



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME
SÜREÇLERİNİN VE KULLANDIKLARI PROBLEM ÇÖZME
STRATEJİLERİNİN İNCELENMESİ**

RABİA BETÜL BORA

DANIŞMAN

DR. ÖĞR. ÜYESİ RÜVEYDA KARAMAN DÜNDAR

BARTIN-2025



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME SÜREÇLERİNİN
VE KULLANDIKLARI PROBLEM ÇÖZME STRATEJİLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Rabia Betül BORA

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman	:	Dr. Öğr. Üyesi Rüveyda KARAMAN DÜNDAR
Üye	:	Doç. Dr. Neslihan USTA
Üye	:	Dr. Öğr. Üyesi Türkan Berrin KÖSE

BARTIN-2025

KABUL VE ONAY

Rabia Betül BORA tarafından hazırlanan “8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME SÜREÇLERİNİN VE KULLANDIKLARI PROBLEM ÇÖZME STRATEJİLERİNİN İNCELENMESİ ” başlıklı bu çalışma, 27.08.2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Türkan Berrin KÖSE

Üye : Doç. Dr. Neslihan USTA

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Rüveyda KARAMAN
DÜNDAR

Bu tezin kabulü Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Zafer CEYLAN
Enstitü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Dr. Öğr. Üyesi Rüveyda KARAMAN DÜNDAR danışmanlığında hazırlamış olduğum “8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME SÜREÇLERİNİN VE KULLANDIKLARI PROBLEM ÇÖZME STRATEJİLERİNİN İNCELENMESİ ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

27.08.2025

Rabia Betül BORA

ÖN SÖZ

Bu tezi tamamlama yolculuğum birçok zorlukla doluydu. Bu tez, bu zorlu akademik yolculuk boyunca kıymetli danışmanımdan, sevgili ailemden ve arkadaşlarımdan gördüğüm sarsılmaz destek ve sınırsız sevginin bir yansımasıdır. Kıymetli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Rüveyda KARAMAN DÜNDAR'ın akademik mükemmelliğe olan derin bağlılığı ve ayrıntılara karşı titizlikle gösterdiği özen, bu tezi önemli ölçüde şekillendirdi. Kendisine teşekkürü bir borç bilirim, minnetlerimi sunarım. Tez savunmamda jüri üyesi olarak yer alıp yapıcı değerlendirmeleri, titiz incelemeleri ve değerli katkılarıyla çalışmamın olgunlaşmasına önemli destek sağlayan saygıdeğer Doç. Dr. Neslihan USTA ve Dr. Öğr. Üyesi Türkan Berrin KÖSE hocalarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim çabalarımı en başından beri koşulsuzca destekleyen aileme de minnet borçluyum. Bana gösterdiğiniz sabır ve anlayış için teşekkür ederim. Sizlere saygım sonsuz. Bu başarımın sizin için bir gurur kaynağı olması temennisiyle. Dikkatimin dağıldığı zamanlarda bana destek veren, enerjimi yükselten, devam etmenin imkansız geldiği zamanlarda bana güç veren yüreği güzel arkadaşlarıma ve bana moral deposu olup daima güldüren birbirinden kıymetli öğrencilerime de teşekkürlerimi sunuyorum. Çalışmamı tamamlama konusunda bana yardımcı olan kurumlara da ayrı bir teşekkür başlığı açmak isterim. Öncelikle üyesi olmaktan onur duyduğum Bartın Üniversitesi'ne; çalışmanın verilerini toplamamı sağlayan, çalıştığım dönemde ve şu anda desteklerini esirgemeyen Bartın Sınav İleri Kurs'a; çalışmamı tamamlama konusunda beni teşvik eden ve stresli zamanlarıma ortak olan Çatalca Oğuz Fen Bilimleri Özel Öğretim Kursu'na sevgiler. Kısacası, akademik ve kişisel olarak hayatıma dokunan herkesin kolektif desteğine teşekkürler.

Tüm bunlar bana bilgi arayışının tek başına bir yolculuk değil toplumsal bir çaba olduğunu gösterdi. Sözlerimi şu şekilde bitirmek istiyorum. Eğer durup bir adım daha ileri gitmeyeceksek o noktaya kadar neden geldiğimizi hep sorgulamamız gerekir. Saygılarımla.

Rabia Betül BORA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME SÜREÇLERİNİN VE KULLANDIKLARI PROBLEM ÇÖZME STRATEJİLERİNİN İNCELENMESİ

Rabia Betül BORA

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Rüveyda KARAMAN DÜNDAR

Bartın-2025, sayfa: 172

Bu araştırma, öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözerken hangi stratejileri kullanıp modelleme döngüsünün hangi süreçlerinden geçtiklerini araştırması yönüyle matematik eğitimdeki bu açığı kapatmada etkili olacağı düşünülen bir araştırmadır.

Bu araştırmanın amacı, sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerini çözerken modelleme döngüsünün hangi süreçlerinden geçtiklerini ve hangi problem çözme stratejilerini kullandıklarını incelemektir. Araştırma 8 adet öğrenci, 5 adet matematiksel modelleme etkinliği, 4 haftalık süre ve en sık kullanılan 10 adet problem çözme stratejisi ile sınırlıdır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin tercih edilme sebebi, her biri iki öğrenciden oluşan dört grubun matematiksel modelleme problemlerini çözerken yaşadıkları problem çözme süreçlerinin ve kullandıkları problem çözme stratejilerinin derinlemesine incelenmek istenmesidir. Araştırmanın katılımcıları, 2023-2024 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde bir devlet ortaokulunda öğrenim görmekte olan ikisi kız ve altısı erkek olmak üzere sekiz adet 8. sınıf öğrencisidir. Araştırmanın veri toplama araçları; uygulama sürecinin video kaydı, doğrudan gözlemler, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve öğrencilerin bireysel çözüm kâğıtlarıdır. Video kayıtları; nitel ve nicel verilerin organize edilmesini, çözümlenmesini ve

yorumlanmasını kolaylaştıran profesyonel bir nitel veri analizi yazılımı olan MAXQDA ile analiz edilmiştir. Öğrencilerin çözüm kağıtları ise, doküman analizi yöntemi ile incelenmiştir. Öğrencilerle gerçekleştirilen bireysel görüşmeler, öğrencilerin izinleri doğrultusunda ses kaydı alınarak yapılmıştır. Elde edilen ses kayıtları, araştırmacı tarafından yazılı metne dönüştürülmüş ve Microsoft Word ortamında düzenlenerek veri analizine dahil edilmiştir. Bulgular; matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin kullandıkları problem çözme stratejileri ve öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözerken modelleme döngüsüne ait süreçleri olmak üzere iki başlık altında sunulmuştur. Biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemleri ve biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemleri ayrı ayrı ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlar, benzer araştırmalarla tartışılmıştır. Çalışmanın bulgularından elde edilen sonuçlara göre, "değişken kullanma" ve "geriye doğru çalışma" stratejilerinin hiç kullanılmadığı görülmektedir. Öğrencilerin en fazla kullandıkları strateji muhakeme etme stratejisidir. Öğrencilerin en az kullandıkları stratejiler sistematik liste yapma ve tahmin ve kontrol stratejileridir. Öğrenciler farklı yapılarıdaki matematiksel modelleme problemlerinde farklı stratejilere başvurmuşlardır. Biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinin çözüm sürecinden elde edilen sonuçlara göre, alt düzey ve orta düzey akademik başarıya sahip öğrencilerin bazen sıkılarak çözüme devam etmek istemedikleri bazen de hırslanarak çözümü en iyi şekilde yapmak istedikleri görülmüştür. Biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinin çözüm sürecinden elde edilen sonuçlara göre, akademik olarak üst düzey olan öğrencilerin bu tarz problemlerde özgüven düşüklüğü yaşadıkları ve bu problemlerin onları hoşnut etmedikleri görülmektedir. Akademik olarak üst düzeyde olan öğrencilerin matematiksel modeli oluşturma ve matematiksel model üzerinde çalışmalar yapma aşamalarında diğer öğrencilere göre daha başarılı oldukları görülmüştür. Ayrıca, gelecek araştırmalar için önerilere de yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel modelleme, Model oluşturma problemi, Matematiksel modelleme süreci, Problem çözme, Problem çözme stratejileri, Ortaokul öğrencileri

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EXAMINATION OF 8TH GRADE STUDENTS' MATHEMATICAL MODELING PROCESSES AND THE PROBLEM SOLVING STRATEGIES THEY USE

Rabia Betül BORA

Bartın University

Graduate School

Department of Mathematics and Science Education

Thesis Advisor: Assist. Prof. Dr. Rüveyda KARAMAN DÜNDAR

Bartın-2025, pp: 172

The purpose of this research is to examine which processes of the modeling cycle eighth-grade students go through and which problem-solving strategies they employ when solving mathematical modeling problems. The research was limited to eight students, five mathematical modeling activities, a four-week period, and the ten most frequently used problem-solving strategies. A case study method, a qualitative research method, was used in the study. This method was chosen to provide an in-depth examination of the problem-solving processes and strategies used by four groups of two students each when solving mathematical modeling problems. The participants of the study were eight eighth-grade students (two girls and six boys) enrolled in a public middle school during the second semester of the 2023-2024 academic year. The data collection tools for the study included video recordings of the implementation process, direct observations, semi-structured interviews, and the students' individual solution sheets. The video recordings were analyzed using MAXQDA, a professional qualitative data analysis software that facilitates the organization, analysis, and interpretation of qualitative and quantitative data. The students' solution sheets were analyzed using document analysis. Individual interviews with the students were audio-recorded with the students' permissions. The audio recordings were transcribed by the researcher, edited in Microsoft Word, and incorporated into the data

analysis. The findings are presented under two headings: the problem-solving strategies used by the students in the mathematical modeling process and the processes involved in the modeling cycle when solving mathematical modeling problems. Formalized mathematical modeling problems and unformalized mathematical modeling problems were discussed separately. The results are discussed with similar studies. The findings of the study indicate that the strategies "using variables" and "working backwards" were not used at all. The most frequently used strategy by students was reasoning. The least frequently used strategies were systematic listing and guess and check. Students employed different strategies in mathematical modeling problems of different structures. The results obtained from the solution process of formalized mathematical modeling problems indicate that students with low and moderate academic achievement sometimes become bored and unwilling to continue solving the problem and sometimes become ambitious and want to achieve the best possible solution. The results obtained from the solution process of unformalized mathematical modeling problems indicate that academically high-level students experience low self-confidence in these types of problems and are dissatisfied with them. Students with high academic achievement were found to be more successful than other students in the stages of creating and working with the mathematical model. Suggestions for future research are also included.

Keywords: Mathematical modeling, Modeling problem, Mathematical modeling process, Problem solving, Problem solving strategies, Middle school students

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	ii
BEYANNAME	iii
ÖN SÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
EKLER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme.....	2
1.2. Matematiksel Modellemenin Matematik Öğretim Programındaki Yeri	2
1.3. Matematiksel Modelleme Süreci.....	3
1.4. Matematiksel Modelleme Yaklaşımları	4
1. 4. 1. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri.....	4
1. 4. 2. Gözlem Formu	6
1. 4. 3. Video Kaydı	6
1.4. 4. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri.....	6
1. 4. 5. Gözlem Formu	7
1. 4. 6. Video Kaydı	7
1.5. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve Becerileri	7
1.6. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri (MOE).....	8
1.7. Matematiksel Modellemenin Geleneksel Problem ile Farkı	11
1.8. Modelleme Sürecinde Öğretmen Özellikleri	12
1.9. Problem ve Problem Çözme	15
1.10. Sık Kullanılan Problem Çözme Stratejileri.....	18
1.11. Araştırmanın Problemi.....	21
1.12. Araştırmanın Alt Problemleri.....	21
1.13. Araştırmanın Amacı	21
1.14. Araştırmanın Önemi.....	22

1.15. Araştırmanın Sayıtları.....	28
1.16. Araştırmanın Sınırlılıkları	28
1.17. Tanımlar.....	29
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	31
2.1. Yurt İçinde Matematiksel Modelleme ile İlgili Yapılan Çalışmalar	31
2.2. Yurt İçinde Problem Çözme ile İlgili Yapılan Çalışmalar	47
2.3. Yurt Dışında Matematiksel Modelleme ile İlgili Yapılan Çalışmalar	52
2.4. Yurt Dışında Problem Çözme ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	65
3. MATERYAL VE METOT	68
3. 1. Araştırmanın Deseni	68
3. 2. Katılımcılar	69
3. 3. Veri Toplama Araçları	71
3. 3. 1. Matematiksel Modelleme Problemleri	72
3. 3. 2. Gözlem Formu	83
3. 3. 3. Video Kaydı	84
3. 3. 4. Görüşmeler	85
3. 4. Veri Analizi	86
3. 5. Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği.....	94
3. 6. Pilot Uygulama Süreci	95
3. 7. Araştırmacının Rolü	97
4. BULGULAR.....	99
4. 1. Matematiksel Modelleme Sürecinde Öğrencilerin Kullandıkları Problem Çözme Stratejileri	99
4. 1. 1. Öğrencilerin Biçimlendirilmiş Matematiksel Modelleme Problemlerinde Kullandıkları Problem Çözme Stratejileri.....	99
4. 1. 2. Öğrencilerin Biçimlendirilmemiş Matematiksel Modelleme Problemlerinde Kullandıkları Problem Çözme Stratejileri.....	107
4. 2. Öğrencilerin Matematiksel Modelleme Problemlerini Çözerken Modelleme Döngüsüne Ait Süreçleri	116
4. 2. 1. Öğrencilerin Biçimlendirilmiş Matematiksel Modelleme Problemlerini Çözerken Modelleme Döngüsüne Ait Süreçleri	117
4. 2. 2. Öğrencilerin Biçimlendirilmemiş Matematiksel Modelleme Problemlerini Çözerken Modelleme Döngüsüne Ait Süreçleri	123

4. 2. 3. Öğrencilerin Çözüm Kağıtlarının Analizi Sonucunda Aldıkları Puanlar	
.....	127
5.TARTIŞMA.....	127
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	135
KAYNAKLAR.....	138
EKLER	151
ÖZGEÇMİŞ	171

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1.1.:Matematiksel Modelleme Döngüsü	5
1.2.: Model Oluşturma Etkinliklerinin Özellikleri	9
3.1.: Biçimlendirilmiş Matematiksel Modelleme Problemi Örneği	73
3.2.: Biçimlendirilmemiş Matematiksel Modelleme Problemi Örneği	74
3.3.: MAXQDA Programı Kullanıcı Ara Yüzü	87
3.4.: MAXQDA Programında Kategoriler ve Kodların Görünümü.....	88
3.5.: Grup 3'ün Zeytin Yetiştiriciliği ve Saman Balyası Problemlerini Çözerken Geçtikleri Süreçlere ait MAXQDA ile oluşturulan tablonun ekran görüntüsü	89
3.6.: Grup 3'ün Manzaram Deniz Sitesi, Havuz ve El Heykeli Problemlerini Çözerken Geçtikleri Süreçlere ait MAXQDA ile oluşturulan tablonun ekran görüntüsü	89
3.7.: Grup 1'in Manzaram Deniz Sitesi Problemini Çözerken Geçtikleri Sürece ait MAXQDA ile oluşturulan tablonun ekran görüntüsü	90
3.8.: Tarık'a ait Saman Balyası Probleminin Çözüm Kağıdı	92
3.9.: Alya'ya ait Zeytin Yetiştiriciliği Probleminin Çözüm Kağıdı	93
4.1.: Zeytin Yetiştiriciliği Problemine ait Yasin'in Çözüm Kağıdı	101
4.2.: Havuz Problemine ait Tarık'ın Çözüm Kağıdı	103
4.3.: Havuz Problemine ait Zeynep'in Çözüm Kağıdı	103
4.4.: Grup 4'ün Manzaram Deniz Sitesi Probleminin Çözümünde Kullandıkları Canlandırma Stratejisine ait bir MAXQDA Ekran Görüntüsü	105
4.5.: Manzaram Deniz Sitesi Problemine ait Alya'nın Çözüm Kağıdı	106
4.6.: Saman Balyası Problemine ait Alya'nın Çözüm Kağıdı	109
4.7.: Grup 3'ün Saman Balyası Probleminde Kullandıkları Canlandırma Stratejisine ait bir MAXQDA Ekran Görüntüsü	110
4.8.: Grup 1'in El Heykeli Probleminde Kullandıkları Canlandırma Stratejisine ait bir MAXQDA Ekran Görüntüsü	113

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
3.1: Dört Test İçin Durum Çalışması Taktikleri	69
3.2: Uygulamaya Katılan Öğrencilerin İsimleri ve Akademik Düzeyleri	70
3.3: Gruplarda Yer Alan Öğrenci İsimleri	71
3.4: Zeytin Yetiştiriciliği Probleminin Model Oluşturma Prensiplerine Uyumluluğu.....	75
3.5: Saman Balyası Probleminin Model Oluşturma Prensiplerine Uyumluluğu	76
3.6: Manzaram Deniz Sitesi Probleminin Model Oluşturma Prensiplerine Uyumluluğu.....	77
3.7: Havuz Probleminin Model Oluşturma Prensiplerine Uyumluluğu.....	77
3.8: El Heykeli Probleminin Model Oluşturma Prensiplerine Uyumluluğu.	78
3.9: Matematiksel Modelleme Problemlerinin Sınıflandırılması	80
3.10: Yönlendirici Müdahale Stratejileri.....	81
3.11: Uygulama Sürecine İlişkin Örnek Bir Ders Planı.	81
3.12: Grupların Uygulamaya Katılım Tarihleri.....	82
3.13: Uygulama Esnasında Kullanılan Gözlem Formu.....	84
3.14: MAXQDA Video Analizinde Kullanılan Kategoriler ve Kodlar.	87
3.15: Çözüm Kağıtlarının Değerlendirilmesinde Kullanılan Puanlama Şeması.	91
3.16: Tarık'ın Saman Balyası Probleminin Çözümünün Analizi.....	92
3.17: Alya'nın Zeytin Yetiştiriciliği Probleminin Çözümünün Analizi.....	93
4.1: Zeytin Yetiştiriciliği Probleminde Kullanılan Problem Çözme Stratejileri	100
4.2: Havuz Probleminde Kullanılan Problem Çözme Stratejileri	102
4.3: Manzaram Deniz Sitesi Probleminde Kullanılan Problem Çözme Stratejileri	104
4.4: Saman Balyası Probleminde Kullanılan Problem Çözme Stratejileri	108
4.5: El Heykeli Probleminde Kullanılan Problem Çözme Stratejileri.	112
4.6: Öğrencilerin Zeytin Yetiştiriciliği Problemini Çözerken Modelleme Döngüsünde Geçtikleri Süreçler	118
4.7: Öğrencilerin Havuz Problemini Çözerken Modelleme Döngüsünde Geçtikleri Süreçler.	120
4.8: Öğrencilerin Manzaram Deniz Sitesi Problemini Çözerken Modelleme Döngüsünde Geçtikleri Süreçler	122
4.9: Öğrencilerin Saman Balyası Problemini Çözerken Modelleme Döngüsünde	

Geçtikleri Süreçler	124
4.10: Öğrencilerin El Heykeli Problemini Çözerken Modelleme Döngüsünde	
Geçtikleri Süreçler	126
4.11: Öğrencilerin Biçimlendirilmiş Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözüm	
Kağıtlarının İncelenmesi Sonucunda Aldıkları Puanlar	128
4.12: Öğrencilerin Biçimlendirilmemiş Matematiksel Modelleme Problemlerinin	
Çözüm Kağıtlarının İncelenmesi Sonucunda Aldıkları Puanlar	129

EKLER DİZİNİ

Ek	Sayfa
No	No
EK 1. Öğrenci Ön Bilgi Formu	161
EK 2. Zeytin Yetiştiriciliği Problemi	162
EK 3. Saman Balyası Problemi	163
EK 4. Manzaram Deniz Sitesi Problemi	164
EK 5. Havuz Problemi.	165
EK 6. El Heykeli Problemi.....	166
EK 7. Veli İzin Belgesi.	167
EK 8. Etik Kurul Onay Belgesi.....	169
EK 9. Öğrenci Çözüm Kağıdı Örnekleri.....	170

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

N : Kişi sayısı

KISALTMALAR

TYMM : Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

TDK : Türk Dil Kurumu

NCTM : National Council of Teachers of Mathematics

MOE : Model Oluşturma Etkinliği

MM : Matematiksel Modelleme

1. GİRİŞ

Matematik öğretimi, öğrencilerin matematiksel yapılarda bulunan örüntüleri ifade etmelerini sağlayacak düşünce yapılarını oluşturmayı ve öğretim sürecine aktif olarak katılmalarını sağlamayı amaçlar. Bunun için öğrencilerin fikirlerini daha iyi ifade edebilecekleri, fikir ve varsayımlarının doğruluğunu test ederek öğrenebilecekleri bir öğrenme ortamı oluşturmak önemlidir (Lesh ve Yoon, 2007). Matematik eğitiminin bir diğer amacı, öğrencileri hem okul ortamında hem de okul dışında matematiği kullanmaları, uygulamaları ve sorgulamaları adına yetiştirmektir. Bunu başarmanın yollarından biri matematiksel modellemeyi kullanmaktır.

Öğrencilerin, eğitim hayatları boyunca öğrendikleri bilgileri günlük hayatlarında nasıl ve nerede kullanacakları konusunda zorlandıkları görülmektedir. Bu bağlamda matematik eğitiminde öğretilen kavram ve konuların öğrencilerin daha kolay anlaması için çeşitli yöntemler, uygulama alanları veya etkinliklerle desteklenmesi gerekmektedir (Bransford, Brown ve Cocking, 1999). Öğrencileri bu tür uygulama ve etkinliklerle karşılaştıran yaklaşımlardan biri matematiksel modellemedir (English ve Watters, 2005; Lesh ve Doerr, 2003).

Matematiksel modelleme sayesinde öğrenciler gerçek hayattaki matematiği keşfetme ve matematiğin hayatla iç içe olduğunu anlama fırsatı bulurlar. Matematiksel modellemeyi kullanan bireyler, matematiğin gerçek hayatta ne kadar önemli olduğunu farkına varırlar (Ferri, 2018). Matematiksel modelleme, öğrencilerin matematiksel kavramlar arasındaki bağlantıları daha iyi anlamalarına yardımcı olur ve problem durumlarına karşı farklı bakış açıları geliştirmelerini sağlar (Chamberlin ve Moon, 2005).

Matematiksel modelleme, günlük hayatta karşımıza çıkan kompleks problemleri yorumlayıp bu problemlere çözüm bulma sürecini içerir (Keskin, 2008). Bu nedenle de matematiği günlük hayatla ilişkilendirme konusunda önemli bir rol oynar (Akgün, Çiltaş, Deniz, Çiftçi ve Işık, 2013). Matematiksel modellemede öğrenciler, model kurma faaliyetleri aracılığıyla gerçek dünya ile matematik dünyası arasında bağlantı kurarak matematiksel bilginin gerçek dünyaya uygulanabilirliğini deneyimlerler (Cinislioğlu, 2017; Sandalcı, 2013). Öğrenciler modelleme yoluyla matematiksel kavramları gerçek dünyadaki etkinliklere uygulamayı deneyimledikçe matematiğin içinde ve dışında birçok bağlantı kurarlar (Swan, Turner, Yoon ve Muller, 2007). Öğrenciler, gerçek dünyadaki durumları matematiksel bağlamlarla

yorumlayabilmek ve ilişkilendirebilmek için matematiksel modelleri kullanırlar (Lesh ve Doerr, 2003).

1.1. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme

Matematiksel model, matematiksel modelleme etkinliklerini çözmek için gerekli olan matematiksel yapılar, işlemler ve örüntüler ile problem durumunu çözen modele ulaşmak için yapılan tahminler, varsayımlar ve yönlendirmelerin hepsidir (Lesh ve Harel, 2003). Bir başka ifadeyle, matematiksel modeller, gerçek dünya problemlerini yorumlamak ve çözmek için kullanışlı olan matematiksel formlara dönüştürülmüş zihinsel yapıların dış temsilleridir (Lesh ve Doerr, 2003). Matematiksel eşitlik, denklem, grafik vb. matematiksel modeller bir sistemi yorumlamak adına kullandığımız matematiksel modellerdendir (Doruk, 2010).

Matematiksel modelleme ise, en geniş anlamıyla, gerçek hayatta meydana gelen problem durumlarının matematiksel olarak formüle edilmesi, matematiksel modeller yardımıyla çözümler bulunması ve elde edilen çözümlerin gerçek hayata geri getirilmesi karmaşık bir süreçtir (Berry ve Houston, 1995). Matematiksel modelleme, matematik dünyası dışında kalan alanlarda (fizik, biyoloji, sosyoloji, politika, sanat, eğlence vb.) var olan problem durumlarının matematik diline transfer edilmesi ve matematiksel bilgi ve yaklaşımlarla çözümün incelenmesini içeren bir yöntemdir (Bukova Güzel ve Uğurel, 2010).

Haines ve Crouch' ye (2007) göre, matematiksel modelleme gerçek dünya durumlarının matematik diline aktarıldığı, çözümlendiği ve daha sonra bu çözümün test edildiği bir süreçtir. Lesh ve Doerr'e (2003) göre ise, matematiksel modelleme problemleri tanımlama, açıklama ve inşa etme sürecinde problem durumlarını zihinde düzenleyip organize ederek zihinde şemalaştırmadır. OECD (2003) de modellemeyi "Bireylerin matematiksel bilgilerini ve becerilerini kullanabilecekleri durumları fark ederek tanımlarından sonra içerikte bulunan matematiksel yapıyı inşa edebilmeleri" biçiminde ifade etmiştir.

1.2. Matematiksel Modellemenin Matematik Öğretim Programındaki Yeri

Niss (1989) ve Niss ve Blum (2020), matematiksel modelleme ve uygulamalarının neden matematik müfredatında yer alması gerektiğini beş özellikle açıklamışlardır:

- Öğrencilerin yaratıcılığını arttırır ve öğrencileri problem çözme becerilerini kullanmaları konusunda teşvik eder.

- Matematiği matematik dışındaki alanlarda kullanan öğrenciler eleştirel bir bakış açısı geliştirmiş olurlar.
- Konu ğretiminde modelleme ve uygulama yoluyla öğrenciler, birey olarak şimdiki ve gelecekteki profesyonel yaşamları için pratik yapmış olurlar.
- Öğrenciler, matematiğin dünyadaki rolünü ve doğasını göz önünde bulundurarak zihinlerinde dengeli bir matematiksel imaj oluştururlar.
- Öğrencilerin matematik kavramlarını, yöntemlerini, sonuçlarını, problemlerini anlamalarına ve gerekli becerileri kazanmalarına yardımcı olur.

