süreçte öğrencilerin problemi anlama ve verileri yorumlama gibi birtakım güçlüklerle karşılaştıkları belirtilmiştir.

Işık (2016) çalışmasında, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin sayılar öğrenme alanına ilişkin zor olarak algıladıkları konularda matematiksel modelleme etkinliklerinin zorluk algısı ve başarıya etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Nitel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı bu çalışmanın birinci aşamasına 2013-2014 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde Konya ili Selçuklu ilçesinde öğrenim gören 207 öğrenci katılmıştır. İkinci aşaması da yine aynı dönemde öğrenim gören 61 öğrencinin yer aldığı birbirine denk iki sınıf ile ön test-son test kontrol gruplu deneme modeli ile yürütülmüştür. Araştırmanın ilk aşamasında sayılar öğrenme alanında zor olarak algılanan konuların tespiti için Sayılar Öğrenme Alanı Başarı ve Zorluk Ölçeği dört ders saati süresinde tamamlanmış, elde edilen veriler çözümlenmiştir. İkinci aşamada ise zor olarak algılanan konularda matematiksel modelleme etkinlikleri ile müfredatta yer alan problem çözme etkinliklerinin zorluk algısı ve başarıya etkisi karşılaştırılmıştır. Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı sınıf deney grubu, problem çözme etkinliklerinin uygulandığı sınıf kontrol grubu olarak seçilmiştir. Dokuz hafta süren uygulama boyunca dokuz tane matematiksel modelleme etkinliği ile çalışılmıştır. Toplanan verilerin analizi sonucunda, birinci aşamada ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin sayılar öğrenme alanı konuları içinde ‘çarpma işlemi, bölme işlemi ve kesirler’ konularını daha zor algıladıkları, konulara ilişkin boyutların işlem bilgisi ve kavram-işlem ilişkisi boyutlarında daha çok zorlandıkları tespit edilmiştir. İkinci aşamada ise matematiksel modelleme etkinliklerinin, geleneksel problem çözme etkinliklerine oranla konuların işlem bilgisi ve kavram-işlem ilişkisi boyutlarında daha etkili olduğu, matematiğe karşı olumlu tutum geliştirdiği, kavram-işlem ilişkisi kurmada gereken üst bilişsel becerilerin oluşmasına katkı sağladığı saptanmıştır.

Ulu (2017) çalışmasında, ilkokul öğrencilerinin model oluşturma sürecindeki düşünme süreçlerini ve varsa bu süreçte karşılaştıkları zorlukları belirlemeyi

amaçlamıştır. Nitel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı bu çalışmanın katılımcılarını 2016-2017 eğitim öğretim yılında Kütahya ili Dumlupınar Koleji'nde öğrenim gören ölçüt örnekleme yöntemi kullanılarak seçilen 4 ilkokul dördüncü sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Belirlenen öğrencilere gerçek hayat durumlarından oluşan Alış-Veriş Problemi verilerek problemin içindeki gizli durumları ortaya çıkarmaları ve bu gizli durumların çözümü için veri toplamaları beklenmiştir. Toplanan verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin grup içi etkileşimleri ile yeni ve farklı fikirler üretebildikleri, buldukları düşünceleri kanıtlayarak diğer grup üyelerini ikna etmeye çalıştıkları, grup üyelerinin fikirlerinden yola çıkarak kendi fikirlerini tekrar revize edebildikleri belirlenmiştir. Çalışmalar sonucunda öğrencilerin problemlere eleştirel bir gözle bakarak çıkarımlarda bulundukları, gerçekçi bir model kurabilmek için yeni problem durumları oluşturdukları ve kurdukları problemlerin çözüm stratejilerini kullanarak matematiksel ifadelere dönüştürebildikleri tespit edilmiş, buldukları sonuçları değerlendirerek belirledikleri tutarsızlıkları giderebildikleri gözlemlenmiştir.

Delikanlı (2019) çalışmasında, matematiksel modelleme etkinlikleriyle öğretim yaklaşımının ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin matematik başarısına, tutumuna ve kalıcılığına etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bu çalışmanın katılımcılarını Adana ili Seyhan ilçesinde 2018-2019 eğitim öğretim yılında özel bir okulda öğrenim gören 75 dördüncü sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmada dört tane dördüncü sınıf karşılaştırılmıştır. İki sınıf deney grubunu diğer iki sınıf ise kontrol grubunu oluşturmuştur. Uygulama süresince deney gruplarına araştırmacı tarafından matematiksel modelleme etkinlikleri ile doğal sayılar konusu anlatılırken, kontrol grubuna sınıf öğretmeni tarafından 2018-2019 Matematik Dersi Öğretim Programı rehber alınarak hazırlanan ders kitabına göre mevcut öğretim yöntemleri uygulanmıştır. Veri toplama aracı olarak TIMSS sorularından seçilen Matematik Başarı Testi ve Matematik Tutum Ölçeği uygulanmıştır. Toplanan verilerin analizi sonucunda, deney gruplarının son tutum testlerinin sonucunun kontrol gruplarına göre daha olumlu olduğu görülmüştür. Yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucunda öğrenciler, matematiksel modelleme etkinlikleriyle ders işlenmesinin matematiği daha çok sevmelerini sağladığını bu sebeple konuyu daha iyi anladıklarını ifade etmişlerdir.

Şahin (2019) doktora tezinde, dördüncü sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri kullanarak bilişsel modelleme yeterliklerini belirlemeyi ve belirlenen bu yeterlikleri etkileyen olası faktörleri değerlendirmeyi amaçlamıştır. Nitel bir çalışma

olan bu araştırmanın katılımcılarını Karadeniz bölgesinde il merkezinde bulunan özel bir vakıf okulunun, 2016-2017 eğitim öğretim yılında öğrenim gören 19 ilkokul dördüncü sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Ölçüt örnekleme yöntemi kullanılarak üç veya dörderli gruplar oluşturulmuştur. Beş grup oluşturulmuş ancak sadece üç tanesi değerlendirilmeye alınmıştır. Matematiksel modelleme hakkında bilgisi olmayan öğrencilere 10 hafta boyunca 10 farklı matematiksel modelleme problemi uygulanmıştır. Araştırmacı, çalışmada gözlemci rolüne bürünmüş grupların çalışmalarına müdahale etmemiştir. Tüm bu süreç video kaydına alınarak analiz edilmiş, veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Toplanan verilerin analizi sonucunda, dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterlikleri ve alt yeterliklerini farklı düzeylerde sergileyebildikleri ortaya konulmuştur. Yalnızca benzer sonuca götüren başka bir çözüm yolu veya problemin diğer çözüm yolları üzerinde tartışabilme alt yeterliğinde gereken performans sergileyemedikleri gözlemlenmiştir. Öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinin ortaya çıkmasında model oluşturma etkinliğinin bağlamının, matematiksel içeriğin, sosyal etkileşimin, öğrencilerin kişisel deneyimlerinin, grupla işbirliği kurmanın, grup sunumlarının, temel dil becerilerinin, matematiğe karşı tutumun ve matematiksel dili kullanabilmenin, bilişsel zorlukların ve alışık oldukları çoktan seçmeli değerlendirme yöntemlerinin etkili olduğu belirtilmiştir.

Kaygısız (2021) doktora tezinde, ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin oluşturulan öğrenme ortamında uygulanan matematiksel modelleme etkinlikleri aracılığıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimini araştırmayı amaçlamaktadır. Nitel bir çalışma olan bu araştırmanın katılımcılarını bir devlet okulunda öğrenim gören 33 ilkokul öğrencisi oluşturmaktadır. Bu öğrenciler arasından 3 öğrenci ölçüt örnekleme yöntemi ile seçilerek araştırmanın odak katılımcıları olmuştur. Dokuz hafta süren öğrenim deneyinin birinci, dördüncü ve son haftasında odak katılımcılarla klinik görüşme, diğer haftalarda ise tüm katılımcılarla grup çalışmaları yapılmıştır. Çalışmanın verileri gözlem, klinik görüşme ve yazılı dokümanlar aracılığıyla toplanmıştır. Çalışmalar sırasında alınan video kayıtlar, öğrencilerin çalışma kâğıtları ve araştırmacının alan notları veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Veri toplama araçlarından elde edilen sonuçlar devamlı karşılaştırılarak içerik analizi yöntemiyle çözümlenmiştir. Verilerin çözümlenme aşamasında Blum ve Kaiser tarafından geliştirilen ve Maaß (2006) tarafından uyarlanan matematiksel modelleme yeterlikleri esas alınmıştır. Toplanan verilerin analizleri sonucunda, öğrencilerin problemde

verilenleri ve istenenleri ifade etme, problem durumu için varsayımlarda bulunma ve durumu sadeleştirme alt yeterliklerinde yeterli performansı sergileyemedikleri ancak ilerleyen haftalarda durumun değiştiği görülmüştür. Matematikselleştirme alt yeterliğinde yeterli ya da kısmen yeterli performans sergiledikleri görülmüştür. Öğrenciler matematiksel bilgi yeterliğinde ise zorlanmadan yeterli performansı göstermişlerdir.

Korkmaz (2010) yaptığı çalışmasında, öğretmen adaylarına modeller ve matematiksel modelleme bakış açısını tanıtmayı, uygulama öncesinde ve sonrasında görüşlerinde ve tutumlarında olan değişiklikleri ve matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Nitel ve nicel verilerin birlikte kullanıldığı bu araştırmanın katılımcılarını, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi'nde öğrenim gören 37 ilköğretim matematik öğretmeni adayı ve 33 sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. 22 öğretmen adayı ile çalışma sonunda bireysel görüşmeler yapılmıştır. Toplanan verilerin analizi sonucunda öğretmen adaylarının uygulamanın öncesinde ve sonrasında modeller ve modelleme görüşlerinde ve matematik dersine karşı tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adayları arasında matematiksel modelleme yeterlikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı da belirtilmiştir. Öğretmen adayları, modellemenin karmaşık ve uzun süren bir süreç olduğunu halde bu süreçten keyif aldıklarını ve matematiğin günlük yaşamdaki öneminin farkına vardıklarını belirtmişlerdir.

Bal ve Doğanay (2014) çalışmasında, sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme sürecini anlamalarını sağlamayı amaçlamıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 2011-2012 eğitim öğretim yılında bir devlet üniversitesinin sınıf öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 36 birinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Araştırma grubu ölçüt örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından hazırlanan matematiksel modelleme, kavrama ve işlem testleri ile haftalık değerlendirme testleri kullanılmıştır. Toplanan verilerin analizi sonucunda çalışmanın başlangıcında öğretmen adayları matematiksel modelleme problemlerine uygun modeller oluşturamazken, uygulanan eylem planı sonucunda öğretmen adaylarının problem kavrama başarılarının yükseldiği, işlem başarılarının arttığı ve verilen problemlere ilişkin modellemeler oluşturabildikleri gözlemlenmiştir.

Pilten, Serin ve Işık (2016) araştırmalarında, sınıf öğretmenlerinin matematiksel modellemeye yönelik algılarını ortaya koymayı amaçlamıştır. Nitel

araştırma yöntemlerinin kullanıldığı bu çalışmanın katılımcılarını Kastamonu il merkezinde görev yapmakta olan 8 sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Öğretmenler ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilerek görüşmeler kayıt altına alınmıştır. Toplanan verilerin analizi sonucunda sınıf öğretmenleri işlenen konunun öğrenciler tarafından daha iyi kavranmasını ve öğrenmelerin daha kalıcı olmasını sağlamak, soyut konuların öğrenciler tarafından anlaşılmasının zor olmasından dolayı somutlaştırmayı sağlamak, yeni konuya ilişkin ilgi ve dikkati sağlamak gibi nedenlerden dolayı matematiksel modelleme çalışmalarına derslerinde yer verdiklerini belirtmişlerdir. Bir başka sonucuna göre öğretmenler; kalıcılığı ve kavramayı sağlaması, yaparak yaşayarak ve oyunlaştırarak öğrenme imkânı sunması, sınıfın bütününe hitap edebilmesi gibi yönleriyle matematiksel modelleme çalışmalarının süreç içerisinde çok etkili olduğunu belirtmişlerdir. Çok sayıda sınıf öğretmeni ilköğretim matematik programında matematiksel modelleme etkinliklerine yeterli miktarda yer verildiğini belirtirken az sayıda sınıf öğretmeni programdaki matematiksel modelleme çalışmalarını yetersiz bulmuştur. Sınıf öğretmenleri kesirlerin öğretimi, problem çözme çalışmaları ve geometrik şekillerin öğretiminde matematiksel modellemenin daha uygun olduğu görüşünü belirtmişlerdir. Araştırmacı tüm bu sonuçlardan yola çıkarak sınıf öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin alan yazında tanımlanan kuramsal bilgiye yeterli düzeyde sahip olmadıklarını vurgulamaktadır. Sınıf öğretmenleri matematiksel modellemeyi gerçek hayat problemlerinin matematiksel forma dönüştürülüp çözülmesi süreci olarak değil yalnızca derslerinde somut materyal kullanımı ya da görselleştirme olarak ifade etmişlerdir.

Yanbıyık (2016) yaptığı araştırmasında, sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini Fermi problemleri kullanarak ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Nitel bir çalışma olan bu araştırmanın katılımcılarını, bir devlet üniversitesinin sınıf öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan dördüncü sınıf öğrencilerinden seçilen 6 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmaya başlamadan önce 3 öğretmen adayı ile pilot uygulama yapıldığı, uygulamadaki hatalar düzeltilerek veri toplama sürecine geçildiği belirtilmiştir. Araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formları öğretmen adaylarına uygulanmış ve bu süreç video kayıt altına alınmıştır. Toplanan verilerin analizi sonucunda, sınıf öğretmeni adaylarının Fermi problemlerdeki matematiksel modelleme yeterliklerinin yeterli düzeyde olmadığı belirtilmiştir.

Uluslararası alan yazın incelendiğinde matematiksel modelleme alanında yapılan çeşitli çalışmalara rastlanmak mümkündür. Bonotto (2001) dördüncü sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada, öğrencilerin yeni bir matematiksel bilgiyi yapılandırırken günlük hayatlarında sürekli kullandıkları nesnelerin etkisini araştırmıştır. Çalışma altı oturum şeklinde yapılmıştır. İlk beş oturum için alışveriş faturaları kullanılarak matematiksel modelleme etkinlikleri düzenlenmiştir. Son oturum olan altıncı oturumda ise öğrencilerin çarpma işleminin mantığını kavrama düzeylerini öğrenebilmek için daha teorik, sayısal sorular sorulmuştur. Araştırmanın verilerini öğrencilerin her oturuma verdikleri cevaplar oluşturmaktadır. Nitel araştırma yöntemleri ile veriler analiz edilmiştir. Verilerin analizi sonucunda, günlük hayatta sıkça karşılaşılan nesnelerin kullanılmasının yeni matematiksel bilgilerin kazandırılmasını kolaylaştırdığı görülmüştür.

English (2002) beşinci sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada öğrencilerin bir dersteki gelişim düzeylerini incelemiştir. Bu çalışma üç yıllık boylamsal bir çalışmadır. Bu çalışmada, modelleme deneyimine sahip olmayan 10 yaşındaki öğrencilerin yeni fikirleri ve ilişkileri genellemek için var olan matematiksel bilgilerini nasıl kullandıklarını ve bu gelişmelerle küçük gruplar içerisinde önemli sosyal etkileşimlere girerek nasıl çalıştıkları gösterilmektedir. Öğrenciler süreç boyunca matematiksel yapıları analiz etmiş, problemlere yaklaştıkları yolları, tartıştıkları ve çözümlerini paylaştıkları rutin olmayan problemleri keşfetmişlerdir. Öğrencilere çalışma boyunca iki problem uygulanmıştır. Öğrenciler grup halinde çalışarak her bir problemi iki oturumda tamamlamıştır. Grupların problemlere verdikleri cevaplar çalışmanın verilerini oluşturmaktadır. Verilerin analizi sonucunda, öğrencilere gerçek dünya durumlarına ait olaylar anlamlı olarak sunulduğunda matematiksel modelleme problemleri ile daha başarılı bir şekilde çalıştıkları görülmüştür. Çalışmada bazı grupların ortalamaları değişmezken bazı grupların da verilerdeki ilişkileri keşfetme becerileri gelişmiştir. Bu sayede ikinci problemi çok daha kolay çözümlenmiştir. Bu sayede öğrenciler fikirlerini tanımlama, yapılandırma, açıklama, doğrulama ve kontrol etme becerileri kazanmışlardır.

English ve Watters (2004) yaptıkları çalışmalarında sosyo ekonomik durumları orta düzeyde olan üçüncü sınıf öğrencileri ile çeşitli model oluşturma etkinlikleri düzenlenmişlerdir. Model oluşturma etkinlikleri ile çalışmaya başlamadan önce araştırmacılar, 4 öğretmene iki gün boyunca matematiksel modelleme üzerine eğitim vermiş ve uygulanacak programla ilgili planlamalar yapmıştır. Öğrencilerin ve

öğretmenlerin ilerlemelerini daha iyi inceleyebilmek için yıl ortasında ve yılsonunda iki toplantı daha gerçekleştirilmiştir. Öğretmenler, öğrencilerin üçer ve dörder kişilik gruplarla model oluşturma etkinliklerine çalışmalarını sağlamış ve her ders saatini 40 dakika olarak belirlemişlerdir. Model oluşturma etkinliklerinin birinde öğrencilere, yağ tohumlarının değişen güneş ışığı ve gölge koşullarına göre gelişimini gösteren bir tablo verilmiştir. Öğrencilerden bu tabloyu kullanarak tohumlar için en uygun yetiştirme koşulunu bulmaları ve çiftçiye bir tavsiye mektubu yazmaları istenmiştir. Grup çalışmaları ses ve video kayıt araçlarıyla kaydedilmiştir. Öğrencilerin model oluşturma etkinlikleri ile çalışırken problemi ve problemde verilenleri dikkatli incelemedikleri gözlemlenmiştir. Öğrencilerin modelleme etkinlikleriyle çalışırken, anlam oluşturma, problem kurma, hipotez oluşturma ve matematikselleştirmeye ilgilendikleri görülmüştür. Bu durum model oluşturma görevlerinin, erken okul yıllarında matematiksel düşüncelerin ve problem çözme becerilerinin gelişimi için güçlü araçlar olduğunu ispatlamıştır.

Biembengut (2006) ilkokul düzeyinde yaptığı çalışmada, çocukların çevrelerinde gördükleri nesneler, olaylar ve durumlar aracılığıyla oluşturdukları her algılama ve hissin onların zihinlerinde imajlar ve düşünceler oluşturduğunu, bu imajlar ve düşüncelerin kavramayı başlattığını, bunun da anlamlandırmayı, anlamlandırmanın da zihinsel bir modeli sonuç verdiğini ifade etmiştir. Bu bilgiden yola çıkarak ilkokul düzeyinde modelleme yönteminin algılama ve anlama, kavrama ve açıklama, anlamlandırma ve modelleme olmak üzere üç adımda sentezlenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu adımları gözlemlemek için 70 tane 2. sınıf öğrencisinden oluşan iki grup ile iki yıl süren bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada doğrusal ölçme sisteminin öğretimiyle ilgili bir etkinlik geliştirilmiştir. Etkinliğin ilk adımında öğrenciler bitkileri gözlemlemek ve ne hissettiklerini açıklamak için okul bahçesine çıkarılmıştır. Daha sonra her gruba saksılar verilerek bu saksılara dikilmesi için fasulye veya mısır tohumları verilmiştir. Tohum dikilen saksılar, öğrencilerin rahat bir şekilde gözlem yapabileceği ve bitkiler için uygun bir yere alınmıştır. Etkinliğin ikinci adımında, öğrenciler doğrusal ölçmeyi öğrenmiş, her grup kendi bitkisini her gün ölçerek bitkilerin büyüme hızı verilerini tablo formunda kaydetmişlerdir. Etkinliğin üçüncü adımında öğrenciler, bitkilerin zamana bağlı olarak doğrusal büyümesinin grafiksel gösterimini oluşturmuşlardır. Daha sonra öğrencilerden kendi grafikleri ile diğer öğrencilerin grafiklerini karşılaştırmaları istenmiş, öğrencilerin çoğu büyüme verilerini doğrulamıştır. Sonuç olarak, ilkokulda çocukların matematiksel bağlamları

anlayacağı ve matematiksel dili kullanacağı etkinliklerin planlanmasının zor olmadığı, matematiksel modellemenin farklı olaylar veya algılanan bilgilerin semboller ve mesajların anlamlarıyla temsil edilebilmesi gibi önemli becerilerin gelişimine katkı sağlayabileceği belirtilmiştir.



BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, evren ve örnekleme, araştırmada kullanılan veri toplama araçları, veri toplama süreci ve verilerin analizinde kullanılan yöntemler hakkında bilgiler verilecektir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerilerine ve matematiğe yönelik tutumuna etkisini araştırmak amacıyla nicel araştırma yöntemlerinden birisi olan tek grup ön test son test deneysel desen kullanılmıştır. Deneysel çalışmalar, araştırmacı tarafından oluşturulan farkların bağımlı değişken üzerindeki etkisini test eder. Deneysel desende temel amaç, değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkisini test etmektir (Büyüköztürk vd., 2019). Deneysel desende araştırmacılar gözlem yapar ve ölçme araçları ile ön test veya son test (veya her ikisi) aşamalarında ölçümler yapar (Demir, 2017). Deneysel desen türlerinden olan tek grup ön test son test deneysel desende, deneysel işlemin etkisi tek bir grup üzerinde yapılan çalışmayla test edilir. Katılımcıların uygulama öncesi ölçümleri ön test, uygulama sonrasındaki ölçümleri ise son test olarak adlandırılır. Tek grup ön test son test deneysel desende, uygulama öncesinde ve sonrasında katılımcılar ve ölçme araçları değiştirilmez. Ön testin uygulama sürecinde kullanılan ölçme aracı, son testin uygulama sürecinde kullanılan ölçme aracı ile aynı katılımcılar tarafından tamamlanır. Bu desende, seçkisizlik ve eşleştirme yoktur (Büyüköztürk vd., 2019). Matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme ve tutumuna etkisinin incelendiği bu çalışmada deneysel süreç Tablo 3'teki gibi somutlaştırılabilir.

Tablo 3. Tek Grup Ön Test Son Test Deneysel Desenin Somutlaştırılması

Grup	Ön test	İşlem	Son test
G	O1	X	O2
	Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği ve Problem Çözme Başarı Testi (Bağımlı değişken)	Matematiksel Modelleme Eğitimi (Müdahale)	Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği ve Problem Çözme Başarı Testi (Bağımlı değişken)

Tablo 3'te görüldüğü gibi ön test ve son test ölçme araçları değişiklik göstermemiştir. Yapılan müdahaleler ile ön test ve son test arasındaki farklılığa bakılır.