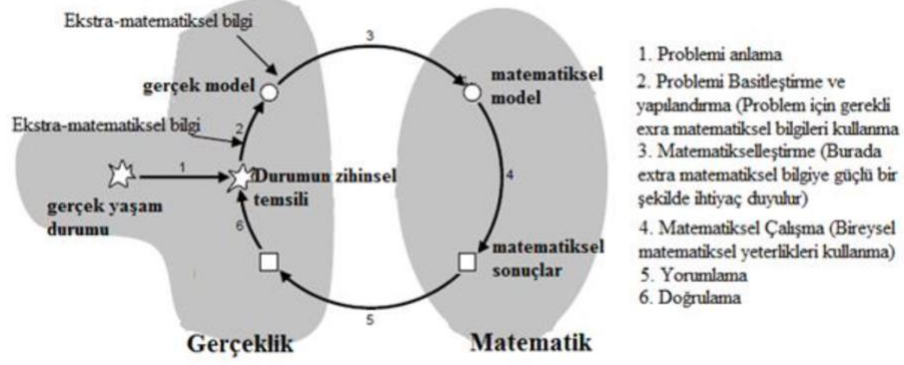
Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) Ortaokul Matematik Dersi ğretim programında ise temel amaç, tüm öğrencilerin ilgi ve ihtiyaçlarına yönelik anlamlı öğrenmelerle dolu bir öğrenme süreci geçirmelerine imkan sağlamaktır. Bu model, öğrencinin bütüncül gelişimine odaklanır ve esnektir, öğrencinin ihtiyaçlarına göre şekillenir. Bu nedenle programın uygulanmasında, aktif öğrenmenin desteklenmesi ve öğrenciyi merkeze alan bir anlayışla hareket edilmesi beklenir. TYMM, ğrencinin sorumluluklarının bilincinde olmasını ve kendi öğrenme sürecini kendisinin yönetmesini gerektiren bir anlayışla hareket eder. Öğrenci yaparak ve yaptıkları üzerine düşünerek öğrenir. TYMM'nin bu anlayışı düşünme ve yapma süreçleri arasında güçlü ilişkiler kurulmasını sağlar, beceri odaklı programların uygulanmasına da sağlam bir zemin oluşturur. Bu model, anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlama amacıyla bazı ilkeler doğrultusunda hareket eder. Bu ilkeler; öğrencinin aktif katılımını sağlayan ğrenci merkezli etkinlikler temel alınmalı, farklı ğrenci gereksinimlerini giderecek esnek ve zengin öğrenme yaşantılarına dayanmalı, anlamlı öğrenme ortamları içinde gerçekleşerek derin öğrenmeyi sağlamalı, öğrencileri araştırmaya ve sorgulamaya sevk etmeli, bütüncül bir gelişime odaklanarak bilgi, beceri, eğilim ve değerleri birlikte kullanmalıdır. Matematiksel modelleme de tüm bunları karşıladığından dolayı, TYMM Ortaokul Matematik Dersi ğretim programında önemli bir yer almaktadır.

1.3. Matematiksel Modelleme Süreci

Matematiksel modelleme ve modelleme süreçlerine ilişkin birçok farklı yaklaşım olmasına rağmen (Zawojewski, 2013), modellemenin bir süreç olması tüm yaklaşımların ortak özelliği olarak görülebilir. Matematiksel modelleme, gerçek dünya problemlerini matematiksel

olarak çözenin ve gerçek dünya bağlamlarında çözümler yaratmanın, yorumlamanın ve değerlendirmenin zihinsel sürecidir (Berry ve Houston, 1995; Lesh ve Doerr, 2003). Aslında, gerçek bir problem durumunun tanımlanması, matematiksel yöntemlerle model oluşturularak çözülmesi, modelin gerçek dünyada değerlendirilmesi, döngüsel yapıları içeren süreçler vb. modellemenin doğasına özgü özelliklerdir. Matematiksel modelleme süreçlerini içeren çalışmalar esas alındığında, süreç tanımlamaları oldukça benzerdir. Tanımlamalardaki fark, süreç detaylarında ve vurgulanan özelliklerde belirgindir. Araştırmacılara göre matematiksel modelleme, matematiği öğrenme hedeflerine ulaşma sürecinde katı bir uygulama dayatmaz. Modelleme sürecindeki adımlar arasında esneklik vardır ve adımlar arasında sık sık geri dönüşler mümkündür. Lesh ve Doerr (2003), paylaşılabilen, değerlendirilebilen ve yeri değiştirilebilen bir model oluşturmak için bu sürecin bir matematiksel modelleme sürecinde birçok kez tekrarlanması gerektiğini belirtmektedir. Birçok çalışma, başlangıçta oluşturulan belirsiz ve karmaşık zihinsel araçların, varsayımların ve modellerin, problem durumunda daha somut bir çözüm haline gelmesi için sürecin birçok kez yinelenmesini gerektiğini göstermiştir.

Bu nedenle, matematiksel modelleme süreci, gerçek dünyadaki problemlerin matematiksel problemlere dönüştürülmesini ve ortaya çıkan matematiksel çözümlerin gerçek dünya dilinde yorumlanarak çözümlerin bulunmasını içerir. Çoğu araştırmacı matematiksel modellemeyi döngüsel bir süreç olarak tanımlamaktadır (Blum ve Leiß, 2007; Greefrath ve Vorhölter, 2016). Ferri (2006) tarafından modelleme sürecini açıklamak için tasarlanan matematiksel modelleme (MM) döngüsü aşağıda açıklanmıştır. Her şeyden önce, öğrenciler gerçek yaşam durumlarını anlayacaklardır. Ardından zihinsel temsillerden gerçeklik modellerine geçiş aşaması gelir. Gerçek durum önce basitleştirilir, ardından yapılandırılır ve çözüm aşamasına hazırlanır. Matematikleştirme adımı gerçekte model matematiksel bir modele dönüştürülür. Son olarak, model çözülür ve matematiksel sonuçlar açıklanır. Daha sonra matematiksel sonuçlardan gerçek sonuçlar elde etmek için bir yorumlama adımı kullanılır ve oluşturulan modelin gerçek bir bağlamda doğrulanması gerekir.



Şekil 1.1: Matematiksel modelleme döngüsü (Ferri, 2006; akt. Dede ve Bukova Güzel, 2014)

1.4. Matematiksel Modelleme Yaklaşımları

Modelleme sürecinin doğasına ilişkin farklı yaklaşımlar vardır. Bazı araştırmacılar modellemeyi, gerçek dünyadaki bir problem durumunun matematiksel bir temsile dönüştürüldüğü (matematikselleştirme), bir başlangıç çözümünün tanımlandığı ve orijinal gerçek dünya problemine karşı test edildiği döngüsel bir süreç olarak düşünür (Kaiser ve Sriraman, 2006). Bu süreç, problem çözücü kabul edilebilir bir çözüm bulana kadar devam eder. Bu döngüsel süreç, kaç tane gerçek dünya probleminin modellendiğiyle tutarlıdır, ancak bazıları, modelleme olarak tanımlanan faaliyetleri açıklamak için daha geniş bir tanımın gerekli olduğunu savunur. Doerr ve English (2003) modelleri, başka bir benzer sistemin davranışını tanımlamak, açıklamak veya tahmin etmek için kullanılabilecek "faktörler, uygulamalar, ilişkiler ve kurallar sistemleri" olarak görmektedir. Bu görüşe göre, model geliştirme araçları tanımsızdır ve döngüsel bir süreç olabilir veya olmayabilir.

1.4.1. Gerçekçi Modelleme

Bu yaklaşıma göre matematiksel modelleme, matematiğin gerçek dünyada pratik olarak uygulanmasını ifade eder. Bu yaklaşımın temel amacı, gerçek dünyadaki karmaşık yapıların alışılmadık problemlerini çözmek için yaratıcı fikirler üretmek, bu problemleri modellemek ve modelleme becerilerini geliştirmektir. Bu yaklaşımda, matematiksel modeller ve onların gerçek dünyadaki uygulamaları, matematiksel modelleme tanımının merkezinde yer alır. Modelleme tipik olarak matematik, mühendislik, bilim ve diğer uzmanlıklar kullanılarak gerçekleştirilir. Bu yaklaşımın önemli temsilcileri Pollack, Haynes ve Crouch, Kaiser ve Schwartz'dır.

1.4.2. Bağlamsal Modelleme

Bu modelleme yaklaşımında, öğrencilere matematiksel kavramları uygulayabilecekleri gerçek dünya problem durumları sunulur ve öğrencilerden bu problem durumlarından uygun bağlamlar oluşturmaları beklenir. Bu nedenle, öğrenciler matematiksel kavramları bu bağlamlar aracılığıyla daha anlamlı bir şekilde öğrenebilirler (Erbaş vd., 2014). Öğrencileri gerçek problem durumlarıyla karşılaştırmak bu yaklaşımın en önemli özelliğidir. Amaç, bireylerin gerçek hayatlarında matematiği bulmaları, anlamaları ve içselleştirmeleridir. Bu yaklaşımın ana hedeflerinden biri, model oluşturma etkinliklerinin/problemlerinin zengin bir öğrenme deneyimi sağlayabileceği bir öğrenme ortamı yaratmaktır. Bağlamsal modelleme yaklaşımında model, çeşitli notasyonlar kullanılarak dışarıdan iletilen karmaşık sistemleri oluşturma, tanımlama ve tanımlama sürecinde kullanılan, zihindeki kavramsal sistem olarak tanımlanır. Matematiksel modelleme, mevcut modelleri kullanma veya yeni kavramsal modeller oluşturma sürecidir. Modelleme sürecinde verilen spesifikasyonları kullanarak hedeflere ulaşma sürecinde katı ve tek tip prosedürler uygulanmaz. Bunun yerine modelleme süreci, bir çözüme ulaşabilmek adına verilenler ve hedefler arasında deneme yanılma çalışmasından daha fazlasını içerir. Bağlamsal modelleme yaklaşımının ana savunucuları Lesh ve Doerr'dir.

1.4.3. Eğitimsel Modelleme

Bu yaklaşım didaktik (eğitimsel) ve bağlamsal (kavramsal) modelleme olarak ikiye ayrılabilir. Başka bir deyişle, bu yaklaşım gerçekçi ve bağlamsal modelleme yaklaşımlarının bir kombinasyonu olarak görülebilir (Erbaş vd., 2014). Bu yaklaşımın ana hedefleri eğitim ve konu ile ilgilidir. Didaktik modelleme yaklaşımı, öğrenme süreçlerini tasarlamayı ve geliştirmeyi amaçlarken, bağlamsal modelleme yaklaşımı kavramları tanıtmayı ve geliştirmeyi amaçlar. Bu yaklaşımın kökeni didaktik teori ve öğrenme teorisine dayanmaktadır. Bu yaklaşımda öne çıkan temsilciler Niss, Blum ve Gabrith'tir.

1.4.4. Epistemolojik (Teorik) Modelleme

Bu yaklaşım teoriye dayanmaktadır. Matematiksel kavramlar arasında ilişkiler kurularak bu kavramların tartışılmasına dayalı olarak yeni kavramlar geliştirilmekte ve yeni teoriler (Newton'un elma problemi ve yerçekimi yasası gibi) önerilmektedir. Gerçek durum değil, soyut işlemler ön plandadır. Bilimsel kaygılar öne çıkmaktadır, ancak eğitim kaygıları

mevcut değildir. Epistemolojik veya teorik modelleme yaklaşımının kökenleri yeni epistemolojiye dayanmaktadır. Bu yaklaşımın temsilcileri Brousseau ve Chevalard'dır.

1.4.5. Sosyo-Eleştirel (Kritik) Modelleme

Bu modelleme yaklaşımı, öğrencilerin içinde yaşadıkları sosyal çevre ve kültürel uygulamaları eleştirel olarak ele almak için matematiği kullanmayı amaçlar. Bu yaklaşıma göre, modelleme etkinlikleri matematiğin sosyal ve kültürel yönlerine odaklanmalıdır. Bu yaklaşıma göre modelleme etkinlikleri, öğrenciler için sorunlu durumlar olmalı ve bu etkinlikler, titiz prosedürlerin uygulandığı matematikten ziyade günlük yaşamdan ve diğer alanlardan seçilmelidir (Barbosa, 2006). Bu yaklaşım, matematik eğitiminde öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesini eğitimin birincil amacı olarak vurgulamaktadır. Modelleme sürecindeki öğrenciler arasındaki tartışma bu nedenle modelleme sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilir. Bu yaklaşımın kökeni siyaset sosyolojisinin sosyo-eleştirel yaklaşımına dayanmaktadır. Bu yaklaşımın önemli temsilcileri Barbosa, D'Ambrosio ve Scobus Moses'tir.

1.4.6. Bilişsel Modelleme

Bu yaklaşımın amacı, modelleme sürecinde meydana gelen zihinsel süreçleri analiz edebilmek ve bu zihinsel süreçleri anlayabilmektir. Bu yaklaşımda, modeller zihinsel veya fiziksel görüntülerdir. Bu yaklaşım, modelleme problemlerini çözme sürecinde ortaya çıkan bilişsel imgelere ve yapılara odaklanır. Bu sayede öğretmenler, öğrencilerin hangi bilişsel süreçlerde zorlandıklarını fark eder ve çözümler üretir. Bu yaklaşımın kökenleri bilişsel psikolojidedir. En önemli temsilcileri Blum ve Ries, Borromeo Ferri ve Piaget'dir.

1.5. Modelleme Yeterlikleri ve Becerileri

En genel anlamda MM yeterliliği, bireyin modelleme sürecini bağımsız olarak gerçekleştirme yeteneği olarak tanımlanır, modelleme sürecini gerçekleştirmek için gerekli bilgi ve becerilere sahip olarak hazır olma durumu olarak ifade edilir (Kaiser ve Schwarz, 2006); Maaß, 2006; Kaiser ve Maaß, 2007). MM becerileri, MM sürecinde verilen gerçek dünya durumunu anlama, modelleri basitleştirme ve oluşturma, modeller üzerinde matematiksel işlemler yapma gibi birçok teknik beceriyi içerir (Kaiser, 2007). Bu nedenle, MM yeterliliğinin aynı zamanda MM becerilerini de içerdiği sonucuna varabiliriz. MM yeterliliği alanında birçok yaklaşım izlenmiştir.

Maaß (2004), MM yeterliklerini aşağıdaki gibi listeler.

- i. Gerçek sorunları anlayın ve gerçeğe dayalı modeller oluşturma,
- ii. Gerçek dünya modellerinden matematiksel modeller oluşturabilme,
- iii. Matematiksel modelleri matematiksel problemleri çözmek için kullanabilme,
- iv. Çözümü gösterebilme.

Kaiser ve Schwarz (2006) tarafından belirlenen MM yetkinlikleri aşağıda listelenmiştir.

- i. Matematiği kullanarak gerçek dünya problemlerini çözebilme yeteneği,
- ii. Modelleme süreci hakkında üstbilişsel bilgiyi etkinleştirerek düşünme yeteneği,
- iii. Öğrencilerin matematik ile gerçek hayat arasındaki bağlantıyı anlamalarına yardımcı olmak,
- iv. MM özelliklerini bilme,
- v. Matematiği bir üründen ziyade bir süreç olarak kabul edebilme,
- vi. Matematiksel olarak iletişim kurabilme ve gruplar halinde işbirliği yapabilme.

Bu şekilde, MM yeterliliğinin çerçevesi daha da genişletilebilir. Öğrenci tarafından oluşturulan modeller gerçek dünyanın özel temsilleri olduğundan (Greefrat ve Vorhölter, 2016), problem çözme sürecinde iyi matematiksel modeller oluşturmak, iyi sonuçlara ulaşmak için kritik öneme sahiptir.

1.6. Matematiksel Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE)

Matematiksel modelleme etkinlikleri, sınıfta öğretilen matematiksel konuları günlük yaşam durumlarında temsil ederek okul ve günlük yaşam arasında geçişi sağlayan çok önemli bir köprüdür (Doruk, 2010). Bir Model Oluşturma Etkinliği (MOE), öğrencinin bir model oluşturduğu ve matematiksel becerilerini gerçek dünyada gösterebilmesi için açıklamak, test etmek ve gerekli düzeltmeleri yapmak için matematiksel akıl yürütmeyi kullandığı bir problem çözme etkinliği olarak tanımlanabilir (Eric, 2008).

MOE aynı zamanda öğrencilerin gerçek dünya durumlarını rasyonelleştirerek matematiksel yapılarını keşfettikleri, genişlettikleri, organize ettikleri ve değiştirdikleri işbirlikçi bir etkinlik diye de tanımlanır (Kaiser ve Sriraman, 2006). Bu aktiviteler, öğrencilerin mevcut formülleri kullanarak çözmek yerine, geleneksel okul matematiğinin dışında gerçek dünya problemleri için kendilerine ait matematiksel modellerini inşa etmelerini gerektirir (Chamberlin ve Moon, 2008). Öğrencilerin gerçek dünya durumlarından yola çıkarak oluşturdukları modeller, sadece bu sorunun çözümüne değil, aynı zamanda benzer durumlara genellenebilen modeller olarak da kullanılabilir (Lesh ve Harel, 2003). Öğrenciler, gerçek hayata uygun, paylaşıp yeniden kullanılabilir modeller geliştirirken akıl yürütmeyi açıklayabilme, değerlendirebilme ve düzeltebilme becerilerini kullandıkları bir süreçten geçerler (Chamberlin ve Moon, 2008; Doerr ve O'Neill, 2011; Lesh ve diğerleri, 2000). MOE'nin uygulamasında öğrenciler, danışanların gerçek dünya sorunları ışığında karar vermelerine yardımcı olur. Model oluştururken gerçek durumları matematikle harmanlayarak yorumlayan öğrencilerin geliştirdiği çözümler, kendilerine verilen bir problem üzerine olan fikirlerini ortaya koymaktadır (Chamberlin ve Chamberlin, 2001). Bu sebepten ötürü MOE aynı zamanda zihin uzantısı olarak da adlandırılır (Chamberlin ve Moon, 2005). Dahası, öğrencilerin MOE ile çalışırken üretilen geliştirdikleri yapılar, onların gerçek dünya problemlerini ne şekilde yorumladıklarını ve matematikleştirdiklerini gösterir (Lesh vd., 2000). Literatüre bakıldığında (Chamberlin ve Moon, 2008; Lesh vd., 2000; Lesh ve Caylor, 2007; Mousoulides, 2007; Mousoulides, Christou ve Sriraman, 2006) MOE'lerinin özellikleri şu şekildedir:



Şekil 1.2: Model oluşturma etkinliklerinin özellikleri (Dede ve Bukova Güzel, 2014)

MOE ilkeleri şunlardır: Gerçeklik İlkesi, Modeli Oluşturma İlkesi, Öz Değerlendirme İlkesi, Yapı Dokümantasyon İlkesi, Modeli Genelleme İlkesi ve Etkili Prototip İlkesi. Bu ilkeler, öğretmenlerin yalnızca başarılı öğrenciler için değil, aynı zamanda ortalama veya düşük performans gösteren öğrenciler için de uygun etkinlikleri seçmesine veya geliştirmesine yardımcı olur (Lesh vd., 2000).

1. Gerçeklik İlkesi (Kişisel Anlamlılık): Modelleme faaliyetleri gerçeklikten uzak olmamalı, anlamlı olmalı ve bireyin günlük hayatıyla ilgili olmalıdır. Bu anlamda gerçeklik ilkesine kişisel anlamlılık ilkesi de denir, çünkü öğrenci söz konusu durumu kişisel bilgi ve deneyimine dayanarak anlar. Bir modelleme faaliyetinin bu ilkeyi karşılayıp karşılamadığını belirlerken şu soru ortaya çıkar: "Bu durum bireyin gerçek hayatında gerçekten meydana gelebilir mi?" Bu anlamda modellenen problem mantıksal olmalı, problem durumu ile ilgili çözümden kimin yararlanacağını belirlemeli, çözümün amacını ve neden çözüme ihtiyaç duyulduğunu belirtmelidir.

2. Model Oluşturma İlkesi: Modelleme faaliyetleri, model oluşturmaya imkan verecek şekilde tasarlanmalıdır. "Etkinlik öğrencinin bir model oluşturmaya gerektiriyor mu?" sorusunu sorarak modelleme etkinliğinin bu ilkeye bağlı olup olmadığını belirlenebilir. Bu ilkeye göre, öğrencilerin verilenleri ve istenenleri yorumlamaları ve karmaşık problem durumlarında olası çözümler bulmak için gerekli modelleri kurmaları gerektiğinin farkında olmaları gerekir.

3. Öz Değerlendirme İlkesi: Bu ilkeye göre öğrenciler, çözümlerinin uygun ve yararlı olup olmadığını kendileri değerlendirebilmelidir. Bir modelleme etkinliğinin bu ilkeye uyup uymadığını belirlemek için "Öğrenciler kendi çözümlerinin yeterince iyi olduğuna kendileri karar verebilir mi?", "Problem durumu ile ilgili alternatif çözümlerin değerlendirilmesi için kriterler açık mı?" sorularına cevap verilebilmelidir.

4. Modeli Belgeleme İlkesi (Yapı Belgeleme İlkesi): Modelleme etkinlikleri, öğrencilerin düşünce süreçlerini ve çözümlerini ortaya koymalarını ve net bir şekilde belgelemelerini gerektirmelidir. Bir modelleme etkinliğinin bu ilkeye uyup uymadığını belirlemek için, "Öğrencinin söz konusu duruma tepkisi, öğrencinin durum hakkında ne hissettiğini açıkça gösteriyor mu?" sorusunun yanıtlanması gerekir. Model belgeleme ilkesi, öğretmenlere

öğrencilerin problem çözme sürecindeki matematiksel ilişkiler ve işlemler hakkındaki fikirlerini keşfetmeleri için önemli bir fırsat sağlar. Ek olarak ilke, öğrenilenleri belgelemeyi ve böylece öz-değerlendirmeyi kolaylaştırmayı amaçlar. Bu anlamda model belgeleme ilkesi, öğrencilerin kendi çözümlerini test etmelerine ihtiyaç duydukları öz-değerlendirme ilkesiyle yakından ilgilidir. (Chamberlin ve Moon, 2005; Lesh vd., 2000).

5. Model genelleme ilkesi: Geliştirilen modelin yalnızca belirli bir durumda kullanılabilecek türden değil, başkalarıyla paylaşılabilen ve yeniden geliştirilebilen bir tür olması gerekir. Bu anlamda bir modelleme etkinliğinin bu ilkeye uyup uymadığını belirlemek için şu soru sorulabilir: 'Oluşturulan model sadece modeli oluşturan için mi geçerli yoksa paylaşılabilir, dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir ve kolayca uyarlanabilir mi?'

6. Etkili Prototip İlkesi: Bu ilkeye göre, öğrenciler tarafından geliştirilen modeller mümkün olduğu düzeyde basit olmalı, ancak matematiksel olarak bir anlam ifade etmelidir. Bir modelleme etkinliğinin bu ilkeye uyup uymadığını belirlemek için, "Üretilen model, diğer benzer durumları yorumlamak için yararlı bir prototip (ilk örnek) sağlıyor mu?" sorusuna cevap verilmelidir. Bir modelleme probleminin çözümü uzun sürse bile, öğrenciler yapısal olarak benzer durumlarla karşılaştıklarında önceki problemleri hatırlayabilmelidir. Lesh ve Caylor'a (2007) göre bu prensibi sağlamanın en iyi yolu, modelleme faaliyeti gerçekleştirildikten aylar hatta yıllar sonra bile çözümü hatırlamaktır.

1.7. Matematiksel Modellemenin Geleneksel Problem ile Farkı

Matematiksel modelleme problemleri ile geleneksel problemler arasında ayırım yapmak her zaman kolay değildir (Üstündağ Pektaş, 2017). Bu nedenle öğretmenler soruları değerlendirirken matematiksel modelleme ölçütlerini göz önünde bulundurmalıdır. Gerçek yaşam durumları bu standartlardan öncelikli olmalıdır. Gerçek hayatı yansıtmayan bir problem matematiksel modelleme problemi olamaz. Ancak bu kriteri uygularken, pratik durumların günlük yaşamla sınırlı olmadığına dikkat edilmelidir. Problemin tanımlanmasında, tüm yönleriyle değerlendirilmesinde ve matematiksel olarak çözüme kavuşturulmasında problemin durumunun hayatın bir parçası olmasının elbette önemli bir etkisi vardır. Bununla birlikte, bu tür sınırlamalar, matematiksel modelleme problemlerinin sınıf kültürleri ve yaşam ortamlarına göre değiştiği gibi hatalı bir varsayıma yol açabilir.

Kültürel faktörler, matematiksel modelleme sürecini doğrudan etkileyen önemli faktörlerdir, ancak matematiksel modelleme bağlamında problemlerin değerlendirilmesi için kriter değildirler. Dikkate alınması gereken bir başka ölçü de sorunun açık uçlu olmasıdır. Ders kitapları genellikle tek ve net bir çözümü olan problemler sunar. Öte yandan, matematiksel modelleme etkinlikleri, çeşitli varsayımları dikkate alan benzersiz çözümleri kabul etme yeteneği ile karakterize edilir ve bu, geleneksel problemlerin en ayırt edici özelliklerinden biridir. Bu, matematiksel modelleme etkinliğinin zor olduğu anlamına gelmese bile, karmaşık veya düşündürücü olduğu izlenimini verebilir. Bu nedenle, öğretmenler matematiksel modelleme problemlerini düşündürücü, çok değişkenli, çok fazla sayısal veri içeren veya çözmek için yoğun manipülasyon gerektiren olarak tanımlayabilirler (Şahin vd., 2018).