3.2. Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın çalışma grubunu, 2020-2021 eğitim öğretim yılında Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesinde öğrenim gören İlkokulda Temel Matematik dersi kapsamında matematiksel modelleme konusunu görmüş 12 sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Çalışmanın örnekleme oluşturulurken amaçsal örnekleme yöntemlerinden birisi olan ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Amaçsal örneklemede çalışma açısından zengin durumların seçilmesi sağlanmaktadır (Patton, 2002). Amaçsal örnekleme, birçok durumda olgu ve olayların keşfedilmesinde ve açıklanmasında yararlı olmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Ölçüt örnekleme ise önceden belirlenen bir dizi ölçütü karşılayan tüm durumların çalışılmasıdır. Sözü edilen ölçütler, araştırmacı tarafından oluşturulabileceği gibi daha önceden hazırlanan ölçüt listeleri de kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Araştırmacının çalışmaya yön verecek ölçütleri belirlemesi büyük önem taşımaktadır. Bundan dolayı matematiksel modelleme eğitimi ile sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerilerini ve matematiğe yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla ölçüt olarak sınıf öğretmeni adaylarının İlkokulda Temel Matematik dersinden aldıkları notlar seçilmiştir. Sınıf öğretmeni adayları 2. sınıfta öğrenim görmektedir ve çalışmaya gönüllülük ön planda olacak şekilde katılmışlardır. Araştırmaya katılan sınıf öğretmeni adayları ile ilgili bilgiler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Cinsiyet Değişkenine Göre Dağılımı

Cinsiyet	f	%
Kadın	10	83,33
Erkek	2	16,67
Toplam	12	100,00

Tablo 4'teki veriler incelendiğinde, araştırmaya katılan 12 sınıf öğretmeni adayının 10'unun (%83,33) kadın ve 2'sinin (%16,67) olduğu görülmektedir. Cinsiyet değişkenine göre en fazla katılımın 10 kişi (%83,33) ile kadınlardan oluştuğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan sınıf öğretmeni adaylarının mezun oldukları lise türü değişkenine göre dağılımı Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Mezun Oldukları Lise Türü Değişkenine Göre Dağılımı

Mezun Olunan Lise Türü	f	%
Anadolu Lisesi	8	66,67
Sağlık Meslek Lisesi	2	16,67
Temel Lise	1	8,33
Sosyal Bilimler Lisesi	1	8,33
Toplam	12	100,00

Tablo 5'teki veriler incelendiğinde, 12 sınıf öğretmeni adayından 8'inin (%66,67) anadolu lisesinden, 2'sinin (%16,67) sağlık meslek lisesinden, 1'inin (%8,33) temel liseden ve 1'inin (%8,33) de sosyal bilimler lisesinden mezun olduğu görülmektedir. Bu değişkene göre en fazla mezun olunan lise türünün 8 kişi (%66,67) ile anadolu lisesi olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan sınıf öğretmeni adaylarının İlkokulda Temel Matematik Dersi Notu, Harf Notu ve GANO değişkenine göre dağılımı Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Sınıf Öğretmeni Adaylarının İlkokulda Temel Matematik Dersi Notu, Harf Notu Ve GANO Değişkenine Göre Dağılımı

Sınıf Öğretmeni Adayları	İlkokulda Temel Matematik Dersi Notu	İlkokulda Temel Matematik Dersi Harf Notu	GANO
Ö1	76	BB	2,88
Ö2	79	BA	3,40
Ö3	56	CC	3,51
Ö4	98	AA	3,67
Ö5	72	BB	3,42
Ö6	62	CB	3,18
Ö7	88	AA	3,58
Ö8	69	BB	3,55
Ö9	54	CC	3,41
Ö10	89	AA	3,09
Ö11	52	DC	3,75
Ö12	83	BA	3,28

Tablo 6'daki veriler incelendiğinde 12 sınıf öğretmeni adayının 3'ünün (%25,00) harf notunun AA, 2'sinin (%16,67) BA, 3'ünün (%25,00) BB, 1'inin (%8,33) CB, 2'sinin (%16,67) CC ve 1'inin (%8,33) DC olduğu görülmektedir. İlkokulda Temel Matematik Dersi Harf Notu değişkenine göre en fazla harf notunun 3'er (%25,00) kişi ile AA ve BB olduğu söylenebilir. Sınıf öğretmeni adaylarının 1, 2, ve 3. yarı yılda aldıkları not ortalamaları (GANO) incelendiğinde 12 sınıf öğretmeni

adayının 1'inin (%8,33) GANO'su 2,50-3,00 arasında, 6'sının (%50,00) 3,01-3,50 arasında ve 5'inin (%41,67) 3,51-4,00 arasında olduğu görülmektedir. Genel Ağırlıklı Not Ortalaması değişkenine göre dağılımın en fazla olduğu yer 3,01-3,50 arasındır.

3.3. Veri Toplama Aracı

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerilerine ve matematiğe yönelik tutumuna etkisini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmanın verileri, beş veri toplama aracı yardımı ile elde edilmiştir. Veri toplama araçlarından birincisi Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği, ikincisi alan yazından seçilmiş Matematiksel Modelleme Etkinlikleri (MME), üçüncüsü Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği, dördüncüsü araştırmacı tarafından hazırlanan Problem Çözme Başarı Testi (PÇBT) ve beşincisi de araştırmacı tarafından hazırlanan Problem Çözme Değerlendirme Rubriği'dir.

3.3.1. Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği (ABEMTÖ)

Bu çalışmada Alkan, Bukova Güzel ve Elçi (2004) tarafından geliştirilen Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Ölçek “Hiçbir Zaman, Nadiren, Arada Sırada, Genellikle, Her Zaman” şeklinde 5'li likert tipinden, 4 faktörden ve 42 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin güvenirlik katsayısı (Croanbach alfa) 0,95'tir. Faktörler madde içerikleri dikkate alınarak adlandırılmıştır.

Bu bilgiye göre ilk faktöre “Duyuşsal boyutlu”, ikinci faktöre “Bilişsel boyutlu”, üçüncü faktöre “Matematiğin uygulama alanı boyutlu”, dördüncü faktöre “İnanç boyutlu” adı verilmiştir. Belirlenen faktörlerden birincisi ölçeğe ilişkin toplam varyansın % 23,02'ünü, ikincisi %8,32'sini, üçüncüsü %6,88'ini, dördüncüsü ise %6,05'ini açıklamaktadır. Dört faktörün maddelerle açıkladıkları ortak varyans, % 23,02 ile 44,2 arasında değişmektedir. Faktör döndürme sonrasında ölçeğin birinci faktörünün 22 maddeden, ikinci faktörünün 8 maddeden, üçüncü faktörünün 7 maddeden, dördüncü faktörünün 5 maddeden oluştuğu belirlenmiştir. Birinci faktörde yer alan maddelerin faktördeki yük değerleri 0,338 ile 0,767 arasında, ikinci faktörde yer alan maddelerin faktördeki yük değerleri 0,342 ile 0,666 arasında, üçüncü faktörde yer alan maddelerin faktördeki yük değerleri 0,361 ile 0,724 arasında ve dördüncü faktörde yer alan

maddelerin faktördeki yük değerleri 0,385 ile 0,609 arasında değişmektedir (Alkan vd., 2004).

3.3.2. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

Matematiksel modelleme, gerçek hayat durumlarındaki olayları ve bu olaylar arasındaki ilişkileri matematiksel olarak ifade etmeye çalışma ve matematiksel örüntüleri ortaya çıkarma sürecidir (Verschaffel, Greer ve De Corte, 2002). Uygulama süresince kullanılan Matematiksel Modelleme Etkinlikleri alan yazında bulunan problemlerden seçilmiştir (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2011; Schukajlow, Leiss, Pekrun, Blum, Müller ve Messner, 2012'den uyarlayan Tekin Dede, 2015; Maaß ve Mischo, 2013; Kal, 2013; Carmona ve Greenstein, 2010; Maaß ve Mischo, 2011'den uyarlayan Tekin Dede, 2015; Kal, 2013; Tekin Dede, 2018; Jahnke, 1997'den aktaran Maaß, 2006; English ve Watters, 2004; Doerr ve English, 2003'ten uyarlayan İnan Tutkun ve Didiş Kabar, 2018). Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin kullanım sırası Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Modelleme Problemleri Uygulama Sırası

Uygulama Sırası	Matematiksel Modelleme Problemleri
1. Hafta Isınma Çalışmaları	Büyük Ayak Problemi Elmalı Turta Problemi
2. Hafta	Diş Fırçalama Problemi Terzi Hikmet Amca Problemi Takım Sıralama Problemi
3. Hafta	Bizim Apartmanda Acaba Kaç Kişi Yaşıyor? Eyfel Kulesine Giden En Kullanışlı Yol Badana Problemi
4. Hafta	Otoyol Problemi Kâğıttan Uçak Yapma Problemi Hava Durumu Problemi

Matematiksel modelleme eğitimi kapsamında sınıf öğretmeni adayları ile birlikte ısınma çalışması olarak Büyük Ayak Problemi ve Elmalı Turta Problemi çözülmüştür. Sonrasında her hafta üç problem olmak üzere tabloda belirtilen problemler grup çalışması şeklinde tamamlanmıştır. Modelleme problemlerinin tamamı EK 4'te verilmiştir.

3.3.3. Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği (MYDR)

MYDR, modelleme problemleri üzerinde çalışan öğrencilerin bireysel ya da grupta çalıştıklarında sergiledikleri çözüm yaklaşımlarını incelemek amacıyla bilişsel modelleme yeterliklerini değerlendirmek için Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014) tarafından geliştirilen analitik puanlama rubriğidir (Tekin Dede, 2015).

MYDR'nin problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama olmak üzere 6 alt boyutu vardır. Problemi anlama boyutunun 5, sadeleştirme boyutunun 4, matematikselleştirme boyutunun 4, matematiksel olarak çalışma boyutunun 5, yorumlama boyutunun 5 ve doğrulama boyutunun 7 düzeyi vardır. MYDR'de puanlama yapılırken Düzey 1'e 0 Puan, diğer düzeylere ise sırasıyla 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 puanları verilir. Bu bilgiler ışığında MYDR'den en fazla 25 puan en az 0 puan alınabilmektedir. MYDR analizleri sonucunda alınan puanlar doğrultusunda yeterlik düzeyleri:

- 0-6 puan arası: Modelleme yeterliğine sahip değil
- 7-12 puan arası: Bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
- 13-21 puan arası: Kabul edilebilir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
- 22-25 puan arası: Üst düzey modelleme yeterliğine sahip

olarak kategorize edilmiştir. Geçerlik ve güvenirlik çalışmaları sonucunda uyum yüzdesi %73,3 olarak hesaplanmıştır (Tekin Dede, 2015). MYDR, EK 5'te verilmiştir.

MYDR ile değerlendirmeler yapılırken grupların matematiksel modelleme etkinliklerini çözüm süreçleri incelenmiştir. İncelemeler yapılırken her boyutun varlığı sorgulanmış ve düzeyleri belirlenmiştir. Tüm boyutlar için düzeyler belirlendikten sonra grupların aldıkları toplam puanlar hesaplanmıştır.

3.3.4. Problem Çözme Başarı Testi

PÇBT, çalışma kapsamında kullanılmak amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. PÇBT hazırlanırken sınıf öğretmenliği lisans programı (YÖK, 2018)

temel alınmış ve ilkokulda anlatılan konular dâhil edilmiştir. PÇBT, doğal sayılar kümesi, basamak çözümlemesi, toplama, çıkarma, çarpma, bölme, dört işlem problemleri, ardışık, tek ve çift sayılar, örüntü ve hareket problemi konularını kapsayan 20 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Her konu başlığı için iki rutin problem ve iki rutin olmayan problem yazılmıştır. PÇBT hazırlandıktan sonra, sınıf eğitimi alanında çalışmalarını sürdüren 1, matematik eğitimi alanında çalışmalarını sürdüren 3 öğretim elemanına, devlet okulunda görev yapan 2 ve özel okullarda görev yapan 3 öğretmene gönderilerek uzman görüşü alınmıştır. Gelen uzman görüşü dönütlerine göre gereken düzeltmeler yapılmış ve her konu başlığı için rutin ve rutin olmayan problemlerden birer tanesi seçilmiştir. PÇBT, EK 6'da verilmiştir.

3.3.5. Problem Çözme Değerlendirme Rubriği

Çalışma kapsamında kullanılmak amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. PÇDR hazırlanırken Polya'nın problem çözme basamakları temel alınmıştır. Problemi anlama, çözüm için plan yapma, planı uygulama ve kontrol etme olmak üzere 4 alt boyuttan oluşmaktadır. Her boyut 0, 1 ve 2 olmak üzere puanlanmaktadır. Bu bilgilerden hareketle PÇDR'den en fazla 8 puan en az 0 puan alınabilmektedir. PÇDR, EK 7'de verilmiştir.

PÇDR ile değerlendirme yapılırken sınıf öğretmeni adaylarının PÇBT'ye verdikleri cevaplar incelenmiştir. İncelemeler yapılırken her boyutun varlığı sorgulanmış ve puanlamalar yapılmıştır. Tüm boyutlar için puanlamalar yapıldıktan sonra öğretmen adaylarının aldıkları toplam puanlar hesaplanmıştır. İki uzman tarafından ön testler için yapılan puanlamalar arasındaki ilişki Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. UZMAN 1 ve UZMAN 2'nin PÇBT Ön Test Puanları Arasındaki İlişki

UZMAN 1 Problem Çözme Becerisi Ön-Test		
UZMAN 2 Problem Çözme Becerisi Ön-Test	r	0,97
	p	0,000**
	N	12

**p<0,01

Matematiksel modelleme eğitimi öncesinde uygulanan ve 2 farklı uzman tarafından puanlanan "Problem Çözme Becerisi Testi" puanları arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan Basit Doğrusal Korelasyon işlemi, UZMAN 1 ön-test ve

UZMAN 2 ön-test puanları arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir ($r= 0,97$, $p<0,01$). Korelasyon katsayısının 0,70 üstünde olması yüksek düzey ilişkisi ifade edebilmektedir (Roscoe, 1975; akt. Büyüköztürk, Çokluk ve Körlü, 2020).

İki uzman tarafından son testler için yapılan puanlamalar arasındaki ilişki Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9. UZMAN 1 ve UZMAN 2’nin PÇBT Son Test Puanları Arasındaki İlişki

UZMAN 1 Problem Çözme Becerisi Son-Test		
UZMAN 2 Problem Çözme	r	0,87
Becerisi Son-Test	p	0,000**
	N	12

** $p<0,01$

Matematiksel modelleme eğitimi sonrasında uygulanan ve 2 farklı uzman tarafından puanlanan “Problem Çözme Becerisi Testi” puanları arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan Basit Doğrusal Korelasyon işlemi, UZMAN 1 son-test ve UZMAN 2 son-test puanları arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir ($r= 0,87$, $p<0,01$). Korelasyon katsayısının 0,70 üstünde olması yüksek düzey ilişkisi ifade edebilmektedir (Roscoe, 1975; akt. Büyüköztürk, Çokluk ve Körlü, 2020).

2 farklı uzman tarafından puanlanan ön-test ön test puanları (0,97) ile son-test son test puanları (0,87) arasındaki ilişkinin yüksek düzeyde olduğu, bundan hareketle yapılan puanlamaların güvenilirliğinin de yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı iki uzman tarafından yapılan puanlamaların ortalaması alınarak öğrencilerin problem çözme beceresi testi puanları hesaplanmıştır.

3.4. Veri Toplama Süreci

Araştırmada kullanılacak veri toplanma araçları ile ilgili gerekli izinler alınmıştır (EK 2, EK 3). Araştırmayı gerçekleştirmek amacıyla 12.10.2020 tarihinde Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Yayın Etik Kuruluna başvuru yapılmış ve araştırmanın etik yönden uygunluğuna karar verilmiştir (EK 1). Gerekli izinler alındıktan sonra araştırma sırasında katılımcılardan araştırma kapsamındaki kişisel bilgilerin dışında herhangi bir kimlik bilgisi istenmemiştir.

Veri toplama süreci COVID-19 pandemi koşullarından dolayı çevrim içi ortamda Microsoft Teams ile gerçekleştirilmiştir. Altı haftadan oluşan MME'nin ilk haftasında sınıf öğretmeni adaylarına ön test olan ABEMTÖ ve PÇBT uygulanmıştır. Sınıf öğretmeni adaylarına PÇBT'yi çözerken yardım almamaları ve denklem kurmadan ilkokul öğrencilerinin anlayabileceği şekilde çözmeleri gerektiği belirtilmiştir. Daha sonra matematiksel modelleme etkinliklerinin tanıtıldığı ve uygulandığı dört haftalık bir uygulama süreci olmuştur. Uygulamaya başlamadan önce sınıf öğretmeni adayları üçer kişilik gruplara ayrılmıştır. Bu gruplar, sınıf öğretmeni adaylarının İlkokulda Temel Matematik Dersi harf notları temel alınarak araştırmacı tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 10. Sınıf Öğretmeni Adaylarının Gruplarının Özellikleri

<i>Gruplar</i>	<i>Öğretmen Adayı</i>	<i>İlkokulda Temel Matematik Dersi Notu</i>	<i>İlkokulda Temel Matematik Dersi Harf Notu</i>
1.Grup	Ö1	76	BB
	Ö2	79	BA
	Ö3	56	CC
2.Grup	Ö4	98	AA
	Ö5	72	BB
	Ö6	62	CB
3.Grup	Ö7	88	AA
	Ö8	69	BB
	Ö9	54	CC
4.Grup	Ö10	89	AA
	Ö11	52	DC
	Ö12	83	BA

Uygulama sürecinin ikinci haftasında matematiksel modelleme eğitimi kapsamında model ve modelleme, model oluşturma etkinlikleri ve ilkokulda modellemenin önemi anlatılmıştır. Daha sonra oluşturulan grupların Microsoft Teams'de bulunan Tartışma Odalarına geçmeleri istenmiş ve ısınma çalışmaları kapsamında “Büyük Ayak Problemi” ve “Elmalı Turta Problemi”ni çözmeleri istenmiştir. Sınıf öğretmeni adayları grup çalışması yaparak matematiksel modelleme problemlerini çözmüşlerdir. Çözüm sürecinde her türlü materyali kullanabilecekleri belirtilmiştir. Tüm gruplar çalışmalarını bitirdikten sonra ana toplantıda bir araya gelerek çözümlerini tartışmıştır. Araştırmacı sorduğu sorular ile tartışma ortamı yaratmış ve çözümlerini kanıtlama fırsatı sunmuştur.

Çalışmanın üçüncü haftasında, matematiksel modelleme etkinliklerinde öğretmenin rolü anlatılmış ardından grupların tartışma odalarına geçmeleri istenmiştir. Öğretmen adayları grup çalışması yaparak “Dış Fırçalama Problemi”, “Terzi Hikmet Amca Problemi” ve “Takım Sıralama Problemi”ni çözmüşlerdir. Tüm gruplar çalışmalarını bitirdikten sonra ana toplantıda bir araya gelerek problem durumu hakkındaki fikirlerini paylaşmıştır.

Çalışmanın dördüncü haftasında, matematiksel modelleme etkinliklerinde grup çalışmasının önemi ve grupların kaç kişi olabileceği anlatılmıştır. Sonrasında gruplar Tartışma Odalarına geçerek “Bizim Apartmanda Acaba Kaç Kişi Yaşıyor?”, “Eyfel Kulesine Giden En Kullanışlı Yol” ve “Badana Problemi”ni çözmüştür. Matematiksel modelleme etkinliklerinden olan Badana Probleminde, diğer problemlerden farklı olarak sınıf öğretmeni adaylarından bir poster hazırlamaları istenmiştir. Diğer problemlerin çözümünde olduğu gibi bu problemin çözümünde de öğretmen adayları kullanacakları materyal ve program konusunda özgür bırakılmıştır. Öğretmen adaylarına posterlerini hazırlamaları için bir hafta süre verilmiştir. Diğer problemleri bitiren gruplar, ana toplantıda bir araya gelerek problemlere verdikleri cevapları diğer grup arkadaşlarına anlatmışlardır.

Çalışmanın beşinci haftasında matematiksel modelleme etkinliklerinde karşılaşılabilecek zorluklar anlatılmıştır. Sonrasında gruplar tartışma odalarına geçerek “Hava Durumu Problemi”, “Kâğıttan Uçak Yapma Problemi” ve “Otoyol Problemi”ni çözmüştür. Gruplar çalışmasını bitirdiğinde ana toplantıya gelerek problem durumları hakkındaki fikirlerini tartışmışlardır. Bu sayede öğretmen adayları kendi gruplarının çözümlerini diğer gruptaki arkadaşlarına anlatmış, fikir ayrılıklarının olduğu yerde kendi fikirlerini savunmuşlardır.

Çalışmanın altıncı ve son haftasında ABEMTÖ ve PÇBT son test olarak uygulanmıştır. Sınıf öğretmeni adaylarına PÇBT’yi çözerken yardım almamaları ve denklem kullanmadan ilkokul öğrencilerinin anlayabileceği şekilde çözmeleri gerektiği tekrar hatırlatılmış, ön teste verdikleri cevaplara bakmadan çözmeleri gerektiği konusunda uyarılmıştır. Araştırmaya katılan 12 sınıf öğretmeni adayı veri toplama araçlarını eksiksiz bir şekilde tamamlamıştır.

3.5. Verilerin Analizi

Verilerin analizi için istatistiksel paket programı kullanılmış ve bulgular tablolar halinde verilerek yorumlanmıştır. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerileri ön-test son-test fark puanlarının parametrik değerleri karşılayıp karşılamadığına bakmak için normallik testi yapılmış (EK 8), test sonucu her iki puanlamanın da normallik değeri $p>0,05$ olduğundan puanların normal dağıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bundan hareketle Bağımlı Örneklemeler t-Testi yapılmıştır.

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerilerinin problemi anlama, plan yapma, planı uygulama ve kontrol etme basamakları, rutin problem çözme becerileri ve problemi anlama, plan yapma, planı uygulama ve kontrol etme alt basamakları, rutin olmayan problem çözme becerileri ve problemi anlama, plan yapma, planı uygulama ve kontrol etme alt basamakları, matematiğe yönelik tutum ön-test son-test fark puanlarının parametrik değerleri karşılayıp karşılamadığına bakmak için normallik testi yapılmıştır. Analiz sonucunda normal dağılıma uyan veriler için Bağımlı Örneklemeler T-Testi yapılmıştır. Normal dağılıma uymayan veriler için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi yapılmıştır.

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisi ve matematiğe yönelik tutum ön-test puanlarının parametrik değerleri karşılayıp karşılamadığına bakmak için normallik testi yapılmıştır. Test sonucu Matematiğe yönelik tutum puanlarının normal dağılmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bundan hareketle ön-testler arasındaki ilişkiye bakmak için Spearman Sıra Farkları korelasyon hesabı yapılmıştır. Problem çözme becerisi ve matematiğe yönelik tutum son-test puanlarının parametrik değerleri karşılayıp karşılamadığına bakmak için normallik testi yapıldığında ise her iki puanın da normal dağılım sergilediği görülmüştür. Bundan hareketle Basit Doğrusal Korelasyon Testi yapılmıştır.

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisi ve matematiğe yönelik tutumları üzerinde demografik özelliklere göre anlamlı düzeyde farklılaşma olup olmadığını belirlemek için cinsiyet, mezun oldukları lise türü, İlkokulda Temel Matematik dersi notu ve Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına göre problem çözme becerisi ve matematiğe yönelik tutum puanlarının normallik dağılımı incelenmiştir. Tüm verilerin normal dağılımı karşılamadığı belirlendiğinden

veri sayısına uygun olarak Mann Whitney U ve Kruskal Wallis testlerinden uygun olanları kullanarak veriler analiz edilmiştir.



BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine cevap bulmak amacıyla elde edilen bulgulara ve elde edilen bulgular sonucunda yapılan yorumlara yer verilmiştir.

5.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi “Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri ne düzeydedir?” şeklindedir. Birinci alt probleme ait bulgular detaylı olarak verilmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme problemlerine verdikleri cevaplar Tablo 11’de verilen matematiksel modelleme yeterlik düzeylerine göre yorumlanmıştır. Aldıkları puanlar yeterlik düzeylerine göre renklendirilmiştir.

Tablo 11. Matematiksel Modelleme Yeterlik Düzeyleri

Matematiksel Modelleme Probleminden Alınan Puan	Matematiksel Modelleme Yeterlik Düzeyleri
0 – 6 puan	Modelleme yeterliğine sahip değil
7 – 12 puan	Bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
13 – 21 puan	Kabul edilebilir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
22 – 25 puan	Üst düzey modelleme yeterliğine sahip

1. grubun matematiksel modelleme problemlerinden aldıkları puanlar Tablo 12’de verilmiştir:

Tablo 12. 1.Grubun Matematiksel Modelleme Problemlerinden Aldığı Puanlar

1. GRUP	Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Toplam	Matematiksel Modelleme Yeterlik Düzeyleri
Dış Fırçalama	1	0	0	0	1	0	2	Modelleme yeterliğine sahip değil
Terzi Hikmet Amca	2	1	0	0	0	0	3	
Takım Sıralama	2	1	0	0	0	0	3	
Bizim Apartman	2	1	0	0	1	0	4	
Eyfel Kulesi	1	0	0	0	2	0	3	
Badana	4	3	3	3	3	0	16	Kabul edilebilir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
Otoyol	4	3	2	3	3	0	15	
Kâğıttan Uçak	4	3	2	3	4	0	16	
Hava Durumu	2	1	0	0	0	0	3	Modelleme yeterliğine sahip değil
Toplam	30	18	7	9	20	0	84	

Tablo 12 incelendiğinde 1. grubun en başarılı olduğu problemler Badana Problemi ve Kâğıttan Uçak Yapma Problemi olmuştur. Beklenen düzeyde başarı gösteremedikleri problem ise Diş Fırçalama Problemi olmuştur. MYDR'nin alt boyutlarından aldıkları puanlar değerlendirildiğinde en fazla puanı problemi anlama boyutundan, en az puanı da doğrulama boyutundan aldıkları görülmektedir.

2. grubun matematiksel modelleme problemlerinden aldıkları puanlar Tablo 13'te verilmiştir:

Tablo 13. 2.Grubun Matematiksel Modelleme Problemlerinden Aldığı Puanlar

2. GRUP	Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Toplam	Matematiksel Modelleme Yeterlik Düzeyleri
Diş Fırçalama	2	1	0	0	3	0	6	Modelleme yeterliğine sahip değil
Terzi Hikmet Amca	4	3	4	4	4	0	19	Kabul edilebilir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
Takım Sıralama	4	3	4	4	4	0	19	
Bizim Apartman	4	2	2	2	3	0	13	
Eyfel Kulesi	4	3	4	4	4	0	19	
Badana	4	3	4	4	4	0	19	
Otoyol	4	3	4	4	4	0	19	
Kâğıttan Uçak	4	3	1	1	2	0	11	Bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
Hava Durumu	4	2	0	0	1	0	7	
Toplam	42	29	23	23	37	0	154	

Tablo 13 incelendiğinde 2. grubun en başarılı olduğu problemler Terzi Hikmet Amca Problemi, Takım Sıralama Problemi, Eyfel Kulesine Giden En Kullanışlı Yol, Badana Problemi ve Otoyol Problemi olmuştur. Beklenen düzeyde başarı gösteremedikleri problem ise Diş Fırçalama Problemi olmuştur. MYDR'nin alt boyutlarından aldıkları puanlar değerlendirildiğinde en fazla puanı problemi anlama boyutundan, en az puanı da doğrulama boyutundan aldıkları görülmektedir.

3. grubun matematiksel modelleme problemlerinden aldıkları puanlar Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. 3.Grubun Matematiksel Modelleme Problemlerinden Aldığı Puanlar

3. GRUP	Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Toplam	Matematiksel Modelleme Yeterlik Düzeyleri
Diş Fırçalama	1	0	0	0	0	0	1	Modelleme yeterliğine sahip değil
Terzi Hikmet Amca	4	3	4	4	4	0	19	Kabul edilebilir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
Takım Sıralama	1	1	0	0	0	0	2	Modelleme yeterliğine sahip değil
Bizim Apartman	4	2	2	2	3	0	13	Kabul edilebilir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
Eyfel Kulesi	4	2	3	3	3	0	15	
Badana	4	3	4	4	4	0	19	
Otoyol	4	3	0	0	1	0	8	Bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
Kâğıttan Uçak	4	3	3	3	4	0	17	Kabul edilebilir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
Hava Durumu	2	1	0	0	2	0	5	Modelleme yeterliğine sahip değil
Toplam	36	24	20	20	29	0	129	

Tablo 14 incelendiğinde 3. grubun en başarılı olduğu problemler Terzi Hikmet Amca Problemi ve Badana Problemi olmuştur. Beklenen düzeyde başarı gösteremedikleri problem ise Diş Fırçalama Problemi olmuştur. MYDR'nin alt boyutlarından aldıkları puanlar değerlendirildiğinde en fazla puanı problemi anlama boyutundan, en az puanı da doğrulama boyutundan aldıkları görülmektedir.

4. grubun matematiksel modelleme problemlerinden aldıkları puanlar Tablo 15'te verilmiştir:

Tablo 15. 4.Grubun Matematiksel Modelleme Problemlerinden Aldığı Puanlar

4. GRUP	Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Toplam	Matematiksel Modelleme Yeterlik Düzeyleri
Diş Fırçalama	4	3	4	4	4	0	19	Kabul edilebilir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
Terzi Hikmet Amca	3	0	0	0	0	0	3	Modelleme yeterliğine sahip değil
Takım Sıralama	3	2	0	0	1	0	6	

Bizim Apartman	3	2	0	0	1	0	6	
Eyfel Kulesi	4	2	1	1	2	0	10	Bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
Badana	4	3	4	4	4	0	19	Kabul edilebilir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
Otoyol	4	3	2	2	4	0	15	
Kâğıttan Uçak	4	2	0	0	1	0	7	Bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip
Hava Durumu	4	2	0	0	2	0	8	
Toplam	41	25	15	15	27	0	123	

Tablo 15 incelendiğinde 4. grubun en başarılı olduğu problemler Diş Fırçalama Problemi ve Badana Problemi olmuştur. Beklenen düzeyde başarı gösteremedikleri problem ise Terzi Hikmet Amca Problemi olmuştur. MYDR'nin alt boyutlarından aldıkları puanlar değerlendirildiğinde en fazla puanı problemi anlama boyutundan, en az puanı da doğrulama boyutundan aldıkları görülmektedir.

Tüm grupların bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin seviyeleri Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Tüm Grupların Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Seviyeleri

	Diş Fırçalama	Terzi Hikmet Amca	Takım Sıralama	Bizim Apartman	Eyfel Kulesi	Badana	Otoyol	Kâğıttan Uçak	Hava Durumu	Toplam Puan
1.Grup	2	3	3	4	3	16	15	16	3	84
2.Grup	6	19	19	13	19	19	19	11	7	154
3.Grup	1	19	2	13	15	19	8	17	5	129
4.Grup	19	3	6	6	10	19	15	7	8	123

Tablo 16'daki veriler incelendiğinde en başarılı olan grubun 2. grup, en başarısız olan grubun ise 1. grup olduğu görülmektedir. Badana Problemi tüm grupların en başarılı olduğu problem iken Diş Fırçalama Problemi ve Takım Sıralama Problemi grupların en başarısız olduğu problem olmuştur. Sürecin başında grupların modelleme yeterliğine sahip olmadığı görülürken sürecin sonuna doğru modelleme yeterliklerinde bir artış olduğu görülmektedir. En dikkat çekici sonuç ise grupların yaptığı matematiksel modelleme etkinlikleri içerisinde üst düzey modelleme yeterliğine sahip hiç bir grubun olmadığıdır.

5.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının *problem çözme becerileri* üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerileri üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonuçları Tablo 17’de gösterilmiştir.

Tablo 17. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Problem Çözme Becerisine Etkisine Göre Bağımlı Örneklem t-Testi Sonuç Tablosu

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön test	12	65,79	14,87	11	-2,692	0,021*
Son test	12	76,92	13,23			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisine etkisinin araştırıldığı 12 kişilik bir grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonucunda, eğitim öncesi uygulanan test puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{ÖnTest}} = 65,79$) ve eğitim sonrası uygulanan test puanları ($\bar{X}_{\text{SonTest}} = 76,92$) arasında anlamlı bir fark görülmüştür [$t_{(11)} = -2,692$, $p < 0,05$]. Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d = 0,8$) bu farkın yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisi üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Matematiksel modelleme eğitimi sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerilerini olumlu yönde geliştirmektedir.

5.2.1. Problem Çözme Basamaklarından Problemi Anlama Basamağına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.1. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından *problemi anlama basamağı* üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından problemi

anlama basamağı üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonuçları Tablo 18’de gösterilmiştir.

Tablo 18. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Problemi Anlama Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklem t-Testi Sonuç Tablosu

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön test	12	25,88	5,84	11	-3,271	0,007*
Son test	12	31,08	4,37			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından problemi anlama basamağı üzerinde etkisinin araştırıldığı 12 kişilik bir grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” ile problem çözme basamaklarından problemi anlama basamağı puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonucunda, eğitim öncesi uygulanan test puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{ÖnTest}} = 25,88$) ve eğitim sonrası uygulanan test puanları ($\bar{X}_{\text{SonTest}} = 31,08$) arasında anlamlı bir fark görülmüştür [$t_{(11)} = -3,271$, $p < 0,05$]. Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0,9$) bu farkın yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından problemi anlama basamağı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir.

5.2.2. Problem Çözme Basamaklarından Plan Yapma Basamağına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.2. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından *plan yapma basamağı* üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından plan yapma basamağı üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 19’da gösterilmiştir.

Tablo 19. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Plan Yapma Basamağına Etkisine Göre Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuç Tablosu

Ön Test- Son Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıralar	4	3,88	15,50		
Pozitif Sıralar	6	6,58	39,50	-1,227	0,220
Fark olmayan	2				

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni problem çözme basamaklarından plan yapma basamağı üzerinde etkisinin araştırıldığı 12 kişilik grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” ile problem çözme basamaklarından plan yapma basamağı puanları arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucunda ön test-son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir [$z = -1,227$, $p > 0,05$]. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından plan yapma basamağı üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

5.2.3. Problem Çözme Basamaklarından Planı Uygulama Basamağına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.3. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından *planı uygulama basamağı* üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından planı uygulama basamağı üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonuçları Tablo 20’de gösterilmiştir.

Tablo 20. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Planı Uygulama Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklem t-Testi Sonuç Tablosu

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön test	12	19,46	4,40	11	-3,140	0,009*
Son test	12	23,21	3,99			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından planı uygulama basamağı üzerinde etkisinin araştırıldığı 12 kişilik bir grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan

“Problem Çözme Başarı Testi” ile problem çözme basamaklarından planı uygulama basamağı puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonucunda, eğitim öncesi uygulanan test puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{ÖnTest}} = 19,46$) ve eğitim sonrası uygulanan test puanları ($\bar{X}_{\text{SonTest}} = 23,21$) arasında anlamlı bir fark görülmüştür [$t_{(11)} = -3,140$, $p < 0,05$]. Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d = 0,9$) bu farkın yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından planı uygulama basamağı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir.

5.2.4. Problem Çözme Basamaklarından Kontrol Etme Basamağına

İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.4. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından *kontrol etme basamağı* üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından kontrol etme basamağı üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 21’de gösterilmiştir.

Tablo 21. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Kontrol Etme Basamağına Etkisine Göre Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuç Tablosu

Ön Test- Son Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıralar	2	1,75	3,50		
Pozitif Sıralar	1	2,50	2,50	-0,272	0,785
Fark olmayan	9				

* $p < 0,05$

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni problem çözme basamaklarından kontrol etme basamağı üzerinde etkisinin araştırıldığı 12 kişilik grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” ile problem çözme basamaklarından kontrol etme basamağı puanları arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucunda ön test-son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir [$z = -0,272$ $p > 0,05$]. Bu durum matematiksel

modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme basamaklarından kontrol etme basamağı üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir.

5.2.5. Rutin Problem Çözme Becerilerine İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.5. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının *rutin problem çözme becerileri* üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisi üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan İlişkili Örneklem t-Testi sonuçları Tablo 22’de gösterilmiştir.

Tablo 22. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Problem Çözme Becerisine Etkisine Göre Bağımlı Örneklem t-Testi Sonuç Tablosu

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön test	12	41,00	6,82	11	-2,225	0,048*
Son test	12	45,83	6,48			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisine etkisinin araştırıldığı 12 kişilik bir grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” ile rutin problem çözme becerisi puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonucunda, eğitim öncesi uygulanan test puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{ÖnTest}} = 41,00$) ve eğitim sonrası uygulanan test puanları ($\bar{X}_{\text{SonTest}} = 45,83$) arasında anlamlı bir fark görülmüştür [$t_{(11)} = -2,225$, $p < 0,05$]. Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d = 0,6$) bu farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisi üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir.

5.2.5.1. Rutin Problem Çözme Basamaklarından Problemi Anlama Basamağına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.5.1. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının *rutin problem çözme basamaklarından problemi anlama*

basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisinin problemi anlama basamağı üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonuçları Tablo 23’te gösterilmiştir.

Tablo 23. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Problem Çözme Becerisinin Problemi Anlama Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklem t-Testi Sonuç Tablosu

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön test	12	15,50	2,46	11	-2,847	0,016*
Son test	12	17,62	1,95			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisinin problemi anlama basamağına etkisinin araştırıldığı 12 kişilik bir grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” ile rutin problem çözme becerisi problemi anlama basamağı puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonucunda, eğitim öncesi uygulanan test puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{ÖnTest}} = 15,50$) ve eğitim sonrası uygulanan test puanları ($\bar{X}_{\text{SonTest}} = 17,62$) arasında anlamlı bir fark görülmüştür [$t_{(11)} = -2,847$, $p < 0,05$]. Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d = 0,8$) bu farkın yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisinin problemi anlama basamağı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir.

5.2.5.2. Rutin Problem Çözme Basamaklarından Plan Yapma Basamağına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.5.2. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının *rutin problem çözme basamaklarından plan yapma basamağı* üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisinin plan yapma basamağı üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonuçları Tablo 24’te gösterilmiştir.

Tablo 24. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Problem Çözme Becerisinin Plan Yapma Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklemeler t-Testi Sonuç Tablosu

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön test	12	12,33	2,09	11	-1,374	0,197
Son test	12	13,29	2,81			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisinin plan yapma basamağına etkisinin araştırıldığı 12 kişilik bir grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” ile rutin problem çözme becerisi plan yapma basamağı puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklemeler t-Testi sonucunda, eğitim öncesi uygulanan test puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{ÖnTest}} = 12,33$) ve eğitim sonrası uygulanan test puanları ($\bar{X}_{\text{SonTest}} = 13,29$) arasında anlamlı bir fark yoktur [$t_{(11)} = -1,374$, $p > 0,05$]. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisinin plan yapma basamağı üzerinde olumlu bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

5.2.5.3. Rutin Problem Çözme Basamaklarından Planı Uygulama Basamağına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.5.3. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının *rutin problem çözme basamaklarından planı uygulama basamağı* üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisinin planı uygulama basamağı üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklemeler t-Testi Tablo 25’te gösterilmiştir.

Tablo 25. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Problem Çözme Becerisinin Planı Uygulama Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklemeler t-Testi Sonuç Tablosu

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön test	12	12,92	2,54	11	-2,640	0,023*
Son test	12	14,75	1,92			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisinin planı uygulama basamağına etkisinin araştırıldığı 12 kişilik bir

grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” ile rutin problem çözme becerisi planı uygulama basamağı puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonucunda, eğitim öncesi uygulanan test puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{ÖnTest}} = 12,92$) ve eğitim sonrası uygulanan test puanları ($\bar{X}_{\text{SonTest}} = 14,75$) arasında anlamlı bir fark görülmüştür [$t_{(11)} = -2,640$, $p < 0,05$]. Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d = 0,8$) bu farkın yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisinin planı uygulama basamağı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir.

5.2.5.4. Rutin Problem Çözme Basamaklarından Kontrol Etme Basamağına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.5.4. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının *rutin problem çözme basamaklarından kontrol etme basamağı* üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisinin kontrol etme basamağı üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 26’da gösterilmiştir.

Tablo 26. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Problem Çözme Becerisinin Kontrol Etme Basamağına Etkisine Göre Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuç Tablosu

Ön Test- Son Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıralar	2	1,75	3,50		
Pozitif Sıralar	1	2,50	2,50	-0,272	0,785
Fark olmayan	9				

* $p < 0,05$

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisinin kontrol etme basamağına etkisinin araştırıldığı 12 kişilik grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” ile rutin problem çözme becerisinin kontrol etme basamağı puanları arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucunda ön test-son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir [$z = -0,272$ $p > 0,05$]. Bu durum matematiksel modelleme

eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisinin kontrol etme basamağı üzerinde bir etkisi olmadığını göstermektedir.

5.2.6. Rutin Olmayan Problem Çözme Becerilerine İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.6. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının *rutin olmayan problem çözme becerileri* üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerileri üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonuçları Tablo 27’de gösterilmiştir.

Tablo 27. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Olmayan Problem Çözme Becerisine Etkisine Göre Bağımlı Örneklem t-Testi Sonuç Tablosu

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön test	12	24,79	9,37	11	-2,435	0,033*
Son test	12	31,08	7,46			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerisine etkisinin araştırıldığı 12 kişilik bir grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” ile rutin olmayan problem çözme becerisi puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonucunda, eğitim öncesi uygulanan test puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{ÖnTest}} = 24,79$) ve eğitim sonrası uygulanan test puanları ($\bar{X}_{\text{SonTest}} = 31,08$) arasında anlamlı bir fark görülmüştür [$t_{(11)} = -2,435$, $p < 0,05$]. Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d = 0,7$) bu farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerisi üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir.

5.2.6.1. Rutin Olmayan Problem Çözme Basamaklarından Problemi Anlama Basamağına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.6.1. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının *rutin olmayan problem çözme basamaklarından problemi anlama basamağı* üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerisinin problemi anlama basamağı üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonuçları Tablo 28’de gösterilmiştir.

Tablo 28. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Olmayan Problem Çözme Becerisinin Problemi Anlama Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklem t-Testi Sonuç Tablosu

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön test	12	10,38	3,80	11	-2,784	0,018*
Son test	12	13,46	2,88			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerisinin problemi anlama basamağı üzerinde etkisinin araştırıldığı 12 kişilik bir grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” ile rutin olmayan problem çözme becerisinin problemi anlama basamağı puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonucunda, eğitim öncesi uygulanan test puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{ÖnTest}} = 10,38$) ve eğitim sonrası uygulanan test puanları ($\bar{X}_{\text{SonTest}} = 13,46$) arasında anlamlı bir fark görülmüştür [$t_{(11)} = -2,784$, $p < 0,05$]. Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d = 0,8$) bu farkın yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerisinin problemi anlama basamağı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir.

5.2.6.2. Rutin Olmayan Problem Çözme Basamaklarından Plan Yapma Basamağına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.6.2. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının *rutin olmayan problem çözme basamaklarından plan yapma*

basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerisinin plan yapma basamağı üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonuçları Tablo 29’da gösterilmiştir.

Tablo 29. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Olmayan Problem Çözme Becerisinin Plan Yapma Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklem t-Testi Sonuç Tablosu

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön test	12	7,88	3,26	11	-1,603	0,137
Son test	12	9,17	2,69			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerisinin plan yapma basamağı üzerinde etkisinin araştırıldığı 12 kişilik bir grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” ile rutin olmayan problem çözme becerisinin plan yapma basamağı puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonucunda, eğitim öncesi uygulanan test puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{ÖnTest}} = 7,88$) ve eğitim sonrası uygulanan test puanları ($\bar{X}_{\text{SonTest}} = 9,17$) arasında anlamlı bir fark yoktur [$t_{(11)} = -1,603$, $p > 0,05$]. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerisinin plan yapma basamağı üzerinde olumlu bir etkisi olmadığını göstermektedir.

5.2.6.3. Rutin Olmayan Problem Çözme Basamaklarından Planı Uygulama Basamağına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.6.3. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının *rutin olmayan problem çözme basamaklarından planı uygulama basamağı* üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerisinin planı uygulama basamağı üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-testi sonuçları Tablo 30’da gösterilmiştir.

Tablo 30. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Olmayan Problem Çözme Becerisinin Planı Uygulama Basamağına Etkisine Göre Bağımlı Örneklemeler t-Testi Sonuç Tablosu

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön test	12	6,54	2,51	11	-2,471	0,031*
Son test	12	8,46	2,36			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerisinin planı uygulama basamağı üzerinde etkisinin araştırıldığı 12 kişilik bir grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” ile rutin olmayan problem çözme becerisinin planı uygulama basamağı puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için Bağımlı Örneklemeler t-Testi sonucunda, eğitim öncesi uygulanan test puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{ÖnTest}} = 6,54$) ve eğitim sonrası uygulanan test puanları ($\bar{X}_{\text{SonTest}} = 8,46$) arasında anlamlı bir fark görülmüştür [$t_{(11)} = -2,471$, $p < 0,05$]. Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d = 0,7$) bu farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerisinin planı uygulama basamağı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir.

5.2.6.4. Rutin Olmayan Problem Çözme Basamaklarından Kontrol Etme Basamağına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.6.4. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının *rutin olmayan problem çözme basamaklarından kontrol etme basamağı* üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerisinin kontrol etme basamağı üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 31’de gösterilmiştir.