1.8. Modelleme Sürecinde Öğretmen Özellikleri

Matematiksel modelleme etkinliklerini sınıf ortamına uyarlamada öğretmenler önemli bir konuma sahiptir. Öğretmenlerin sahip olması gereken ilk yeterlik teorik boyuttur. Her şeyden önce, öğretmenlerin modellemenin tanımını, hedefini bilmesi ve önemini fark etmesi gerekir. Modelleme karmaşık bir süreçtir ve gerçek hayat ile matematik arasındaki ilişki çeşitli modelleme döngüleri ile tanımlanmıştır. Bunun nedeni, matematiksel modellemeye farklı hedef ve bakış açılarıyla yaklaşılmasıdır. Kendi bakış açısını belirlemek ve modelleme yaklaşımına göre öğretmek öğretmenin seçimi ve sorumluluğundadır. Bu nedenle, öğretmenlerin modelleme döngüsünün en azından birazını bilmeleri önem arz eder. Bir öğretmenin modellemeye bakış biçimi, öğrenme-öğretme etkinlikleri üzerinde direkt olarak bir etkiye sahiptir. Bu durum, öğretmeni modelleme sürecine daha fazla dahil etmektedir ve onu yönlendiren bir izleyici rolünden daha fazlası ile sorumlu yapar. Öğretmenin bakış açısına göre, öğretim etkinlikleri hangi modelleme döngülerinin kaç tane adımdan meydana geldiğini bilmek değil, hangi döngülerin hangi hedeflerle kullanıldığını bilmek önemlidir (Ferri, 2018). Ferri'ye (2018) göre, ikinci yeterlik olan etkinlik boyutu, modelleme faaliyetlerini çözmek ve modelleme faaliyetlerinin sahip olması gereken prensipleri belirlemeyi amaçlar. Bu yönü öncelikle “İyi tasarlanmış bir modelleme etkinliği hangi kriterleri sağlamalıdır?” sorusuna yanıt bulmakla ilgilidir. Öğretmenler, matematiksel modelleme etkinliklerini çözmek için modelleme sürecini takip edebilmeli ve bu etkinlikleri geleneksel problemlerden ayıran nitelikleri belirleyebilmelidir. Geleneksel matematiksel modelleme problemlerinin aksine, "kesinlik" diye bir şey yoktur. Matematiksel modelleme,

hipotezleri formüle etmeyi ve çözüm için gerekli olanlar arasından önemli değişkenleri seçmeyi içerir. Bu nedenle, özdeş modeller nadiren oluşturulur. Kararlar, varsayımlar ve çözüm süreci mantıklı olduktan sonra, ne kadar farklı olursa olsun tüm modeller kabul edilir (Gould, 2016). Matematiksel modellemenin bu niteliği, problemin onu çözmek için gerekli tüm bilgileri içerdiğine ve bu bilginin iyi tanımlanmış tek bir sonuç üretmek için kullanılabileceğine dair geleneksel algıyı değiştirir. Matematiksel modellemede yer alan matematikselleştirme süreci modellemeyi geleneksel problem çözmeden ayıran temel özelliklerdendir. Blum ve Niss'e (1991) göre matematikleştirme, gerçek dünya durumlarını matematik diline çevirme sürecidir. Geleneksel problemlerde, tüm veriler ve aralarındaki ilişkiler genellikle sayılar, semboller ve grafikler gibi matematiksel biçimde temsil edilir. Matematiksel modellemede, karmaşık gerçek dünya durumlarından matematiğe geçmek, yani gerçek dünya durumlarını matematikselleştirmek problem çözücünün sorumluluğundadır. Modelleme, çözüm sürecinde geleneksel problem çözmeden farklıdır. Modelleme süreci döngüsel ve yinelemelidir. En iyi problem çözücüler dahi modellerini daimi olarak geliştirebilir. Bununla birlikte, geleneksel problemlerde, bir çözüm bulunduğunda (doğruluk kontrol edildikten sonra) bir görev tamamlanmış kabul edilir (Gould, 2016). Ayrıca matematiksel kuralları olmayan açık uçlu problemlere matematiksel çözümler bulmanın kolay olmadığı da unutulmamalıdır. (Ferri, 2018). Bu nedenle matematiksel modelleme etkinlikleri, geleneksel problemlerden daha fazla düşünme ve çaba gerektirecek şekilde yapılandırılmıştır. Özetle modelleme etkinliklerinin genel nitelikleri şöyledir (Ferri, 2018; Maaß, 2007):

- Gerçek hayatla alakalı,
- Açık uçlu,
- Kompleks,
- Modelleme sürecine göre çözülebilir.

Öğretmen yeterliklerinin üçüncü boyutu olan öğretme yeterliği, uygun ders planı geliştirebilme ve matematiksel modelleme problemlerini uygulayabilme becerisi ön plana çıkmaktadır. Bu, teori ve pratik arasındaki dengeyi korumak için çok önemli bir beceridir. Öğretimsel yönler, öğretmenlerin modelleme etkinliklerini sınıfa ne şekilde uyguladıkları, kullanımları sırasında öğrencileri nasıl destekledikleri ve nasıl geri bildirim verdikleri gibi tüm uygulamaları içerir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin geleneksel problemlerden farklı olması doğal olarak uygulamada da farklılıklara yol açmaktadır. Geleneksel problemlerden farklı olarak, öğrencilerin, öğretmen rehberliğini gerektiren modelleme

sürecinde hipotezleri ve çözümleri kontrol etmeye devam etmesi gerekir. Öğrencilere çalışmalarının ne anlama geldiğini sormak, öğretmenlerin geleneksel problem çözme pedagojilerinden daha fazlasını yapmasını gerektirir. Bunun nedeni, matematiksel modelleme sürecinin, çözümü bilinen geleneksel problemler gibi anlaşılması kolay veya doğrusal bir süreç olmamasıdır. Öğretmenin rolü, öğrencilerin çalışmalarını değerlendirmek ve onları aşına oldukları şekillerde hareket etmeye yönlendirmek yerine, öğrencilerin kendi kendilerini değerlendirmelerini desteklemektir. Onları fikirlerini değiştirme konusunda motive etmektir (Doerr, 2006). Öğrencileri dinlemek ve uygun geribildirim vermek öğretmenler için kolay olmayan bir iştir (Doerr, 2006; Wallach ve Even, 2005). Öğrenciler modelleme faaliyetlerine katıldıklarında çeşitli fikirler üretilir. Öğretmenin rolü, bu fikirlerin meydana gelmesini kolaylaştırmak ve yeni fikirlere dayalı modelleme üzerine yüksek kaliteli tartışmalar başlatmaktır. Öğrencilerin kendi düşüncelerini sorgulayabilmeleri ve yeni fikirler üretebilmeleri için öğretmenlerin bu tür tartışmalara katılması çok önemlidir (Doerr ve Lesh, 2011). Matematiksel modelleme konusunda yetenekli öğretmenler, öğrencilerin modelleri yorumlayabilecekleri, açıklayabilecekleri, savunabilecekleri ve değerlendirebilecekleri bir ortam sağlamalıdır (Doerr, 2007). Öğrencilerin fikirlerini nasıl belirttikleri, karşılaştırdıkları ve uygun olanları nasıl seçtikleri ile ilgili tartışmalar, öğretmenlere öğrencilerin fikirlerinin mantıksal anlamını anlama fırsatı verir. Ek olarak, öğrencilerin kendini ifade etme becerileri, sunumlar ve arkadaşlarla çözümlerin tartışılması yoluyla teşvik edilir (Lesh ve Doerr, 2003; Bukova Güzel, 2016). Burada öğretmenlerin daha verimli yollar belirleme, öğrencileri daha az faydalı bilgilerden daha faydalı bilgilere yönlendirme ve öğrencilerin fikirlerini bağlamasına yardımcı olma becerilerine ihtiyacı vardır. Öğrenme karmaşık ve etkileşimli bir süreç olduğundan, bunun gibi durumların birden fazla yaklaşım gerektirdiğini anlamamız gerekir. Öğrencilerin fikirlerinin çeşitliliğini nasıl algıladıkları, nasıl yorumladıkları ve öğrenmelerini nasıl ilerlettikleri öğretmenin kavramsal bilgisine bağlıdır.

Ferri (2018) teşhis becerisini, bir öğretmenin matematiksel modellemeyi öğretirken sahip olması gereken dördüncü ve son yeterlik olarak görmektedir. Teşhis yönü, öğretmenin modelleme sürecinde karşılaşılan güçlükleri tanıma ve modelleme etkinliklerini test etme becerisini içerir. Öğrenci sorunlarını teşhis etmek, dersler sırasında öğrencilere uygun destek ve geri bildirim müdahaleleri sağlamanın ilk adımıdır. Teşhis, öğrencinin geliştirdiği çözümleri anlamamızı sağlar. Bir öğretmen ancak bir zorluğu teşhis ettikten sonra bir

öğrenciye bireyselleştirilmiş destek, geri bildirim veya müdahale sağlayıp sağlamayacağına karar verebilir. Öğretmenlerin öğrencilerin karşılaşılabilecekleri zorlukları anlamaları için modelleme prosedürünü takip etmeleri ve etkinliği gerçekleştirmeden önce en az bir çözüm bulmaları çok önemlidir (Blum ve Ferri, 2009). Üstelik bu yöntem sadece eğitim uygulamalarında değil, öğrenci ödevlerinin değerlendirilmesinde de öğretmenlere büyük avantajlar sunmaktadır. Ayrıca, Ferri (2018), bir öğrencinin zorluklarının bir teşhis formu kullanılarak veya öğrencinin belgelerini inceleyerek belirlenebileceğini belirtmektedir. Açıklanan tüm bu öğretmen yeterlikleri tek başına ele alınmamaktadır. Her yetkinlik diğer yetkinlikleri tamamlamaktadır.

1.9. Problem ve Problem Çözme

Matematik eğitiminin temeli olduğu söylenebilecek problem çözme, öğrencilerin yoğun bilişsel etkinliklerden geçtikleri bir süreç olduğu için öğrenciler için zordur. Schoenfeld (1992), problem çözme stratejilerini ve konu bilgilerini geliştirmek için problem çözme ile ilgili olumsuz inançları ortadan kaldırmanın ve öğrencilerin olumlu inançlarını desteklemenin önemine dikkat çekmiştir. Üstbilişsel stratejiler geliştirmek için daha spesifik problem çözme çalışmaları yapmanın önemini de vurgulamıştır.

Problem; bireyin cevaplayacak metodolojik, prosedürel veya algoritmik bilgisinin olmadığı, belirli açık uçlu sorulardan meydana gelmiş, bireyi mental olarak zorlayıcı bir durumdur (Blum ve Niss, 1991). Biembengut'a (2016) göre problem, bireyin çözüm hakkında bilgisinin bulunmadığı ancak çözmeye istekli olduğu bir durum ortaya çıktığında ortaya çıkar. Lester, akt., Kaur ve Yeap (2009), bireylerin veya grupların çözmesi gereken veya çözmeye çalıştığı ancak çözümü garanti olmayan bir sorundur. Fan ve Zhu (2000) problemi, problem çözücünün güncel bilgiye sahip olup olmadığına bakmaksızın çözümün gerekli olduğu bir durum olarak tanımlanmaktadır.

Farklı araştırmacılar problem kavramını farklı şekilde tanımlarlar. Bir problem denilince akla ilk olarak matematik ders kitaplarında yer alan dört işleme dayalı bir matematik problemi gelmektedir (Altun, 2014). Blum ve Niss (1991), bir problemin, bireylerin dikkatini çeken, ancak bu soruları cevaplamak için yeterli algoritma ve yöntem bilgisine sahip olmayan belirli bir açık soru olduğunu savunarak durumu açıklar. Olkun ve Toluk

(2004) problemi, henüz çözümü olmayan ancak bilgi ve deneyim kullanılarak çözülebilecek bir problemi çözme isteği uyandıran durum olarak tanımlamaktadır. Matematik eğitiminde ise, “cevabı önceden bilinmeyen ve cevabı net olmayan problem” olarak tanımlanmaktadır. Yukarıda verilen tanımlar incelendiğinde, problemin bireyin karşılaştığı zorluklara çözüm arama ihtiyacı hissettiği bir durum olduğu söylenebilir. Problem ile ilgili diğer bir özellik ise kişinin karşılaştığı problem durumlarını hemen çözmeye hazır olmamasıdır.

Matematik eğitiminde problemler genellikle rutin (sıradan) ve rutin olmayan (özel) problemler olarak sınıflandırılır (Altun, 2014; Polya, 1985; Van de Walle, 2001). Günlük (Rutin) Problemler, bazı kurallar ile çözülebilen basit alıştırmalar olarak belirtilmektedir (Polya, 1985). Önceden öğrenilen algoritmaların doğrudan uygulanmasıyla çözülebilen günlük problemler çoğunlukla ders kitaplarında yer alır ve sınıflarda rastlanır (Ramnarain, 2014). Bu tür sorular, öğrencileri öğrendikleri kuralları, formülleri veya algoritmaları uygulamaya ve geliştirmeye teşvik etmeyi amaçlar. Günlük problemlere örnek olarak dörtlül işlemler denilen toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleriyle kısmen ya da tamamen çözülebilen birçok problem verilebilir (Altun, 2014). Rutin problemler, aynı zamanda öğrencilerin aşına olduğu formüller ve yöntemler gerektiren bilişsel olarak çok adımlı problemlerdir (Woodward vd., 2012).

Rutin olmayan problemler, bilinen formüllerle çözülemeyen problemler, öğrencilerin verileri derinlemesine analiz etmelerini ve bir veya birden fazla strateji kullanarak sorunu çözmek için verimli girişimlerde bulunmalarını gerektirir (Artut ve Tarım, 2009). Rutin adımları uygulamaktan çok düşünmeyi gerektirir. Rutin olmayan problemler, açıkça tanımlanamayan problemler, bilinenlerin dışında yöntem veya stratejilerin kullanılmasını gerektiren problemler ve karşılaşıldığında bilişin dengesini bozan ve zihni rahatsız eden problemler olarak çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Rutin olmayan problemlerin net bir çözümü yoktur, ancak problem bağlamının anlaşılmasını, problem çözme stratejilerinin kullanılmasını ve yaratıcı düşünmeyi gerektirir (Elia vd., 2009). Bu tür problemler, öğrencilerin yaratıcı düşünme, ilişkisel örüntü keşfetme ve gösterme becerilerini geliştirir (Altun, 2014). Ayrıca sınıfta rutin olmayan problemlerin kullanılması öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirir (Mabilangan vd., 2011; Stanic ve Kilpatrick, 1988).

Problem çözme; kişisel başarının önündeki engelleri ortadan kaldırmanın yollarını ve

araçlarını bulmaktır (Polya, 1957). Altun'a (2014) göre problem çözme, matematiksel bilgilerin ve becerilerin problem çözmek için kullanılması durumudur. Problem çözme matematik dünyasının merkezinde bulunur (Aydoğdu ve Ayaz, 2008). Problem çözme, matematik eğitiminde önemli bir yere sahiptir. NCTM (1989), problem çözmenin matematik müfredatının merkezinde olması gerektiğini vurgulamaktadır. Rutin olmayan problemlerin problem çözme becerilerinin gelişimine önemli katkısı olduğu belirtilmiştir (Kılıç, 2009; Mabilangan vd., 2011). Problem çözme stratejilerinin kullanılması, rutin olmayan problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Nancarrow, 2004).

Polya (1957), How to Solve It adlı kitabında bir problemi çözmenin dört adımını şu şekilde ifade etmiştir:

1) Problemi Anlamak: Problemi anlamak, verilen problem bildirimini anlamayı ve onu çözmek için hangi bilgilerin gerekli olduğunu bilmeyi gerektirir. Öğrencilerin bir problemi çözerken kilit noktaları vurgulamaları ve değişkenleri belirlemeleri, problemi anlamalarının bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

2) Planlama: Problemi anladıktan sonra bilinmeyeni elde etmek için uygun stratejiyi seçme adımdır. Veri ile bilinmeyen arasında bağlantı kurulmaya çalışılır. Verilere dayanarak, bilinmeyen yapıları ve hesaplamaları gerçekleştirmek için planlar geliştirilir. Problemi çözmek için uygun bir strateji seçilir.

3) Plan Yürütme: Problemi çözmek için seçilen stratejinin uygulandığı adımdır.

4) Gözden Geçirme (Çözümü Test Etme): Bu adımda öğrenciler probleme çözüm bulduktan sonra çözüm sürecini bir daha gözden geçirip test ederler. Öğrenciler, çözüm sürecini gözden geçirip değerlendirerek bilgilerini pekiştirme ve problem çözme becerilerini geliştirme fırsatı bulurlar. Problem çözme, matematik dersinde yeni matematiksel fikir ve becerilerin şekillenmesine yardımcı olur (Yazgan ve Arslan, 2017).

Problem çözme sürecinde kurallara uymaktan ziyade problemin durumuna ve içeriğine bağlı olarak farklı problem çözme stratejilerini ve bu doğrultuda problem çözme sistemlerini öğrenmek önemlidir (Bal, 2015). Problem çözme stratejilerinin önemli görülmesinin nedeni, öğrencilerin üst bilişleriyle ilgili olmaları (Ramnarain, 2014) ve problem çözmede

öğrencilerin bilişsel süreçlerini açıklamalarına ve yansıtmalarına yardımcı olmalarıdır (Ramnarain, 2014). Öğrencilerin problem çözme başarısının, problem çözme stratejilerinin kullanımı ile ilişkili olduğu bulunmuştur (Cai, 2003). Başarılı problem çözmenin en önemli adımlarından biri, problem için doğru stratejiyi seçmektir. Schoenfeld (1999) bu durumu, çok anahtarlı bir durumda bir kapıyı açmak için doğru anahtarı seçmeye benzetmektedir. Problem çözmede doğru stratejiyi seçmenin problem çözmede önemli bir etken olduğu ve bu yönde eğitim verildiği söylenebilir. Öğrencilerin sadece stratejileri bilmesi değil, aynı zamanda bu stratejileri uygulayabilme becerisine de sahip olması gerekir (Ulu, 2011).

Öğrencilerin başarılı olabilmeleri için gerekli matematik bilgisine ve problem çözme stratejilerine sahip olmaları ve bu bilgi ve stratejileri nerede ve nasıl uygulayacaklarını bilmeleri gerekmektedir (Okur, 2008).

1.10. Sık Kullanılan Problem Çözme Stratejileri

Sistemantik Liste Yapma: Bazı problemlerin çözümü, olası tüm durumların listelenmesini gerektirebilir. Bu gibi durumlarda, düzenli, dikkatlice sistemantik bir düzende bir liste oluşturmak sorunun çözülmesine yardımcı olabilir. Bu liste, olası tüm yanıtların dikkate alınmasını sağlar.

Tahmin ve kontrol: Bazı görevler için, verilen cevaba göre tahminde bulunarak doğru cevap bulunabilir. Bu durumda problemde verilen bilgilere göre cevabı tahmin ederek tahminin doğru olup olmadığı kontrol edilebilir. Yapılan tahminler problemde belirtilen koşulları sağlıyorsa problem çözülmüş demektir. Tahmin, problemde belirtilen koşulları sağlamazsa, ilk tahmin dikkate alınarak ikinci bir tahmin oluşturulur. Yapılan tahminler görevde belirtilen şartlara göre test edilir ve cevap bulunmaya çalışılır. Bu stratejiyle ilgili en önemli sorunlardan biri, ikinci, üçüncü veya sonraki tahminin, cevabın önceki tahminden küçük mü yoksa büyük mü olduğuna dair mantıksal çıkarımlar yaparak önceki tahmini hesaba katmasıdır.

Diyagram çizmek: Bir problemi çözerken diyagram veya resim çizmek sadece problemi anlamayı kolaylaştırmakla kalmaz, aynı zamanda onu çözmenin yollarını bulmanıza da yardımcı olur. Karmaşık veri kümelerini özetlemek için diyagramlar, görseller veya şemalar kullanılarak problemler daha kolay anlaşılabilir ve verilen ile istenen arasındaki ilişkiler

daha net hale getirilebilir. Bu strateji, öğrencilerin ayrıntılı resimler çizmesini gerektirmez (Reys vd., 2007). Öğrencilerden sorunun altında yatan durumu veya nesneyi hayal etmeleri istenebilir. Ek olarak, bu strateji problemin verilen içeriğinin anlaşılıp anlaşılmadığını belirtmek için kullanılabilir.

Bağıntı Bulma: Matematik bir yapılar sistemidir (Baykul, 2014). Bazı problemler de bu yapıları etkileyebilir veya bu yapılar içindeki ilişkileri ortaya çıkararak çözülebilir. Başka bir deyişle, bazı sorular bir dizi sayı içeren kalıplardan oluşturulabilir veya bunları içerebilir. Bu tür problemler, bu nedenle, kapsanan model veya koşullar dizisinin devam ettiği kuralların keşfedilmesini gerektirebilir.

Değişkenleri Kullanmak: Bilinmeyenleri bulmak aritmetik ve cebirin birçok probleminde istenen bir durumdur (Altun, 2014). Bu gibi durumlarda bilinmeyenlerin formülünü 'x' gibi herhangi bir harf, şekil veya sembol yönünde yazmak sorunun çözülmesine yardımcı olabilir. Bu yazılı denklemi çözmek problemi çözen kişiyi bilinmeyen bir bölgeye götürebilir. Problemi çözmek genellemeler gerektirebilir. Bu durumda birden fazla seçeneği denemek ve kullanmak yeterli olmayabilir. Bu nedenle genelleme gerektiren sorularda değişken kullanmak gerekebilir. Bu gibi durumlarda, değişken kullanmak veya denklem yazmak, problemi inceleyen kişinin bilinmeyenleri bulmasını veya genellemeler yapmasını kolaylaştırır.

Basitleştirme: Bazı problemlerin çözülmesi zor olabilir çünkü çok sayıda veya karmaşık modeller içerirler. Bu nedenle, bu tür sorunların çözümü açık olmayabilir. Bu durumda, problemi basitleştirerek çözmek veya verilen sayıları veya değişkenleri orijinal probleme benzer hale gelinceye kadar azaltmak, problemi çözemeye çalışan kişiye karmaşık görünen bir problemin nasıl çözülebileceğine dair yöntemler veya ipuçları verebilir.

Geriye doğru çalışma: Bir olayın son durumu hakkında bilgi sağlamak ve o olayın ilk durumu hakkında bilgi sorgulamak bazı sorunlar oluşturabilir. Böyle bir problem göz önüne alındığında, tamamlanan bilgilere ve gerçekleştirilen işleme dayalı olarak başlangıç bilgilerine ulaşmak istenebilir. İstenilen duruma, son durum ve başlangıç durumundan son duruma kadar olan süreç dikkate alınarak, son durumdan geriye doğru çalışılarak ulaşılabilir. Nihai durumu verilen ve başlangıç durumu veya başlangıç durumu için sorgulanan herhangi

bir problem, geriye doğru çalışan bir strateji kullanılarak çözülebilir. Bu tür problemlerde verilen bir problemin veya kuralın işleyişini detaylı bir şekilde takip etmek ve sürece göre ters yönde atılacak adımları doğru belirlemek önemlidir.

Tablo yapma: Probleme bağlı olarak, verileri bir tablo halinde düzenlemek, problemdeki gizli kalıpları veya eksik bilgileri belirlemeye yardımcı olabilir. Bir sorudaki mevcut veya gereksiz bilgileri kategorilere ayırmak veya sıralamak için bir tablo kullanmak, bilgiler arasındaki ilişkileri görmeye yardımcı olabilir.

Muhakeme etme: Bazı problemleri çözerken mantıksal çıkarım veya muhakeme gerekir. Bu tür problemler temel strateji sayılabilecek muhakeme stratejisine bağlı olarak çözülebilir (Posamentier ve Krulik, 2009). Dolayısıyla bu tür problemlerde mantıksal düşünme dışında stratejiler kullanmak mümkün değildir (Altun, 2014). Çıkarım problemleri, belirli bir mantıksal zincir hakkında çıkarımlar yapılarak çözülebilir. Bu tür problemler “şu olursa şu olur” ya da “bu durum şu sonucu doğurur” gibi sonuçlara yol açar (Baykul, 2014). Akıl yürütme stratejisi, mantıksal zincirler halinde oluşturulmuş ilişkileri ve çağrışımları bulmak ve problem çözmek için önemli stratejilerden biridir. Bu tür stratejiler gerektiren problemlerde, problemi çözmek için mantıklı düşünmenin ve verilen verilere dayanarak mantıklı sonuçlar çıkarmanın önemli olduğu düşünülmektedir.

Canlandırma: Öğrencilerin öğrenmeleri için en iyi yol yaparak ve yaşayarak öğrenmedir (Glikman, 1991). Matematik öğretim ortamları da bu duruma uygun olarak öğrencilerin kendi tecrübelerini edinip duygu ve düşüncelerini rahatlıkla ifade edebilecekleri şekilde ayarlanmalıdır. Canlandırma ve oyun, yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlar ve öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirir. Eğitimde canlandırma; bir olayın, duygunun, rolün, kavramın ya da konunun, hatta şiirin, canlı ve cansız tüm varlıkların, sözlü ya da sözsüz olarak kendiliğinden davranışlarla taklit edilip temsille ifade edilmesidir (Önder, 1999:32). Canlandırma, bir ders konusunun ya da bir kavramın bireysel veya grup halinde içsel yaşantıya dönüştürüp gözden geçirilerek dışa vurulması olarak da tanımlanabilir (Koç ve Dikinci, 2002:1). Canlandırma etkinliklerinde öğretmen, bir otorite olmaktan ziyade kolaylaştırıcı bir role bürünür. Öğrenciler; yeni bilgilere ulaşabilmek için halihazırdaki bilgilerini kullanmak zorunda kalırlar, bilgilerini bireysel ya da iş birliğine dayalı olarak ifade ederler. Canlandırma bu yönüyle, bireysel anlam yapılandırmalarının yanında

duyguları, düşünceleri, soyut ve ahlaki kavramları ortaklaşa olarak ifade etmenin de bir yoludur (Robins, 1988). Öğrenciler, canlandırma etkinliklerinde diğer etkinliklere göre kendi öğrenmelerinden daha fazla sorumludurlar. Sadece öğrenmekle kalmazlar, aynı zamanda eğlenirler (Gasparro ve Bernadette, 1994). Öğrenciler, canlandırma etkinliklerini oyun gibi algıladıklarından dolayı tıpkı oyun esnasında yaptıkları gibi tüm dikkatlerini ve enerjilerini yaptıkları etkinlikler üzerine yoğunlaştırırlar (Önder, 1999).

1.11. Araştırmanın Problemi

8. sınıf öğrencileri matematiksel modelleme problemlerini çözerken hangi problem çözme stratejilerini kullanmışlardır ve matematiksel modelleme döngüsünün hangi aşamalarından geçmişlerdir?

1.12. Araştırmanın Alt Problemleri

1. 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerini çözerken kullandıkları problem çözme stratejileri nelerdir?
2. 8. sınıf öğrencileri matematiksel modelleme problemlerini çözerken matematiksel modelleme döngüsüne ait hangi aşamalardan geçmişlerdir?

1.13. Araştırmanın Amacı

Matematiksel modelleme problemleri matematiğin gerçek dünyadaki yerini ve önemini en iyi vurgulayan problemlerdir. Matematiksel modelleme durumları her geçen gün daha da önemli bir hale gelmektedir. Son yıllarda, özellikle matematik eğitiminde, matematiksel modellemeyi öğrenme ve öğretme önemli bir konu olarak yer almaktadır. Bu durum aynı zamanda matematiğin bilim, teknoloji, mühendislik ve günlük yaşamdaki yerinin giderek artmasıyla da ilişkilidir. Gelişmiş ülkelerdeki matematik müfredatları ve matematik eğitimi alanındaki uzmanlar, öğretmenlerin matematiksel modellemeye derslerinde daha çok yer vermeleri gerektiğini savunmaktadır.

Tipik bir matematik sınıfında, öğretmenler problemleri çözerken öğrencilerini belli çözüm yollarına yönlendirmektedir. Bu durum ise, öğrencileri verilen problemin tek bir yolla

öz lebi e i düşüncesine sevk ederek problem çözme sürecinde farklı stratejiler kullanmalarını engellemektedir. Buna karşın, matematiksel modelleme ile öğrenciler gerçek hayat deneyimleri ile matematiksel bilgilerini ilişkilendirerek matematiksel yeterliliklerini geliştirmektedir. Böylece   renciler hem matematiksel kavramları hem de problem çözme becerilerini geliştirebilirler.