Tablo 31. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Rutin Olmayan Problem Çözme Becerisinin Kontrol Etme Basamağına Etkisine Göre Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuç Tablosu

Ön Test- Son Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıralar	0	0,00	0,00		
Pozitif Sıralar	0	0,00	0,00	0,00	1,000
Fark olmayan	12				

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin olmayan problem çözme becerisinin kontrol etme basamağına etkisinin araştırıldığı 12 kişilik grupta, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” ile rutin problem çözme becerisinin kontrol etme basamağı puanları arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonucunda ön test-son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir [$z = -0,00$ $p > 0,05$]. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının rutin problem çözme becerisinin kontrol etme basamağı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir.

5.2.7. Problem Çözme Becerilerinin Cinsiyete Göre Farklılığına İlişkin

Bulgular

Araştırmanın 2.7. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerileri *cinsiyete* göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problemi çözme becerilerinin cinsiyete göre istatistiksel olarak farklı olup olmadığını belirlemek için yapılan Mann Whitney U Testi sonuçları Tablo 32’de gösterilmiştir.

Tablo 32. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Problem Çözme Becerisi Üzerinde Cinsiyete Göre Etkisine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuç Tablosu

Cinsiyet	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Kadın	10	6,70	67,00	8,000	0,667
Erkek	2	5,50	11,00		

* $p < 0,05$

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisinin cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığının araştırıldığı 12 kişilik gruba, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” puanlarından elde edilen fark puanlarının cinsiyete göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için yapılan Mann Whitney U testi sonucuna göre kadınların sıra ortalaması (6,70) ile erkeklerin sıra ortalaması (5,50) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($U = 8,000$, $p > 0,05$). Bu durum, matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının

problem çözme becerilerinin cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

5.2.8. Problem Çözme Becerilerinin Mezun Oldukları Lise Türüne Göre Farklılığına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.8. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerileri *mezun oldukları lise türüne* göre istatistiksel olarak farklılık göstermekte midir?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problemi çözme becerilerinin mezun oldukları lise türüne göre istatistiksel olarak farklı olup olmadığını belirlemek için yapılan Kruskal Wallis Testi sonuçları Tablo 33’te gösterilmiştir.

Tablo 33. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Problem Çözme Becerisi Üzerinde Lise Türüne Göre Etkisine İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuç Tablosu

Lise Türü	N	Sıra Ortalaması	sd	X ²	p
Anadolu Lisesi	8	6,63	3	2,202	0,532
Sağlık Meslek Lisesi	2	8,50			
Temel Lise	1	6,00			
Sosyal Bilimler Lisesi	1	2,00			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisinin mezun oldukları lise türüne göre etkisinin araştırıldığı 12 kişilik öğrenci grubuna, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” puanlarından elde edilen fark puanlarının lise türüne göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için yapılan Kruskal Wallis testi sonucuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir [$X^2_{(3)} = 2,202$, $p > 0,05$]. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisini lise türüne göre etkilemediğini göstermektedir.

5.2.9. Problem Çözme Becerilerinin İlkokulda Temel Matematik Ders Notuna Göre Farklılığına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.9. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerileri *İlkokulda Temel Matematik ders*

notuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problemi çözme becerilerinin İlkokulda Temel Matematik ders notuna göre istatistiksel olarak farklı olup olmadığını belirlemek için yapılan Kruskal Wallis Testi sonuçları Tablo 34’te gösterilmiştir.

Tablo 34. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Problem Çözme Becerisi Üzerinde Ders Notuna Göre Etkisine İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuç Tablosu

İlkokulda Temel Matematik Dersi Notu	N	Sıra Ortalaması	sd	X ²	p
AA	3	8,00	5	2,449	0,784
BA	2	6,00			
BB	3	6,67			
CB	1	6,00			
CC	2	3,50			
DC	1	9,00			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerilerinin İlkokulda Temel Matematik ders notuna göre etkisinin araştırıldığı 12 kişilik öğrenci grubuna, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” puanlarından elde edilen fark puanlarının İlkokulda Temel Matematik ders notuna göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için yapılan Kruskal Wallis testi sonucuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir [$X^2_{(5)} = 2,449$, $p>0,05$]. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisini İlkokulda Temel Matematik ders notuna göre etkilemediğini göstermektedir.

5.2.10. Problem Çözme Becerilerinin Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına Göre Farklılığına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 2.10. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerileri *Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına (GANO)* göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problemi çözme becerilerinin Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına göre istatistiksel olarak farklı olup

olmadığını belirlemek için yapılan Kruskal Wallis Testi sonuçları Tablo 35’te gösterilmiştir.

Tablo 35. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Problem Çözme Becerisi Üzerinde GANO’ya Göre Etkisine İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuç Tablosu

GANO	N	Sıra Ortalaması	sd	X ²	p
2,50-3,00	1	8,00	2	0,190	0,909
3,01-3,50	6	6,33			
3,51-4,00	5	6,40			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerilerinin Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına (GANO) göre etkisinin araştırıldığı 12 kişilik öğrenci grubuna, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Problem Çözme Başarı Testi” puanlarından elde edilen fark puanlarının Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için yapılan Kruskal Wallis testi sonucuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir olmadığı tespit edilmiştir [$X^2_{(2)} = 0,190$, $p > 0,05$]. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisini Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına göre etkilemediğini göstermektedir.

5.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi “Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumu üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının *matematiğe yönelik tutumu* üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek için Bağımlı Örneklem t-Testi sonuçları Tablo 36’da gösterilmiştir.

Tablo 36. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Matematiğe Yönelik Tutuma Etkisine Göre Bağımlı Örneklem t-Testi Sonuç Tablosu

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	Sd	t	p
Ön test	12	169,33	15,84	11	0,287	0,779
Son test	12	168,08	19,40			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumu üzerindeki etkisinin araştırıldığı 12 kişilik bir grupta, matematiksel

modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği” puanları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan Bağımlı Örneklem t-Testi sonucunda, eğitim öncesi uygulanan test puanları ortalaması ($\bar{X}_{\text{ÖnTest}} = 169,33$) ve eğitim sonrası uygulanan test puanları ($\bar{X}_{\text{SonTest}} = 168,08$) arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir [$t_{(11)} = 0,287$, $p > 0,05$]. Bu durum matematiksel modelleme eğitimi sonunda sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumları üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

5.3.1. Matematiğe Yönelik Tutumun Cinsiyete Göre Farklılığına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 3.1. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının *matematiğe yönelik tutumları cinsiyete* göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumlarının cinsiyetlerine göre farklı olup olmadığını belirlemek için yapılan Mann Whitney U Testi sonuçları Tablo 37’de gösterilmiştir.

Tablo 37. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Matematiğe Yönelik Tutum Üzerinde Cinsiyete Göre Etkisine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuç Tablosu

Cinsiyet	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Kadın	10	6,10	61,00	6,000	0,390
Erkek	2	8,50	17,00		

* $p < 0,05$

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumlarının cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığının araştırıldığı 12 kişilik gruba, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği” fark puanlarının cinsiyete göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için yapılan Mann Whitney U testi sonucuna göre kadınların sıra ortalaması (6,10) ile erkeklerin sıra ortalaması (8,50) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($U = 6,000$, $p > 0,05$). Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumlarının cinsiyete göre etkilemediğini göstermektedir.

5.3.2. Matematiğe Yönelik Tutumun Mezun Oldukları Lise Türüne Göre Farklılığına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 3.2. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının *matematiğe yönelik tutumları mezun oldukları lise türüne* göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumlarının mezun oldukları lise türüne göre farklı olup olmadığını belirlemek için yapılan Kruskal Wallis Testi sonuçları Tablo 38’de gösterilmiştir.

Tablo 38. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Matematiğe Yönelik Tutum Üzerinde Lise Türüne Göre Etkisine İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuç Tablosu

Lise Türü	N	Sıra Ortalaması	sd	X ²	p
Anadolu Lisesi	8	6,25	3	2,577	0,462
Sağlık Meslek Lisesi	2	7,00			
Temel Lise	1	3,00			
Sosyal Bilimler Lisesi	1	11,00			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumlarının mezun oldukları lise türüne göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığının araştırıldığı 12 kişilik öğrenci grubuna, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği” puanlarından elde edilen fark puanlarının mezun oldukları lise türüne göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için yapılan Kruskal Wallis testi sonucuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir [$X^2_{(3)} = 2,577$, $p > 0,05$]. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumlarının mezun oldukları lise türüne göre etkilemediğini göstermektedir.

5.3.3. Matematiğe Yönelik Tutumun İlkokulda Temel Matematik Ders Notuna Göre Farklılığına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 3.3. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının *matematiğe yönelik tutumları İlkokulda Temel Matematik ders notuna* göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının

matematiğe yönelik tutumlarının İlkokulda Temel Matematik ders notuna göre farklı olup olmadığını belirlemek için yapılan Kruskal Wallis Testi sonuçları Tablo 39’da gösterilmiştir.

Tablo 39. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Matematiğe Yönelik Tutum Üzerinde Ders Notuna Göre Etkisine İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuç Tablosu

İlkokulda Temel Matematik Dersi Notu	N	Sıra Ortalaması	sd	X ²	p
AA	3	6,00	5	7,615	0,179
BA	2	6,00			
BB	3	11,00			
CB	1	3,00			
CC	2	5,00			
DC	1	2,00			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumlarının İlkokulda Temel Matematik ders notuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını araştırıldığı 12 kişilik öğrenci grubuna, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği” puanlarından elde edilen fark puanlarının İlkokulda Temel Matematik ders notuna göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için yapılan Kruskal Wallis testi sonucuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir [$X^2_{(5)} = 7,615$, $p>0,05$]. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumlarını İlkokulda Temel Matematik ders notuna göre etkilemediğini göstermektedir.

5.3.4. Matematiğe Yönelik Tutumun Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına (GANO) Göre Farklılığına İlişkin Bulgular

Araştırmanın 3.4. alt problemi “Matematiksel modelleme eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının *matematiğe yönelik tutumları Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına (GANO)* göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” şeklindedir. Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumlarının Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına (GANO) göre farklı olup olmadığını belirlemek için yapılan Kruskal Wallis Testi sonuçları Tablo 40’ta gösterilmiştir.

Tablo 40. Matematiksel Modelleme Eğitiminin Matematiğe Yönelik Tutum Üzerinde GANO'ya Göre Etkisine İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuç Tablosu

GANO	N	Sıra Ortalaması	sd	X ²	p
2,50-3,00	1	12,00			
3,01-3,50	6	5,33	2	2,990	0,224
3,51-4,00	5	6,80			

*p<0,05

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumlarının Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına (GANO) göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığının araştırıldığı 12 kişilik öğrenci grubuna, matematiksel modelleme eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanan “Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği” puanlarından elde edilen fark puanlarının Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek için yapılan Kruskal Wallis testi sonucuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir [$X^2_{(2)} = 2,990$, $p > 0,05$]. Bu durum matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumlarının Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına göre etkilemediğini göstermektedir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmanın bulgularına yönelik sonuçlara ve bu sonuçlara yönelik önerilere yer verilmiştir.

5.1. Birinci Alt Problemden Elde Edilen Sonuçlar

Bu araştırma matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisine ve matematiğe yönelik tutumuna etkisinin ortaya çıkarılması hakkında önemli sonuçlar ortaya koymaktadır. Sınıf öğretmeni adaylarına her hafta matematiksel modelleme eğitimi kapsamında modelleme ile ilgili bilgiler verilmiş ve her hafta alan yazından seçilen matematiksel modelleme problemleri uygulanmıştır. Matematiksel modelleme problemlerine verdikleri cevaplar analiz edildiğinde en fazla puanı problemi anlama basamağından aldıkları görülmüştür. Bu çalışmanın sonucuna benzer olarak Bal ve Doğanay (2014) da öğretmen adaylarının süreç sonunda problem kavrama başarılarının yükseldiğini ifade etmiştir. Bu sonuçtan farklı olarak Şahin (2019), ilkokul 4. sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmasında öğrencilerin problemi anlama basamağında zorlandığını belirtmiştir. Şahin (2014) yaptığı başka bir çalışmasında öğrencilerin problemi anlamada, uygun modeller oluşturmada ve modellerin geçerliliğini sağlayarak matematik ve gerçek hayat arasında bağlantı kurma noktasında zorlandıklarını ortaya çıkarmıştır. Şahin ve Eraslan (2016) da öğrencilerin problemi anlama basamağında zorlandığını ifade etmişlerdir. Canbazoglu ve Tarım (2021) ise yaptıkları çalışmalarında sınıf öğretmeni adaylarının problemi anlama basamağında yetersiz kaldıklarını ifade etmişlerdir. Bu farklılığın sebebi olarak araştırmanın katılımcıları olan sınıf öğretmeni adaylarının İlkokulda Temel Matematik dersi kapsamında matematiksel modelleme etkinlikleri ile çalışmaları dolayısıyla modelleme etkinliklerinin yapısına aşina olmaları gösterilebilir.

Buna ek olarak sınıf öğretmeni adaylarının en başarılı oldukları ikinci alt basamak ise yorumlama basamağı olmuştur. Bu sonuçtan farklı olarak Bukova Güzel (2011), yaptığı çalışmasında matematik öğretmeni adaylarının yorumlama basamaklarında zorlandıklarını ifade etmiştir. Şahin ve Eraslan (2016) da öğrencilerin verileri yorumlarken zorlandıklarını belirtmiştir.

Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme problemlerine verdikleri cevaplar analiz edildiğinde en az puanı ise doğrulama basamağından aldıkları görülmüştür. Bu sonuca benzer olarak Canbazoğlu ve Tarım (2021), sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçlerini inceledikleri çalışmalarında öğretmen adaylarının doğrulama basamağında yetersiz olduğunu ortaya koymuştur. Bukova Güzel (2011) de yaptığı çalışmada matematik öğretmeni adaylarının doğrulama basamağında zorlandığını belirtmiştir.

Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme problemlerine verdikleri cevaplar analiz edildiğinde sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma basamaklarında orta düzeyde bir başarı gösterdikleri görülmüştür. Bu sonuçtan farklı olarak Ulu (2017), çalışmalar sonunda öğrencilerin problemleri matematiksel ifadelerle dönüştürebildiklerini tespit etmiştir. Bu durum, öğrencilerin araştırma süreci boyunca matematikselleştirme ve matematiksel olarak ifade etme becerilerinin geliştiğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Bukova Güzel (2011), yaptığı çalışmada matematik öğretmeni adaylarının sadeleştirme basamağında başarılı olduğunu ifade etmiştir. Kaygısız (2021) da yaptığı çalışmada öğrencilerin matematikselleştirme alt yeterliğinde yeterli ya da kısmen yeterli performans sergilediklerini belirtmiştir. Öğrencilerin matematiksel bilgi yeterliğinde ise zorlanmadan yeterli performansı gösterdiklerini ifade etmiştir. Buna ek olarak Kaygısız (2021) öğrencilerin sadeleştirme alt yeterliklerinde yeterli performansı sergileyemedikleri ancak ilerleyen haftalarda durumun değiştiğini belirtmiştir.

Bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme problemlerine verdikleri cevaplar incelendiğinde en fazla puanı problemi anlama basamağında aldıkları, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma basamaklarında beklenen düzeyde başarı gösteremedikleri ve doğrulama basamağından puan almadıkları görülmüştür. Yavuz Mumcu ve Baki (2017), lise öğrencileri ile yaptıkları çalışmalarında, matematiksel modelleme yeterliklerini en etkili kullandıkları aşamanın problemi anlama aşaması olduğunu, sürecin devamında öğrencilerin aldıkları puanların ortalamalarının giderek azaldığını ve çözümü doğrulama aşamasında en düşük değerini aldığını belirtmiştir.

Sınıf öğretmeni adaylarının grup çalışması yaparken bazı konularda zorlandığı gözlemlenmiştir. Çalışmanın ilk haftalarında bazı grup üyelerinin matematiksel modelleme problemlerinin çözümüne yönelik düşüncelerini belirtmediği görülmüştür. Çözüme yönelik düşüncelerini belirtmeyen öğrencilere diğer grup arkadaşları

düşüncelerini sorduğunda onlar gibi düşündüğünü söyleyerek kendi düşüncelerini belirtmekten çekindikleri görülmüştür. Ancak çalışmanın sonlarına doğru bu durum değişmiş her grup üyesi düşüncelerini rahat bir şekilde belirtmeye başlamıştır. Bu durumun, öğretmen adaylarının grup çalışmalarından ziyade bireysel olarak çalışmaya alışmalarından kaynaklı olduğu söylenebilir. Buna ek olarak grup içi tartışmalarda yeni ve farklı düşünceler üreten gruplar ve kendi düşüncesini savunarak diğer grup arkadaşlarını ikna etmeye çalışan grup üyeleri de olmuştur. Ulu (2017) da yaptığı çalışmada öğrencilerin grup içinde yaptıkları tartışmalar sayesinde yeni ve farklı düşünceler üretebildiklerini, oluşturdukları düşünceleri kanıtlayarak grupta bulunan diğer üyelerin de bu düşünceye ikna olmalarını sağladıkları, grup üyelerinin düşüncelerinden hareketle kendi düşüncelerini tekrar revize edebildiklerini ifade etmiştir. Sınıf ortamında grup çalışması şeklinde yapılan matematiksel modelleme etkinlikleri ile eleştirel soru sorma, düşüncelerini savunma ve ispatlama, grup üyeleri ile dinleyiciler arasında tartışma ortamı oluşturma gibi birçok fırsat ortaya çıkmaktadır (English & Lesh, 2003). Matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencilerin matematiksel düşüncelerini ve gelişimlerini desteklemektedir (Fox, 2006). Aynı zamanda matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilere kendi düşüncelerini açıklama fırsatı tanımaktadır (Carreire ve Baioa, 2011). Bu nedenle, sınıf içi öğrenmelerde matematiksel modelleme etkinliklerine yer verilmesi ile öğrencilerin grupla çalışma alışkanlıklarını kazanmaları için bir fırsat olarak düşünülebilir.

Sınıf öğretmeni adaylarının zorlandığı bir başka konu da matematiksel modelleme problemlerinin raporlandırılması olmuştur. Matematiksel modelleme problemlerini çözerken ortaya farklı düşünceler sunmuşlardır. Ancak bunu raporlaştırırken grup içi tartışmalarda sundukları düşüncelerin büyük çoğunluğunu belirtmemişler birkaç cümleyle ifade etmişlerdir. Bu sonuçtan farklı olarak Şahin (2014) yaptığı çalışmada öğrencilerin problem durumu ile ilgili ne düşündüğünü ve nasıl yaptıklarını nedenleri ile beraber açıklayarak yazdıklarını belirtmiştir. Çalışma sonuçlarının farklı olması, bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının rapor yazma sürecini az deneyimlemesinden kaynaklı olduğu düşünülebilir.

Elde edilen bir başka sonuç ise grupların en başarılı olduğu matematiksel modelleme probleminin Badana Problemi olmasıdır. Badana Problemi yapısı gereği sorulan diğer matematiksel modelleme problemlerinden farklıdır. Öğretmen adaylarından diğer modelleme problemlerinden farklı olarak odalarını boyamaları ve bu süreci anlatan bir poster hazırlamaları istenmiştir. Grupların hazırladığı posterler

incelendiğinde bir grubun 8 sayfadan oluşan bir poster hazırladığını ve başka bir grubun da slayt hazırladığı görülmüştür. Bu durum sınıf öğretmeni adaylarının posterin ne olduğunu bilmediklerini de ortaya koymuştur. Matematiksel modelleme problemleri ile sınıf öğretmeni adaylarının başka bir konuda eksik kalan bilgileri gözlemlenmiştir. Disiplinler arası çalışmalar yapılarak bu eksikliklerin giderilmesi sağlanabilir.

Dördüncü grup hariç diğer grupların en başarısız olduğu matematiksel modelleme problemi ise Diş Fırçalama Problemi olmuştur. Diş Fırçalama Problemi bir Fermi Problemidir. Fermi Problemi, yeterli bilgilerin verilmediği ve öğrencileri daha yaratıcı olmaya yönlendiren problem türü olarak tanımlanabilir (Taplin, 2007). Bu sonuca benzer olarak Yanbıyık (2016), sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini Fermi Problemleri kullanarak ortaya çıkarmayı hedeflediği çalışmasında öğretmen adaylarının Fermi Problemlerindeki matematiksel modelleme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığını ortaya koymuştur. Dördüncü grubun en başarılı olduğu problem Diş Fırçalama Problemi olmuştur. Matematiksel modelleme problemlerini çözebilme becerisinin akademik başarı ile bağlantılı olmadığı söylenebilir. Akademik başarısı düşük olan öğrenciler de matematiksel modelleme problemlerinde üstün bir başarı gösterebilir. Matematiksel modelleme problemleri akademik başarıları farklı düzeyde olan öğrenciler için önemli bir fırsat olarak düşünülebilir.

5.2. İkinci Alt Problemden Elde Edilen Sonuçlar

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisi üzerindeki etkisinin araştırıldığı ikinci alt problemde elde edilen bulgulara göre sınıf öğretmeni adaylarının ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında aldıkları puanlarda bir artış olduğu görülmüştür. Dolayısıyla matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisi üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu söylenebilir. Kertil (2008)'de üç haftalık kısa bir çalışmanın bile matematiksel modelleme etkinliklerinin problem çözme becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir. Bu sonuca benzer olarak, Bakırcı (2016) ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri ile PISA matematik başarı düzeyi arasındaki etkisini araştırdığı çalışmasında, deney grubunun matematiksel modelleme etkinlikleri ile yapılan öğretim sonucunda PISA matematik

ön test ve son test puanlarının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu ortaya çıkarmıştır. Cinislioğlu (2017) da ortaokul üçüncü sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada deney grubunun matematiksel modelleme etkinlikleri ile işlenen derslerde problem çözme becerilerinin daha yüksek olduğu sonucuna varmıştır. Çavuş Erdem ve Gürbüz (2018) de yedinci sınıf öğrencileri ile matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanıldığı öğrenme ortamlarında alan ölçme becerilerini ortaya çıkarmayı hedeflediği çalışmada öğrencilerin konuya dair öğrenmelerini matematiksel modelleme etkinliklerinin olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Çiltaş ve Zihar (2018) ise matematiksel modelleme etkinliklerinin sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadeler konusundaki başarıları üzerinde anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığını tespit etmeyi hedeflediği çalışmada, öğrencilere matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasından sonra son test puanlarında bir artış meydana geldiğini dolayısıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin üslü ifadeler konusunun öğreniminde olumlu yönde bir değişim sağladığını belirtmiştir. Kurt (2019) da beşinci sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarının kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı düzeyde yüksek olduğunu ifade etmiştir.

Sınıf öğretmeni adaylarının PÇBT'ye verdikleri cevaplar Polya'nın problem çözme basamakları dikkate alınarak analiz edilmiştir. Polya (1997)'nin problem çözme basamakları dört adımdan oluşmaktadır. Bu dört adım; problemi anlama, plan hazırlama, planı uygulama ve geriye bakmadır. Bu dört adım doğrudan öğrenilecek bir bilgi olmaktan ziyade modellerle desteklenen, öğretmen soruları ile yönlendirilen bir süreçtir. Problemi anlama basamağında, verilenler ve istenenlerin neler olduğu analiz edilerek gerekli ve gereksiz bilgilerin ayırılmasına varılması beklenmektedir. Plan hazırlama basamağında, verilenler ile istenenler arasında bir ilişki kurulması beklenir. Eğer bir ilişki kurulamıyorsa daha önceden çözülen benzer problem durumları incelenir. Planı uygulama basamağında, problemdeki matematiksel ilişkiler kurulup çözümde kullanılacak işlemler belirlenir ve bu plan uygulanır. Geriye bakma basamağında da problemin çözümünde kullanılan işlemlerin doğruluğu ve bulunan sonucun yapılan tahmine uygunluğu kontrol edilir (Baykul, 2012). Yeni ders kitaplarında artık problemlerin çözümleri Polya'nın problem çözme basamaklarına uygun şekilde yapılmaktadır. İlkokul öğrencileri Polya'nın problem çözme basamaklarını kullanmaktadır ancak çalışmamızın katılımcıları olan sınıf öğretmeni adayları sadece lisans eğitimleri boyunca İlkokulda Temel Matematik dersinde bu

konuyu görmüşlerdir. Yapılan analizler sonucunda matematiksel modelleme eğitiminin problem çözme basamaklarından problemi anlama ve planı uygulama basamağı üzerinde olumlu bir etkisi varken, plan yapma ve kontrol etme basamağı üzerinde etkisi yoktur. Ülkemizde uygulanan sınav sisteminden dolayı öğrenciler pek çok problem türü ile karşılaşarak iyi bir problem çözücü olmuşlardır. Problemi anlama basamağında başarılı olmalarının bu sebepten kaynaklandığı söylenebilir. Problemin çözüm sürecine değil de sonucuna odaklandıkları için plan yapma basamağında beklenen başarıyı gösteremedikleri görülmektedir. Problem çözme sürecinde sadece süreç sonunda değil ara adımlarda da çözümün kontrol edilmesi gerekmektedir. Ancak sınıf öğretmeni adaylarının çözüme hızlı bir şekilde ulaşma kaygısından dolayı çözümlerini kontrol etmedikleri görülmüştür. Bu aceleci tavırları matematiksel modelleme etkinliklerinin raporlandırılması sürecine de yansımıştır. Grup içinde problem durumuyla ilgili güzel düşünceler ortaya koymalarına rağmen aceleci tavırlarından dolayı raporlandırma sürecine ortaya koydukları düşüncelerin büyük bir çoğunluğunu yansıtmadıkları görülmüştür.

Aynı zamanda matematiksel modelleme eğitiminin rutin problem çözme ve rutin olmayan problem çözme üzerinde de olumlu bir etkisi vardır. Rutin ve rutin olmayan problem çözme becerisinin problemi anlama ve planı uygulama basamaklarında olumlu bir etkisi varken, plan yapma ve kontrol etme basamağında bir etkisinin olmadığı görülmüştür. İki problem türünde de aynı sonuçların görülmesinin nedeni olarak sınıf öğretmeni adaylarının yeteri kadar rutin olmayan problemler ile çalışmaması gösterilebilir. Bu çalışma diğer çalışmalardan farklı olarak PÇBT'yi rutin ve rutin olmayan problemler ile ilişkilendirmiş ve öğrencilerin bu konulardaki eksikliklerini ortaya koymaya çalışmıştır.

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisini cinsiyete göre etkilemediği görülmüştür. Bu sonuca ek olarak matematiksel modelleme eğitimi, sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisini mezun oldukları lise türüne, Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına ve İlkokulda Temel Matematik Dersi harf notuna göre de etkilemediği görülmüştür.

5.3. Üçüncü Alt Problemden Elde Edilen Sonuçlar

Matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumu üzerindeki etkisinin incelendiği üçüncü alt problemde elde edilen

bulgular sonucunda matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumu üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu sonuçtan farklı olarak Korkmaz (2010), ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarıyla yaptığı çalışmada uygulama öncesi ve uygulama sonrası tutum puanlarını karşılaştırdığında tutum puanlarında pozitif yönde bir değişim olduğu belirtmiştir. Kal (2013) ise 6. sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada, matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik problemi çözme tutumlarının olumlu yönde geliştiğini ifade etmiştir. Matematiksel modelleme etkinlikleri ile çalışan öğrencilerin ve öğretmen adaylarının başarılarının arttığı (Blum, 2011; Boaler, 2001; Çiltaş, 2011; Doruk, 2010; Bukova Güzel ve Uğurel, 2010) ve geleneksel problemlerin aksine matematiksel modelleme etkinlikleri ile çalışıldığında öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiğini ortaya koyan başka çalışmalar da mevcuttur (Blum, 2011; Bonotto, 2007; Bracke ve Geiger, 2011; Kim ve Kim, 2010; Maaß, 2011; Yu ve Chang, 2009). Morgan (2010), tutumun 12-30 yaş aralığında son şeklini alığını ve bu yaşlardan sonra tutumların değişmesinin oldukça zor olacağını belirtmiştir. Bu çalışmada tutumun değişmemesinin nedeninin uygulama süresinin az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer çalışmalar daha uzun uygulamalar yapılarak tekrarlanabilir.

Buna ek olarak matematiksel modelleme eğitimi, sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumunu cinsiyete göre de etkilememektedir. Alan yazında cinsiyetin matematiksel modelleme etkinliklerine etkisi olduğunu ortaya koyan çalışmalar olduğu gibi (Mehraein ve Gatabi, 2014; Ludwig ve Xu, 2010) etkisinin olmadığını ortaya koyan çalışmalar da mevcuttur (Gatabi ve Abdolahpour, 2013; Ludwig ve Reit, 2013; Frejd ve Arleback, 2011). Ludwig ve Xu (2010) yaptığı çalışmada, Çin ve Almanya’da öğrenim gören lise öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri ile cinsiyet değişkeni arasında nasıl bir etki olduğunu ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Verilerin analizi sonucunda, Çinli öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı bir farklılık olduğu, Alman öğrencilerin ise matematiksel modelleme yeterlikleri ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Gatabi ve Abdolahpour (2013) da yaptığı çalışmada, İranlı lise öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını tespit etmiştir. Grünewald (2013) ise çalışmada, kadın ve erkek öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri ve matematiksel modelleme

yeterliklerinin alt boyutları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Matematiksel modelleme etkinliklerini öğrencilerine öğretecek olan sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin cinsiyet değişkeninden etkilenmesi durumunda öğrenme süreci olumsuz etkilenebilir (Dede, Akçakın ve Kaya, 2018). Bu çalışmada matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyete göre etkilenip etkilenmediğini ortaya koymak öğretim sürecinin olumsuz etkilenme durumunu incelemek açısından önemli görülmektedir.

Matematiksel modelleme eğitimi, sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumunu mezun oldukları lise türüne ve Genel Ağırlıklı Not Ortalamasına göre etkilememektedir. Farklı liselerden gelen sınıf öğretmeni adaylarının aldıkları lisans eğitimleri ile akademik başarılarının birbirine yakın seviyeye gelmesi hedeflenmektedir. Sınıf öğretmeni adaylarının derslerden aldıkları notlar birbirinden farklı olsa bile problem çözme becerilerinin de aynı seviyede olması hedeflenmektedir.

Bu sonuca ek olarak matematiksel modelleme eğitiminin, sınıf öğretmeni adaylarının matematiğe yönelik tutumunu İlkokulda Temel Matematik Dersi harf notuna göre etkilemediği görülmüştür. Sınıf öğretmeni adaylarının akademik başarıları, problem çözme becerilerini ve matematiksel modelleme yeterliklerini etkilememektedir. Akademik başarıları yüksek olan sınıf öğretmeni adaylarının daha iyi problem çözeceği ya da matematiksel modelleme yeterliğinin daha yüksek seviyede olacağını söylemek doğru olmayabilir. Akademik başarı açısından yeterli seviyede olmayan öğretmen adayları da problem çözme becerisi ve matematiksel modelleme yeterliğinde yüksek seviyede başarı gösterebilir. Bu durum matematiksel modelleme yeterliklerini ve problem çözme becerisini geliştirmek için bir fırsat olarak kullanılabilir.

ÖNERİLER

Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme problemlerine verdikleri cevaplar incelendiğinde yeterli başarıyı gösteremedikleri söylenebilir. Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme problemlerindeki başarısızlıklarında, matematik derslerinde görmeye alışık oldukları tek bir cevabı olan, belli başlı kelimelerle öğrencileri yönlendiren ve öğrencilerin sadece işlem becerilerinin ölçüldüğü problemlerle çalışmaları sebep olarak gösterilebilir. Bu durumu ortadan kaldırmak için öğrencileri çok yönlü düşünmeye sevk eden, matematik ile gerçek hayat arasında bir ilişki kurulmasına yardımcı olan matematiksel modelleme problemleri ile çalışılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Öğrencilerin gerçek yaşam durumlarını matematiksel dili kullanarak yorumlamalarını sağlayan matematiksel modelleme etkinlikleri ile mümkün olan en erken yaşta tanışmaları öğretim programının hedeflediği becerileri kazanmasında yardımcı olacaktır. Öğretim programları, öğrencilerin bu konuda daha fazla tecrübe edinmelerini sağlayacak şekilde düzenlenebilir. Okul öncesi dönemden lise sona kadar olan dönemde modelleme uygulamalarına kesintisiz olarak yer verilebilir. Matematik öğretim programlarında matematiksel modellemeye yer verilmesine ek olarak matematik alanında çalışmalar yapan kitabı yazarları da kitaplarında matematiksel modelleme problemlerine yer verilebilir.

Öğrencileri matematiksel modelleme etkinlikleri ile tanıştıracak sınıf öğretmenlerinin de matematiksel modelleme ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmaları beklenmektedir. Yapılan çalışmalar, öğretmenlerin matematiksel model ile matematiksel modelleme kavramlarını birbirine karıştırdıklarını ortaya koymaktadır (Koç ve Elçi, 2019; Pilten, Serin ve Işık, 2016). Öncelikle bu karışıklığın ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bunun için sınıf öğretmenlerine matematiksel modelleme etkinliklerinin ne olduğunu ve sınıf içinde nasıl uygulanması gerektiğini içeren hizmet içi eğitimler verilebilir. Buna ek olarak daha önce uygulanan öğretim programında matematiksel modelleme bir ders veya konu olarak işlenmemekteydi. 2018’de yenilenen öğretim programıyla beraber matematiksel modelleme, İlkokulda Temel Matematik dersi kapsamında bir konu olarak müfredata alınmıştır (YÖK, 2018). Geleceğin öğretmenleri olan sınıf öğretmeni adaylarının da matematiksel modelleme ile ilgili gerekli bilgi birikimine sahip olması için matematiksel modellemenin sadece bir konu olarak değil ayrı bir ders olarak öğretim programında yer alması sağlanabilir.

Grupların modelleme problemlerini çözüm süreçlerinde bazı grup üyelerinin sessiz kaldığı, tartışmalara katılmadığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebi öğretmenlerin öğretim stratejisi olarak grupla çalışmalar yerine bireysel çalışmaları tercih etmesi olabilir. Bireysel çalışmalara alışan öğrenciler grupla çalışmak istemeyebilir. Düşüncelerinin yanlış olabileceği endişesiyle grup içi tartışmalara katılamayabilir. Bu durumun önlenmesi için derslerde grup çalışmalarının arttırılması sağlanabilir. Düşüncelerini söylemeye çekinen öğrenciler gözlemlendiğinde her düşüncenin önemli olduğu öğretmen tarafından vurgulanarak öğrencilerin kendisini değerli hissetmesi sağlanabilir. Öğrencilerin düşüncelerini özgürce ifade edebilecekleri öğrenme ortamlarının oluşturulması sağlanabilir.

Matematiksel modelleme problemlerinin çözümünden sonra her grup kendi cevabını diğer gruplar karşısında sunmaları sağlanabilir. Bunun için grupların karşılıklı etkileşime girebilecekleri öğrenme ortamları hazırlanabilir. Kendi çözümlerini sunan gruplara diğer grup üyeleri yapıcı eleştirilerde bulunabilir ve çözümünü sunan grup modelini açıklayabilir, savunabilir ve arkadaşlarını ikna etmeye çalışabilir. Böylece öğrenciler bireysel başarının yanında grup başarısının da önemini anlayacaklar ve iletişim becerilerini geliştirme imkânı bulacaklardır.

Bu çalışmada matematiksel modelleme eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının problem çözme becerisine ve matematiğe yönelik tutumuna etkisinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda, sınıf öğretmeni adaylarına PÇBT uygulanmış ve bu testi çözerken hiçbir şekilde yardım almamaları, denklem kurmadan ilkokul öğrencilerinin anlayabileceği şekilde çözmeleri gerektiği belirtilmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarının PÇBT'yi denklem kurmadan çözerken oldukça zorlandıkları görülmüştür. Bazı öğretmen adayları, PÇBT'yi denklem kurmadan çözmeleri gerektiğini bildiği halde başka türlü çözemediğini ifade ederek yine denklemle çözmüştür. İlkokul öğrencileri denklem kurmayı bilmediğinden sınıf öğretmeni adaylarının problemleri denklem kurmadan çözebilmeleri beklenmektedir. Bu çalışma ile bu konuya dikket çekilmek istenmiştir.

Tutum değiştirilmesi oldukça zor olan bir değerdir. Matematikte başarı söz konusu olduğunda tutumların göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Öğrencilerin çoğu matematik dersinin zor olduğunu ve matematik dersinde istediği başarıyı gösteremeyeceğini düşünerek matematiğe karşı olumsuz tutum geliştirmektedir. Bu olumsuz tutum ilkokul yıllarından başlar ve öğrenim hayatı boyunca artarak devam eder (Baykul, 2012). Matematiğe yönelik tutumu olumlu yönde olan öğrencilerin,

matematiğe yönelik olumsuz tutum geliştiren öğrencilerden daha fazla olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur ((Reyes,1984; Ma, 1997). Bu nedenle benzer bir çalışma yapmak isteyen araştırmacılar veri toplama sürecini daha uzun tutarak matematiğe yönelik tutumun gelişmesini sağlayabilir.



KAYNAKÇA

Abrams, J. P. (2001). Mathematical Modeling: Teaching the Open-Ended Application of Mathematics. *The Teaching Mathematical Modeling and the of Representation*. (in eds. Cuoco, A. A. and Curcio, F. R.), Yearbook, NCTM.

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

Alkan, H., Bukova Güzel, E., & Elçi, A. N. (2004). Öğrencilerin Matematiğe Yönelik Tutumlarında Matematik Öğretmenlerinin Üstlendiği Roller Belirlenmesi. *XIII. Eğitim Bilimleri Kongresi*. Düzenleyen: İnönü Üniversitesi. Malatya. 6–9 Temmuz 2004.

Allport, G. W. (1935). Attitudes' in Murchison, C (ed.) Handbook of Social Psychology. *Clark University Press, Worcester, MA*: 798, 844.

Altun, M. (2015). *Eğitim fakülteleri ve sınıf öğretmenleri için matematik öğretimi (19. Baskı)*. Bursa: Aktüel Alfa Yayıncılık.

Ang, K.C. (2006). Mathematical Modelling, Technology and H3 Mathematics. *The Mathematics Educator*. 9(2): 33-47.

Antonius, S., Haines, C. R., Jensen, H. T., & Niss, M. (2006). Classroom Activities and the Teacher. In W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn, M. Niss (Eds.). *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14. ICMI Study* (295–306). New York: Springer.

Artut, P. D., & Tarım, K. (2009). Öğretmen adaylarının rutin olmayan sözel problemleri çözme süreçlerinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 22(1): 53–70.

Aşkar, P. (1986). Matematik dersine yönelik tutum ölçen likert tipi ölçeğin geliştirilmesi. *Eğitim Ve Bilim Dergisi*. (11): 31-34.

Aydın Güç, F. (2015). *Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesine Yönelik Öğrenme Ortamlarında Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

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

Aydoğan Yenmez, A., & Özpınar, İ. (2017). Öğretmenlerin farklılaştırılmış öğretim uygulama pratikleri: öğrenim süreci üzerine öğretmen ve öğrenci düşünceleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 7(2): 344-363.

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

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

Bayazıt, İ., & Koçyiğit, N. (2017). Üstün zekâlı ve normal zekâlı öğrencilerin rutin olmayan problemler konusundaki başarılarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 17(3): 1172-1200.

Baykul, Y., (2012). *İlkokulda matematik öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Behr, A. N. (1973). Achievement, aptitude and attitude in mathematics. *Two-Year College Mathematics Journal*. 4: 72-74.

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

Berry, J. (2002). Developing mathematical modelling skills: The role of CAS. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*. 34(5): 212-220.

Berry, J., & Houston, K. (1995). *Mathematical modelling*. Bistol: J. W. Arrowsmith Ltd.

Biccard, P., & Wessels, D. (2011). Development of Affective Modelling Competencies in Primary School Learners. *Pythagoras*. 32(1): 1-9.

Biembengut, S., M. (2006). Modelling and applications in primary education. W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn, M. Niss (Ed.). *Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14. ICMI Study* (s. 451-456). New York: Springer.

Blachford, P., Kutnick, P., Baines, Ed. & Galton, M. (2003). Toward a Social Pedagogy Of Classroom Group Work. *Internatioanal Journal of Educational Research*. 39(2003): 153-172.

Blomhoj, M., & Kjeldsen, T. (2006). Teaching mathematical modeling through project work. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*. 38(2): 163-177.

Blomhøj, M. (2008). Different perspectives on mathematical modelling in educational research – categorising the TSG21 papers. *Electronic Proceedings of the Eleventh International Congress on Mathematical Education ICME 11*(pp. 1-13). Mexico.

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

Blomhøj, M., & Kjeldsen, T. H. (2006). Teaching mathematical modelling through project work. *Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic*. 38 (2): 163–177.

Blum, W. & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications and links to other subjects. *Educational Studies in Mathematics*. 22(1): 37- 68.

Blum, W. (1991). Applications and modelling in mathematics teaching a review of arguments and instructional aspects. In M. Niss, W. Blum, and I. Huntley (Eds.), *Teaching of Mathematical Modelling and Applications* (pp. 10-29). England: Ellis Horwood.

Blum, W. (1991). Applications and modelling in mathematics teaching a review of arguments and instructional aspects. M. Niss, W. Blum ve I. Huntley (Eds.). *Teaching of mathematical modelling and applications*. Chichester: Ellis Horwood: 10-29.

Blum, W. (1993). Mathematical modelling in mathematics education and instruction. T. Breiteig, I. Huntley ve G. Kaiser-Messmer (Ed.), *Teaching and learning mathematics in context*. New York: Ellis Horwood, 3-14.

Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education discussion document. *Educational Studies in Mathematics*. 51(1/2): 149-171.

Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling. *International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 15-30). New York: Springer.

Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be thought or learned?. *Journal of Mathematical Modelling and Application*. 1(1): 45-58.

Blum, W., & Kaiser, G. (1997). Vergleichende empirische untersuchungen zu mathematischen anwendungsfähigkeiten von englischen und deutschen Lernenden. *Unpublished application to Deutsche Forschungsgesellschaft*.

Boaler, J. (2001). Mathematical modelling and new theories of learning. *Teaching Mathematics and its Applications*. 20(3): 121-128.

Bonotto, C. (2001). How to connect school mathematics with students' out-of- school knowledge. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*. 33(3): 75-84.

Bonotto, C. (2007). How to replace word problems with activities of realistic mathematical modelling. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn & M. Niss (Eds.). *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI Study* (pp. 185-192). New York: Springer

Borromeo Ferri, R., Kaiser, G., & Blum, W. (2011). Mit dem taxi durch die welt des mathematischen modellierens. In T. Krohn, E. Malitte, G. Richter, K. Richter, S. Schöneburg, & R. Sommer (Eds.), *Mathematik für Alle. Wege zum Öffnen von Mathematik – Mathematikdidaktische Ansätze* (pp. 35-47). Franzbecker: Hildesheim.

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

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

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

Bukova Güzel, E., Tekin Dede, A., Hıdıroğlu, Ç. N., Kula Ünver, S., & Özaltun Çelik, A. (2018). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme*. Ankara: Pegem Akademi.

Bukova Güzel, E. (2011). An examination of pre-service mathematics teachers' approaches to construct and solve mathematical modelling problems. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*: 30(1): 19-36.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2019). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö. ve Köklü N. (2020). *Sosyal Bilimler için İstatistik*. Ankara: Pegem Akademi.

Canbazoğlu, H. B., & Tarım, K. (2021). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçleri: Okulda Zaman Problemi. *EJERCongress 2021 Bildiri Özetleri Kitabı* (ss.609-611). Düzenleyen Ege Üniversitesi.

Carmona, G., & Greenstein, S. (2010). Investigating the relationship between the problem and the solver: who decides what math gets used? In R. Lesh et al. (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 245-254). New York, NY: Springer Science & Business Media.

Carreire, S., & Baioa, A. M. (2011). Students' modelling routes in the context of object manipulation and experimentation in mathematics. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14* (pp. 211-220). Netherlands: Springer.

Chamberlin, M. T. (2005). Teachers' discussions of students' thinking: Meeting the challenge of attending to students' thinking. *Journal of Mathematics Teacher Education*. 8: 141-170.

Chamberlin, S. A., & Coxbill, E. (2012). *Using model-eliciting activities to introduce upper elementary students to statistical reasoning and mathematical modeling*. In L. Hatfield & R. Mayes (eds.), *Quantitative reasoning and mathematical modeling: A driver for STEM integrated education and teaching in context*. Wyoming Institute for the Study of Mathematics Education, Laramie, WY.

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

Chamberlin, S. A., Moon, S. M., & Sidney M. (2005). Model-eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifted mathematicians. *The journal of secondary gifted education*. 17(1): 37-47.

Chamberlin, S.A., & Moon, S.M. (2005). Model-eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifted mathematicians. *Journal of Secondary Gifted Education*. 17(1): 37-47.

Chan, C. M. E. (2010). Tracing primary 6 pupils' model development within the mathematical modelling process. *Journal of Mathematical Modelling and Application*. 1(3): 40-57.

Cheng, K. A. (2001). Teaching mathematical modelling in singapore schools. *The Mathematics Educator*. 6(1): 62-74.

Cinislioğlu, B. (2017). *Matematiksel modelleme yöntemi ile doğrusal denklemler konusunun öğretiminin ortaokul üçüncü sınıf öğrencilerinin akademik başarısına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Cooper, T. (1986). *Problem solving, Queensland: Mathematics Education*, Brisbane College of Advanced Education.

Çavuş Erdem, Z. (2018). *Matematiksel modelleme etkinliklerine dayalı öğrenim sürecinin alan ölçme konusu bağlamında incelenmesi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Adıyaman: Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çavuş Erdem, Z., Doğan, M. F., Gürbüz, R., & Şahin, S., (2017). Matematiksel modellemenin öğretim araçlarına yansımaları: Ders kitabı analizi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*. 7(1): 61-86.