Bu nedenle, öğrencilere belirli algoritmalar kullanılarak çözülen problemler yerine matematiksel modelleme problemlerinin verilmesi önemlidir.    nk  geleneksel yöntemlerle çözülen problemler, matematiksel modelleme problemleri gibi öğrencilere farklı düşünme imkanları sunmamaktadır. Türkiye’de yapılmış olan matematiksel modelleme araştırmaları incelendiğinde bu çalışmaların son yıllarda nicelik olarak arttığı fakat yeterli düzeyde e itlili e ula madı ı görülmektedir.

Matematiksel modelleme problemleri, öğrencilerin farklı stratejiler kullanarak kendi matematiksel yapılarını olu tırmalarını ve matematiksel düşüncenin gelişimini sağlayabilir. Bu bağlamda gerçek hayat problemini çözerken kullanılan stratejilerin bilinmesi önemlidir. Bu çalışmanın amacı, 8. sınıf   rencilerinin matematiksel modelleme problemlerini çözerken hangi problem çözme stratejilerini kullandıklarını ve modelleme döngüsünün hangi aşamalarından geçtiklerini incelemektir.

1.14. Araştırmanın  nemi

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortaokul Matematik Dersi   retim programında temel amaç, tüm öğrencilerin ilgi ve ihtiyaçlarına yönelik anlamlı   renmelerle dolu bir öğrenme süreci geçirmelerine imkan sağlamaktır. Bu model, öğrencinin bütüncül gelişimine odaklanır ve esnektir, öğrencinin ihtiyaçlarına göre şekillenir. Bu nedenle programın uygulanmasında, aktif öğrenmenin desteklenmesi ve öğrenciyi merkeze alan bir anlayışla hareket edilmesi beklenir. TYMM Ortaokul Matematik Dersi   retim programında, öğrencinin sorumluluklarının bilincinde olmasını ve kendi öğrenme sürecini kendisinin yönetmesini gerektiren bir anlayışla hareket eder. Öğrenci yaparak ve yaptıkları üzerine düşünerek öğrenir. Bu anlayış düşünme ve yapma süreçleri arasında güçlü ilişkiler kurulmasını sa lar, beceri odaklı programların uygulanmasına da sağlam bir zemin olu tırur. Bu model, anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlamak amacıyla bazı ilkeler

doğrultusunda hareket eder. Bu ilkeler; öğrencinin aktif katılımını sağlayan öğrenci merkezli etkinlikler temel alınmalı, farklı öğrenci gereksinimlerini giderecek esnek ve zengin öğrenme yaşantılarına dayanmalı, anlamlı öğrenme ortamları içinde gerçekleşerek derin öğrenmeyi sağlamalı, öğrencileri araştırmaya ve sorgulamaya sevk etmeli, bütüncül bir gelişime odaklanarak bilgi, beceri, eğilim ve değerleri birlikte kullanmalıdır.

Bu temel anlayış, öğrenme süreçlerine yansıtılırken bazı temel öğrenme yaklaşımları dayanak olarak alınır. Bu yaklaşımların hepsi öğrenciyi merkeze alır ve öğretmeni rehber rolünde konumlandırır. Bu temel öğrenme yaklaşımları şu şekildedir:

Yaşantı temelli öğrenme; öğrenmeyi tecrübelerle şekillendirir. Bilgi değiştirilir, dönüştürülür ve tecrübelerle ilişkili olarak tekrardan yapılandırılır. Öğrenme döngüsel bir süreç içindedir, tecrübelerin kavram haline gelmesi ve dönüştürülmesi aracılığıyla gerçekleşir. Öğrenci bu döngünün kendisine en uygun olan aşamasından başlar ve süreci istediği gibi yapılandırabilir. Bu yaklaşım, öğrenci tecrübelerini merkeze alması ve öğrenciye uyumlu öğrenme yolları sunması nedeniyle güçlü bir yaklaşımdır.

Bağlam temelli öğrenme; gerçek yaşam durumlarını içeren yapısı nedeniyle bilginin anlamlı bir şekilde öğrenilmesini sağlar. Süreçte öğrencilerin ilgi ve deneyimleri ile bağlantılı bir senaryo ile hareket edilir, öğrencinin bilgiyi yapılandırması sağlanır. Süreçte öğrenilenler öğrencilerin kendi tecrübelerinin gerçekliği ile ilişkilidir ve bu durum, bu yaklaşımın öğrenciyi tamamen içine alan bir yaklaşım olmasını sağlar. Öğrenciler kendilerine sunulan senaryolarla ilgili düşünürler, tartışır, sonuç çıkarırlar ve sonuçları değerlendirirler. Bu öğrenme yaklaşımı, öğrencileri anlamlı öğrenmeye teşvik edecek esnek bir süreç oluşmasını sağlar.

Proje temelli öğrenme, öğrencilerin farklı disiplinlerde öğrendikleri bilgileri sentezleyerek yeni bilgiler oluşturmalarını ve bunu yaparken de bilimsel araştırma basamaklarını kullanarak bir ürün ortaya çıkarmalarını benimser. Öğrenciler bireysel ya da grup halinde çalışarak konu ve plan belirlerler, planlarına uygun adımlarla araştırma sürecini yürütürler ve bir ürün ortaya çıkarırlar. Ayrıca, gelişimlerini izleme ve çözümlerini değerlendirme fırsatı bulurlar. Bu yaklaşım; bilimsel kavramlar ve günlük hayat arasında köprü kurar, disiplinler arası ilişkileri ön plana çıkarır, derin öğrenmeyi sağlar ve sorgulamaya dayalıdır.

Sorgulamaya dayalı öğrenme, öğrencilerin bir sorgulama süreci içerisinde bilgi oluşturmalarına dayanır. Sorgulama yaparken bilimsel yöntem izlenir. Öğrenme süreci bir soruyla başlar ve öğrenciler bu sorunun cevabına ulaşabilmek için yeni sorular sorarlar, araştırma yaparlar, süreci değerlendirirler. Bunları yaparken farklı düşünme becerilerini kullanırlar. Bilginin oluşturulmasında öğrenci sorumluluğunu ve aktif katılımını gerektiren bu yaklaşım bu yönüyle çok güçlüdür.

İş Birlikli öğrenme, öğrencilerin küçük takımlar halinde çalışarak hem kendilerinin hem takım arkadaşlarının öğrenmelerini en üst düzeye çıkarma amacıyla hareket ettikleri bir yaklaşımdır. Bu öğrenme yaklaşımında, öğrencilerin ortak bir amaçları vardır, birlikte çalışırlar ve birbirlerinden öğrenirler. Süreç içinde iletişimde kalarak üst düzey düşünme becerileri ve sosyal-duygusal öğrenme becerilerini kullanırlar. Bu yaklaşım, aktif katılım gerektiren, esnek ve düşünme becerilerine vurgu yapan bir yaklaşımdır.

TYMM Ortaokul Matematik Dersi Öğretim programı, öğrenmede köprü kurmayı da önemser. Öğrenmede köprü kurma, öğrencilerin hali hazırda bilgi ve becerileri ile yeni edinecekleri bilgi ve beceriler arasında ilişki oluşturma sürecidir. Öğrenciler daha önceden öğrendikleri ya da tecrübe ettikleri bilgileri yeni öğrenme süreçlerine yansıtırlar. Ayrıca köprü kurma, sınıfta öğrenilen bilgi ve becerilerin günlük hayatla ilişkili hale getirilmesidir. Öğrencilerin sınıf içerisinde öğrendikleri bilgileri gerçek yaşamda nasıl kullanabileceklerini anlamalarını sağlar. Köprü kurma sürecinde öğretmenlerin dikkat etmesi gereken hususlar şunlardır: Öğrencilerin yeni konu ya da kavramları önceden anladıkları konu ya da kavramlarla ilişkili hale getirebilmeleri için benzerlik ve metaforlardan yararlanmalıdırlar. Somut örnekler ve uygulamalar aracılığıyla köprü kurmayı desteklemelidirler. Öğrencilerin akranlarıyla işbirliği yapabilecekleri ortamlar hazırlamalıdırlar. Öğrencilerin günlük hayattaki tecrübeleri ile yeni öğrenecekleri bilgi ve beceriler arasında bağlantı kurmalarını kolay hale getirmelidirler. Öğrenmede köprü kurma, düşünme sürecini başlatıcı bir roledir. Bu nedenle, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde öğretmenler, öğrencilere öğrenme süreçlerini anlamlandırıp halihazırdaki bilgi ve tecrübelerini kullanmaları için fırsatlar sunmalıdırlar.

TYMM Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı ile benimsenen model ve yaklaşımlar çerçevesinde matematik öğrenme ve öğretme sürecini daha ilgi çekici ve etkileşimli hale

getirerek öğrencilerin ilgilerini arttırmayı, birey ve toplumun ihtiyaçlarını karşılamayı ve matematiği gerçek yaşamın bir parçası haline getirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme gibi üst düzey becerilerin gelişimine de büyük önem verilmektedir. Program hazırlanırken matematiksel düşünmenin rasyonel, tutarlı, sistematik ve ilişkisel yapısı göz önünde bulundurulmuştur. Öğrencilerin bilgi edinme yerine matematiksel bilgiye ulaşmalarını sağlayacak becerilere sahip olmalarını, ulaştıkları bilgileri sorgulamalarını, eski bilgilerini ve yeni bilgilerini bir bütün olarak yapılandırabilmelerini ön planda tutar. Sadece işlemsel bilgi ve performans destekleyen içerikler mümkün olduğunca sınırlıdır. Öğrencilerin dil ve sembolleri etkin bir şekilde kullanarak problem çözmeleri, varsayımlarda ve genellemelerde bulunmaları, doğrulama yapmaları gibi matematiksel düşünmenin önemli noktalarına yer verilmiştir. Ayrıca, öğrencileri bireysel ve grup içi sorumluluk almaya yönlendirerek öğrenmeye ilişkin eğilimlerini ve sosyal-duygusal becerilerinin gelişmesini hedeflemiştir. Hem disiplinler arası hem beceriler arası bağlantılar kurulmaya dikkat edilmiştir. Ölçme ve değerlendirme araçlarının sadece sonuç odaklı değil süreç odaklı kullanılmasını savunur.

TYMM Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı ile öğrencilerin; matematiksel muhakeme, matematiksel problem çözme, matematiksel temsil, veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme, matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma gibi matematiksel alan becerilerini etkin bir şekilde kullanmaları; sosyal-duygusal öğrenme, okuryazarlık becerileri ve kavramsal öğrenmeyi matematik alan becerileri ile bir bütün halinde ele alarak matematik öğrenmenin hem sürecine hem de sonuçlarına yansıtmaları; edindikleri becerileri kullanarak matematiksel bilgiye ulaşmaları; bilgilerini beceriye dönüştürmeleri; matematiği öğrenme ile ilgili eğilimlerin farkında olarak bu eğilimleri geliştirebilmeleri; edindikleri değerleri matematik öğrenme sürecine yansıtmaları; edindikleri matematiksel bilgi, beceri, eğilim ve değerleri diğer derslere ve günlük hayatlarına yansıtmaları amaçlanmaktadır.

TYMM Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı, üç çeşit beceri tanımlamıştır. İlk olarak temel beceriler; karmaşık bir süreç gerektirmeden elde edilen, gözlemlenebilen eylemlerdir. Saymak, okumak, yazmak, çizmek, seçmek, bulmak, işaret etmek, belirlemek, ölçmek, sunmak, kaydetmek, çevirmek gibi eylemler örnek verilebilir. İkinci olarak bütünleşik beceriler; süreç modellemesi yapılabilen eylemlerdir. Programda çelişki giderme, gözlemleme, özetleme, çözümleme, bilgi toplama, sınıflandırma, sorgulama, genelleme,

karşılaştırma, çıkarım yapma, mevcut bilgiye dayalı tahmin etme, gözleme dayalı tahmin etme, yorumlama, yapılandırma, yansıtma, muhakeme etme, değerlendirme, mantıksal denetleme, tartışma, sentezleme olmak üzere 20 adet bütünleşik beceri tanımlanmıştır. Son olarak üst düzey düşünme becerileri; bütünleşik becerilerden en az ikisini içeren, çok boyutlu zihinsel süreçlerden geçmeyi gerektiren eylemlerdir. Bunlar; karar verme, problem çözme ve eleştirel düşünmedir.

TYMM Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programında; matematiksel muhakeme, matematiksel problem çözme, matematiksel temsil, veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme, matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma olmak üzere beş adet matematiksel alan becerisine yer verilmiştir. Matematiksel muhakeme becerisi; Bilgi ya da varsayımları kullanarak mantıklı çıkarımlarda bulunma sürecidir. “Çözümleme, çıkarım yapma, yorumlama ve doğrulama veya ispat yapma” bütünleşik becerilerinden oluşur. Matematiksel problem çözme becerisi; bir problemi çözebilmek için tecrübe edilmesi gereken süreçtir. “Çözümleme, matematiksel çözümler geliştirme, yorumlama ve yansıtma” bütünleşik becerilerinden oluşur. Matematiksel temsil becerisi; matematik dili ile ifade edilebilecek bir durumu, problemi, çözümü ya da ispatı anlamlandırıp çevredekilerle paylaşarak tartışmak için ihtiyaç duyulan matematiksel süreçleri ifade eder. “Matematiksel temsillerden yararlanma ve matematiksel temsilleri değerlendirme” bütünleşik becerilerinden oluşur. Veri ile çalışma ve veriye dayalı karar verme becerisi; bir problemi çözmek ya da bir araştırma sorusuna cevap bulmak için belirli süreç adımları takip edilerek anlamlı sonuçlar çıkarma sürecini ifade eder. “İstatistiksel problemi belirleme, bulgulara ulaşma, bulguları yorumlama, verileri elde etme ve analiz için değerlendirme” bütünleşik becerilerinden oluşur. Matematiksel araç ve teknoloji ile çalışma becerisi; matematiği öğrenirken, matematiksel bir durumu incelerken ya da matematiksel bir problemin çözümünü araştırırken uygun araç ve teknolojilerden yararlanmaktır. “Matematiksel araç ve teknolojiden yararlanma ve değerlendirme” bütünleşik becerilerinden oluşur.

Problem çözme stratejileri, probleme farklı bakış açıları sunarak uygun matematiksel modellerin geliştirilmesine yardımcı olur. Problem çözme stratejileri, problemlerin nasıl anlaşıldığı ve problem çözme sürecinin ne şekilde yürütüldüğü konusunda fikir vererek problem çözme sürecinde aktif olarak rol oynar. Problemleri çözmek için kendi stratejilerini geliştiren bireyler, karşılaştıkları problemlere karşı daha etkili çözümler sunabilmektedirler.

Problem çözme sürecinde uygun stratejileri kullanmak, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur. Öğrencilerin problem çözme stratejileri ve muhakeme becerileri dahil olmak üzere problem çözme becerilerini geliştirmeleri için matematik etkinliklerinin günlük yaşam bağlamında sunulması gerekir.

Öğrencilerin matematiksel modellemede fikirlerini üretip geliştirmelerine, düzenlemelerine ve değiştirmelerine yardımcı olur. Bu stratejiler esnek düşünmeyi sağlar, farklı fikirlerin meydana gelmesini destekler. Gerçek yaşam durumlarında etkili problem çözmenin ön koşullarından biri, uygun problem çözme stratejilerinin kullanılmasıdır. Bu nedenle, bu konu araştırılmaya değer kabul edilmektedir. Bununla birlikte, literatür taraması, matematiksel modellemede problem çözme stratejilerini inceleyen az sayıda çalışma olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, matematiksel modelleme sürecini ve bu süreçte öğrencilerin kullandıkları problem çözme stratejilerini inceleyen bu çalışma ile elde edilen sonuçların matematik eğitimi alanındaki literatüre katkı sağlayacağı umulmaktadır.

Matematiksel modelleme probleminin nasıl yapılandırıldığı, modelleme döngüsünün aşamaları arasında ayrım yapmada etkili bir noktadır. Matematiksel modelleme problemleri iki şekilde yapılandırılabilir:

1. Problemden verilen sayılarla ilişkili olarak daha fazla bilgi içeren ve matematiksel olmayan bilgilerle toplanması gereken sayıları içeren modelleme problemleri.
2. Daha az sayı verilen ya da hiç verilmeyen ancak içsel matematiksel bilgilerin örtük bir şekilde mevcut olduğu ve bunların da çözüm için tanınması, kullanılması gereken modelleme problemleri.

Sayısal verilerin daha fazla olduğu problemlerde diğer problemlere göre gerçek model ve matematiksel model arasında ayrım yapmak daha zordur (Ferri,2006). Bunun nedenleri şunlardır: Sayısal verilerin daha fazla verildiği problemlerin matematiksel bir modeline ulaşmak için öncesinde çok sayıda hesaplama yapılması gerekir. Ancak bu hesaplamalar, anlaşıldığı anlamda bir matematiksel modeli temsil etmez. Bu yüzden öğrenciler, uzun süre gerçek model ile matematiksel model arasında kalırlar.

Sayısal verilerin daha az verildiği ya da hiç verilmediği problemleri çözen öğrencilerin modelleme süreçlerini analiz etmek daha kolaydır. Bunun nedeni, çok fazla sayı verilmemiş

olması olabilir. Bu nedenle, bu problemler bu anlamda diğer problemlere göre daha açıktır. Bu durum üzerinde duran araştırmaların minimum düzeyde yapıldığını da belirtmek gerekir.

Ferri (2006; 2018) matematik eğitiminde bu tarzda araştırmalara ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır. Önümüzdeki yıllarda matematiksel modelleme tartışmalarında öne çıkacak trendlerden birinin bilişsel bakış açıları olabileceği düşünüldüğünde, öğrencilerin zihinlerine dair fikir edinmek için önemli bir yol olabilecek bu tarz araştırmaların yapılması gerekir (Ferri, 2006; 2018).

Bu araştırmanın, öğrencilerin yukarıda belirtilen farklı iki kategorideki matematiksel modelleme problemlerini çözerken hangi stratejileri kullanıp modelleme döngüsünün hangi süreçlerinden geçtiklerini araştırması yönüyle matematik eğitimindeki bu açığı kapatmada etkili olacağı düşünülmektedir.

1.15. Araştırmanın Sayıtları

- Öğrencilerin yanıtlarında tüm duygu ve düşüncelerini samimiyetle ifade ettikleri kabul edilmiştir.
- Gruplar arasında araştırmanın sonucuna etki edebilecek türde bir iletişim olmamıştır.
- Kontrol edilemeyen faktörlerin (gürültü, yorgunluk, hastalık, vb.) tüm grupları aynı oranda etkilediği kabul edilmiştir.

1.16. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Bu araştırma Batı Karadeniz'in bir ilinde yer alan ve bir devlet ortaokulunun sekizinci sınıfında öğrenim görmekte olan akademik olarak alt düzey, orta düzey ve üst düzey 8 öğrenci ile,
- 5 adet matematiksel modelleme etkinliği ile,
- Uygulamanın yapıldığı 4 haftalık süre ile,
- Problem çözme stratejilerinin en çok kullanılan 10 adeti ile sınırlıdır.

1.17. Tanımlar

Problem: Blum ve Niss (1991), bir problemin, bireylerin dikkatini çeken, ancak bu soruları cevaplamak için yeterli algoritma ve yöntem bilgisine sahip olmayan belirli bir açık soru olduğunu savunarak durumu açıklar. Olkun ve Toluk (2004) problemi, henüz çözümü olmayan ancak bilgi ve deneyim kullanılarak çözülebilecek bir problemi çözme isteği uyandıran durum olarak tanımlamaktadır. Matematik müfredatında problem, “cevabı önceden bilinmeyen ve cevabı net olmayan problem” olarak tanımlanmaktadır.

Problem Çözme: Problem çözme; kişisel başarının önündeki engelleri ortadan kaldırmanın yollarını ve araçlarını bulmaktır (Polya, 1957). Altun'a (2014) göre problem çözme, matematiksel bilgilerin ve becerilerin problem çözmek için kullanılması durumudur.

Strateji: Hedeflerin gerçekleştirilmesi adına yapılan detaylı plan ve izlenen yol (TDK).

Matematiksel Modelleme: Matematiksel modelleme, matematik dünyası dışında kalan alanlarda (fizik, biyoloji, sosyoloji, politika, sanat, eğlence vb.) var olan problem durumlarının matematik diline transfer edilmesi ve matematiksel bilgi ve yaklaşımlarla çözümün incelenmesini içeren bir yöntemdir (Bukova Güzel ve Uğurel, 2010). Haines ve Crouch' ye (2007) göre, matematiksel modelleme gerçek dünya durumlarının matematik diline aktarıldığı, çözümlendiği ve daha sonra bu çözümün test edildiği bir süreçtir. Lesh ve Doerr'e (2003) göre ise, matematiksel modelleme problemleri tanımlama, açıklama ve inşa etme sürecinde problem durumlarını zihinde düzenleyip organize ederek zihinde şemalaştırmadır.

Matematiksel Modelleme Problemi: Bir Model Oluşturma Etkinliği (MOE), öğrencinin bir model oluşturduğu ve matematiksel becerilerini gerçek dünyada gösterebilmesi için açıklamak, test etmek ve gerekli düzeltmeleri yapmak için matematiksel akıl yürütmeyi kullandığı bir problem çözme etkinliği olarak tanımlanabilir (Eric, 2008). MOE aynı zamanda öğrencilerin gerçek dünya durumlarını rasyonelleştirerek matematiksel yapılarını keşfettikleri, genişlettikleri, organize ettikleri ve değiştirdikleri işbirlikçi bir etkinlik diye de tanımlanır (Kaiser ve Sriraman, 2006).

Biçimlendirilmiş Matematiksel Modelleme Problemi: Modelleme etkinliğinde verilen

sayılarla birlikte, ekstra-matematiksel bilgi yoluyla eklenmesi gereken verilerin bulunduğu, daha yoğun nicel veri içeren problemlerdir (Ferri, 2006; 2018).

Bıçimlendirilmemiş Matematiksel Modelleme Problemi: Daha az sayısal veri içeren, ancak örtük düzeyde yer alan içsel matematiksel bilginin tanımlanarak çözüm sürecinde kullanılması gereken problemlerdir (Ferri, 2006; 2018).

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu kısımda, ‘Matematiksel Modelleme’ ve ‘Problem Çözme’ ile ilgili yurt içinde ve yurt dışında yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.1. Yurt İçinde ‘Matematiksel Modelleme’ ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Doruk (2012), çalışmasında öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözerken edindikleri tecrübeler esnasında meydana gelen genel eğitim değerlerinin, matematiksel değerlerin ve matematik eğitimi değerlerinin öğretimine fayda sağlayacak süreçlerin detaylı olarak belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışma altıncı ve yedinci sınıflarda öğrenim gören 58 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrencilere bir dönem boyunca sekiz adet matematiksel modelleme etkinliği uygulanmıştır. Araştırmanın veri toplama araçları; video kayıtlar, gözlemler ve öğrencilerin yazılı cevap kağıtlarıdır. Veriler betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, matematiksel modelleme problemlerinin sadece genel eğitim değerlerinin değil, ayrıca matematiksel değerlerin ve matematik eğitimi değerlerinin de gelişimine fayda sağladığı görülmüştür.

Hıdıroğlu (2015), teknoloji destekli ortamlarda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm sürecinde ortaya çıkan bilişsel ve üst bilişsel yapıların açıklanması amacıyla yazdığı doktora tezinde bir devlet üniversitesinin ortaöğretim matematik öğretmenliği birinci sınıfında öğrenim gören 21 Ortaöğretim matematik öğretmeni adayıyla çalışmıştır. Bu çalışma bir kuram oluşturma çalışmasıdır uygulama öncesinde öğretmen adaylarıyla bir dönem süren matematiksel modelleme problemlerine yönelik uygulamalar yapılmış ve GeoGebra'nın yapısını öğrenmeleri sağlanmıştır araştırmanın veri toplama araçları 3 adet matematiksel modelleme problemi için katılımcıların çözüm süreçlerini ve sesli düşüncelerini içeren video kayıtları, GeoGebra çözüm dosyaları, yazılı cevap kağıtları ve gözlem notlarıdır. Verilerin analizinde kuram oluşturma veri analizine bağlı kalınmıştır. Bu doğrultuda matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan bilişsel ve üst bilişsel eylemler temel bileşenler, temel basamaklar ve temel basamakları biçimlendiren alt basamaklar aracılığıyla açıklanmıştır. Süreçteki temel basamaklar; problemin analizi, sistematik yapıyı kurma, matematikselleştirme, üst matematikselleştirme, matematiksel analiz, yorumlama, doğrulama, revize etme ve raporlaştırmadır. Süreçteki temel bileşenler ise; karmaşık gerçek

hayat durumu, gerçek hayat problem durumu, gerçek hayat problem durumunun modeli, yardımcı matematiksel modeller ana matematiksel model, matematiksel çözüm, gerçek hayat çözümü, çözüm kararı ve çözüm raporudur.

Erol (2015), çalışmasında dokuzuncu sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlığı ve inançları üzerinde matematiksel modelleme etkinliklerinin etkisini incelemeyi hedeflemiştir. Çalışma yarı deneysel desende olup mevcudu aynı fakat matematiksel bilgi açısından farklı düzeylerde olan deney ve kontrol grupları ile gerçekleştirilmiştir. Matematiksel bilgileri belirlemek amacıyla yapılan testten diğer gruba göre daha başarısız olan grup, deney grubu seçilmiştir. Çalışma toplam 68 öğrenci ile yürütülmüştür. 10 hafta süren çalışmada, deney grubu öğrencilerine matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğretim yapılırken kontrol grubu öğrencileri derslerine müfredata uygun şekilde devam etmişlerdir. Modelleme testi öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Matematiksel okuryazarlık ölçeği ve matematiksel problem çözme inanç ölçeği ise araştırmanın sonunda uygulanmıştır. Çalışma sonunda, kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olmazken deney grubu öğrencilerinin ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olmuştur. Ayrıca, matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematik okuryazarlığı ve inançları üzerinde olumlu bir etki bıraktığı görülmüştür.

Hıdıroğlu ve Bukova Güzel (2016), teknoloji destekli ortamlarda matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan bilişsel ve üst bilişsel eylemler Arasındaki geçişleri açıklama amacıyla yaptıkları çalışmada durum çalışması yöntemi kullanmışlardır. Araştırmanın katılımcıları Ortaöğretim matematik öğretmenliği birinci sınıfında öğrenim gören 9 öğretmen adayıdır. Çalışmanın veri toplama araçları video kayıtları, yazılı cevap kağıtları, GeoGebra çözüm dosyaları ve gözlem notlarıdır. Matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan üst bilişsel eylemler planlama, izleme, değerlendirme ve tahmin olarak ele alınmıştır. Süreçte en çok planlama eylemine rastlanırken en az tahmin eylemine rastlanmıştır. Üst bilişsel eylemler, matematiksel modelleme sürecinin basamakları arasında gerçekleşen düzensiz geçişleri etkilemiştir. Bilişsel ve üst bilişsel eylemler, modelleme sürecinde birbiri ardına meydana gelmeyip eş zamanlı ve iç içe geçmiş bir süreci ortaya çıkarmışlardır.