Çavuş Erdem, Z., & Gürbüz, R. (2018). Matematik modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamında yedinci sınıf öğrencilerinin alan ölçme bilgi ve becerilerinin incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*. 8(2): 86-115.

Çetinkaya, U. (2014). *Üniversitedeki matematiksel modelleme uygulamalarının lise matematik ve geometri dersleri için yapılabilirliği ve bir uygulama*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Gediz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Çiltaş, A., & Zihar, M. (2018). Matematiksel modelleme yöntemiyle 8. sınıf üslü ifadeler konusunun öğretime yönelik bir eylem araştırması. *E – Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*. 5(3): 46-63.

D'Ambrosio, U. (2009). Mathematical modeling: cognitive, pedagogical, historical and political dimensions. *Journal of Mathematical Modeling and Applications*. 1(1): 89-98.

Daupeto, C., & L. Parenti. (1999). Contributions and obstacles of contexts in the development of mathematical knowledge. *Educational Studies in Mathematics*. 39(1/3): 1-21.

Dede, Y. , Akçakın, V., & Kaya, G. (2018). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin cinsiyete göre incelenmesi: Çok boyutlu madde tepki kuramı. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*. 8(2): 150-169.

Delice, A., & Taşova, H. (2011). Influence of individual and group work on the process of and performance in modeling activities. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*. 34(34): 71-97.

Delikanlı, D. S. (2019). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin matematik başarı düzeylerine, tutumlarına ve kalıcılığına etkisi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Adana: Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü.

Demir, S. B. (2017). *Araştırma deseni nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları*. Ankara: Eğiten Kitap

Demirel, Ö. (1993). *Eğitim terimleri sözlüğü*. Ankara: USEM Yayınları.

Demirel, Ö. (2010). *Öğretim İlke ve Yöntemleri: Öğretme Sanatı*, Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Deniz, D., & Akgün, L. (2018). İlköğretim okullarının adaylarının geçişlerinin incelenmesi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*. 12(24): 294-312.

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

Doerr, H. M. (2006). Teachers' ways of listening and responding to students' emerging mathematical models. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik – ZDM*. 38(3): 255-268.

Doerr, H. M., & English L. D. (2006). Middle grade teachers' learning through students' engagement with modeling tasks. *Journal Of Mathematics Teacher Education*. 9: 5-32.

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

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

Duran, M., Doruk, M., & Kaplan, A. (2016). Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçleri: Kaplumbağa paradoksu örneği. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*. 5(4): 55-71.

Duru, A., Akgün, L., & Özdemir, M.E. (2005). İlköğretim öğretmen adaylarının matematiğe yönelik tutumlarının incelenmesi. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*. 11: 520-536.

Elçi, A. N. (2016). Problemler. *Temel Matematiksel Kavramlar ve Uygulamaları*. (ss. 135-164). Ankara: Pegem Akademi.

English, L. D. (2002). Development Of 10-Year-Olds' Mathematical Modelling. In L. D. English.(Ed.), *Proceedings of the Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (26th, Norwich, England, July 21-26, 2002) (pp. 329-336).

English, L. D. (2006). Mathematical modeling in the primary school: Children's construction of a consumer guide. *Educational Studies In Mathematics*. 63(3): 303-323.

English, L. D. (2009). Promoting interdisciplinarity through mathematical modelling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*. 41(1): 161-181.

English, L. D., & Watters, J. (2004). Mathematical Modelling With Young Children. *28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. 2: 335-342.

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

English, L. D., & Lesh, R. A. (2003). Ends in-view Problems. In R. A. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: A models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving*, (297-316). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum and Associates.

English, L. D., & Sriraman, B. (2010). Problem solving for the 21st century. In B. Sriraman & L. D. English (Eds.), *Theories of mathematics education: Seeking new frontiers—advances in mathematics education* (pp. 263–290). New York, NY: Springer.

English, L. D., & Watters, J. J. (2004). Mathematical modelling with young children. In M. Johnsen Hoines & A. Berit Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the 28th International PME Conference* (pp. 335-342). Bergen: Bergen University College.

English, Lyn D. (2007) Interdisciplinary modelling in the primary mathematics curriculum. In Watson, Jane and Beswick, Kim, Eds. *Proceedings 30th Mathematics Education Research Group of Australasia Annual Conference*: pp. 275-284, Hobart.

Eraslan, A. (2011). Bir Matematiksel Modelleme Etkinliği: Büyük Ayak Problemi. *Eğitimci- Öğretmen Dergisi*. 6(1): 25–27.

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

Eraslan, A. (2011). İlköğretim matematik öğretmenlerinin modelleri oluşturma etkinlikleri ve matematik öğrenimine hakkındaki görüşleri. *İlköğretim Çevrimiçi*, 10 (1): 365-377.

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

Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*. 14(4): 1607-1627.

Erdamar, G., & Demirel, H. (2010). Öğretmen adaylarının grup çalışmalarına ilişkin algıları. *Ahi Evren Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*. 11(3): 205-223.

Erdoğan, F. (2019). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme özyeterliklerinin belirlenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 15(1): 118-130.

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

Fox, J. (2006). A justification for mathematical modelling experiences in the preparatory classroom. In P. Grootenboer, R. Zevenbergen & M. Chinnappan (Eds.), *Identities, Cultures and Learning Spaces, Proceedings of the 29th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, Canberra, (Vol. 1, pp. 221- 228). Adelaide: MERGA.

Fraser, S., & Dean, E. (1997). Why open learning?. *Australian Universities Review*. 40(1): 25-31.

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

Galbraith P., & Clatworthy, N. (1990). Beyond standard models-meeting the challenge of modeling. *Educational Studies in Mathematics*. 21: 137-163.

Galbraith, P., & Stillman, G. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *The International Journal on Mathematics Education*. 38(2): 143-162.

Gatabi, A. R., & Abdolapour, K. (2013). Investigating Students' Modeling Competency through Grade, Gender, and Location. *In Proceedings of the 8th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME* (Vol. 8, pp. 1070-1077).

Gelbal, S. (1991). Problem çözme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 6 (6): 167-173.

Gravemeijer, K., & Stephan, M. (2002). Emergent models as an instructional design heuristic. In Gravemeijer, K., Lehrer, R., Oers, B. & Verschaffel, L. (Eds.). *Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education*: 145-169. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

Grünwald, S. (2013). The Development of Modelling Competencies by Year 9 Students: Effects of a Modelling. In G.A. Stillman, G. Kaiser, W. Blum, & J.P. Brown (Eds.), *Teaching Mathematical Modelling: Connecting to Research and Practice*. (pp. 185-194). Dordrecht: Netherlands

Gürbüz, R. , Çavuş Erdem, Z. , Şahin, S. , Temurtaş, A. , Doğan, C. , Doğan, M. F. , Çalık, M., & Çelik, D. (2018). Bir disiplinler arası matematiksel modelleme etkinliğinden yansımalar. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*. 8(1): 1-22.

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

Haines, C., & Crouch, R. (2007), In Modelling and applications in mathematics education. *Springer US*.: 417-424.

Haines, C., & Crouch, R., (2010). Remarks on a modelling cycle and interpretation of behaviours. In R.A. Lesh et al. (Eds.): *Modelling Students' Mathematical Modelling Competencies* (ICTMA 13), 145-154, Springer, US,

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

Hıdıroğlu, Ç. N., & Bukova Güzel, E. (2013). Matematiksel modelleme sürecini açıklayan farklı yaklaşımlar. *Bartın University Journal of Faculty of Education*. 2(1): 127-145.

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

Ikeda, T., & Stephens, M. (1998). The influence of problem format on students' approaches to mathematical modelling. In P. Galbraith, W. Blum, G. Booker, & I. D. Huntley (Eds.), *Mathematical modelling – Teaching and assessment in a technology-rich world* (pp. 223-232). Chichester: Horwood Publishing.

Işık, N. (2016). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim 4. Sınıfta sayılar öğrenme alanına ilişkin zorluk algısı ve başarıya etkisi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

İnan Tutkun, M., & Didiş Kabar, M. G. (2018). Ortaokullarda matematiksel modelleme: 7. sınıf öğrencilerinin “hava durumu” modelleme problemi ile deneyimi. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*. 8: 23-52.

İnceoğlu, M. (1993). *Tutum algı iletişim*. Ankara: Verso Yayıncılık.

İncikabı, S. (2020). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine ve öğretim deneyimlerine yansımalarının araştırılması*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Kastamonu: Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Jurdak, M. (2006). Contrasting perspectives and performance of high school students on problem solving in real world situated, and school contexts. *Educational Studies in Mathematics*. 63(3): 283–301.

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

Kaiser, G. (2005). Introduction to the working group “Applications and Modelling”. In M. Bosch (Ed.), *Proceedings of the 4th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME 4* (pp. 1611-1622). Spain: FUNDEMI IQS – Universitat Ramon Llull.

Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.). *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics: proceedings from the twelfth International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications* (pp. 110-119). Chichester: Horwood.

Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*. 38(3): 302- 310.

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

Kandemir, M. A. (2011). *Modelleme etkinliklerinin öğrencilerin duyuşsal özelliklerine problem çözme ve teknolojiye ilişkin düşüncelerine etkisinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

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

Karakaş, Ş. (2020). *Kırsal kesimde öğrenim gören 8. Sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Van: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Kayan, F., & Çakıroğlu, E. (2008). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel problem çözmeye yönelik inançları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 35(35): 218-226.

Kaygısız, Ö. (2021). *İlkokul 4. Sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesi: bir öğretim deneyi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

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

Kim, S. H., & Kim, S. (2010). The effects of mathematical modeling on creative production ability and self-directed learning attitude. *Asia Pasific Education Review*. 11: 109-120.

Koç, D., & Elçi, A. N. (2019). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi: Büyük Ayak Problemi. 2. *Uluslararası Temel Eğitim Kongresi* (ss. 1659-1665). Düzenleyen Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi. Muğla. 23-27 Ekim 2019.

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

Kurt, Ö. (2019). *Matematiksel modelleme problemlerinin beşinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı, geometri öz-yeterlik ve matematiğe yönelik tutumuna etkisinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Elazığ: Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Küçük, B., Kahraman, S., & İşleyen, T. (2013). Öğretmen adaylarının matematiğe karşı tutumlarının incelenmesi. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*. 12(1): 178-195.

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

Lesh, R. A., & Zawojewski, J. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A Project of the national council of teachers of mathematics* (pp. 763-804). Charlotte, NC: Information Age Publishing.

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

Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003a). *Beyond constructivism: A models and modelling perspective on mathematics problem solving, learning and teaching*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Lesh, R., Carmona, G., Hjalmarson, M., & Mason, G. (2006). Working group models and modeling. *PME-NA Proceedings*. 1(1): 92-95.

Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In A. Kelly, & R. Lesh. (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* (pp. 591-645). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Lesh, R., Lester, F. K., & Hjalmarson, M. (2003). A Models and Modeling Perspective on Metacognitive Functioning in Everyday Situations Where Problem Solvers Develop Mathematical Constructs. In R.Lesh, & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching* (pp. 383-403). Mahwah, New Jersey:Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Lesh, R., & Zawojewski, J. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A Project of the national council of teachers of mathematics*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.

Lingefjard, T. (2002). Teaching and assessing mathematical modeling. *Teaching Mathematics and Its Applications*. 21(2): 75-83.

Lingefjard, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*. 38(2): 96-112.

Lingefjärd, T., & Holmquist, M. (2005). To assess Students' Attitudes, Skills and Competencies in Mathematical Modeling. *Teaching Mathematics and its Applications*. 24(2/3): 123-133.

Ludwig, M., & Reit, X.R. (2013, January). Comparative study about gender differences in mathematical modelling. *Proceedings of Fifth International Conference to review research on Science, Technology and Mathematics Education (EPISTEME 5)*: Mumbai, India.

Ludwig, M., & Xu, B. (2008). A Comparative Study On Mathematical Modelling Competences With German And Chinese Students. *Proceedings from Topic Study Group 21 at the 11th International Congress on Mathematical ducation in Monterrey* (pp. 197-206). Mexico. In Morten Blomhøj, Susana Carreira (Eds.), IMFUFA Tekst nr 461- June 2009.

Ludwig, M., & Xu, B. (2010). A Comparative Study of Modelling Competencies Among Chinese and German Students. *Journal für Mathematik-Didaktik*. 31(1): 77-97.

Ma, X. (1997). Reciprocal Relationships Between Attitude Toward Mathematics and Achievement in Mathematics. *The Journal of Educational Research*. 90(4): 221-229.

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

Maaß, K. (2006). What are Modelling Competencies? *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik*. 38 (2): 113-142.

Maaß, K. (2006). What are modelling competencies?. *Zentralblatt für Didactik der Mathematic*. 38(2): 113-142.

Maaß, K. (2011). Identifying drivers for mathematical modelling – a commentary. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri ve G. Stillman (Eds.). *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 367-373). New York: Springer.

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

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

Mason, J. (1988). Modelling: What do we really want pupils to learn? In D. Pimm (Eds.), *Mathematical Modelling and Applications* (pp. 110-119). Chichester: Horwood.

Mclone, R. R. (1973). *The Training of Mathematicians*. Social Science Research Council, London.

Miles, M. B., & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. (2nd Edition). Calif. : SAGE Publications.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2005). *İlköğretim matematik dersi (1- 5 sınıflar) öğretim programı*. Devlet Kitapları Basımevi.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2009). *İlköğretim matematik dersi (1- 5 sınıflar) öğretim programı*. Devlet Kitapları Basımevi.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2015). *İlköğretim Matematik Dersi (1- 5 Sınıflar) Öğretim Programı*. Devlet Kitapları Basımevi.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *İlköğretim Matematik Dersi (1- 5 Sınıflar) Öğretim Programı*. Devlet Kitapları Basımevi.

Mischo, C., & Maaß, K. (2013). The effect of teacher beliefs on student competence in mathematical modeling an intervention study. *Journal of Education and Training Studies*. 1(1): 19-38.

Morgan, C. T. (2010). *Psikolojiye giriş*. Konya: Eğitim Yayınevi.

Mousoulides, N. (2007). *The Modeling Perspective in the Teaching and Learning of Mathematical Problem Solving*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Cyprus, Nicosia.

Mousoulides, N., Christou, C., & Sriraman, B. (2006). From Problem Solving to Modelling-a Meta Analysis. Retrieved November 2017.

Müller, G., & Wittmann, E. (1984). *Der Mathematikunterricht in der Primarstufe*. Braunschweig: Vieweg.

Nazlıççek, N., & Erkin, E. (2002). İlköğretim matematik öğretmenleri için kısaltılmış matematik tutum ölçeği. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi* (ss. 860-865). Düzenleyen ODTÜ Eğitim Fakültesi. Ankara. 16-18 Eylül 2002.

NCTM, (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

Niss, M. (1989). Aims and Scope of Applications and Modelling in Mathematics Curricula. In W. Blum, J. S. Berry, R. Biehler, I. Huntley, G. Kaiser-Messmer & L. Profke (Eds.), *Applications and Modelling in Learning and Teaching Mathematics*. (pp. 22-31). Chichester: Ellis Horwood.

Niss, M. (1989). Aims and scope of mathematical modelling in mathematics curricula. In W. Blum, J. Berry, R. Biehler, I. Huntley, R. Kaiser Messmer & K. Profke (Eds.). *Applications and modelling in learning and teaching mathematics* (pp. 22-31). Chichester: Ellis Horwood.

Niss, M. (1999). Aspects of the nature and state of research in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*. 40(1): 1-24.

Niss, M. (2004). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. In A. Gagatsis, & S. Papastavridis (Eds.), *Proceedings of the 3rd Mediterranean conference on mathematical education*, (pp. 115-124). Athens, Greece: Hellenic Mathematical Society and Cyprus Mathematical Society.

Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. (2007). Introduction. In W. Blum, P. Galbraith, HW. Henn & M. Niss. (Eds.) (2007), *Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study* (pp 3–32). New York, NY: Springer Science + Business Media, LLC.

Ocak, G., (2011). *Yöntem ve Teknikler, Öğretim İlke ve Yöntemleri* (ed. Gürbüz Ocak). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.

Olkun, S. ve Toluk Uçar, Z. (2014). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Ankara: Seçkin Yayıncılık

Özaltun, A., Hıdıroğlu, Ç., Kula, S., & Güzel, E. B. (2013). Matematik öğretmeni adaylarının modelleme sürecinde kullandıkları gösterim şekilleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*. 4(2): 66-88.

Özgün, D. (2012). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının problem çözme sürecinde ürettiği matematik modellerinin nitel bir yaklaşımla incelenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kayseri: Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Özmen, Z. M., Taşkın, D., & Güven, B. (2012). İlköğretim 7. Sınıf matematik öğretmenlerinin kullandıkları problem türlerinin belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*. 37(165): 246-261.

Parsons, J.E., Adler, T.F., & Kaczala, C.M. (1982). Socialization of achievement, attitudes, and beliefs: Parental influences. *Child Devel.*, 53: 310-321.

Patton, M. (2002). *Qualitative Research and Evaluation Methods*, 2nd ed. Newbury Oaks, CA: Sage Publications.

Piltin, P., Serin, M. K., & Işık, N. (2016). Sınıf öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin algılarını belirlemeye yönelik bir olgubilim çalışması. *Electronic Turkish Studies*. 11(3): 1919-1934.

Pollak, H. (1969). How can we teach applications of mathematics? *Educational Studies in Mathematics*. 2(2/3): 393-404.

Polya, G. (1957). *How to solve it?*. Princeton: Princeton University Press.

Polya, G. (1997). *Nasıl çözmeli?* (Çev. Feryal Halatçı). İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Ramnarain, U. (2014). Empowering educationally disadvantaged mathematics students through a strategies-based problem solving approach. *The Australian Educational Researcher*. 41(1): 43-57.

Reyes, L. H., (1984). Affective Variables and Mathematics Education. *The Elementary School Journal*. 84: 558-580.

Roscoe, J, T. (1975). Fundemental Resarch Statistics fort he Behavioral Sciences. *Second Edition*. New York: Holt Rinehart and Winston.

Saka, E. (2016). *Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini çözme sürecinde teknolojinin rolü.* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Saka, E., & Çelik, D. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme sürecinde bilgisayar kullanımları üzerine bir inceleme. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi (TURCOMAT)*. 9(3): 618-635.

Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. New York: Academic press.

Schoenfeld, A. H. (1989). Explorations of students' mathematical beliefs and behavior. *Journal for Research in Mathematics Education*. 20(4): 338–355.

Schoenfeld, A. H. (1989). Explorations of students mathematical beliefs and behavior. *Journal For Research in Mathematics Education*. 20(4): 338-355.

Sriraman, B. (2005). Conceptualizing the Notion of Model Eliciting. *Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. Sant Feliu de Guíxols, Spain.

Sriraman, B. (2005). Conceptualizing the notion of model eliciting. In M. Bosch (Ed.), *Proceedings of the 4th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME 4* (pp. 1686-1696). Spain: FUNDEMI IQS – Universitat Ramon Llull.

Sriraman, B., & Lesh, R. (2006). Modeling conceptions revisited. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*. 38(3): 247-254.

Stillman, G. (2007). Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H-W., & Niss, M. (eds) (2007). Modelling and applications in mathematics education: the 14th ICMI study. New ICMI Study Series Volume 10. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*. 40(2): 337–340.

Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J., & Edwards, I. (2007). A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. *Mathematics: Essential Research, Essential Practice*. 2(1): 688- 697.

Stipek, D. J. (1998). *Motivation to learn: from theory to practice*. Boston: Allyn and Bacon.

Şahin, N., & Eraslan, A. (2016). Ortaokul öğrencilerin modelleme deneyimleri: Kâğıttan uçak yapma yarışması problemi. *Eğitim Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*. 1(1): 34-44.

Şahin, N., & Eraslan, A. (2018). İlkokulda Model Oluşturma Etkinlikleri Nasıl Uygulanmalı?. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*. 4(1): 99-117.

Şahin, N., & Eraslan, A. (2019). Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematik uygulamalarında eğitim öğretimin kullanımına yönelik görüşler. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi (TURCOMAT)*. 10 (2): 373-393.

Şahin, N. (2014). *İlkokul 4. Sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri üzerindeki düşünme süreçleri*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Samsun: Ondokuzmayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Şahin, N. (2019). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Şahin, N., & Eraslan, A. (2016). İlkokul öğrencilerinin modelleme süreçleri: Suç problemi. *Eğitim ve Bilim*. 41(183): 47-67.

Tallman, I., Leik, R. K., Gray, L. N., & Stafford, M. C. (1993). A theory of problem-solving behavior. *Social Psychology Quarterly*. 56(3): 157-177.

Tanner, H., & Jones, S. (1995): Developing Metacognitive Skills in mathematical modelling – a socio-constructivist interpretation. In C. Sloyer, W. Blum, I. Huntley, (Eds.), *Advances and perspectives in the teaching of mathematical modelling and applications* (pp.61-70). Yorklyn: Water Street Mathematics.

Taplin, M. (2007), “Teaching Values Through A Problem Solving Approach to Mathematics” http://www.mathgoodies.com/articles/teaching_values.html adresinden 08.08.2021 tarihinde alınmıştır.

Taşdemir, C. (2008). İlköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumlarının bazı değişkenlere göre belirlenmesi: Bitlis ili örneği. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*. 170: 185-201.

Taşova, H., & Delice, A. (2012). Matematik öğretmeni adaylarının modelleme görevlerindeki performanslarının uzamsal görselleştirme yeteneği açısından bir analizi. *Matematik Eğitiminde Araştırma*. 14(3): 297-298.

TDK (2011). Büyük Türkçe Sözlük. Ankara: Türk Dil Kurumu.

Tekin Dede, A., & Bukova Guzel, E. (2014). Model oluşturma etkinlikleri: kuramsal yapısı ve bir örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 33(1): 123-141.

Tekin Dede, A. (2015). *Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: Bir eylem araştırması..* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Tekin Dede, A. (2018). Uzamsal yönelim becerilerini içeren bir gerçek yaşam probleminin çözüm sürecinden yansımalar: badana problemi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*. (46): 176-198.

Tekin Dede, A., & Bukova Güzel, E. (2014). Matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendirmeye yönelik bir rubrik geliştirme çalışması. *XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. Adana. 11-14 Eylül 2014.

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

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

Tekin Dede, A. (2015). *Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: bir eylem araştırması*. (Yayınlanmamış Doktora tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

The Consortium for Foundation Mathematics (2008). *Mathematical models with applications. Texas Edition*: 67-70.

Thurstone, L. L. (1931). The Measurement of Social Attitudes. *Journal of Abnormal and Social Psychology*. 26: 249-269.

Tuna, A. , Biber, A. Ç., & Yurt, N. (2013). Matematik öğretmenleri adaylarının matematiksel modelleme becerileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 33 (1): 129-146.

Tutak, T., & Güder, Y. (2014). Matematiksel modellemenin tanımı, kapsamı ve önemi. *Turkish Journal of Educational Studies*. 1(1): 173-190.

Türk Dil Kurumu, <https://sozluk.gov.tr/>, adresinden 22.10.2020 tarihinde alınmıştır.

Türnüklü, E. B., & Yeşildere, S. (2005). Problem, problem çözme ve eleştirel düşünme. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3): 107-123.

Ulu, M. (2017). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin modelleme süreçlerin incelenmesine yönelik bir odak grup çalışması: alış-veriş problemi. *Türk Araştırmaları (Elektronik)*. 12(3): 815-844.

Ural, A. (2014). Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*. 23(2014): 109-140.

Ural, A., & Ülper, H. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme ile okuduğunu anlama becerileri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *Journal of Theoretical Educational Science*. 6 (2): 214-241.

Van De Walle, J. A. (1998). *Elementary school mathematics: teaching developmentally*. New York: Longman.

Van De Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. W. (2014). *İlkokul ve ortaokul matematiği gelişimsel yaklaşımla öğretim* (7. Baskıdan Çeviri S. Durmuş). Ankara: Nobel Yayınları.

Verschaffel, L. (2002). Taking the modelling perspective seriously at the elementary school level: promises and pitfalls. In A.D. Cockburn and E. Nardi (Eds.), *PME 26 Proceedings*. Vol.1, 64–80. Norwich, University of East Anglia.

Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2002). Everyday knowledge and mathematical modeling of school word problems. In K. P. Gravemeijer, R. Lehrer, H. J. van Oers, & L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education* (pp. 171-195). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Vilenius Tuohima, P. M., Aunola K., Nurmi, J. E. (2008). The association between mathematical word problems and reading comprehension. *Educational Psychology*. 28(4): 409-426.

Voskoglou, M. G. (2006). The use of mathematical modelling as a tool for learning mathematics. *Quaderni di Ricerca in Didattica*. 16: 53-60.

Woodward, J., Beckmann, S., Driscoll, M., Franke, M., Herzig, P., Jitendra, A., ... & Ogbuehi, P. (2012). *Improving mathematical problem solving in grades 4 through 8: A practice guide (NCEE 2012-4055)*. Washington, DC: National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education.

Yağmur, A. (2012). Anadolu öğretmen liselerinde öğrenim gören öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumları ile öz-yeterlikleri arasındaki ilişki. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kırşehir: Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yan, K. C. (2002). The model method in Singapore. *The Mathematics Educator*. 6(2): 47-64.

Yanbıyık, S. (2016). *Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri: fermi problemleri uygulamaları*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Yanık, H. B., Bağdat, O., & Koparan, M. (2017). Ortaokul öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerine yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*. 5(1): 80-101.

Yavuz Mumcu, H., & Baki, A. (2017). Matematiği kullanma aktivitelerinde lise öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerinin yorumlanması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 36(1): 7-33.

Yazgan, Y. (2007). Dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problem çözme stratejileriyle ilgili gözlemler. *İlköğretim Online*. 6(2): 249-263.

Yenilmez, K. (2010). İlköğretim öğrencilerinin problem türlerini belirleme düzeyleri. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*: 19(19): 124–137.

Yenilmez, K., & Yaşa, E. (2007). İlköğretim öğrencilerinin problem çözme becerileri üzerine bir inceleme. *E-Journal Of New World Sciences Academy*, 2(4): 272-287.

Yenilmez, K., & Ev Çimen, E. (2014). Matematik öğretmeni adaylarının “örnek, alıştırma, problem” oluşturma çalışmalarının incelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*. 3(3): 76-84.

Yeşilova Ö., (2013). İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme Sürecindeki Davranışları ve Problem Çözme Başarı Düzeyleri. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yu, S. Y., & Chang, C. K. (2009). What did taiwan mathematics teachers think of model-eliciting activities and modeling? In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo-Ferri & G. Stillman. (Eds.), *Trends in Teaching and Learning Of Mathematical Modelling International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 147-156). New York: Springer.

Yükseköğretim Kurulu [YÖK]. (2018). *Öğretmen yetiştirme lisans programları*. Ankara.

Zawojewski, S. J., Lesh, R. A., & English, L. D. (2003). A Models and Modeling Perspective on the Role of Small Group Learning Activities. In R. A. Lesh & H. M. Doerr (Ed.), *Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching* (337–358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Zawojewski, J. S., Lesh, R., ve English, L. D. (2003). A models and modelling perspective on the role of small group learning. In R. A. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Zbiek, R. M., & Conner, A. (2006). Beyond motivation: Exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics*. 63(1): 89-112.

Zimmerman, B. J., 2005. Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. *Handbook of self-regulation*, Ed: M. Boekaerts, P. R. Pintrich and M. Zeidner. (13-39), New York, Academic Press.

EKLER

EK-1: Yüksek Lisans Tez Onay Sayfası

Evrak Tarih ve Sayısı: 30/06/2020-48742



T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



Sayı : 27697707-302.14.01-
Konu : Damla KOÇ'un Tez Konusu

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Aysun Nüket ELÇİ

Anabilim Dalınız Sınıf Öğretmenliği Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Damla KOÇ'un tez konusu, Enstitü Yönetim Kurulumuzun 23/06/2020 tarih ve 23/6 sayılı kararıyla aşağıda belirtildiği şekilde uygun bulunmuştur.
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imza

Dr. Öğr. Üyesi Gülenaz SELÇUK
Enstitü Müdür Yardımcısı

Tez Konusu : Matematiksel Modelleme Eğitiminin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Problem Çözme Becerisine ve Matematiğe Yönelik Tutumuna Etkisi (Manisa Celal Bayar Üniversitesi Örneği)

Dağıtım:
Gereği:
Dr. Öğr. Üyesi Aysun Nüket ELÇİ

Bilgi:
Sbe Temel Eğitim Anabilim Dalı Başkanlığına

Adres: MCBÜ Şehit Prof. Dr. İhsan Yarınok Yerleşkesi Fen ve Sosyal Bilimler Enstitüsü Binası
1. Kat 45140 Yatağan/Manisa
Telefon: (0 236) 2012754 Faks: (0 236) 2330949
Elektronik Adres: <http://sbe.chu.edu.tr>

Bilgi İçin: Dr. Öğr. Üyesi Gülenaz SELÇUK
Ünvanı: Veli Hızretleri ve Kontrol İşletmeni



Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-2: Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği İzinleri

MODELLEME YETERLİKLERİ DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ İZİNİ

Seyir Kutulu X

19 Ağustos Paz 20:49 (22 saat önce)

☆ ↻ ⋮

Damla Koç

AKC: esra bukuva

Sayın Prof. Dr. Esra Bukova Güzel

Danışmanlığın Dr. Öğr. Üyesi Aysun Nüket ELÇİ'nin yürüttüğü "Matematiksel Modelleme Eğitiminin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Problem Çözme Becerisine ve Matematiğe Yönelik Tutumuna Etkisi (Manisa Celal Bayar Üniversitesi Örneği)" isimli tez çalışmada hazırlanmış olduğunuz "Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği" kullanmak isterim.

Saygılarımla

Damla KOÇ
Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Temel Eğitim Anabilim Dalı
Sınıf Öğretmenliği Programı Yüksek Lisans Öğrencisi

AKC: ben

16 Ağustos Paz 21:45 (21 saat önce)

☆ ↻ ⋮

Sayın Damla Koç,

Çalışmanızda geliştirmiş olduğunuz "Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği"ni kullanabilmemiz için gerekli izni veriyorsunuz. İyi çalışmalar dilerim.

Prof. Dr. Esra BUKOVA GÜZEL
Dokuz Eylül Üniversitesi
Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

MODELLEME YETERLİKLERİ DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ İZİNİ

Seyir Kutulu X

16 Ağustos Paz 20:49 (8 gün önce)

☆ ↻ ⋮

Damla Koç

AKC: ayşe tekin

Sayın Doç. Dr. Ayşe Tekin Dede

Danışmanlığın Dr. Öğr. Üyesi Aysun Nüket ELÇİ'nin yürüttüğü "Matematiksel Modelleme Eğitiminin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Problem Çözme Becerisine ve Matematiğe Yönelik Tutumuna Etkisi (Manisa Celal Bayar Üniversitesi Örneği)" isimli tez çalışmada hazırlanmış olduğunuz "Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği" kullanmak isterim.

Saygılarımla

Damla KOÇ
Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Temel Eğitim Anabilim Dalı
Sınıf Öğretmenliği Programı Yüksek Lisans Öğrencisi

AKC: ben

17 Ağustos Paz 19:35 (3 gün önce)

☆ ↻ ⋮

Merhaba Damla Koç,

Tez çalışmanızda Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği'ni kullanabildiniz. Rubriğin güncel halini de iletiyorum. Çalışmanızda kolaylıklar dilerim. Aysun Hocama selamlar. Sevgi ve saygılarımla.

16 Ağu 2020 Paz 20:49 tarihinde Damla Koç

iyiye yazdı

EK-3: Matematğe Yönelik Tutum Ölçeği İzinleri

MATEMATİĞE YÖNELİK TUTUM ÖLÇEĞİ İZİNİ

Deney Kultuzu x

16 Ağustos Paz 20:46 (22 saat önce)

☆ ↻ ⋮

Damla Koç
Alıcı: Esra Bukova

Sayın Prof. Dr. Esra Bukova Güzel

Danışmanlığın Dr. Öğr. Üyesi Aysun Nüket ELÇİ'nin yürüttüğü "Matematiksel Modelleme Eğitiminin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Problem Çözme Becerisine ve Matematğe Yönelik Tutumuna Etkisi (Marisa Celal Bayar Üniversitesi Örneği)" isimli tez çalışmamda hazırlanmış olduğunuz "Matematikğe Yönelik Tutum Ölçeği" kullanmak isterim.

Saygılarımla ...
Damla KOÇ
Marisa Celal Bayar Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Temel Eğitim Anabilim Dalı
Sınıf Öğretmenliği Programı Yüksek Lisans Öğrencisi

16 Ağustos Paz 21:43 (21 saat önce)

☆ ↻ ⋮

Alıcı: Deney

Sayın Damla Koç,

Çalışmamda "Matematikğe Yönelik Tutum Ölçeği" olduğunuz "Matematikğe Yönelik Tutum Ölçeği"ni kullanabileceğiniz için gerekli izni veriyorum. İyi çalışmalar dilerim.

Prof. Dr. Esra BUKOVA GÜZEL
Dokuz Eylül Üniversitesi
Matematik Fikltesi Anabilim Dalı

MATEMATİĞE YÖNELİK TUTUM ÖLÇEĞİ

Deney Kultuzu x

17 Ağustos Paz 18:57 (3 gün önce)

☆ ↻ ⋮

Damla Koç
Alıcı

Sayın Prof. Dr. Hüseyin ALKAN

Danışmanlığın Dr. Öğr. Üyesi Aysun Nüket ELÇİ'nin yürüttüğü "Matematiksel Modelleme Eğitiminin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Problem Çözme Becerisine ve Matematğe Yönelik Tutumuna Etkisi (Marisa Celal Bayar Üniversitesi Örneği)" isimli tez çalışmamda hazırlanmış olduğunuz "Matematikğe Yönelik Tutum Ölçeği"ni kullanmak isterim.

Saygılarımla ...
Damla KOÇ
Marisa Celal Bayar Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Temel Eğitim Anabilim Dalı
Sınıf Öğretmenliği Programı Yüksek Lisans Öğrencisi

18 Ağustos Sal 09:25 (2 gün önce)

☆ ↻ ⋮

Hüseyin Alkan
Alıcı: Deney

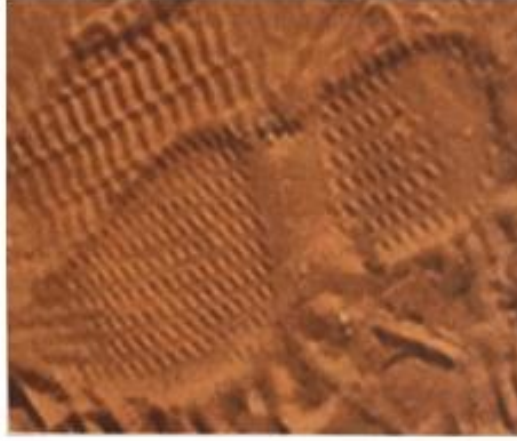
Sevgili Damla,

Ölçekler kullanıldığını diye hazırlanmış. Kuşkusuz siz de kullanabilirsiniz. Başarılar diliyorum.

Damla Koç
17 Ağu 2020 Paz, 18:57 tarihinde şunu yazdı:
xxx

EK-4: Matematiksel Modelleme Problemleri

BÜYÜK AYAK PROBLEMİ¹



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

¹ Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2011

ELMALI TURTA PROBLEMİ²



Hafta sonu sınıftan birkaç arkadaşını evine davet eden Sevinç, annesinden arkadaşları için meşhur elmalı turtasını yapmasını istiyor. Evde hiç elma kalmadığını fark eden annesi Sevinç'ten 3 kg elma alıp gelmesini istemiştir. Elma almak için Sevinç'in iki seçeneği vardır:

- 1. Seçenek:** Evinin hemen yanındaki manavda yarım kg elma 1 TL'dir.
 - 2. Seçenek:** Evinden biraz uzaklıktaki pazarda 1 kg elma 1,5 TL'dir. Fakat Pazar uzak olduğu için mutlaka otobüse binmesi gerekmektedir.
- Sizce Sevinç'in hangi seçeneği seçmesi mantıklı olacaktır? Düşüncelerinizi nedenleriyle açıklayınız.*

² Schukajlow, Leiss, Pekrun, Blum, Müller ve Messner, 2012'den uyarlayan Tekin Dede, 2015

DİŞ FIRÇALAMA PROBLEMİ³

Dişlerini fırçalarken suyu açık bırakmaları durumunda, dört kişilik bir ailenin yıllık 26.000 litre su harcadığı bilinmektedir (Almanya Gazetesi, 2008). Gazete yazısı her ailenin dişlerini fırçalarken çeşmeyi kapatmaları halinde her yıl 26.000 litre su tasarrufu yapabileceğini söylemektedir. Bu durum hakkında ne düşünüyorsunuz? Gerçekten mümkün müdür? Gerekçelerinizi belirtiniz.



³ Maaß ve Mischo, 2013

TERZİ HİKMET AMCA⁴

Terzi Hikmet Amca her hafta 50 pantolon dikmektedir. Bu hafta çok yorulduğu için pantolon çeşitlerini neye göre dikeceğine bir türlü karar veremez. Aşağıdaki tabloda son 5 haftanın bedenleri ve adetleri gösterilmektedir. Hikmet Amca'nın yardımımıza ihtiyacı var.

Hafta	KADIN		
	Küçük	Orta	Büyük
1	12	9	11
2	6	8	10
3	6	10	4
4	8	4	5
5	6	8	15

Hafta	ERKEK		
	Küçük	Orta	Büyük
1	2	6	10
2	5	14	7
3	9	9	12
4	8	10	15
5	6	8	7

- Sizce Hikmet Amca kaç tane erkek, kaç tane kadın pantolonu dikmeli?
- Kadın pantolonlarından en çok hangi bedeni dikmeli?
- Erkek pantolonlarından en çok hangi bedeni dikmeli?

⁴ Kal, 2013

TAKIM SIRALAMA PROBLEMİ⁵

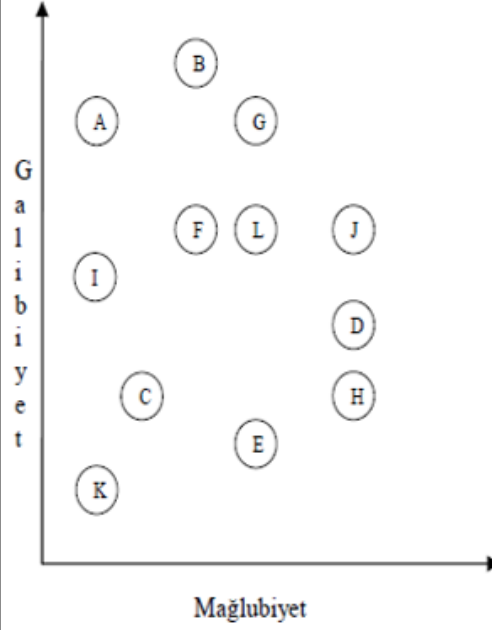
Yandaki şekilde her bir daire 12 takımdan oluşan bir futbol ligindeki her bir takımın galibiyet-mağlubiyet grafiğini göstermektedir.

Hazırlık Soruları:

- Hangi takım veya takımlar en çok kazandı? Nasıl anladınız?
- Hangi takım veya takımlar en çok kaybetti? Nasıl anladınız?
- Tüm takımlar aynı sayıda maç yaptı mı? Nasıl anladınız?

Problem:

Şimdi sizden istenen 12 takım arasından kimin birinci, kimin ikinci, kimin üçüncü, kimin dördüncü ve kimin beşinci olacağına dair bir metot geliştirip, bunu neye göre ve nasıl oluşturduğunu açıklamak.



⁵ Carmona ve Greenstein, 2010

BİZİM APARTMANDA ACABA KAÇ KİŞİ YAŞIYOR?*



Büyük bir apartmanda yaşayan Lale, kendi apartmanında kaç kişinin yaşadığını merak etmektedir. Bu apartman 8 katlıdır ve her katta 4 daire vardır. Her dairede 1 mutfak, 1 banyo, 1 salon ve 3 yatak odası vardır. Yaklaşık olarak bu apartmanda kaç kişinin yaşadığını bulmanız isteniyor.

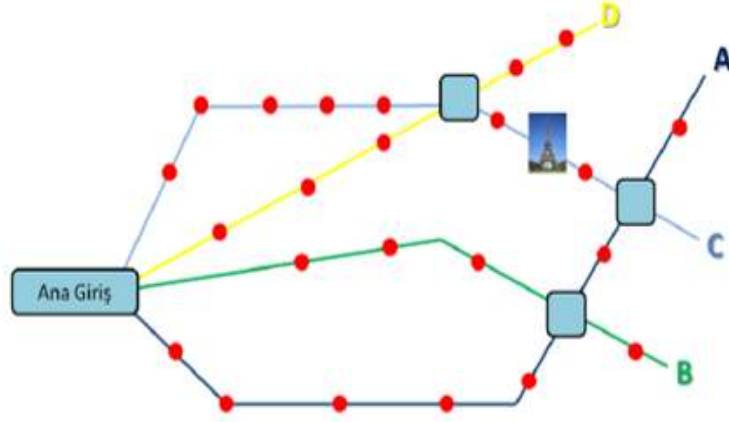
Problemi çözmek için aşağıdaki varsayımlardan hangisini ya da hangilerini kullanabilirsiniz?

- () Apartman 30 m yüksekliktedir.*
- () Apartman 8 katlıdır.*
- () Her katta 4 daire vardır.*
- () Apartmanda 2 asansör vardır.*
- () Her bir asansör maksimum 6 kişi taşımaktadır.*
- () Her bir dairenin 1 kileri vardır.*
- () Her dairede ortalama 4 kişi yaşamaktadır.*

Yukarıdaki varsayımlar dışında, problemi çözmek için gerekli olduğunu düşündüğünüz başka varsayımlar var mıdır? Varsa bunları yazınız.

⁶ Maaß ve Mischo, 2011'den uyarlayan Tekin Dede, 2015

EYFEL KULESİNE GİDEN EN KULLANIŞLI YOL⁷



Elif ve ailesi Paris'e tatile giderler. Otelleri metro ana girişinin hemen yanındadır. Elif, metro haritasını eline alır ve Eyfel Kulesi'ne nasıl gideceğini düşünmeye başlar.

- İlk bilet 3 TL'dir.
 - Her hat değişimi için 1 TL ödenir.
 - Duraklar arası süre 2'şer dakikadır.
- Hadi Elif'e yardım edelim. Eyfel Kulesi'ne gidebilecekleri en kullanışlı yol sizce hangisidir?

⁷ Kal, 2013

BADANA PROBLEMİ⁸

Sevgili öğrenciler, Sizden odanızı boyamanız istenmektedir. Bunun için öncelikle odanızın duvarlarını ölçerek, boyanacak toplam alanı hesaplamanız gerekmektedir. Bu hesaplamaları yaparken odanızın her bir duvarını ayrı ayrı göz önünde bulundurup bir kâğıda çizmeniz gerektiğini ve her bir çizim üzerinde uzunlukları göstermeniz gerektiğini unutmayınız.



Odanızı hangi renge boyamak istersiniz?

Boyamanız gereken toplam duvarın alanını hesapladıktan sonra ne kadar boya almanız gerektiğine karar vermelisiniz. Bu kararı verdikten sonra istediğiniz rengi ve boya özelliklerini seçerek hangi boyadan ne kadar almanız gerekeceğini hesaplayınız. Son olarak kaç para harcayacağınızı da hesaplamalısınız!

Tüm hesaplamalarınızı yaptıktan sonra, tüm çizimlerini, hesaplamalarını, seçtiğiniz boyanın özellikleri ile fiyatını, almanız gereken boya miktarını ve toplam yapacağınız harcamayı gösteren bir poster hazırlamanız beklenmektedir.

Bu çalışmayı başarılı bir şekilde tamamlamanız için aşağıdaki açıklamalara mutlaka dikkat etmelisiniz:

1. Çalışmanızı nasıl gerçekleştireceğinizi adım adım planlayınız.
2. Öncelikle odanızın birkaç açıdan fotoğrafını, sonra da tüm duvarların ayrı ayrı fotoğraflarını çekiniz. Çektiğiniz fotoğrafları ödevinize eklemeyi unutmayınız.
3. Tüm duvarların gerçeğine uyacak şekilde ayrı ayrı çizimlerini yaparak, üzerinde ölçtüğünüz uzunlukları gösteriniz. Bu ölçümleri yaparken aile bireylerinizden yardım alabilirsiniz.
4. Seçtiğiniz boyanın rengi ile özelliklerini ve bu boyanın resmini de eklemeyi unutmayınız. Kullanacağınız boyanın seçimi ve fiyatıyla ilgili araştırma yapmak için, yapı marketlere ve boyacılar gidebilir ya da internet üzerinden araştırma yapabilirsiniz. Bu araştırmaları yaparken aile bireylerinizden yardım alabilirsiniz.
5. Çalışmanızı görsel materyallerle desteklemeyi unutmayınız.
6. Çalışmanızda kullandığınız kaynakları mutlaka belirtiniz.

Çalışmanın Değerlendirilmesi

Çalışmanız aşağıdaki kriterlere göre değerlendirilecektir:

- İçerik (Problemi doğru anlama, gerçek verileri matematiksel olarak sunma, matematiksel işlemler yapma, elde edilen sonuçları gerçek yaşama uygun olarak yorumlama),
- Çizim (Her bir oda duvarının çizimi, uzunluklarının üzerinde gösterimi),
- Gerçeklik (Çizimlerin, uzunlukların, boya miktarının, boya fiyatlarının gerçek verilere uygun olması),
- Araştırma süreci (Boya seçimiyle ilgili araştırma yapma, bilgiyi toplama ve bir araya getirme),
- Yazım ve noktalama (Yazım ve noktalama kurallarına uyma ve sözcükleri doğru yazma),
- Çalışmanın ilgi çekiciliği (Akıcılık, özgünlük, gerçek yaşama uygunluk ve görsel materyallerden yararlanma),
- Poster hazırlama (Açıklayıcı bilgilere yer verme, görsel ve içeriksel açıdan yeterli olma),
- Zaman kullanımı (Görevi verilen sürede tamamlama).