Tural Sönmez (2016), yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerini kullanarak finansal karar verme sürecinde matematikselleştirme becerilerini nasıl

kullandıklarını ele aldığı çalışmada, durum çalışması yöntemini kullanmıştır. Çalışma, matematik notu 80 ve üzerinde olan 6 adet yedinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Katılımcılar araştırmacının kendi geliştirdiği 5 adet modelleme etkinliği üzerinde çalışmışlardır. Çalışmanın veri toplama araçları; video ve ses kayıtları, gözlem notları ve öğrencilerin çalışma kağıtlarıdır. Araştırma sonucunda öğrencilerin dikey ve yatay matematikselleştirme süreçlerinin öğrenme alanlarına göre değiştiği görülmüştür. Öğrenciler, prosedür ve işlemleri doğru uygulamasalar bile kavramlar arasındaki bağları kuramadıklarından dolayı kimi zaman hata yapmışlardır. Finansal okuryazarlıkları incelendiğinde ise, günlük hayatlarında karşılaştıkları durumlarda daha iyi yorum yapabildikleri fark edilmiştir.

Hıdıroğlu ve Hıdıroğlu (2017), çalışmalarında altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerini çözerken oluşturdukları gerçek hayat problem durumu modellerini ele almışlardır. Araştırmanın katılımcıları, ortalama başarıya sahip ve daha önce matematiksel modelleme uygulaması yapılmamış üç ortaokulda eğitim gören 64 adet altıncı sınıf öğrencisidir. Araştırmanın veri toplama kaynakları; araştırmada uygulanan dört adet matematiksel modelleme problemine ait cevap kağıtları ve araştırmacının gözlem notlarıdır. Araştırma nitel bir araştırma olup veliler içerik analizi ile çözümlenmiştir. Araştırma sonucunda; katılımcıların oluşturdukları gerçek modeller resim, şekil ve tablo/ listedir. Öğrenciler modellerini oluştururken tecrübeler, anlamalar, tahmin/ölçümler ve matematiksel bilgiler etkili olmuştur. Öğrenciler, gerçek modelleri matematiksel çözümlere ulaşmak ve o çözümleri yorumlamak amacıyla kullanmışlardır. Ayrıca, öğrenciler çözümlerinde zihinsel modellerini gerçek hayat problem durumu modellerine yansıtmakta güçlük yaşamışlar, gereksiz çizimlere yer vermişler ve gerekli stratejik etkenleri belirleyememişlerdir. Bu nedenle de nitelikli modeller meydana getirememişlerdir. Öğrencilerin uzunluk ve ağırlık gibi kavramları karıştırıp hatalı tahminlerde bulundukları için gerçek bir model ortaya çıkaramadıkları da araştırmada ulaşılan sonuçlardandır. Öğrencilerin oluşturdukları modellerin üzerinde yüzeysel işlemler ve yorumlar yapmaları onların matematiksel modelleme sürecinin ilerleyen basamaklarında başarısız olmalarına neden olmuştur.

Yavuz Mumcu ve Baki (2017), çalışmalarında lise öğrencilerinin gerçek hayat durumlarında matematiksel modelleme becerilerini nasıl kullandıklarını yorumlamayı amaçlamışlardır. Çalışmadaki geçerlilik ve güvenilirlik, araştırmacı tarafından geliştirilen Modelleme Becerisi

Dereceli Puanlama Ölçeği ile sağlanmıştır. Çalışmada bir devlet okulunda eğitim gören altı adet lise öğrencisine sekiz soruluk Matematiği Kullanma Problemleri uygulanmıştır. Bu problemler rutin olmayan problemlerdir. Uygulama sonunda öğrencilerle klinik mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini kullanma şekilleri farklı boyutlarda ele alınmaya çalışılmıştır. Ayrıca, bu çalışma Yavuz Mumcu'nun doktor tezinden üretilen bir çalışmadır.

Karatağ (2017), çalışmasında sekizinci sınıf öğrencilerinin temel geometrik kavramlar bulunduran günlük yaşam durumlarına dayalı matematik problemlerini çözme sürecinin matematiksel modelleme süreci içerisinde değerlendirilmesini amaçlamıştır. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Çalışmanın katılımcıları, bir devlet okulunda eğitim gören sekiz adet sekizinci sınıf öğrencisidir. Araştırmanın veri toplama araçları; yarı yapılandırılmış ön görüşme formları, öğrencilerin cevap kağıtları, görüşmeler ve gözlemlerdir. Veriler, içerik analizi ile analiz edilmiştir. Araştırma sonunda; öğrencilerin günlük yaşam problemlerini anlama, problemleri matematiksel bir model haline getirme, matematiksel çözümler yapma ve yaptıkları matematiksel çözümleri günlük yaşama aktarabilme konusunda sıkıntılar yaşadıkları görülmüştür.

Kalaycı (2017), çalışmasında yedinci sınıf öğrencilerinin bilişsel ve üst bilişsel modelleme yeterliklerini ve başarı seviyesi düşük ve yüksek olan öğrencilerde modelleme yeterliklerinin nasıl olduğunu incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın katılımcıları, bir devlet okulunda eğitim gören 24 adet yedinci sınıf öğrencisidir. Katılımcılara üç hafta boyunca matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanarak bir ön çalışma yapılmış ve daha sonra aralarından asıl çalışmada yer alacak sekiz öğrenci seçilmiştir. Öğrenciler seçilirken matematik dersi yıl sonu başarı puanlarına ve ön çalışmada gösterdikleri yaklaşımlara dikkat edilmiştir. Öğrencilerden başarı seviyesi düşük ve yüksek olmak üzere dörder kişilik gruplar oluşturulmuş ve altı hafta boyunca üçer adet matematiksel modelleme problemleri ile çalışmaları istenmiştir. Süreç videoyla kayıt altına alınmıştır. Ayrıca, bir Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği kullanılarak öğrencilerin bilişsel ve üst bilişsel yeterlikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, her iki grubunda yorumlama ve doğrulama yeterlikleri konusunda sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Ayrıca başarı seviyesi düşük olan grubun problemi anlama, matematikleştirme ve matematiksel çalışmalar yapma yeterliklerinde de sıkıntı yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Başarı seviyesi düşük olan grubun

süreçte tartışma, matematikleştirme, planlama ve izleme, yön bulma yeterlik düzeylerinde artışa rastlanmıştır. Kısaca, başarı seviyesi yüksek olan grubun bilişsel ve üst bilişsel yeterlik düzeylerinin fazla olduğu görülmüş; başarı seviyesi düşük olan grubun ise, üst bilişsel yeterlik düzeylerinin uygulama sonunda artış gösterdiği göze çarpmıştır. Çalışmanın en önemli bulgularından biri, düşük başarı düzeyine sahip grubun modelleme yeterlik düzeylerinin en az diğer grup kadar artmasıdır.

Genç ve Karataş (2017), çalışmalarında problem çözme etkinliklerinde öğrencilerin modelleme seviyelerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Çalışmanın katılımcıları ise 24 adet ortaokul öğrencisidir. Çalışmanın veri toplama aracı, matematiksel model kurmayı gerektiren üç problemdir. Öğrencilerin problem durumlarını modelleme yolları hakkında daha detaylı bilgi alabilmek için görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerin modelleme seviyeleri, Llinares ve Roig (2008)'in modelleme sürecindeki gelişme seviyeleri karakterizasyonu tablosuna göre belirlenmiştir. Problemler de Llinares ve Roig (2008)'in çalışmasından alınmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin çok azının çözümlerinde modelleme kullanarak Seviye 3 düzeyinde oldukları görülmüştür. Öğrencilerin bazıları problemi anlamadıkları için anlamsız işlemler yapmışlar ve modelleme sürecinde zorluk yaşamışlardır, bu nedenle Seviye 0'da kalmışlardır. Bazı öğrenciler de problemi anlayıp yorumlayabilmelerine rağmen herhangi bir matematiksel model oluşturamadıkları için Seviye 1 veya Seviye 2'de kalmışlardır.

Çiltaş, Demirci ve Güler (2018), çalışmalarında yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerini çözebilme becerilerinin zeka türlerine göre incelenmesini amaçlamışlardır. Çalışmanın katılımcıları, 104 adet yedinci sınıf öğrencisidir. Öğrencilerin matematiksel modelleme problemini çözebilme becerilerini belirleyebilmek için öğrencilere "Seyahat Problemi" sorulmuştur. Çalışmada, öğrencilerin zeka türleri ile matematiksel modelleme problemlerini çözebilme becerileri arasındaki ilişkiyi belirleme amacı olduğu için ilişkisel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözebilme becerilerinin zeka türlerine göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

Çavuş Erdem (2018), alan ölçme konusunun kazanımlarına uyumlu hazırlanan matematiksel modelleme problemlerinin, öğrencilerin öğrenmelerine ve modelleme becerilerine etkisini

incelediği doktora tezinde durum çalışması yöntemini kullanmıştır. Çalışma, alan ölçme konusunda başarısız oldukları belirlenen altı adet yedinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Öğrencilere sekiz adet matematiksel modelleme problemi sorulmuştur. Araştırmanın veri toplama araçları; video ve ses kayıtları, öğrenci çözüm kağıtları, araştırmacının notları ve diğer yazılı dokümanlardır. Araştırmanın Veri analizi iki aşamada gerçekleştirilmiştir: birinci aşamada veriler gömülü teorinin kodlama yöntemi ile analiz edilmiş ve bir rubik geliştirilmiştir. İkinci aşamada ise, veriler rubriklerle yeniden analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin öğrenmelerinin matematiksel modelleme problemleri aracılığıyla önemli ölçüde desteklendiği görülmüştür. Öğrenmeler; bireysel keşifler, iş birliği, akran veya öğretmen rehberliği ile gerçekleşmiştir. Uygulanan matematiksel modelleme problemlerinin modelleme becerisine de fayda sağladığı görülmüştür. Öğrencilerin modelleme sürecinde konuya ilişkin kavramları, kavramsal ilişkileri matematiksel olarak açıklayabilmeyi, alanı ölçülecek yerin birim karelerle kaplanarak alan bağıntısıyla ilişkilendirilmesinin kritik rol oynadığı da belirlenmiştir.

Çora (2018), çalışmasında ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerindeki problem çözme becerilerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma, bir devlet okulunda öğrenim gören 15 adet yedinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Öğrencilere beş adet matematiksel modelleme etkinliği çözdürülerek öğrencilerin bu etkinliklerdeki problem çözme süreçleri incelenmiştir. Çalışmanın veri toplama araçları; gözlemler, görüşmeler ve modelleme etkinlikleridir. Çalışmadan elde edilen veriler betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Araştırma sonunda, matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem algılarını değiştirdiği ve öğrencilerin problemi anlamaları konusunda akran etkileşiminin etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca, problem çözme sürecinde hiçbir öğrenci çözümünü doğrulayamamıştır.

İnan Tutkun ve Didiş Kabar (2018), çalışmalarında yedinci sınıf öğrencilerinin Hava Durumu adlı matematiksel modelleme problemini çözerken geçtikleri matematiksel modelleme sürecini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma, derse devam eden 24 öğrenci arasından seçilen 6 adet öğrenci ile yürütülmüş olup nitel bir durum çalışması niteliğindedir. Çalışma; öğrencilerin bir matematiksel modelleme problemi ile ilk kez karşılaştıklarında, birden fazla yorumlama sürecinden geçerek çözüm için farklı fikirler oluşturduklarını, bu farklı fikirleri birbirleriyle paylaştıklarını ve kendi matematiksel anlamaları çerçevesinde

problem için matematiksel bir model meydana getirebildiklerini göstermiştir. Ayrıca, öğrenciler istenilen matematiksel çözüme ulaştıktan sonra çözümlerini yorumlamamışlar ve çözümlerinin doğruluklarını kontrol etmemişlerdir.

Çakmak Gürel (2018), çalışmasında matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinin gelişimini, kısmi destekli bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına katılma durumlarına göre incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma, eylem araştırması olarak yürütülmüştür. Araştırmanın katılımcılarını, 17'si öğrenme ortamına katılan ve 15'i öğrenme ortamına katılmayan toplamda 32 ilköğretim matematik öğretmen adayını oluşturmaktadır. Veri toplama aracı, öğrenme ortamına katılmadan önce ve öğrenme ortamına katıldıktan sonra olmak üzere iki adet matematiksel modelleme problemidir. Problemler öğretmen adaylarına bireysel olarak uygulanmıştır. Veri analizinde betimsel analiz kullanılmış olup meydana gelen değişimin öğrenme ortamından kaynaklı olup olmadığını belirlemek amaçlanmıştır. Bunun için, öğrenme ortamına katılan ve katılmayan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme süreçleri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonunda; öğrenme ortamına katılım gösteren öğretmen adaylarının ön görüşmede matematiksel model oluşturma aşamasına ulaşamadıkları, ama son görüşmede çoğunun bu aşamaya geçiş yapabildiği görülmüştür. Son görüşmede matematiksel model oluşturma aşamasına geçiş yapabilen katılımcıların geneli, matematiksel sonuçlara ve gerçek sonuçlara geçiş yapabilmişlerdir. Öğrenme ortamına katılım göstermeyen öğretmen adaylarının ise, hem ön hem de son görüşmede matematiksel model oluşturma aşamasına geçiş yapamadıkları belirlenmiştir. Modelleme yeterlilikleri yönünden bakıldığında da, öğretmen adaylarının çoğunun ön görüşmede tüm alt yeterliklerde sorun yaşadıkları, fakat en çok da matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterliklerinde sorun yaşadıkları görülmüştür. Son görüşmede ise, öğrenme ortamına katılım göstermeyen öğretmen adaylarında yine benzer problemler devam etmiş, öğrenme ortamına katılım gösteren adaylarda ise alt yeterliklerin çoğunun geliştiği görülmüştür.

Mengi (2019), çalışmasında öğretim ortamlarında matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanılmasının yedinci sınıf öğrencilerinin problem çözme ve üst düzey becerilerini etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma 13 adet yedinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüş olup sekiz haftalık bir eylem planı doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın veri toplama araçları,

problem çözme stratejilerinden oluşan problem çözme testi ve Bloom taksonomisine göre hazırlanmış düzey belirleme testidir. Çalışma sonunda, matematiksel model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme ve üst düzey düşünme becerileri üzerinde olumlu etki bıraktığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca, öğrenciler Polya'nın problem çözme basamaklarından olan çözümü doğrulama basamağını gerçekleştirememişlerdir.

Uyar (2019), çalışmasında yedinci sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma, 15 adet yedinci sınıf öğrencisi arasından seçilen 8 adet öğrenci ile yürütülmüş olup çalışmada, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın veri toplama araçları; gözlem formları, görüşmeler ve uygulanan sekiz adet matematiksel model oluşturma etkinliğine yönelik öğrenci cevap kağıtlarıdır. Öğrenci cevap kağıtları ve video transkriptleri, literatürdeki problem çözme stratejilerine göre betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışma sonunda, öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinde en fazla kullandıkları stratejinin denklem veya eşitsizlik kurma stratejisi olduğu görülmüştür. Öğrencilerin geriye doğru çalışma stratejisini hiç kullanmadıkları da göze çarpmıştır. Deneysel matematiksel modelleme problemlerinde en fazla kullanılan strateji sistematik liste yapma iken, teorik matematiksel modelleme problemlerinde en fazla kullanılan strateji denklem veya eşitsizlik kurma olmuştur. Öğrencilerle yapılan görüşmeler sonunda, öğrenciler matematiksel modelleme problemlerinin muhakeme becerisi gerektirdiği, bu problemlerde problem çözme yöntemlerinin farklı bir bakış açısı sağladığı ve çözümü daha kolay hale getirdiği yönünde görüş belirtmişlerdir. Ayrıca öğrenciler; bağıntı bulma, denklem veya eşitsizlik kurma ve muhakeme etme stratejilerini daha fazla kullandıklarını belirtmişlerdir. Öğrenciler teorik matematiksel modelleme problemlerinde daha fazla zorlanmışlar ve bu problemleri çözebilmek için daha fazla stratejiden yararlanmışlardır. Öğrenciler teorik matematiksel modelleme problemlerini çözerken birden fazla problem çözme stratejisine başvurmuşlardır. Farklı matematiksel modelleme problemlerinin çözümlerinde ise, farklı problem çözme stratejilerini kullanmışlardır.

Kocayayla (2019), çalışmasında yedinci sınıf öğrencilerine yönelik matematiksel modelleme problemleri geliştirmiş ve bunları öğrencilere uygulayarak öğrencilerin modelleme yeterlilik düzeylerini incelemiştir. Çalışma, bir eylem araştırması olup iki farklı devlet okulunda öğrenim gören yedinci sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Okullardan

birinde pilot uygulama yapılmış diğesinde ise, asıl uygulamaya geçilmiştir. Pilot uygulamada 9, asıl uygulamada 12 öğrenci ile çalışılmıştır. Çalışmada geliştirilen iki farklı matematiksel modelleme etkinliği ile öğrencilerin modelleme yeterlikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Etkinliklerden ilki Koordinat Sistemi ve ikincisi de Öteleme ve Yansıma konuları dikkate alınarak hazırlanmıştır. Öğrencilerin modelleme yeterlikleri Ludwig ve Xu (2010)'nın modelleme yeterlikleri esas alınarak ve her düzey kendi içinde beş seviyeye ayrılarak analiz edilmiştir. Öğrenciler iki etkinlikte de modelleme yeterlilik düzeyinde Düzey 5'e ulaşmışlardır; fakat ilk etkinlikte alt seviyelerde kalmışlar, ikinci etkinlikte ise Düzey 5'te beşinci seviyeye ulaşmışlardır. Öğrenciler her iki etkinlikte de problem durumlarını anlayabilmişler, cevap verebilmişler, problem durumlarını matematiksel fikirlerle ilişkilendirebilmişler, bu ilişkilendirmeler sonucunda modeller oluşturabilmişlerdir. Öğrenciler, koordinat sistemi ile ilgili olan etkinlikte tüm bu süreçlerden geçerek modelleme sürecini tecrübe etmişler, fakat doğrulama aşamasında sorun yaşamışlardır. Sonuçta, öğrencilerin her iki etkinlikte de birbirine yakın seviyelerde oldukları ve bu nedenle de, geliştirilen etkinliklerin derslerde kullanılabilir olduğu görülmüştür.

Duman (2019), çalışmasında sekizinci sınıf öğrencilerinin akademik başarı seviyelerine göre model oluşturma süreçlerinin model oluşturma etkinlikleri yardımıyla incelenmesini ve varsa bu süreçlerdeki farklılıkların nedenlerinin ortaya konulmasını amaçlamıştır. Araştırma, nitel bir çalışma olup bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 22 adet sekizinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı, altı hafta boyunca seçmeli Matematik Uygulamaları dersinde öğrencilere her hafta farklı bir model oluşturma etkinliği uygulamış ve bir ön çalışma gerçekleştirmiştir. Ön çalışma sonunda iki odak grup belirlenmiş ve gruplara bir model oluşturma etkinliği olan Atatürk Anıtı Problemi uygulanmıştır. Süreç video ile kayıt altına alınmıştır. Öğrenci çalışma kağıtları ise, Blum ve Ferri'nin modelleme döngüsü kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonunda, grupların ortaya koyduğu matematiksel modeller kullanılan yöntemler bakımından farklılık göstermiştir. İki grup da kendilerine sunulan bilgiyi okuma ve yorumlama, varsayımlarda bulunma, model oluşturma, grup çalışması yapabilme ve çözümlerini yazılı ve sözlü olarak paylaşabilme becerilerini başarılı bir şekilde meydana getirmişlerdir.

Yıldırım (2019), çalışmasında altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modellemedeki süreç

becerilerini araştırmıştır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden öğretim deneyi kullanılmış olup araştırma, bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 22 adet altıncı sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Öğrencilere uygulanan matematiksel modelleme etkinliği, bir pilot ve bir de gerçek uygulama olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın veri toplama araçları; gözlem notları, öğrenci çalışma kağıtları ve video kayıtlarıdır. Veriler betimsel analiz ve içerik analizi ile analiz edilmiş olup sonuçta, öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinde öne sürdükleri fikirlerin bir veriye veya gözleme dayandığı görülmüştür. Öğrenciler daha önceden bildikleri sembol, kural ve işlemleri etkili bir şekilde kullanabilmişler, hatta önceden bilmedikleri sembol, kural ve işlemleri kendilerince üretmişlerdir. Ayrıca, matematiksel modelleme etkinliğinin uygulama sürecinde öğrenciler farklı matematiksel modeller oluşturmuşlar, fakat varsayımlarda bulunma ve elde edilen modelin gerçek hayatta geçerliliğini değerlendirme sürecinde başarısız olmuşlardır.

Çetinkaya (2020), çalışmasında lise öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde meydana gelen üst bilişsel becerilerini çoklu düzeyde incelemiştir. Çalışma, dokuz adet lise öğrencisi ile yürütülmüştür. Üst bilişsel beceriler; bireysel, sosyal ve çevresel düzeyde incelenmiştir. Ayrıca bu becerilerin matematiksel modelleme sürecini nasıl şekillendirdiği de araştırılmıştır. Araştırma sonunda, matematiksel model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerde üst bilişsel becerileri kullanma eğilimini arttırdığı sonucuna varılmıştır. Üst bilişsel becerilerin ortaya çıkması ve üst bilişimin boyutları arasında geçişler yaşanması modelleme sürecini biçimlendirmiştir. Matematiksel modelleme süreci içinde tek başına ilerleme gösteremeyen öğrencilerin, akranlarının fikirleri üzerine düşünerek sürece devam ettikleri araştırmanın bir diğer sonucudur.

Deniz (2020), 8. sınıf öğrencilerinin STEM eğitimindeki matematiksel modelleme süreçleri ve bu süreçte karşılaştıkları zorlukların ortaya çıkarılmasına yönelik araştırmasında model oluşturma etkinliklerini kullanmıştır. Çalışmada birden fazla durum olması ve bu durumların karşılaştırmalı olarak analiz edilmesi durumu söz konusu olduğu için çoklu durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın katılımcıları bir devlet okulunda öğrenim gören sekiz adet sekizinci sınıf öğrencisidir. Öğrencilere iki adet matematiksel modelleme etkinliği uygulanmış ve süreç kayıt altına alınmıştır. Öğrencilerin model oluşturma etkinlikleri sürecinin nasıl gerçekleştiği, dokümanlar ve görüşmeler aracılığıyla incelenmiştir. modelleme süreci, Blum ve Ferri (2009)'nin modelleme döngüsü dikkate alınarak analiz

edilmiştir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin model oluşturma sürecinde bazı zorluklarla karşılaştıkları görülmüştür. Bu zorluklar; problemi anlama, model oluşturma, matematik kullanma, sonuç açıklama, grup ile çalışma, oluşturulan modeli doğrulama ve zaman yönetimi konularında yaşanan zorluklardır.

Çavuş Erdem, Doğan ve Gürbüz (2021), çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin disiplinler arası matematiksel modelleme becerilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Kapsamlı bir projenin bir bölümünü kapsayan bu çalışmada, projeye katılan öğretmenler tarafından oluşturulan altı adet disiplinler arası matematiksel modelleme etkinliği, iki farklı sınıf ortamında uygulanmıştır. Araştırmanın veri toplama araçları; video ve ses kayıtları, araştırmacı notları ve öğrenci çözüm kağıtlarıdır. Veriler içerik analizi ile analiz edilmiş olup analizde Disiplinler Arası Matematiksel Modelleme Beceri Değerlendirme Rubriği kullanılmıştır. Öğrencilerin disiplinler arası matematiksel modelleme etkinliklerinin yapısı gereği bazı sorunlar yaşadıkları görülmüştür. Öğrenciler matematiksel modelleme sürecinde, problemi anlama basamağında en yüksek başarıyı gösterirken değerlendirme basamağında en düşük başarıyı göstermişlerdir. Öğrencilerin performanslarının birbirine benzediği ve uygulama sürecinin sonuna doğru geldikçe becerilerinin geliştiği görülmüştür.

Kaygısız (2021), çalışmasında dördüncü sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri yardımıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimini araştırmıştır. Araştırma bir öğretim deneyi olup bir devlet ilkokulundaki 33 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin üçü odak katılımcı olarak belirlenmiştir. Dokuz hafta süren uygulamada birinci, dördüncü ve son haftada odak katılımcılarla klinik görüşme yapılmış ve diğer haftalarda da tüm katılımcılarla uygulamaya devam edilmiştir. Araştırmanın veri toplama araçları; gözlem, klinik görüşme ve yazılı dokümanlardır. Veriler içerik analizi ile çözümlenmiş olup bu aşamada Blum ve Kaiser tarafından geliştirilen ve MaaB (2006) tarafından uyarlanan matematiksel modelleme yeterlikleri esas alınmıştır. Araştırma sonunda, öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri aracılığıyla değerlendirmeye alınan yeterliklerinin farklı düzeylerde olduğu görülmüştür. Uygulama öncesinde öğrencilerin yaptığı ısınma çalışmaları, matematiksel model oluşturma etkinliklerinin bağlamı, uygulama sonunda yapılan sunumlar, öğrencilerin önceki tecrübeleri, öğrencilerin okuma ve anlama becerileri, doğal sınıf ortamında yapılan çoktan seçmeli uygulama gibi faktörler bu durumun oluşmasında etkili olmuştur.

Çoksöyler ve Bozkurt (2021), çalışmalarında altıncı sınıf öğrencilerinin bir matematiksel modelleme problemine ilişkin çözümlerindeki bilişsel becerilerini incelemiştir. Çalışmanın kuramsal çerçevesi bilişsel perspektiftir. Çalışma, bir durum çalışması olup katılımcıları 24 adet altıncı sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Çalışmanın veri toplama araçları; öğrenci cevap kağıtları, ses kayıtları, gözlem notları ve bir grubun video kaydıdır. Çalışmadan elde edilen veriler problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama basamakları esas alınarak incelenmiştir. Çalışma sonunda, öğrencilerin gerçek yaşama uyumlu modeller oluşturmakta zorluk yaşadıkları ve bu konuda öğretmen rehberliğine gereksinim duydukları görülmüştür. Öğrenciler problemi anlamadan matematiksel işlemler yapmaya başlamışlardır. Ayrıca, yorumlama ve doğrulama basamaklarını eksik bırakma eğilimi göstermişlerdir.

İncikabı ve Biber (2021), çalışmalarında matematik öğretmeni adaylarının matematiksel model oluşturma etkinlikleri tasarlama süreçlerini incelemiştir. Çalışmada örnek olay incelemesi yöntemi kullanılmış olup çalışma, 15 matematik öğretmeni adayı ile yürütülmüştür. Çalışmada bütüncül bir yaklaşımla ve teorik bilgi esas alınarak oluşturulan öğrenme ortamları tasarlanmıştır. Süreç 10 hafta sürmüş olup iki kısma ayrılmıştır: matematiksel modelleme eğitim süreci ve model oluşturma etkinlikleri tasarım süreci. Araştırmanın veri toplama aracı, çalışma yapraklarıdır. Veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir. Araştırma sonunda, matematiksel model oluşturma etkinlikleri tasarım aşamalarında bazı farklılıklar oluşsa da, katılımcıların benzer süreçlerden geçtikleri görülmüştür. Katılımcıların matematiksel modelleme etkinliğini yazma aşamaları bağlamı belirleme, değişkenlere ve varsayımlara karar verme, senaryoyu yazma ve görsel unsurları ekleme şeklinde ilerlemiştir. Katılımcıların dikkat ettikleri noktalar; model oluşturma etkinlikleri tasarım ilkelerine uyum, metin kontrolü, görsel düzenleme ve çözüm adımlarının gerçekleştirilmesidir.

Duran (2022), çalışmasında yedinci sınıf öğrencilerinin iki adet matematiksel modelleme problemi ile matematiksel modelleme becerilerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Araştırmanın katılımcılarını 16 adet yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrencilere uygulanacak olan iki adet matematiksel modelleme problemi, öğrencilerle görüşerek ve sınıf içi tartışma yapılarak belirlenmiştir. Çalışma nitel olup etkileşimli desenler bağlamında bulunan özel bir durum çalışmasıdır. Çalışmanın veri toplama araçları; öğrenci cevap

kağıtları, gözlem notları, görüşmeler ve video kayıtlarıdır. Verilerin analizinde araştırmacının kendi oluşturduğu bir şablon kullanılmıştır. Şablonda matematiksel modelleme döngüsünün aşamalarından anlama, basitleştirme, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama/geçerlik ve sunma alt becerileri ile bunlara ait göstergeler yer almaktadır. Araştırma sonunda, öğrencilerin otantik matematiksel modelleme problemlerinde aktif rol aldıkları görülmüştür. Matematiksel modelleme sürecinde bazı öğrenciler problem durumunu küçük alt problemlere çevirmişlerdir, taslak modeller oluşturmuşlar ve bu modelleri matematiksel olarak düzenlemişlerdir. Öğrenciler bu modelleri bağımsız olarak düşünmüşler ve bunları birleştirme çabasına girmemişlerdir. Ayrıca öğrenciler, müfredat dışı bazı matematiksel kavram, kural ve genellemeler de kullanmışlardır.

Mavi (2022), çalışmasında Türkiye ve Suriye uyruklu yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerine yönelik iş birlikli çalışmalarındaki matematiksel modelleme sürecini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma kapsamında, iki Türk ve iki Suriyeli öğrenciden oluşan bir öğrenci grubuna, iki hafta boyunca, iki farklı matematiksel modelleme problemi uygulanmıştır. Öğrenciler, Pet Şişelerle Çevre Dostu Yapılar İnşa Edelim ve Yaz İşİ adlı matematiksel modelleme problemlerini çözmüşlerdir. Araştırmanın veri toplama araçları; video ve ses kayıtları, öğrencilerin yazılı cevap kağıtları ve alan notlarıdır. Çalışmadan elde edilen veriler analiz edilirken öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinde görülen kodlar düzenlenerek yeni bir kod listesi ortaya çıkarılmıştır. Çalışma sonunda, öğrencilerin kendilerine verilen gerçek hayat problemlerindeki durumları anladıkları, ancak model oluşturmak için gerekli matematiksel çıkarımlar yapamadıkları görülmüştür. Türkiye uyruklu öğrenciler müfredatta öğrendikleri matematiksel işlemleri kullanırken Suriye uyruklu öğrenciler velileri seçme ve sıralama gibi matematiksel işlemleri kullanmışlardır. Bu çalışma, Türk ve Suriyeli öğrenciler kendilerine verilen matematiksel modelleme problemlerini çözerken iş birliği içinde çalıştıkları için öğrenciler arasındaki kültürel farklılıkların matematiksel modelleme etkinliklerini olumsuz etkilemediğini gösteren bir çalışmadır. Bu çalışma, matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrencilerin akademik, sosyal ve kültürel farklılıklarının önemli olmadığını hatta bu farklılıkların matematiğin evrenselliğini vurgulayan bir zenginlik olduğunu göstermektedir.

Aydoğan (2023), çalışmasında ortaokul ilk ve son sınıf öğrencilerinin matematiksel

modelleme süreçlerini incelemiş ve aralarındaki benzerlik ve farklılıkları ortaya koymuştur. Araştırma, nitel olup bir devlet Ortaokulunda gerçekleştirilmiştir. Her iki sınıftaki öğrenciler gruplara ayrılmışlar ve her hafta farklı bir model oluşturma etkinliği ile dört haftalık bir ön çalışma süreci tamamlanmıştır. Ön çalışmada elde edilen sonuçlar, asıl çalışmada yer alacak öğrenci gruplarını belirlemede etkili olmuştur. Asıl çalışma için iki odak grup seçilmiş ve gruplara matematiksel modelleme problemi olarak Suç Problemi uygulanmıştır, süreç video ile kayıt altına alınmıştır. Elde edilen veriler Blum ve Ferri (2009) tarafından geliştirilen model oluşturma döngüsüne göre nitel olarak analiz edilmiştir. Araştırma sonunda, öğrencilerin kendilerine sunulan problemi tam olarak anlamadan hemen sonuca ulaşmaya çalıştıkları, problemi çözerken farklı fikirler ortaya attıkları ve problemi çözmek için çabalarken döngüsel bir süreç içinde oldukları görülmüştür. Ortaokul son sınıf öğrencileri oluşturdukları matematiksel modellerde matematiksel işlemleri temel almışlardır. Ortaokul birinci sınıf öğrencileri ise, oluşturdukları matematiksel modellerde genel olarak sözel açıklamalara, tahminlere ve yorumlamalara yer vermişlerdir. Ayrıca, ortaokul birinci sınıf öğrencileri tümevarım yöntemiyle matematiksel model oluşturmaya gayret ederken son sınıf öğrencileri ise, tündengelim yöntemi ile model oluşturmaya gayret etmişlerdir.

Dede Gülgör (2023), çalışmasında ortaokul matematik öğretmenlerinin Fermi problemlerine ilişkin görüşlerini ve bu problemlerdeki problem çözme stratejilerini incelemiştir. Araştırmaya ilişkin veriler çevrimiçi bir platformda toplanmış olup öğretmenlerle birebir görüşmeler de yapılmıştır. Araştırma 20 ortaokul matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Her öğretmen araştırmacı ile birlikte örnek bir Fermi problemini incelemiş ve daha sonra da asıl olan üç adet Fermi problemini çözmüştür. Öğretmenlerin problemlere verdikleri cevaplar alan yazındaki problem çözme stratejilerine ilişkin tanımlar esas alınarak analiz edilmiştir. Kullanılan stratejiler tablolarla gösterilip problemler arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Ayrıca, uygulamaya katılan öğretmenlerin kullandıkları genel matematiksel ifadeler de oluşturulmuştur. Öğretmenlerin Fermi problemleri ile ilk karşılaşmaları ele alındığında, problemlerin alan yazındaki adını bilmedikleri ve tahmin yaparken zorlandıkları görülmüştür. Çalışma sonunda, öğretmenlerin bu problemler hakkındaki görüşleri farklılık göstermiştir ve problemlerin yapısına göre tercih ettikleri stratejiler de değişmiştir.

Dündar ve Bora (2024), çalışmalarında ortaokul matematik uygulamaları ders kitaplarında yer alan etkinliklerin model oluşturma prensipleri ile uyumluluğunu incelemişlerdir.

Etkinliklerin analizi; gerçeklik, model oluşturma, öz değerlendirme, model dokümantasyon ve model genelleme olmak üzere beş prensip etrafında gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda, farklı sınıf seviyelerinde model oluşturma prensipleri ile farklı derecelerde uyumluluk meydana gelmiştir. Gerçeklik ve model genelleme prensipleri güçlü bir uyumluluk gösterirken model oluşturma ve model dokümantasyon prensipleri zayıf bir uyumluluk göstermiştir. Öz değerlendirme prensibi ise, çeşitli uyumluluk dereceleri göstermiştir. Çalışma, matematik uygulamaları ders kitaplarında yer alan etkinliklerin model oluşturma prensipleri ile uyumundaki güçlü yönleri ve iyileştirmeye açık alanları vurgulamaktadır. Ayrıca, etkinliklerin gerçek hayatla ilişkili olmasının önemine değinmektedir.

Altuntaş (2025), çalışmasında ortaokul öğrencilerinin çevrimiçi öğrenme ortamlarındaki matematiksel modelleme deneyimlerini incelemiştir. Nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışmasının kullanıldığı bu araştırma, bir devlet ortaokulundaki 17 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrencilere literatürde yer alan ve araştırmacının kendisi tarafından oluşturulan farklı çevrimiçi matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanmıştır. Öğrencilerin çevrimiçi matematiksel modelleme sürecinde dijital araçları kullanma amaçları incelenerek bu durumun modelleme aşamaları ve problemlerin özelliklerine göre değişimi analiz edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin karşılaştıkları güçlükler de değinilmiştir. Araştırmada Zoom ve GeoGebra yazılımları kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen veriler, MAXQDA 24 programı kullanılarak içerik analizine tabi tutulmuştur. Araştırma sonucunda, çevrimiçi matematiksel modelleme sürecinin her aşamasında dijital araçların araştırma ve hesaplama için kullanıldığı görülmüştür. Öğrenciler, dijital araçları matematikselleştirme ve matematiksel çalışma aşamalarında yoğun şekilde kullanmışlardır. Etkili iletişim ve iş birliği eksikliği, verilerin kullanımına ve erişimine ilişkin zorluklar, matematiksel ilişkileri anlama sıkıntısı, zamanlama ve süre kısıtlamaları öğrencilerin yaşadıkları güçlüklerdendir. Ayrıca, matematiksel modelleme problemlerinin özelliklerine göre dijital araçların kullanımının da değiştiği görülmüştür.

Gençer ve Ergene (2025), çalışmalarında lise ve ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme konusundaki yeterliklerinin Everest Dağı'na Yolculuk adlı matematiksel modelleme problemi esas alınarak incelenmesini hedeflemişlerdir. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kullanılmış olup çalışma Anadolu Lisesi, Fen Lisesi ve

İmam Hatip Ortaokulunda öğrenim gören 310 öğrenci ile yürütülmüştür. Katılımcıların Everest Dağı'na Yolculuk adlı matematiksel modelleme problemine ilişkin yaptıkları çözümler dereceli puanlama rubriği ile analiz edilmiştir. Matematiksel modelleme problemleri ile daha önce hiç karşılaşmadıklarını dile getiren öğrencilerin modelleme yeterlikleri analiz edildiğinde, problemi anlama basamağında başarılı oldukları sonucuna varılmıştır. Problemi sadeleştirme basamağında sıkıntı yaşayan öğrencilerin diğer basamaklarda da sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Matematikselleştirme basamağında, matematiksel ifadeler yerine sözel ifadeler ile açıklama yaptıkları göze çarpmıştır. Doğrulama basamağında öğrencilerin başarısız oldukları ve hatta ortaokul öğrencilerinin tamamının oluşturdukları modelleri doğrulayamadıkları görülmüştür. Lise öğrencileri, ortaokul öğrencilerine göre daha yüksek başarı göstermişlerdir.

Dündar ve diğerleri (2025), çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin matematikteki optimizasyon problemlerine olan bakış açılarını, problem çözme süreçlerine ve öğrenme deneyimlerine odaklanarak incelemişlerdir. Optimizasyon, belirli kısıtlamalar altında en iyi çözümü bulmakla ilişkili bir kavramdır. Çalışmada, 16 ortaokul öğrencisine dört adet optimizasyon problemi uygulanmıştır. Çalışmanın veri toplama araçları; gözlemler, geribildirim formları ve bireysel görüşmelerdir. Veriler analizinde, betimsel analiz ve içerik analizi yöntemleri kullanılmıştır. Araştırma sonunda, öğrencilerin optimizasyon problemleri ile daha önce sınırlı bir şekilde karşılaşmış olmalarının, karşılaştıkları zorluklara önemli ölçüde katkıda bulunduğu ortaya çıkmıştır. Öğrenciler optimizasyon problemlerini genel olarak anlasalar da, özellikle varsayım oluşturma ve matematiksel hesaplamalarda performanslar önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Çalışma, öğrencilerin problem çözme becerilerini ve eleştirel düşüncelerini geliştirmek için optimizasyon problemlerinin ortaokul müfredatına sistematik olarak entegre edilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Şahal ve Özdemir (2025), çalışmalarında ortaokul matematik öğretmeni adaylarının hangi modelleme aşamalarını deneyimlediklerini, bu süreçte karşılaştıkları sıkıntıları ve ortaya çıkan rotaları incelemişlerdir. Çalışma 21 ortaokul matematik öğretmeni adayı ile yürütülmüştür. Çalışma bir durum çalışmasıdır. Öğretmen adayları üç adet matematiksel modelleme problemi üzerinde çalışmışlardır. Araştırmanın veri toplama araçları; öğretmen adaylarının not defterleri, çözüm izleme şablonları, ses ve video kayıtlarıdır. Verilerin analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır ve modelleme rotalarını görünür hale getiren

modelleme döngüsüne aktarım yapılmıştır. Ortaya çıkan modelleme rotalarının çoğu “düzensiz” ve “tamamlanmış” kategorilerinde yer almıştır. Öğretmen adaylarının; durumun zihinsel temsili, gerçek modeli oluşturma ve matematiksel çözüm basamaklarında başarılı oldukları sonucuna varılmıştır. Döngüde en çok atlanan basamaklar; matematiksel model, gerçek sonuçları yorumlama ve doğrulama basamaklarıdır. Öğretmen adayları, matematiksel model aşamasına dair zorluk yaşadıklarını dile getirirken gerçek sonuçları yorumlama ve doğrulama aşamalarına dair zorluk yaşadıklarını belirten herhangi bir ifade kullanmamışlardır.

Kılınç ve Ergene (2025), çalışmalarında fen lisesi ve proje okulundaki 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerini, Deniz Kırtasiyenin Satışları adlı matematiksel modelleme problemine verilen yanıtlar ile incelemişlerdir. Araştırma, 119 lise öğrencisi ile yürütülmüş olup durum çalışması yöntemiyle yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Araştırma sonunda, öğrencilerin problemi anlama yeterliğini daha iyi gerçekleştirdikleri görülmüştür. Fen lisesindeki öğrencilerin problemi anlama yeterlilik düzeyi, proje okulundaki öğrencilere göre daha fazla olmuştur. Genel olarak, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin düşük olduğu ve her iki okulda da elde edilen sonuçların birbirine benzer olduğu görülmüştür.

2.2. Yurt İçinde ‘Problem Çözme’ ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Şahin (2007), çalışmasında sekizinci sınıf öğrencilerinin problem çözerken uygun strateji belirlemeleri konusunda geleneksel öğretimin mi yoksa işbirlikli öğretimin mi daha etkili olduğunu incelemiştir. Araştırma sonunda, işbirlikli öğretimin geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu fark edilmiştir.

Çelebioğlu (2009), çalışmasında ilkokul birinci sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini kullanma düzeylerini araştırmıştır. Karma yöntem ile yapılan çalışmada veriler tarama ve klinik mülakat yöntemleriyle toplanmıştır. 170 adet ilkokul birinci sınıf öğrencisine dört problem çözme stratejisi ve kalanlı bölme içeren altı soruluk bir test uygulanmıştır. Daha sonra aralarından 12 öğrenci seçilerek klinik mülakat yapılmış ve öğrencilerin problem çözme davranışları incelenmiştir. Araştırma sonunda, öğrencilerin düşük akademik seviyede olsalar dahi problem çözme stratejileri kullanabildikleri ve en başarılı oldukları stratejinin bağıntı bulma stratejisi olduğu sonuçlarına varılmıştır.

Yaşar (2010), çalışmasında altıncı sınıf öğrencilerine çalışma yaprakları ile problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin problem çözme başarısına etkisini incelemiştir. Araştırma, karma yöntem ile yapılmış olup 12 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrencilere ön test olarak başarı testi uygulanmış ve daha sonra sekiz hafta boyunca problem çözme stratejilerinin öğretimi yapılmıştır. Daha sonra son test olarak başarı testi yeniden uygulanmıştır. Araştırma sonunda, çalışma yapraklarıyla zenginleştirilen problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin başarılarını arttırdığı görülmüştür.

Taşpınar (2011), çalışmasında sekizinci sınıf öğrencilerine uygulanan problem çözme stratejileri öğretiminin, farklı problem çözme stratejilerini birlikte kullanabilme düzeyine etkisini incelemiştir. Çalışmada veri toplama aracı olarak, araştırmacının kendisi tarafından hazırlanan Araştırma Problemleri ve Çanakçı (2007) tarafından geliştirilen Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Araştırmada, öğrencilere problem çözme stratejileri anlatılmış ve farklı stratejilerle çözülebilen problemler gösterilmiştir. Bu öğretim süreci dört hafta sürmüştür. Uygulamanın öncesinde ve sonrasında araştırmacının hazırladığı araştırma problemleri ve Matematik Problemi Çözme Tutum Ölçeği, öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin ön teste kullandıkları problem çözme stratejilerinin sınırlı sayıda olduğu ama son teste bu durumun tam tersi hale geldiği görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin matematik problemi çözmeye karşı tutumlarında anlamlı bir farklılığa rastlanılmamıştır.

Yıldız vd. (2012), çalışmasında üstün yetenekli ve normal öğrencilerin problem çözme stratejilerini karşılaştırmayı hedeflemiştir. Çalışma 12 adet sekizinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüş olup çalışmada özel durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Veriler, öğrencilere verilen beş problem ve klinik mülakatlar aracılığıyla elde edilmiştir. Araştırma sonunda, üstün yetenekli öğrencilerin normal öğrencilere göre daha fazla strateji kullandıkları görülmüştür. Ayrıca, her iki grup tarafından da en çok kullanılan strateji türü tüm olası durumları düşünme stratejisidir.

Durmaz (2014), çalışmasında üstün yetenekli öğrenciler için tasarlanan deneysel öğrenme ortamının öğrencilerin problem çözme stratejilerini öğrenme düzeylerini etkisini araştırmıştır. Çalışma 121 üstün yetenekli öğrenci ile yürütülmüş olup çalışmada ön test-son test tek gruplu deneysel desen tercih edilmiştir. Araştırma sonunda, tasarlanan öğretim

ortamının öğrencilerin farklı stratejileri kullanma ve problem çözme stratejilerini öğrenme düzeylerinde olumlu etki bıraktığı tespit edilmiştir.

Kayapınar (2015), çalışmasında dördüncü sınıf öğrencilerine problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin problem çözme ve özdüzenleyici öğrenme becerilerine etkisini incelemiştir. Çalışma deneysel bir çalışma olup 56 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmada bir deney ve bir de kontrol grubu yer almaktadır. Deney grubundaki öğrencilere on hafta boyunca problem çözme stratejilerinin öğretimi yapılırken kontrol grubundaki öğrencilere bir müdahalede bulunulmamıştır. Araştırma sonunda, problem çözme stratejileri öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarını, biliş üstü öz düzenleme ve öz yeterlik inançlarını olumlu etkilediği görülmüştür.

Özyıldırım Gümüş (2015), çalışmasında ilköğretim matematik öğretmen adaylarına yapılan problem çözme stratejileri öğretiminin öğretmen adaylarının problem çözme performanslarına ve problem çözerken kavramsal ve işlemsel bilgileri kullanma tercihlerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada yarı deneysel desen kullanılmış olup deney grubuna problem çözme stratejileri öğretim yapılırken kontrol grubuna stratejik olmayan bir problem çözme öğretimi yapılmıştır. Veriler analiz edilirken nitel ve nicel yöntemler birlikte kullanılmıştır. Öğretmen adaylarına ön test olarak uygulanan problem çözme ölçeği sonuçlarına göre, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal ve işlemsel bilgiyi kullanma tercihlerinde bir fark görülmemiştir. Araştırma sonunda, problem çözümünde deney grubunun işlemsel bilgi ağırlıklı çözüm yollarını tercih ettiği, kontrol grubunun ise kavramsal bilgi ağırlıklı çözüm yollarını tercih ettiği görülmüştür. Grupların problem çözme performanslarında da anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir.

Bayazit ve Koçyiğit (2017), çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin problem çözümündeki başarılarının örnek olan yöntemi ile incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırma 72 ortaokul öğrencisi ile yürütülmüştür. Araştırma sonunda, rutin olmayan problemlerde üstün yetenekli öğrencilerin normal öğrencilere göre problem çözüm sürecinde daha fazla problem çözme stratejisine yer verdikleri görülmüştür. Üstün yetenekli öğrenciler, problemleri çözerken daha esnek düşünmüşler ve farklı yaklaşımlara yönelmişlerdir. Normal öğrenciler ise, aşına oldukları stratejileri kullanmışlardır.

Temel (2018), çalışmasında problem çözme stratejilerini matematiksel süreç becerilerine göre sınıflandırmayı hedeflemiştir. Yarı deneysel desenin kullanıldığı bu çalışmada, bir devlet ortaokulunun sekizinci sınıfında öğrenim gören 42 öğrenci ile çalışılmıştır. Öğrenciler TEOG sınavı matematik başarı puanlarına göre iyi, orta ve düşük düzeylere ayrılıp birer deney ve kontrol grubu oluşturulmuştur. Deney grubu ile problem çözme stratejileri eğitimi gerçekleştirilmiş, kontrol grubu ise normal öğrenimine devam etmiştir. Araştırmanın verileri, Problem Çözme Testi ve Matematik Okuryazarlık Testi ile toplanmıştır. Araştırma sonunda; bağıntı bulma, değişken kullanma ve diyagram çizme stratejilerinin formüle etme ve yürütme süreçlerini; sistematik liste yapma ve tablo yapma stratejilerinin yürütme sürecini; geriye doğru çalışma, tahmin ve kontrol ve muhakeme etme stratejilerinin yürütme, yorumlama ve değerlendirme süreçlerini; basitleştirme stratejisinin formüle etme, yürütme, yorumlama ve değerlendirme süreçlerini içerdiği görülmüştür. Problem çözme stratejileri eğitiminin öğrencilerin matematik okuryazarlık ve problem çözme stratejilerini kullanma düzeylerini arttırdığı görülmüştür. Ayrıca, problem çözme stratejilerinin matematik okuryazarlık düzeyinin anlamlı bir yordayıcısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Demir (2019), çalışmasında sekizinci sınıf öğrencilerinin problem çözerken kullandıkları stratejileri ve problem çözme sürecinde hangi aşamada hata yaptıklarını belirlemeyi amaçlamıştır. Öğrencilere uygulanmak üzere en az üç strateji ile çözülebilen 15 soruluk açık uçlu bir problem testi hazırlanmıştır. Çalışma, 60 adet sekizinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Çalışma nitel bir çalışma olup betimsel tarama yöntemi kullanılmıştır. Hazırlanan testin güvenilirliği ve geçerliği için üç adet ortaokul öğretmeninden ve bir öğretim üyesinden uzman görüşü alınmıştır. Veri analizinde ise, strateji türlerinin ve hata analiz envanterinde hataların belirlenmesinde kullanılan kriterler esas alınmıştır. Test öğrencilere uygulanmadan önce, öğrencilerin çözüm sürecinde kullanacakları düşünülen problem çözme stratejileri belirlenip bir belirtke tablosu oluşturulmuştur. Araştırma sonunda, öğrencilerin en çok tahmin ve kontrol stratejisini kullandıkları görülmüştür. Daha sonra en çok kullanılan stratejiler ise; şekil çizme, aritmetik ve denklem kurma stratejileridir. Çalışmada en az kullanılan strateji tablo yapma stratejisi olmuştur. Öğrencilerin yaptıkları hatalar ele alındığında ise, en çok problemi anlama basamağında hata yapıldığı görülmektedir.

Bayramin (2020), çalışmasında altıncı sınıf öğrencilerinin zeka oyunlarını oynarken Polya'nın (1945) problem çözme stratejilerinden hangilerini kullandıklarını incelemeyi

amaçlamıştır. Ayrıca, öğrencilerin problem çözme stratejilerini geliştirmelerinde oyun oynama süreçlerinin katkısını da ortaya koymak istemiştir. Araştırma, özel bir öğretim kurumunda öğrenim gören sekiz adet altıncı sınıf öğrencisi ile yürütülmüş olup betimleyici model olarak belirlenmiştir ve araştırmanın verileri karma yöntemle toplanmıştır. Araştırmanın veri toplama araçları; Problem çözme Beceri Testi, Kişisel Bilgi Formu, Video Kayıt Değerlendirme Formu ve Zeka Oyunları Dersi Değerlendirme Formu'dur. Video analizi yapılan oyunda herhangi bir problem çözme stratejisinin kullanılıp kullanılıp kullanılmadığı değerlendiriciler arasındaki uyum oranına göre belirlenmiştir. Öğrencilerin derse yönelik görüşleri ise betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Araştırma sonunda; öğrencilerin farklı oyunlarda farklı problem çözme stratejilerine başvurdukları, en çok kullanılan problem çözme stratejisinin muhakeme etme stratejisi olduğu, en az kullanılan problem çözme stratejisinin ise benzer basit problemlerin çözümünden yararlanma stratejisi olduğu sonuçlarına varılmıştır. Öğrenciler, oynadıkları oyunların problem çözme stratejilerini geliştirmeleri ve problem çözümünde farklı yöntemler geliştirmeleri yönünde kendilerine fayda sağladığını düşünmüşlerdir.

Topal (2022), çalışmasında sekizinci sınıf öğrencilerine problem çözme stratejilerinin öğretildiği süreçte matematik okuryazarlıklarını incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada, öğrencilerin sınıf seviyelerine ve kazanımlarına uyumlu, günlük hayatla ilişkili problemlere yer verilmiştir. Öğrencilere problem çözme stratejileri öğretilerek kendilerine sunulan problemlerin çözümünde uygun stratejiyi kullanmaları ve problemleri çözmeleri istenmiştir. Öğrencilerin problemleri çözüm süreçlerindeki ve matematik okuryazarlıklarındaki değişimler, formüle etme, yürütme, yorumlama ve değerlendirme matematiksel süreçleri kapsamında ele alınarak incelenmiştir. Araştırma, bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 32 adet sekizinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Araştırmanın veri toplama araçları; yarı yapılandırılmış görüşme formu, gözlem formu, yazılı görüş formu, öğrenci cevap kağıtları ve matematik okuryazarlığı testidir. Araştırmanın nicel verileri bir paket programda analiz edilirken nitel verileri içerik analizi ile analiz edilmiştir. Öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında matematik okuryazarlık düzeyleri karşılaştırıldığında, son test lehine anlamlı bir farklılık göze çarpmaktadır. Bu farklılığı, uygulama sürecindeki gözlemler ve yarı yapılandırılmış görüşme formlarındaki bulgular da desteklemektedir. Ayrıca elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin problem çözme süreçleri ve matematiksel süreçleri işe koşmada ilerleme kat ettikleri tespit edilmiştir.