⁸ Tekin Dede, 2018

OTOYOL PROBLEMİ⁹



Dünyanın en büyük köprüsü Çin'in doğusunda, Hangzhou Körfezi üzerinde inşa edilen köprüdür ve 36 kilometre uzunluğundadır. Bu köprü boyunca trafiğin tıkağının düşünürseniz, sizce köprü boyunca trafikte kaç araç vardır? Çözümünüzü gerçekleştirirken düşüncelerinizi ayrıntılarıyla yazınız.

1. *Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyacınız vardır?*
2. *Problemi çözmek için gereken işlemleri yazınız ve problemi çözünüz.*
3. *Bulduğunuz sonuç mantıklı mı? Yanıtınız evet ise nedenini açıklayınız. Yanıtınız hayır ise sonucumuzu mantıklı bir hale getiriniz.*
4. *Yaptıklarınızı kontrol ediniz. Sizce yaptığınız çözüm doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz.*

⁹ Jahnke, 1997; Maaß, 2006

KÂĞITTAN UÇAK YAPMA PROBLEMİ¹⁰

Bu yılki kâğıttan uçak yapma yarışması 23 NİSAN tarihinde okulumuzda yapılacaktır. Bu yarışmaya okulumuzun 4. sınıf öğrencileri katılarak gruplar halinde bir uçak tasarlayacaklardır. Tüm uçaklar hedef çizgisine ulaşana kadar havada olabildiğince uzun süre kalmalı ve doğrusal bir yolda uçmalıdır.

Yarışmada üç ödül sizleri bekliyor. Bir ödül uçağı havada en uzun süre kalacak olan gruba, diğer ödül uçağı doğrusal olarak en uzun mesafeyi alan gruba ve son ödül ise kriterleri sizler tarafından belirlenecek olan genel bir galibe verilecektir.

SİZİN GÖREVİNİZ: Yarışmada her üç kategoride de kazanan grubu belirleyiniz. Belirlerken izlediğiniz yolları yarışma jürisine yazarak açıklayınız. Kâğıttan Uçak Yapma Yarışmasının 2012 Sonuçları

TAKIMLAR	Uçuş Sayısı	Havada Kalış Süresi (sn)	Doğrusal Bir Yolda Aldığı Mesafe (metre)
A Takımı	1	2	11
	2	1 1/2	12
	3	(X)	(X)
B Takımı	1	1	12
	2	1/2	7
	3	1/2	8
C Takımı	1	1	9
	2	1	11
	3	2	11
D Takımı	1	2 1/2	12
	2	(X)	(X)
	3	1	8
E Takımı	1	1 1/2	9
	2	1	10
	3	2	13
F Takımı	1	1	9
	2	2	11
	3	(X)	(X)

¹⁰ English ve Watters, 2005

HAVA DURUMU PROBLEMİ¹¹

Bundan sonra nerede yaşamak istersiniz?

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

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

Sizin göreviniz;

1- Farklı yerlerin iklimlerini karşılaştırırken sıralama sistemi geliştirin. Sizin sisteminizin yerleri değerlendirirken hatta listede verilmeyen yerler için de şirkete gerçekten yardımcı olacağından emin olun.

2- Her bir müşteri için, seyahat şirketine tavsiyelerinizi de içeren iki mektup yazın. Şehirleri; *en iyi şehirler, *2. iyi şehirler ve * kötü şehirler olarak üç gruba ayırmalısınız. Böylece, müşteriler yaşayabilecekleri ve kaçınmaları gereken şehirleri bileceklerdir.

3- Mektuplarınızda puanlama sisteminizin nasıl çalıştığını ve neden oluşturduğunuz sistemin iyi bir sistem olduğunu seyahat şirketine açıklamalısınız.

1. Mektup:

Sevgili seyahat şirketi,

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

Sevgilerimizle, Ayşe & Ali DEMİR

2. Mektup:

Sevgili seyahat şirketi,

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

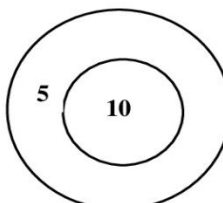
Sevgilerimle, Can DOĞAN

¹¹ Doerr ve English, 2003'ten uyarlayan İnan Tutkun ve Didiş Kabar, 2018

EK-5: Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği

	Düzeyler Puanlar	Tanımlama
Problemi Anlama	Düzyey 1 0 Puan	Problemi anlamadığını gösteren ifadeler yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleyememe ve aralarında ilişki kuramama/yanlış ilişki kurma.
	Düzyey 2 1 Puan	Problemi bir ölçüde anladığını gösteren ifadeler yer verme, verilenleri ve istenenleri bir ölçüde belirleme ancak aralarında ilişki kurmama/yanlış ilişki kurma
	Düzyey 3 2 Puan	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadeler yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ancak aralarında ilişki kurmama/yanlış ilişki kurma
	Düzyey 4 3 Puan	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadeler yer verme, verilenleri ve istenenleri belirlerken önemsiz hatalar yapma, buna rağmen aralarında ilişki kurma.
	Düzyey 5 4 Puan	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadeler yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ve aralarında uygun bir ilişki kurma
Sadeleştirme	Düzyey 1 0 Puan	Problemi sadeleştirmeme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlememe ve yanlış varsayımlarda bulunma
	Düzyey 2 1 Puan	Problemi bir ölçüde sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri bir ölçüde belirleme ancak yanlış varsayımlarda bulunma
	Düzyey 3 2 Puan	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunma.
	Düzyey 4 3 Puan	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve gerçekçi varsayımlarda bulunma
Matematiksellesleştirme	Düzyey 1 0 Puan	Matematiksel model oluşturmama veya yanlış model/ler oluşturma
	Düzyey 2 1 Puan	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel modeller oluşturma
	Düzyey 3 2 Puan	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı doğru matematiksel model/ler oluşturma
	Düzyey 4 3 Puan	Gerçekçi varsayımlar doğrultusunda eksik hatalı matematiksel model/ler oluşturma ve birbiriyle ilişkilendirme.
	Düzyey 5 4 Puan	Gerçekçi varsayımlara göre gerekli matematiksel model/leri doğru bir şekilde oluşturma, model/modelleri açıklama ve birbiriyle ilişkilendirme.
Matematiksel Olarak Çalışma	Düzyey 1 0 Puan	Matematiksel çözüm sunmama, oluşturulan matematiksel modelleri yanlış çözüme veya yanlış matematiksel modeli çözmeye çalışma
	Düzyey 2 1 Puan	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içermeme.
	Düzyey 3 2 Puan	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözüme.
	Düzyey 4 3 Puan	Doğru oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içermeme.
	Düzyey 5 4 Puan	Doğru oluşturulan matematiksel model/leri kullanarak doğru matematiksel çözüme ulaşma.
Yorumlama	Düzyey 1 0 Puan	Elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yanlış yorumlama veya hiç yorumlamama.
	Düzyey 2 1 Puan	Hatalar içeren/eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlama.
	Düzyey 3 2 Puan	Hatalar içeren/Eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama
	Düzyey 4 3 Puan	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlama.
	Düzyey 5 4 Puan	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama
Doğrulama	Düzyey 1 0 Puan	Doğrulama yaklaşımında bulunmama veya yanlış doğrulama yapma
	Düzyey 2 1 Puan	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmeme.
	Düzyey 3 2 Puan	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme
	Düzyey 4 3 Puan	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları düzeltme
	Düzyey 5 4 Puan	Doğrulama yaklaşımında bulunma, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltme.
	Düzyey 6 5 Puan	Doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme.
	Düzyey 7 6 Puan	Doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları düzeltme.

EK-6: Problem Çözme Başarı Testi

Doğal Sayılar Kümesi	RP	1. İki doğal sayının çarpımı 24'tür. Bu iki sayının en büyük ve en küçük değerlerinin toplamı kaçtır?
		2. Rakamları farklı 5 ile tam bölünebilen dört basamaklı en küçük çift doğal sayı ile rakamları farklı 9 ile bölünebilen iki basamaklı en büyük çift doğal sayının farkı kaçtır?
	ROP	1. 64 takımın katıldığı bir basketbol turnuvasında kura ile yapılan eşleşmelerde karşılaşan takımlardan bir kez yenilen takım elenmektedir. Buna göre, turnuvanın şampiyonu belli oluncaya kadar kaç tane maç yapılmış olur?
		2. Yemek yemeye giden bir grup hesabı öderken kişi başına düşen miktarın 8 TL olduğunu anlıyor ancak 6 kişinin yanında parası olmadığından 4'er TL fazla ödemek zorunda kalıyorlar. Buna göre, bu grup kaç kişidir?
Basamak Çözümlemesi	RP	1. Üç basamaklı beş doğal sayının toplamında her sayının yüzler basamağı 1 artırılır, onlar basamağı 3 azaltılır ve birler basamağı 2 artırılırsa bu sayıların toplamı ne kadar artar?
		2. Rakamları farklı üç basamaklı dört tane farklı doğal sayının toplamı 3385 olduğuna göre, bu sayılardan en küçüğü en az kaç olabilir?
	ROP	1. Üç basamaklı bir doğal sayının yüzler basamağındaki rakam onlar basamağındaki rakamdan 1 fazla, onlar basamağındaki rakam da birler basamağındaki rakamdan 2 fazladır. Rakamları sıfırdan farklı olacak şekilde kaç farklı doğal sayı yazılabilir?
		2. Dört basamaklı iki doğal sayıdaki sekiz rakam birbirinden farklıdır. Buna göre, bu iki sayının toplamı en az kaçtır?
Toplama	RP	1. $\begin{array}{r} K \quad L \\ + \quad L \quad + \quad M \\ \hline 9 \quad 7 \end{array}$ Yukarıdaki işlemde her harf birbirinden ve sıfırdan farklı birer rakamı gösterdiğine göre, L en büyük değeri aldığı anda K+M toplamı kaç olur?
		2. $\begin{array}{r} A \quad A \\ A \quad B \\ B \quad A \\ + \quad B \quad B \\ \hline 1 \quad 7 \quad 6 \end{array}$ Yukarıdaki toplama işlemine göre, AB şeklinde yazılabilecek en büyük doğal sayı kaçtır?
	ROP	1.  Şekildeki atış tahtasına üç atış yapan bir kimse kaç değişik toplam puandan birini almış olur? (Altun, 2015)

		2. Elinizde 7 ve 11 dakikalık sürelerde pişirmeye ayarlı makineler var. Makineler, ayarlı süreyi tamamlayıncaya kadar durdurulamıyor ve başka bir zaman ölçen aracınız da yok. 15 dakikada pişecek bir yumurtayı, bu makineleri kullanarak nasıl pişirirsiniz? (Altun, 2015)
Çıkarma	RP	1. $\begin{array}{r} 9 \ A \ 5 \\ - \ 6 \ B \ 9 \\ \hline A \ 7 \ 6 \end{array}$ Yukarıdaki çıkarma işleminde B'nin değeri kaçtır?
		2. Bir çıkarma işleminde fark 258, eksilen çıkanın 4 katı ise eksilen sayı kaçtır?
	ROP	1. Bir çıkarma işleminde fark 375 'dir. Eksilen 80 artırılıp, çıkan 30 artırılırsa fark kaç olur?
		2. Bir çıkarma işleminde eksilen, çıkan ve farkın toplamı 104 ise eksilen sayı kaçtır?
Çarpma	RP	1. $\begin{array}{r} 4 \ 6 \ 1 \\ \times \quad \cdot \ 3 \\ \hline 1 \ 3 \ 8 \ 3 \\ + \quad \cdot \cdot \ 2 \cdot \\ \hline \cdot \cdot \ 6 \ 5 \cdot \end{array}$ Yukarıdaki çarpma işleminde “.” ile belirtilen verilmeyen rakamlar kaçtır?
		2. $\begin{array}{r} A \ 5 \\ \times \quad 2 \ A \\ \hline 1 \ B \ 5 \\ + \quad C \ B \\ \hline D \ B \ 5 \end{array}$ Yukarıdaki çarpma işleminde A, B, C ve D ile belirtilen rakamlar kaçtır?
	ROP	1. Bir sayıyı 15 ile çarpması istenen bir öğrenci çarpımın sonucunu 2955 olarak buluyor. İşlemi kontrol ederken sayının 6 olan onlar basamağını 9 olarak okuduğunu görüyor. Buna göre çarpma işleminin doğru sonucu kaçtır?
		2. Rakamları çarpımı 6 olan kaç tane üç basamaklı doğal sayı vardır?
Bölme	RP	1. $\begin{array}{r l} 8 \ 0 \ 7 \ 9 & x \ y \ z \\ \hline & 3 \ 9 \\ \hline \end{array}$ Yukarıdaki bölme işleminde xyz üç basamaklı sayısı kaçtır?

		2. Beş ve dokuz sayılarına kalansız olarak bölünebilen üç basamaklı en büyük sayının dörde bölümünden kalan kaçtır?
	ROP	1. 5 ile bölündüğünde bölüm ve kalanı birbirine eşit olan tüm doğal sayıların toplamı kaçtır? 2. Beş basamaklı bir sayı iki basamaklı bir sayıya bölündüğünde bölüm en fazla kaç basamaklıdır?
Dört İşlem	RP	1. İlk 50 kwattta kadar sabit ücret 50 kwattan sonra farklı bir tarife uygulayan elektrik dağıtım şirketi, 75 kwatt elektrik enerjisi harcayan bir abonesinden 175 TL, 90 kwatt elektrik enerjisi harcayan başka bir abonesinden 220 TL aldığına göre, 12 kwatt elektrik enerjisi harcayan abonesinden kaç TL olur? 2. 1 defter ve 1 kalemın fiyatı 5 TL, 3 defter ve 2 kalemın fiyatı 14 TL olduğuna göre, bir defterin fiyatı kaç TL 'dir? Sorusunu denklem kurmadan çözünüz.
	ROP	1. Bir muhtar seçiminde 3318 seçmen, 4 aday için oyunu kullanmıştır. Bütün oylar geçerli olduğuna göre muhtar seçilebilecek kişi en az kaç oy almalıdır? 2. Bir atölyede belli bir sürede 105 çift eldiven örülmüştür. Bir çift eldiven 3 dakika daha az bir zamanda örülseydi, aynı sürede 120 çift eldiven örülecekti. Buna göre atölyede bir çift eldiven kaç dakikada örülmüştür?
Ardışık, Tek ve Çift Sayılar	RP	1. Ardışık dört tek sayı ile ardışık üç çift sayının toplamı 118'dir. Buna göre, çift sayıların en büyüğü en çok kaçtır? 2. Ardışık 12 tek tam sayının toplamı 168 olduğuna göre en büyük sayının rakamları toplamı kaçtır?
	ROP	1. İki tek sayı ile ardışık iki çift sayının toplamı 48'dir. Bu tek sayılardan biri en fazla kaç olabilir? 2. İki basamaklı ardışık dört tek doğal sayının toplamı iki basamaklı bir doğal sayıdır. Bu sayıların en küçüğü en çok kaçtır?
Örüntü	RP	1. 1. Adım 2. Adım 3. Adım Yukarıda verilen örüntünün 15. adımında kaç tane kare kullanılmıştır?
	ROP	2. Soru işareti olan yere hangi sayı gelmelidir?
	ROP	1. 1. Masa 2. Masa 3. Masa

		Bir düğün salonunda davetlilerin oturabilmesi için masalar yukarıdaki gibi düzenlenmiştir. Bu düğüne 302 kişi katılacaksa kaç tane masa gerekmektedir?
		2.  1.Adım 2.Adım 3.Adım Efe elindeki altıgen şeklindeki kartlarla yukarıdaki örüntüyü devam ettirmek istiyor. Efe'nin elinde 153 tane kart varsa bu örüntüyü kaç adım daha devam ettirebilir?
Hareket Problemleri	RP	1. Uzunluğu 100 metre ve saniyedeki hızı 10m/s olan bir tren uzunluğu 400 m olan bir tünele girdiğinde kaç saniye sonra tünelden tamamen çıkar?
		2. A şehrinden B şehrine 88 km hızla 12 saatte giden bir araba aynı yolu 8 saatte geri dönebilmesi için saatteki hızını kaç km artırmalıdır?
	ROP	1. Manisa-Demirci arası 160 km'dir. Manisa'dan Demirci'ye aynı anda hareket eden iki bisikletliden biri 10 km yol aldığı anda diğeri aynı sürede 8 km yol alıyor. Hızlı giden Demirci'ye vardığında diğerrinin kaç km yolu kalır?
		2. Ters yönlerden gelerek karşılaşan iki yaya yollarına devam ediyorlar. Bunlardan birinin saatteki hızı 8 km, diğerrinin ise 6 km'dir. Bu iki yaya, karşılaştıktan kaç saat sonra birbirlerinden 126 km uzakta olacaklardır?

EK-7: Problem Çözme Değerlendirme Rubriği

ÖLÇÜTLER	0 Puan	1 Puan	2 Puan
Problemi Anlama	<i>Problem tamamen yanlış anlaşılmamıştır.</i>	<i>Problem bir kısmını yanlış anlama veya yorumlama söz konusudur.</i>	<i>Problem tamamen doğru anlaşılmalıdır.</i>
Çözüm İçin Plan Yapma	<i>Probleme uygun olmayan bir plan yapılmıştır.</i>	<i>Kısmen doğru bir plan yapılmıştır.</i>	<i>Doğru uygulandığında sonuca ulaşılacak bir plan yapılmıştır.</i>
Planı Uygulama	<i>Çözüm yanlış yapılmış veya plan yanlış olduğu için cevap yanlış bulunmuştur.</i>	<i>İşlem hatası yapılmış, soruyu yanlış anlama nedeniyle yanlış cevap bulunmuştur.</i>	<i>Plan doğru uygulanmış ve tamamen doğru cevaba ulaşılmıştır.</i>
Kontrol Etme	<i>Cevabın doğruluğu hiç kontrol edilmemiştir.</i>	<i>Cevabın doğruluğu kısmen kontrol edilmiş veya kontrol kısmen doğrudur.</i>	<i>Cevabın doğruluğu tam olarak kontrol edilmiştir.</i>

EK-8: Uygulanan Ölçme Araçlarından Elde Edilen Puanların Normallik Testi Sonuçları

Verilen Eğitime Göre Problem Çözme Becerisi Fark Normalliği

Shapiro-Wilk			
	İstatistik	sd	p
Problem Çözme Becerisi	,934	12	,427

Verilen Eğitime Göre Problem Çözme Becerisi Alt Basamakları Fark Normallikleri

Shapiro-Wilk			
	İstatistik	sd	p
Problemi anlama	,948	12	,613
Plan yapma	,832	12	,022
Planı uygulama	,945	12	,569
Kontrol etme	,714	12	,001

Verilen Eğitime Göre Rutin Problem Çözme Becerisi ve Alt Basamakları Fark Normallikleri

Shapiro-Wilk			
	İstatistik	sd	p
Rutin problem çözme becerisi	,948	12	,606
Problemi anlama	,909	12	,206
Plan yapma	,907	12	,194
Planı uygulama	,920	12	,284
Kontrol etme	,714	12	,001

Verilen Eğitime Göre Rutin Olmayan Problem Çözme Becerisi ve Alt Basamakları Fark Normallikleri

Shapiro-Wilk			
	İstatistik	sd	p
Rutin olmayan problem çözme becerisi	,962	12	,806
Problemi anlama	,981	12	,987
Plan yapma	,893	12	,129
Planı uygulama	,977	12	,968
Kontrol etme			

Verilen Eğitime Göre Matematiğe Yönelik Tutum Fark Normalliği

Shapiro-Wilk			
	İstatistik	sd	p
Matematiğe yönelik tutum	,879	12	,085

Problem Çözme Becerisi ve Matematiğe Yönelik Tutum Ön-Test Normallikleri

Shapiro-Wilk			
	İstatistik	sd	p
Problem çözme becerisi	,973	12	,939
Matematiğe yönelik tutum	,768	12	,004

Problem Çözme Becerisi ve Matematiğe Yönelik Tutum Son-Test Normallikleri

Shapiro-Wilk			
	İstatistik	sd	p
Problem çözme becerisi	,895	12	,136
Matematiğe yönelik tutum	,973	12	,942

Cinsiyete Göre Problem Çözme Becerisi Düzeyi Normallik Testi

Shapiro-Wilk						
	İstatistik	Ön-test		İstatistik	Son-test	
		sd	p		sd	p
Kadın	,950	10	,667	,883	10	,143
Erkek						

Mezun Oldukları Lise Türüne Göre Problem Çözme Becerisi Düzeyi Normallik Testi

Shapiro-Wilk						
	İstatistik	Ön-test		İstatistik	Son-test	
		sd	p		sd	p
Anadolu Lisesi	,927	8	,490	,861	8	,122
Sağlık Meslek Lisesi						

İlkokulda Temel Matematik Ders Notuna Göre Problem Çözme Becerisi Düzeyi Normallik Testi

Shapiro-Wilk						
	İstatistik	Ön-test		İstatistik	Son-test	
		sd	p		sd	p
AA	,833	3	,196	,875	3	,379
BA						
BB	,988	3	,794	,913	3	,430
CC						

GANO'ya Göre Problem Çözme Becerisi Düzeyi Normallik Testi

Shapiro-Wilk						
	İstatistik	Ön-test		İstatistik	Son-test	
		sd	p		sd	p
3,01-3,50	,980	6	,949	,837	6	,123
3,51-4,00	,890	5	,359	,838	5	,159

Cinsiyete Göre Matematiğe Yönelik Tutum Düzeyi Normallik Testi

Shapiro-Wilk						
	İstatistik	Ön-test		İstatistik	Son-test	
		sd	p		sd	p
Kadın	,772	10	,007	,965	10	,840
Erkek						

Mezun Oldukları Lise Türüne Göre Matematiğe Yönelik Tutum Düzeyi Normallik Testi

Shapiro-Wilk						
	İstatistik	Ön-test		İstatistik	Son-test	
		sd	p		sd	p
Anadolu Lisesi	,932	8	,532	,927	8	,490
Sağlık Meslek Lisesi						

İlkokulda Temel Matematik Dersi Notuna Göre Matematiğe Yönelik Tutum Düzeyi Normallik Testi

Shapiro-Wilk						
	İstatistik	Ön-test		İstatistik	Son-test	
		sd	p		sd	p
AA	,750	3	,000	,936	3	,510
BA						
BB	,750	3	,000	,995	3	,862
CC						

GANO'ya Göre Matematiğe Yönelik Tutum Düzeyi Normallik Testi

Shapiro-Wilk						
	İstatistik	Ön-test		İstatistik	Son-test	
		sd	p		sd	p
3,01-3,50	,900	6	,376	,978	6	,940
3,51-4,00	,746	5	,027	,973	5	,896