2.3. Yurt Dışında ‘Matematiksel Modelleme’ ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Kertil (2008), çalışmasında dördüncü sınıf matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme problemlerini çözerken gösterdikleri problem çözme becerilerini hem bireysel hem grup çalışması altında incelemiştir. Çalışmada özel durum çalışması yöntemi kullanılmış olup matematiksel model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin modelleme becerilerine katkısını görebilmek için ön test-son test tek gruplu deney öncesi tasarım deseninden yararlanılmıştır. Öğretmen adaylarına ön test uygulandıktan sonra, önce bireysel ve daha sonra grup çalışması şeklinde üç hafta boyunca matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanmıştır. Son test uygulandıktan sonra da modelleme becerileri değerlendirilmiştir. Verilerin analizi için betimsel istatistik ve kategori yönteminden yararlanılmıştır. Araştırma sonunda, öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin yeterince iyi olmadığı sonucuna varılmıştır. Öğretmen adayları, matematiksel modelleme sürecinin bazı basamaklarında zorlanmışlardır. Ayrıca, matematiksel modelleme etkinliklerinde, grup çalışmasında bireysel çalışmaya göre daha başarılı olmuşlardır.

Papageorgiou (2009), çalışmasında dokuzuncu sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerini çözmelerinin inanç ve tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın veri toplama araçları; gözlem, görüşme ve ankettir. Anket, öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanmış olup öğrencilerin matematiksel modellemeye yönelik tutumlarını belirleme amacıyla yapılmıştır. Araştırmada bir deney ve bir kontrol grubu yer almaktadır. Uygulanan ön testten sonra deney grubuna üç ders boyunca matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanırken kontrol grubuna hiçbir müdahalede bulunulmamıştır. Deney grubuna uygulanan matematiksel modelleme etkinlikleri sonrasında gruptan grubu yansıttığı düşünülen on öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilerin seçiminde; matematikte zorluk çekme, matematiksel modelleme etkinliklerini çözmeye istekli model oluşturmama, matematiksel modellemede ve derslerde başarılı olma, matematiksel modelleme etkinliklerini çözmeye olan isteklilik, matematiksel modellemede istekli görünmeyi ilginç fikirleri dile getirme hususları göz önünde bulundurulmuştur. Araştırma sonunda, deney ve kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiş olup yapılan görüşmelerde de öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri ile matematik arasında bir ilişki kuramadıkları görülmüştür. Ayrıca, matematiksel modelleme etkinlikleri, akademik olarak düşük düzeyde olan öğrencilerin dersi olan ilgilerini arttırmıştır.

Yu ve Chang (2011), çalışmalarında 16 adet ortaöğretim matematik öğretmenin model oluşturma etkinliği tasarlama süreçlerini incelemişlerdir. Ayrıca, öğretmenlerin bu etkinlikler ve modelleme ile ilgili görüşlerini de ele almışlardır. Öğretmenlere dokuz haftalık bir kurs verilmiş ve bir model oluşturma etkinliği tasarımları istenmiştir. Araştırma sonunda, öğretmenlerin tasarladıkları model oluşturma etkinliklerinin gerçeklik ve model oluşturma prensiplerine uyum gösterirken diğer prensiplere uyum göstermediği görülmüştür. Öğretmenler, model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme yeterliklerini geliştirme ve problem üzerinde düşünerek fikirlerine aktarma gibi bazı yararlar sağladığını düşündüklerini belirtmişlerdir. Ancak öğretmenler, model oluşturma etkinliklerini okul matematiği ile birleştirme, uygulama ve tasarlama konusunda bazı engeller olduğunu da dile getirmişlerdir.

Stander ve Kaiser (2017), çalışmalarında öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerini çözerken kullandıkları problem çözme stratejilerini ve bu süreçte öğretmenlerin öğrencilere sağladığı stratejik yardımları incelemeyi amaçlamışlardır. Ayrıca araştırmada, sezgisel stratejilerin matematiksel model oluşturma problemlerini çözen öğrenciler için ne kadar uygun stratejik müdahaleler oldukları da belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma, 40 adet dokuzuncu sınıf öğrencisi ile yürütülmüş olup öğrenciler Otobüs Durağı Problemi üzerinde çalışmışlardır. Gruplar arasındaki müdahaleler ve temaslar 238 öğretmen ile içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonunda, öğrencilerin çok sayıda sezgisel strateji kullandıkları görülmüştür. Model oluşturma etkinliklerinde uygun kararlar verilirken sezgisel stratejilerin etkili olduğu sonucuna da varılmıştır.

Galleguillos ve Borba (2017), çalışmalarında bir sosyal ağda kapalı bir grup aracılığıyla bir matematiksel modelleme problemi tasarlayıp çözmek adına bir arada çalışan iki öğretmenden oluşan bir grubun etkileşimlerini incelemişlerdir. Çalışma, matematik öğretmenleri için matematiksel modelleme ve uygulamalar odaklı çevrimiçi eğitim kursu esnasında yapılmıştır. Araştırmada matematiksel modellemenin gelişiminin etkinlik teorisi perspektifinde nasıl gerçekleştiği, meydana gelen gerilimlerin nasıl fark edildiği ve bir matematiksel modelleme problemini tasarlayıp çözme sürecinde nasıl değiştiği ele alınmıştır. Araştırma sonucunda, oluşturulan matematiksel modelleme probleminin iç çelişkileri ortaya çıkaran bir eser görevi gördüğü ve bu nedenle de öğretmenlerin ikilemde

kalarak bir model ve pedagojik strateji oluşturmaya geemelerine imkan sağladığı görülmüştür.

Stender (2017), çalışmasında gerçekçi ve karmaşık matematiksel modelleme problemleri üzerinde özerk bir şekilde çalışan öğrenciler için bir ğretmen yardımının vazgeçilmez olduğunu, ancak bu yardımın nasıl sağlanabileceğinin henüz yeterince cevaplanmadığını dile getirmiştir. nceki araştırmalara dayanarak, sezgisel stratejilere bağlı ğretmen müdahalelerinin, Zech'in stratejik ğretmen müdahaleleri fikrini kullanarak öğrencileri yüksek düzeyde bağımsızlık sağlayacak şekilde destekleme konusunda yüksek bir potansiyele sahip olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu sonuç, problem zme teorisinden bilinen sezgisel stratejilerin matematiksel modelleme sürecinde ne ölçüde yer aldığı sorusunu gündeme getirdiğinden dolayı çalışmada, otobüs durağı probleminin zm sürecinin mevcut bir yeniden yapılandırılması, bu stratejiler açısından analiz edilmiştir. Bu yeniden yapılandırma, önceki çalışmada otobüs durağı problemi üzerinde çalışan öğrencilerin videolarına dayanmaktadır. Belirlenen sezgisel stratejiler dayanarak da öğrencilerin matematiksel modelleme sürecini daha kolay hale getirebilecek stratejik müdahaleler oluşturulmuştur.

Stender (2019), çalışmasında öğretmenlerin öğrencilere model oluşturma etkinliklerini zrken yaptıkları stratejik müdahaleleri incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada, ğretmenler, bir model oluşturma etkinliği üzerinde çalışan dokuzuncu sınıf öğrencilerini  gün boyunca gözlemlemişlerdir. Çalışmadan elde edilen veriler içerik analizi ile analiz edilmiştir. Araştırma sonunda, öğrencilerin üstbiliş aracılığıyla kullandıkları sezgisel stratejilerin belirlenmesinin matematiksel modelleme sürecinde oluşan engellerin belirlenmesi konusunda katkı sağlayabileceği görülmüştür. Bu stratejilerin öğretmenler tarafından uygulanacak olan stratejik müdahaleler için de uygun bir kavram oldukları sonucuna da varılmıştır.

Shahbari ve Tabach (2020), çalışmalarında farklı öğrencilerin modelleme yollarını ve modelleme alt yeterliklerini izleyerek, bunların ortaya çıkan matematiksel modellerin semiyotik özellikleri ile nasıl bir ilişkisi olduğunu öğrenmeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın veri kaynakları; altı grup ğretmen adayı ve ğretmen adaylarının modelleme etkinliğine katılımlarının video kayıtları, çalışma taslakları ve yazılı raporlardır. Altı grup tarafından

oluşturulan matematiksel modeller farklı semiyotik (sayısal ve cebirsel) yazılmıştır, bu nedenle durumun gereklerine uygunlukları farklılık göstermektedir. Bu modelleme süreçlerinin analizleri, etkinlikte oluşturulan matematiksel modellerin hem grupların modelleme alt yeterliklerini hem de modelleme yollarını gösterdiğini göstermiştir. Cebirsel modeller, sayısal modeller üreten grupların modelleme yollarına kıyasla daha karmaşık ve daha az ardışık modelleme yollarından ortaya çıkmıştır. Ayrıca, daha az etkili sayısal modeller üreten gruplar, durum modelinden gerçek modele geçişte ve gerçek modelden matematiksel modele geçişte belirli alt yeterlikleri kullanamamışlardır.

Rott vd. (2021), çalışmalarında mevcut normatif modellere tamamlayıcı olarak, problem çözmenin tanımlayıcı bir aşama modelini önermişlerdir. İdeal olmayan gerçek problem çözme süreçleri hatalar, sapmalar ve döngüler içerir; normatif modellerde varsayıldığı gibi önceden belirlenmiş bir sırayı izlemezler. Ampirik süreçlerin doğrusal olmayışını temsil etmek ve vurgulamak için tanımlayıcı bir modele ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle, bu çalışmada, literatürdeki modellerin ve ampirik analizlerin bir araya getirilmesi sonucu bir tanımlayıcı problem çözme süreçleri modeli oluşturulmuştur. Model oluşturulurken, mevcut problem çözme süreçleri modellerinin hangi unsurlarının kullanılabileceği ve oluşturulan modelin farklı süreç türlerini tanımlamak ve ayırt etmek için kullanılabilir olup olmadığı soruları düşünülmüştür. Oluşturulan model, sadece gerçek problem çözme süreçlerinin kendine özgü sıralamasını yakalamayı değil, aynı zamanda birikim yoluyla farklı süreçleri karşılaştırmayı da sağlamaktadır. Model, özellikle problem çözme ve rutin süreçler arasında ayırım yapılmasına imkan tanımaktadır.

Greefrath vd. (2022), çalışmalarında ayırık matematik modellerinin kullanımına dayalı matematiksel modelleme örneklerinin eğitimsel potansiyelini özellikle ortaöğretime odaklanarak ele almışlardır. Öncelikle, tepe-kenar grafiklerini, modelleme derslerinde okul düzeyinde erişilebilir olan olası ayırık matematik konuları olarak tanımlamışlardır. Daha sonra, bir vaka çalışması bağlamında, Königsberg Köprüsü probleminden kaynaklanan klasik bir ayırık matematik problemini kullanarak ortaöğretimin sonundaki öğrencilerle modelleme etkinliklerini tanımlamışlardır. Öğrencilerin grafik teorisine dayalı bir optimizasyon problemi için çözüm süreçlerini açıklayarak yaklaşımlarını nitel içerik analizi yöntemi ile modelleme döngüsünün aşamalarına da atıfta bulunarak incelemişlerdir. Özellikle, öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinin belirli alt aşamalarında tepe-kenar

grafikleri ile ilgili kavramları ne ölçüde kullandıklarını ele almışlardır. Yapılan analiz, modellemenin gerekli alt yeterliklerinin belirlenmesine ve bu yeterliklerin ayrık matematikle bağlantısının kurulmasına imkan sağlamıştır. Ayrık matematik ve matematiksel modelleme üretiminin eğitimsel fırsatları bu analize dayanarak değerlendirilebilir. Çalışma ayrıca, modelleme yeterliklerini kazanmak ve okul düzeyinde matematiksel modelleme ile ayrık matematik arasındaki bağlantıyı güçlendirmek için ayrık matematik alanından örnekler kullanmanın imkanlarını vurgulamıştır.

Lu ve Kaiser (2022), çalışmalarında 71 lise öğrencisi, 50 hizmet öncesi matematik öğretmeni ve 66 hizmet içi matematik öğretmeni ile birlikte matematiksel modellemeyi yaratıcılık gerektiren bir etkinlik olarak ele alan genişletilmiş bir didaktik çerçeveye dayandırmışlardır. Araştırma sonunda, matematiksel modelleme yeterlikleri ile yaratıcılık yönleri arasında anlamlı bir korelasyon olduğu görülmüştür. Modelleme yaklaşımlarının yeterliliği ile kullanışlılık ve akıcılık olmak üzere iki yaratıcılık yönü arasında anlamlı korelasyonlar tespit edilirken kullanışlılık ile özgünlük arasında anlamlı bir negatif korelasyon tespit edilmiştir. Dört kriter arasındaki bağlantıların korelasyonel analizinin sonuçları, üç katılımcı grubunda her zaman tutarlı olmamıştır. Sonuçlar genel olarak, çeşitli uzmanlık grupları için yaratıcılığın geliştirilmesi açısından çıkarımda bulunmakta ve modelleme problemlerinin katılımcıların matematiksel bilgisine ve ele aldıkları matematiksel konuya bağlı olduğunu göstermektedir.

Passarella (2022), çalışmasında, ikinci sınıf öğrencilerine, çarpma işleminin toplama işlemi üzerinde dağılma özelliğinin tanıtıldığı bir matematiksel modelleme probleminin tasarımına, uygulanmasına ve değerlendirmesine odaklanmıştır. Araştırma sonucu, rehberli yeniden icat ve ortaya çıkan modelleme gibi sezgisel yöntemler kullanılarak tasarlanan matematiksel modelleme problemlerinin, öğrencilerin deneysel olarak anlamlı bir problemi çözerken bu kavramı yeniden icat edebilmeleri nedeniyle dağılıbilirliğin erişilebilirliğini destekleyebileceğini göstermektedir. Bu sonuç, birkaç faktörün birleşimine bağlanabilir: öğrencileri matematiksel kavramlar geliştirmeye, gayriresmi çözüm stratejilerini matematikselleştirmeye ve yeni anlayışları deneysel olarak gerçek olaylara dayandırmaya teşvik eden gerçekçi ve zengin bir problemin seçilmesi; matematiği, gerçekliği yorumlama ve anlama aracı olarak sunan ve matematiği okul bağlama dışında gözlemleme fırsatlarını arttıran uygun bir eserin kullanımı; öğrencilere matematiği aktif bir şekilde yeniden

keşfetmeleri konusunda rehberlik eden öğretmenin rolü.

Passarella (2022), çalışmasında bir lise sınıfında matematiksel modelleme üzerine yapılan bir öğretim deneyini ele almaktadır. Model oluşturma ve ortaya çıkan modelleme yapılarının öğretim ve öğrenmeyi bilgilendirmek için nasıl bir araya getirilebileceğini araştırmıştır. Etkinlik tasarımı süreci, oluşan karmaşık bir süreç olarak görülmekte ve bir öğrenme hedefinin açıklanması, öğrencilerin öğrenmesi üzerine hipotezlerin oluşturulması ve belirli öğrenme etkinliklerinin tasarımı adına önemli bir rol oynamaktadır. Çalışma, zengin bağlamli problemlerden başlayan model oluşturma etkinliklerinin ortaya çıkan modellemeyi desteklemede nasıl merkezi bir rol oynayabileceğine dair bir vaka çalışması sunmuştur. Bu sonuç, birkaç faktörün birleşimine bağlıdır: öğrencilere matematiksel kavramları geliştirmeye ve gayriresmi çözüm stratejilerini matematikselleştirmeye teşvik eden zengin bağlı bir problemin seçimi ve matematiği gerçekliği yorumlama ve anlama aracı olarak sunan uygun bir eserin kullanımı.

Lu ve Kaiser (2022), çalışmalarında matematiksel modelleme yeterliklerinin mevcut kavramsallaştırmasını zenginleştirmek için yeni bir araç geliştirip uygulamışlardır. Öğrencilerin yaratıcılığını içeren modelleme yeterlikleri, önerilen modellerin ve modelleme süreçlerinin yeterliklerine göre değerlendirilmiş ve yaklaşımların uygunluğu ve bütünlüğü ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Öğrencilerin modelleme problemlerini ele alma yaklaşımlarının yaratıcılığını değerlendirmek için belirli yaratıcılık kriterleri seçilmiştir. Bunlar; kullanışlılık, akıcılık ve özgünlüktür. Çalışmada lise düzeyindeki 107 Çinli öğrenci üç adet karmaşık modelleme problemleri bağımsız olarak çözmüşlerdir. Araştırma sonunda öğrencilerin tüm görevlerdeki performanslarında akıcılık ve özgünlük arasında anlamlı korelasyonlar olduğu görülmüştür. Ancak kullanışlılık ve diğer iki yaratıcılık boyutu arasındaki ilişkiler tutarlı olmamıştır. Çalışmanın sonuçları modelleme yeterlikleri yapısında yaratıcılığın dahil edilmesinin önemini destekler niteliktedir.

Geiger vd. (2022), çalışmalarında araştırmacı-öğretmen iş birliği ile matematiksel modelleme etkinlikleri için bir tasarım ve uygulama çerçevesi oluşturmayı amaçlamışlardır. Bu çerçeve, öğretmenlerin sınıflarında kaliteli modelleme etkinliklerinin tasarımı ve etkili bir şekilde uygulanması için gereksinim duydukları öngörücü yeteneklerden ilham alan, teori ve pratikten alınan ilkelerle desteklenmiştir. Taslak bir Tasarım ve Uygulama

Çerçevesi, araştırma literatürünün sentezinden geliştirilmiş ve görev geliştirme, uygulama ve gözlem, öğretmen/öğrenci görüşmeleri aracılığıyla derinlemesine düşünme ve çerçevenin revize edilmesi gibi yinelemeli bir süreçle rafine edilmiştir. Her yinelemede, tasarım tabanlı bir metodoloji ile uyumlu olarak, birlikte oluşturulan çerçevenin en son iyileştirmesinden yararlanılmış, teori oluşturulurken aynı zamanda eğitim pratiğindeki bir sorun ele alınmıştır. Böylece, çerçeve organik olarak gelişmiştir. İlk modelleme örnekleri araştırmacılar tarafından tasarlanmış olsa da, proje ilerledikçe sorumluluk odağı öğretmenlere geçmiştir. Çerçeve, modelleme görevi tasarımı ilkeleri ve pedagojik mimari olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır. Her biri, modelleme için gereken bilginin yanı sıra öğretmen ve öğrenci yeteneklerini de ayrıntılı olarak açıklayan boyutların etrafında yapılandırılmıştır.

Aydoğan Yenmez ve Erbaş (2023), çalışmalarında ortaöğretim matematik öğretmenlerinin sınıflarındaki sosyomatematiksel normları, matematiksel modelleme etkinlikleri kullanılmadan öncesi ve kullanıldıktan sonrası olarak araştırmış ve karşılaştırmışlardır. Çalışmanın katılımcıları dört adet ortaöğretim matematik öğretmenidir. Çalışmanın veri kaynakları, 104 saatlik videoya kaydedilmiş sınıf gözlemleri ve öğretmen görüşmeleridir. Araştırma sonunda, modelleme etkinlikleri kullanılmayan öğretmenlerin derslerindeki sosyomatematiksel normlarda, modelleme etkinlikleri kullananların ötesinde önemli değişiklikler olduğu görülmüştür. Ayrıca, öğretmenlerin ve öğrencilerin modelleme ortamında yapılanlardan ikna oldukları ve bu yapılanları benimsedikleri de görülmüştür. Çalışmada, modelleme etkinliklerinin geleneksel sınıf normlarını, reform odaklı matematik sınıfları ve sürdürülebilirlikleriyle uyumlu normlara dönüştürmede matematik öğretmenleri ve öğrenciler için güçlü bir araç olabileceği tartışılmıştır.

Schukajlow, Kaiser ve Stillman (2023), çalışmalarında matematiksel modellemeye bilişsel bir bakış açısıyla odaklanmışlardır. Çalışmada; bilişsel bakış açısını matematiksel modelleme söylemine yerleştirmişler, matematiksel modelleme etkinlikleri hakkındaki mevcut düşüncelerden bazılarını açıklamışlar ve deneysel sonuçları incelemişlerdir. Bu çalışma; bilişsel ve üst bilişsel matematiksel modelleme etkinlikleri arasındaki ilişkiyi, bir matematiksel modelleme etkinliği örneği oluşturma esnasındaki matematiksel düşünme, matematiksel modelleme etkinlikleri içindeki stratejik bilgi, veri açısından zengin matematiksel modelleme problemlerinin çözümü ve bunların üst bakış açısından durumu ve bireysel ve sosyal üst biliş ile ilişkilendirmektedir.

Fukushima (2023), çalışmasında matematiksel modellemede soru üretmenin rolünü açığa kavuşturmayı ve soru üretmeye vurgu yaparak matematiksel modelleme öğretme ve öğrenmeye yönelik ilkeler oluşturmayı amaçlamaktadır. Bunun için, bir sulama problemi çözülerek ve araştırma süreci dikkate alınarak soru üretmenin rolü belirlenmiştir. Soru üretme süreci ve sonuçları, açık üçlü bir problem kullanılarak incelenmiştir. Çalışma, soru üretmenin matematiksel modellemeyi çeşitli açılardan ilerletmekteki rolünü, matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmedeki rolünü ve matematiksel modelin uygulanabilirliğinin genişletilmesini kolaylaştırmadaki rolünü ortaya koymuştur. Bu roller belirlendikten sonra, soru üretme yeteneğini geliştirmesi beklenen öğretme ve öğrenme ilkesi oluşturulmuştur. Çalışma, matematiksel modellemede soru üretmenin, gerçek dünya problemlerini modellemek için net bir yön duygusu geliştirmek açısından çok önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca, soru üretme, matematiksel modellerin yapılarını yansıtarak matematiksel modelleme sürecinin yürütülmesine imkan sağlamaktadır.

Jablonski (2023), çalışmasında açık havada, gerçek nesnenin kendisiyle, fotoğraflarla ve 3B model temsiliyle matematiksel modellemede farklı etkinlik ortamlarının potansiyelini incelemektedir. Çalışmanın amacı, öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerini çözme aşamalarının ortamlara ve temsillere kıyasla ne kadar farklı olduğunu analiz etmektir. Çalışma nitel olup 19 ortaokul öğrencisi ile yürütülmüştür. Öğrenciler, Latin karesi tasarımında her üç ortamdaki etkinlikler üzerinde çalışmışlardır. Ortamlardaki çalışma süreçleri, basitleştirme ve yapılandırma modelleme adımları ile matematikleştirme modelleme adımına özel olarak odaklanılarak karşılaştırılmıştır. Etkinlik diyagramları ve nitel içerik analizi yoluyla yapılan analiz, her iki adımın da öğrenciler için gerçek nesnelerle çalışırken özellikle önemli olduğunu göstermektedir. Yine de öğrencilerin bir modelin uygunluğu konusundaki tartışmalarında ve gerçek nesnedeki yanlışlıklarla başa çıkmalarında gerçek etkinliklerdeki farklılıklar gözlemlenebilir. Ayrıca veriler, her biri modelleme becerilerinin edinilmesi için bir zenginleştirme olarak sunulan ortama bağlı olarak farklı prosedürler göstermektedir.

Czocher vd. (2022), çalışmalarında modelleyicilerin matematiksel modelleme problemlerini oluştururken durumsal nitelikleri nasıl seçtikleri ve matematiksel ilişkileri bunlar açısından nasıl ifade ettikleri sorularını cevapsız olduğunu dile getirmişlerdir. Nicel akıl yürütme

üzerine yapılan araştırmalar, alana, bireylerin nitelikleri nasıl nicelleştirdiği ve aralarındaki ilişkileri nasıl algıladığı konusunda bilgi sağlamış, ancak açık modelleme görevlerinde modelleyicilerin matematikselleştirmesine genellikle değinmemişlerdir. Buradan hareketle bu çalışmanın amacı, nicelik odaklı bir bakış açısıyla matematiksel model oluşturmanın bilişsel bir açıklamasını sunmak için mevcut teorilerin bir sentezini oluşturmaktır. Ayrıca çalışmada, modelleme teorilerinin öğrencilerin modelleme sırasında nicel akıl yürütmelerini dikkate almasının ve hesaba katmasını neden verimli olduğunu göstermek için deneysel veriler kullanılmıştır. Çalışmada, model oluşturmanın farklı teorik açıklamalarını koordine etmede karşılaşılan zorluklar da tespit edilmiştir.

Yiğit Koyunkaya ve Dede (2024), çalışmalarında hizmet öncesi matematik ğretmenlerinin eğitim programlarındaki iki farklı dersin iş birliği ile farklı dijital araçları kullanarak matematiksel modelleme problemleri tasarlamalar ve çözmelerini incelemişlerdir. GeoGebra destekli modelleme döngüsü, çalışmanın kavramsal erevesi olarak benimsenmiştir. Çalışma vaka çalışması niteliğinde olup katılımcıları, matematik eğitiminde dijital araçları kullanabilen ve entegre edebilen üç gönüllü ortaöğretim matematik ğretmeni adaydır. Öğretmen adaylarından her iki dersin final devi olarak farklı dijital araçları entegre ederek bir matematiksel modelleme problemi tasarlamaları istenmiştir. Tasarlanan matematiksel modelleme problemi, ğretmen adaylarının tasarım ve çözme sürecini içeren açıklamalarının video kayıtları ve odak grup görüşmesinin video kayıtları çalışmanın verileridir. Araştırma sonunda, ğretmen adaylarının farklı derslerde öğrendikleri becerileri birleştirerek ve teknolojiyi de kullanarak etkili ve kapsamlı bir matematiksel modelleme problemi tasarlayıp çözebildikleri görülmüştür. Özellikle, bir matematiksel modelleme problemini hem tasarlarken hem de çözerken farklı dijital araçları kullanabilmişlerdir.

Barquero ve Ferrando (2024), çalışmalarında matematiksel modellemenin ğretimi ve öğrenimi için eğitim paradigma değişimlerini yönlendirmede önemli bir etken olarak hizmet içi ğretmen eğitimine odaklanmışlardır. Araştırma, hizmet için ortaokul matematik öğretmenleri için eğitim kurslarını inceleyen iki vaka çalışmasına dayalı ampirik bir araştırmadır. İlk kurs farklı modelleme yaklaşımlarını entegre ederken ikincisi, didaktiğin antropolojik teorisine dayanmaktadır. Her iki deneyim de, öğretmenlerin ortaokullarda uygulanacak modelleme görevlerinin tasarımı üzerinde çalışmasıyla sonuçlanmaktadır. Çalışma, ğretmenlerin modelleme görevlerinin tasarımı ile uğraşırken ve uygulamalarını

analiz ederken, modelleme için koşulların ve kısıtlamaların kolektif olarak belirlenmesinde nasıl ilerledikleri perspektifinden analiz edilmiştir. Sonuçlar, öğretmenlerin tasarladığı modelleme görevlerinin türünü ve modellemenin uygulanmasını planladıkları disiplin özgüllüğünün düzeyini göstermektedir. Ayrıca, öğretmenlerin ekolojik analizi, yani kendi deneyimlerinden sonra ortaokul sınıflarında modellemenin entegrasyonunu kolaylaştıran veya engelleyen koşul ve kısıtlamaların belirlenmesini nasıl ele aldıkları görülmüştür.

Kang ve Ellis (2024), çalışmalarında vaka çalışması yöntemini kullanmış olup müfredat ve mesleki farkındalık çerçevelerinin, öğretmen adaylarının müfredat vizyonu ve müfredata güven geliştirmelerine nasıl yardımcı olduğunu incelemişlerdir. Öğretmen adayları; ortaöğretim öğretmen yetiştirme ve müfredat ve pedagojik fırsatlarını anlamlandırdıkları, matematiksel modelleme etkinliklerini planlayıp uyguladıkları ve uygulama süreçlerini müfredat ve mesleki farkındalık açılarından değerlendirdikleri 15 haftalık bir mesleki gelişim seminerine katılmışlardır. Araştırma sonunda, müfredat ve mesleki farkındalığın kullanılmasının öğretmen adaylarının, matematiksel modelleme etkinliklerinin tasarım ilkelerini, etkinliklerin sağladığı uzun vadeli öğrenme hedeflerini ve olası uygulama engellerini anlamalarına yardımcı olduğu görülmüştür. Müfredat vizyonu geliştirmenin müfredata güven geliştirmekten daha kolay olduğu sonucuna da ulaşılmıştır. Ayrıca araştırma sonuçları, matematik öğretmenlerini matematiksel modelleme öğretimine daha iyi hazırlamak amacıyla matematik öğretmenliği eğitimi ve mesleki gelişim için pedagojik çıkarımlar sunmaktadır.

Spooner (2024), çalışmasında matematiksel modelleme için üçüncül öğrenim deneyimlerini inceleyen daha geniş bir çalışmanın bir parçasını ele almıştır. Çalışmada, öğrencilerin matematiksel modellemeyi öğrenirken yaşadıkları tecrübelerin neler olduğu ve bu tecrübelerin matematik eğitimini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Araştırmanın verileri, iki farklı üçüncül matematiksel modelleme dersinden öğrenci görüşmeleri şeklinde toplanmıştır. Öğrenci görüşmeleri, öğrenci tecrübeleri ile ilgili temaları belirleyebilmek için yansıtıcı tematik analiz ile analiz edilmiştir. Araştırma sonunda, matematiksel modellemenin öğrencilere öğrenme süreçlerine aktif olarak katılma fırsatı sunduğu görülmüştür. Araştırmada ayrıca, açık fikirli olmanın üretken bir öğrenci deneyimi için temel bir davranış olduğu da dile getirilmiştir.

Lu vd. (2025), çalışmalarında matematiksel modellemeye özgü ayrıntılı bir yaratıcılık

modeli sunmuşlar ve uygun değerlendirme yöntemleri geliştirmişlerdir. Çalışma, Lu ve Kaiser tarafından oluşturulan ve matematiksel modellemede yaratıcılığı kavramsallaştıran bir çerçeveye dayanmaktadır. Çalışmada, yaratıcılık kavramı yeniden tanımlanmakta ve onu ölçmek için yeni bir yöntem önerilmektedir. Bu yöntem, matematiksel modelleme için daha önce tanımlanmış yaratıcılık unsurlarını genişletmekte ve matematiksel modellemede yaratıcılığı değerlendirmek için deneysel bir test içermektedir. Çalışma, Çin'deki iki tür öğretmen eğitim kurumundan 141 adet matematik öğretmeni adayı ile yürütülmüştür. Öğretmen adayları, yeni geliştirilen puanlama sistemi kullanılarak matematiksel modellemedeki yaratıcılık performansları açısından değerlendirilmişlerdir. Araştırma sonunda, öğretmen adayları farklı modelleme görevlerinde farklı yaratıcılık seviyeleri göstermiş ve iki farklı kurumdan gruplar arasında yaratıcılıkta önemli farklılıklar gözlenmiştir. Bu durum, yaratıcılığın matematiksel modellemede nasıl ortaya çıktığına dair anlayışı zenginleştirmektedir. Ayrıca çalışmada, geleceğin matematik öğretmenlerinde yaratıcı yeterlikleri geliştirmek ve değerlendirmek için pedagojik stratejiler geliştirmenin önemi de vurgulanmaktadır.

Junior vd. (2025), çalışmalarında video yanıtların matematiksel modelleme uygulamalarına nasıl bir katkıda bulunabileceğini araştırmışlardır. Araştırma, video problemlerini çözmek için çiftler halinde çalışan ve çözümlerini gösteren yeni bir video (video yanıtları) üreten 20 öğretmen adayının katıldığı çevrimiçi bir kursta gerçekleştirilmiştir. Araştırma veri toplama kaynakları, videolar ve görüşmelerdir. Çalışmada, dört öğretmen çiftinin matematiksel modelleme uygulamalarını incelemek için Sosyal Semiyotik ile birlikte İnsanlar-Medya yapısı kullanılmıştır. Tematik analiz kullanılarak yapılan veri analizi, videonun modelleme uygulamalarında anlam oluşturma sağladığını ortaya koymaktadır. Bu çalışma ayrıca, modelleme uygulamalarında anlam oluşturma sürecine katkıda bulunan videolardaki semiyotik kaynakları bir araya getiren temel özellikler olarak eşzamanlılık, karşıtlık, sıralama, tekrarlama, tamamlayıcılık ve yan yana koymayı tanımlamaktadır. Ayrıca, modellemenin diğer yönlerinin anlamları da ortaya çıkarılmış ve raporlanmıştır.

Saeki vd. (2025), çalışmalarında analogi türleri ile matematiksel modelleme bağlamını ele alan tipoloji arasındaki ilişkiyi gösteren bir çerçeve geliştirmişlerdir. Öğrencilerin kişisel bağlamsal bilgilerinin aktarımını destekleyen çeşitli analogileri ortaya çıkaran matematiksel modelleme dersleri yürütülen bu çalışmada, öğrencilerin gerçek dünya bağlamlarında

yapısal olarak benzer matematiksel modelleme ile karşılaştıklarında hangi analogi türlerinin matematiksel veya matematik dışı bilginin aktarımına katkıda bulunduğunu deneysel olarak açığa kavuşturmak amaçlanmıştır. Çalışma, Japonya'dan 33 adet beşinci sınıf öğrencisinin ve Avustralya'dan 22 adet altıncı sınıf öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler, silindir üzerinde sıradan bir sarmalın benzer geometrik yapılarını kullanan iki adet matematiksel modelleme problemi çözmeye çalışmışlardır. Araştırma sonunda, derslerde ortaya çıkarılan çeşitli analogilerin, öğrencilerin görev bağlamını yorumlarken ortaya çıkan kişisel bağlamsal bilgilerinin öznelliğine ve görevin üstesinden gelme sürecinde üretilen, geliştirilen ve değiştirilen bağlamsal bilgilerin dinamiklerine katkıda bulunduğu görülmüştür.

Krawitz (2025), çalışmasında matematiksel modellemedeki son gelişmelerin uluslararası bir bakış açısıyla sistematik bir literatür incelemesini sunmaktadır. İlgili modelleme perspektifleri belirlenirken, teorik temel olarak modellemenin hedeflerinden ve modelleme görevlerinin özelliklerinden yararlanılmıştır. Son modelleme araştırmaları, coğrafi dağılım, katılımcılar, metodolojik yaklaşımlar ve kavramsal çerçeveler de dahil olmak üzere çalışmaların nitelikleri; modellemenin hedefleri, görevlerin özellikleri ve modellemeye ilişkin perspektifler; modelleme perspektifleri ile çalışma nitelikleri arasındaki ilişkiler açısından analiz edilmiştir. Erken çocukluktan ortaokula kadar olan öğrencileri kapsayan çalışmalara odaklanılmıştır. İlk olarak belirlenen 4045 yayın arasından seçilen 108 hakemli dergi makalesi ve ICTMA kitap bölümü analiz edilmiştir. Araştırma sonunda, çeşitli bakış açılarındaki matematiksel modellemeye önemli bir ilgi olduğu ve özellikle modelleme yeterliğinin geliştirilmesi ile ilgili biçimlendirici hedeflere vurgu yapıldığı ortaya çıkmıştır. Özgünlük ve bilişsel zenginlik de modelleme görevlerinin temel özellikleri olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca, biçimlendirici hedefler ve bilişsel açıdan zengin görevlerin bir kombinasyonu ile tanımlanan eğitimsel modelleme perspektifinin, son modelleme araştırmalarında önemli bir odak noktası olduğu görülmüştür. Çalışma sonuçları ayrıca, modellemedeki çeşitli kavramsal çerçeveleri birbirine bağlamak için teori geliştirme ihtiyacını da vurgulamıştır.

Tural Sönmez ve Erbaş (2025), çalışmalarında yedinci sınıf öğrencilerinin finansal okuryazarlıklarını risk ve ödül bağlamında öğrenciler iki adet matematiksel modelleme problemi üzerinde çalışırken incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın katılımcıları

matematikte akademik olarak iyi düzeyde olan altı adet yedinci sınıf öğrencisidir. Araştırmanın veri toplama kaynakları; video kayıtlar, grup sunumları, çalışma kağıtları ve araştırmacının gözlem notlarıdır. Araştırma sonunda, öğrencilerin finansal deneyimlerinin ve matematiksel bilgilerinin, matematiksel modelleme sürecini risk ve ödül bağlamında etkilediği görülmüştür. Kendilerine sunulan matematiksel modelleme problemlerine benzer şekilde finansal bağlamlarda tecrübesi olan öğrenciler, finansal yorumlar yapmada ve matematiksel bilgileri ilişkilendirmede daha başarılı olmuşlardır. Ayrıca, matematiksel modelleme problemlerinin öğrencileri daha gelişmiş finansal düşünmeyi kolaylaştıran farklı yaklaşımları tartışmaya ve benimsemeye teşvik ettiği sonucuna da varılmıştır.

Shahbari (2025), çalışmasında öğretmen adayları arasında modelleme süreçlerinde kullanılan dijital araçların özelliklerini incelemiştir. Çalışma 32 matematik öğretmeni adayı ile gerçekleştirilmiş olup veriler, dijital araçlar içeren üç matematiksel modelleme etkinliğine katılımın video kayıtlarından toplanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, ilk etkinlikte öğretmen adaylarının çoğu modelleme süreçlerinin matematiksel aşamalarında ve eylemlerinde dijital araçlar kullanmışlardır. Ayrıca, dijital araç kullanım düzeyinin zamanı veya belirli bir etkinliğe bağlı olmadığı sonucuna da varılmıştır. Bununla birlikte, ortalama dijital araç kullanım düzeyi, modelleme aşamalarının çoğunda ilk ve son etkinlikler arasında değişiklik göstermiştir. Bu değişiklikler, kullanılan dijital işlevlerin karmaşıklığından dolayıdır. Öğretmen adayları, dijital araçları kullanma biçimlerini değiştirmişler, bunları temel düzeyde kullanmaktan ziyade daha karmaşık işlevleri kullanmaya geçmişlerdir.

Leikin vd. (2025), çalışmalarında uzman öğretim tasarımcıları tarafından okuryazarlık problemleri oluşturma sürecinin matematiksel modelleme süreci ile nasıl ilişkili olduğunu açıklamaya çalışmışlardır. Çalışma, uyarılmış hatırlama görüşmeleri sırasında hikayelerini anlatan dört öğretim tasarımcısıyla hikaye anlatma metodolojisini kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada herhangi bir insan etkinliğinin hedef eylem sonucu kabul edilmiş ve problem kurma sürecine etkinlik teorisinin merceği koyulmuştur. Araştırma sonunda, tasarımcılar farkında olmasalar da, okuryazarlık problemlerini oluşturma süreçlerinin matematiksel modelleme döngüsünün aşamaları ile uyumlu olduğu ve farklı sıralarda gerçekleştiği görülmüştür. Genel hedefler ve eylemler, program hedefleri ile uyumluyken belirli problem oluşturma hedefleri ve eylemleri, problemin bağlamına ve matematiksel içeriğine bağlı

olarak matematiksel modelleme aşamalarında değişiklik göstermiştir.

Bassi ve Brunetto (2025), çalışmalarında öğrencilerin karmaşık bir geometri problemi ile uğraşırken sergiledikleri çizim etkinliklerine odaklanmışlardır. Çalışma, 11. sınıf öğrencilerinin 4 saat boyunca üzerinde çalıştıkları ve spor bağlamında gerçekçi bir senaryoya maruz bırakıldıkları bir keşif vakasını ele almaktadır. Sınıf tartışmalarına odaklanarak analiz edilen veriler, çizimlerin öğrencilere matematiksel modelleme sürecinde yardımcı olması için öğrenciler arasında paylaşılması gerektiğini göstermektedir. Bu şekilde, öğrenciler, matematiksel modelleme süreci boyunca ilerlemelerine yardımcı olacak anlama, koordine etme, karşılaştırma ve bütünleştirme gibi hem çözümle ilgili hem de çözümle ilgili olmayan çizim unsurlarını birbiriyle ilişkilendirmek için farklı stratejiler uygulayabilirler.

2.4. Yurt Dışında ‘Problem Çözme’ ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Verschaffel vd. (1999), çalışmalarında matematiksel modelleme problemlerinin çözümüne yönelik tasarlanan deneysel öğrenme ortamının beşinci sınıf öğrencilerinin problemleri nasıl modelleyeceklerine etkisini araştırmışlardır. Dört sınıf deney grubu ve yedi sınıf kontrol grubu oluşturularak yürütülen çalışmada; kontrol grubuna yapılan öğretimde normal matematik müfredatı izlenirken, deney grubunda üst bilişsel stratejilere gömülü problem çözme stratejileri 20 saatlik bir eğitimle öğrencilere öğretilmiştir. gruplara ön testi ve son test olarak standart başarı testi uygulanmıştır. Araştırma sonunda, öğrenme ortamının öğrencilerin problem çözme becerileri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu görülmüştür. Ayrıca, öğrencilere uygulanan kalıcılık testinin sonuçlarına bakıldığında, oluşan olumlu etkinin derslerin sonunda kaybedilmediği de göze çarpan sonuçlar arasındadır.

Zawojewski ve Lesh (2003), çalışmalarında problem çözmeyi model ve modelleme perspektifi kapsamında ele alarak problem çözme stratejilerini sosyal ve gelişimsel bir bakış açısıyla incelemişlerdir. Araştırma yedinci sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Araştırma sonunda, öğrencilerden üçünün matematiksel model oluşturma etkinliklerinde problem çözme stratejilerini bilinçli olarak kullanmadıkları görülmüştür. Bu çalışma ile, problem çözme stratejileri sosyal ve gelişimsel bakış açısı kapsamında tekrardan kavramsal hale getirilmiştir.

Freiman vd. (2017), çalışmalarında cebirsel düşünme biçimlerinin problem çözme

bağlamında ilkokul seviyesinde geliştirilebileceğini ve böylece bir problemin matematiksel yapısının ilişkisel yönlerinin anlaşılmasını sağlayabileceğini öne sürmüşlerdir. Elkonin ve Davydov'un öğrenme etkinliği kavramını, ilkokul seviyesindeki öğrencilerin sözel problemleri analiz edip cebirsel bir düşünme şekline girmelerine yardımcı olacak bilgisayar tabanlı bir etkinlik oluşturmak için kullanmışlardır. Oluşturdukları etkinlik ayrıca, öğrencilerin probleme ilişkin anlayışlarını sorguladıkları ve çözümü anında sayısal bir işleme bağlamak yerine ilişkisel bir biçimde modelledikleri, tüm sınıfın katıldığı bir tartışmayı da içine alır. Bu araştırma, ilkokul seviyesindeki öğrencilerin probleme ilişkin anlayışlarını, büyük ölçüde aritmetik işlemlere dayanan bir anlayıştan cebirsel düşünmeye dayanan bir anlayışa doğru kademeli olarak kaydırmaya katkıda bulunma potansiyelindedir. Nasution, Yerizon ve Gusmiyanti (2018), çalışmalarında probleme dayalı öğrenme yöntemini kullanarak problem çözen öğrencilerin problem çözme becerilerinin, geleneksel yöntemi kullanarak problem çözen öğrencilerin problem çözme becerilerine göre daha iyi olup olmadığını incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırma yarı deneysel yöntemle yapılmış olup 11. sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, probleme dayalı öğrenme yöntemi ile problem çözen öğrencilerin problem çözme becerilerinin geleneksel yöntemle problem çözen öğrencilerin problem çözme becerilerine göre daha iyi olduğunu göstermiştir.

Szabo vd. (2020), çalışmalarında matematiksel problem çözme öğretmenin, 21. yüzyıl becerilerini geliştirme ve öğrencilere gerçek dünyada anlam ifade eden müfredatlar arası tecrübe kazanma yolları sunmanın etkili bir yöntem olduğunu dile getirmişlerdir. Çalışmada öğrencilerin kariyerlerinde başarılı olmak adına gereksinim duydukları modern becerileri kazanmalarına katkı sağlamak için Polya'nın sezgisel yaklaşımının geniş bir bağlamda ele alınıp kullanılabileceğini kanıtlamak adına somut örnekler de sunulmuştur. Öğrenme sürecine öğrencileri dahil ederek ve matematik problemlerini çözebilmek için belirli başlı bazı yöntemler uygulanarak öğrencilerin karşılarına çıkan sorunları farklı yaklaşımlarla daha başarılı şekilde çözmeleri sağlanabilir. Araştırma, öğretmenlere ve eğitimcilere, sınıf içinde her seviyedeki öğrencinin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek için yöntemler, öğrenme modelleri ve stratejiler sunmaktadır.

Hartmann vd. (2021), çalışmalarında modelleme perspektifini kullanarak öğrencilerin ne tür problemler oluşturduklarını ve farklı türdeki kendi tasarladıkları problemleri nasıl çözdüklerini incelemiştir. Çalışmanın katılımcıları, Alman liselerinden ve

ortaokullarından 82 adet dokuzuncu ve onuncu sınıf öğrencisidir. Öğrencilere farklı gerçek dünya durumları sunulmuş ve ardından bu durumlara atıfta bulunarak problemler tasarlamaları ve tasarladıkları problemleri çözmeleri istenmiştir. Öğrencilerin oluşturdukları problemler ve bunlara dair olan çözümleri, modelleme araştırmalarında elde edilen kriterler kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonunda, öğrencilerin gerçeklikle ilgili ve matematiksel yöntemlerin uygulanmasını gerektiren problemler oluşturdukları görülmüştür. Bu nedenle, gerçek dünya durumlarına ilişkin problem kurma, modelleme becerilerini geliştirmek için faydalı bir yaklaşım olabilir. Araştırma sonuçlarından biri de, öğrencilerin varsayımlarda bulunma gibi önemli modelleme aşamalarına gereksinim duyulmayan sözel problemler üretme konusunda güçlü bir eğilim gösterdiklerinin görülmesidir. Modelleme problemleri oluşturan öğrencilerden birkaçı ya varsayımlarda bulunmayı ihmal etmiş ya da varsayımlarda bulunmuş, ancak bunları matematiksel modellerine yeterince entegre edememişlerdir. Bu nedenle de problemleri çözememişlerdir.

Soneira vd. (2023), çalışmalarında sözel problemleri çözmek için cebirsel yöntemin kullanımının, ortaokul öğrencileri için zorlu bir konu olduğuna değinmişlerdir. Öğrencilerin yaşadıkları zorluklar genellikle problemin nicelikler arasındaki ilişki ağını çıkarmak ve bu ilişkileri bir problem modelinde cebirsel dile dönüştürmekle ilişkilidir. Ayrıca, bilinmeyen için birden fazla referansın neden olduğu hata gibi, doğrudan problem metninin ifadesiyle bağlantılı olan ve aynı iki hata kaynağının bir arada bulunduğu bazı hatalar da vardır. Çalışmada, iki yaygın zorluğun problem modellerinin doğruluğu ve bilinmeyen için birden fazla referansın oranı üzerindeki etkisini değerlendiren ve 255 ortaokul öğrencisi ile yapılan bir deneyin sonuçları sunulmuştur. İlk zorluk, problem modelinin oluşturulmasında cebirsel dilin kullanılması olup ikinci zorluk, problem metni içindeki farklı nicelikleri belirtmek için aynı ifadenin kullanılmasıdır. Çalışmada, problem modelinin oluşturulduğu sembolik dille ilgili bir faktör ve metin probleminin gerçek dil özellikleri ile ilgili diğer faktör olmak üzere 2x2'lik bir "ara-ara" tasarım kullanılmıştır. Araştırma sonunda, öğrenciler için ana zorluk kaynağının, büyük bir etki büyüklüğünü temsil eden bir problem modelini biçimlendirmek için cebirsel dilin kullanılması olduğu görülmüştür.

3. MATERYAL VE METOT

Araştırmanın yöntemiyle ilgili bu bölümde; araştırmanın desenine, katılımcıların özelliklerine, veri toplama araçlarının niteliğine, araştırmanın geçerlik ve güvenirlik çalışmalarına, uygulamanın gerçekleştirilme sürecine ve elde edilen verilerin analizine ilişkin ayrıntılı bilgilere yer verilmiştir. Bu kapsamda, öncelikle araştırmanın amacına uygun olarak benimsenen araştırma deseni açıklanmış, ardından katılımcıların belirlenmesinde izlenen yöntem ve çalışma grubunun özellikleri detaylandırılmıştır. Daha sonra, verilerin toplanmasında kullanılan araçların geliştirilme süreci, içeriği ve uygulanma biçimi ele alınmış, bu araçların geçerlik ve güvenirliğini sağlamak üzere yürütülen çalışmalar açıklanmıştır. Uygulama sürecinde izlenen adımlar ve araştırmanın nasıl yürütüldüğü sistematik bir biçimde ortaya konmuş; son olarak ise, toplanan verilerin analizinde kullanılan yöntemler, analiz süreci ve elde edilen verilerin yorumlanmasına ilişkin süreç ayrıntılı biçimde sunulmuştur.

3.1. Araştırmanın Deseni

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada durum çalışması yönteminin kullanılmasının amacı; her biri iki öğrenciden oluşan dört grubun matematiksel modelleme problemlerini çözerken yaşadıkları problem çözme süreçlerinin ve kullandıkları problem çözme stratejilerinin derinlemesine incelenmek istenmesidir.

Durum çalışmasına dair birkaç tanım şu şekildedir: Durum çalışması, araştırmacının gerçek yaşam, sınırları belirlenmiş güncel bir durum ya da belirli bir zaman aralığındaki durumlar hakkında gözlem, mülakat, görsel-işitsel materyaller veya dokümanlar aracılığıyla derinlemesine bilgi topladığı, ardından bir durumun betimlemesini yaptığı araştırma yaklaşımıdır (Creswell, 2007). Durum çalışması, güncel bir olguyu, bulunduğu çevre içerisinde ele alan görgül araştırmalardır (Yin, 1984). Yin (2003:33), bir araştırma desenin niteliğinin arttırılabilmesi için şu dört özelliğe bakılması gerektiğini söylemektedir; yapı geçerliği, iç geçerlik, dış geçerlik ve güvenirlik. Aşağıdaki tabloda bu özelliklerin planlamalarına ve araştırmanın hangi aşamasında meydana geleceklerine yer verilmiştir.

Tablo 3.1: Dört test için durum çalışması taktikleri

Test	Durum Çalışması Planlaması	Araştırmanın Hangi Evresinde Palanın Meydana Geleceği
Yapı Geçerliği	Veri Çeşitlemesi Kanıt Zinciri Oluşturma Durum Çalışması Raporunu Gözden Geçirmek Üzere Bilgi Verici Kişiye İnceletilmesi	Veri Toplama Veri Toplama Raporlaştırma
İç Geçerlik	Desen Eşleştirme Yapıyı Tanımlama Karşı Tanımlamaları Söyleme Mantıklı Modeli Kullanma	Veri Analizi Veri Analizi Veri Analizi Veri Analizi
Dış Geçerlik	Tek Durum Çalışmasında Teoriyi Kullanma Çoklu Durum Çalışmalarında Yenileme Kullanma	Araştırma Tasarısı Araştırma Tasarısı
Güvenilirlik	Durum Çalışması Protokolünü Kullanma Durum Çalışması Veri Tabanı Geliştirme	Veri Toplama Veri Toplama

(Yin, 2003:34, akt. Aytaçlı, 2012)

3.2. Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını oluşturan öğrenciler, araştırmacının 2023-2024 eğitim öğretim yılında görev yaptığı özel bir eğitim kurumunda öğrenim gören gönüllü bireyler arasından seçilmiştir. Katılımcıların ikisi kız ve altısı erkek öğrenciden oluşmaktadır.

Katılımcı sayısının sınırlı tutulmasının temel nedeni, araştırmanın nitel bir desende ve derinlemesine veri toplamaya yönelik olarak tasarlanmış olmasıdır. Bu bağlamda, az sayıda katılımcı ile çalışmak, her bir öğrencinin modelleme sürecindeki stratejilerini ve düşünme biçimlerini ayrıntılı biçimde analiz etme olanağı sunmuştur.

Çalışmada 8. sınıf öğrencilerinin tercih edilmesinin temel gerekçesi, bu düzeydeki öğrencilerin hem matematiksel bilgi birikimi hem de problem çözme deneyimleri açısından araştırmaya zengin ve çeşitli veriler sağlayabilecek potansiyele sahip olmalarıdır. Ayrıca bu yaş grubunun, matematiksel modelleme becerilerinin gelişim sürecinde kritik bir dönemde olması da tercih nedenlerinden biridir.

Araştırmanın amacı, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerinde benimsedikleri problem çözme stratejilerini ve modelleme süreçlerini derinlemesine incelemek olduğundan, farklı akademik yeterlik düzeylerine sahip öğrencilerin çalışmaya dâhil edilmesine özen gösterilmiştir. Bu çeşitlilik, yalnızca

öğrencilerin düşünme biçimlerine dair daha geniş bir yelpazede veri sunmakla kalmamış, aynı zamanda matematiksel modelleme problemlerinin farklı düzeydeki öğrenciler tarafından nasıl ele alındığını ortaya koymak açısından da önemli görülmüştür.

Öğrencilerin akademik düzeyleri, ortaokul matematik derslerinden aldıkları notlar temel alınarak belirlenmiştir. Bu amaçla, uygulama öncesinde öğrencilere “Öğrenci Ön Bilgi Formu” uygulanmış ve elde edilen veriler doğrultusunda öğrenciler matematik dersi karne notlarına bakılarak “yüksek”, “orta” ve “düşük” akademik düzey kategorilerine ayrılmıştır. Söz konusu forma Ek-1’de yer verilmiştir. Öğrencilerin akademik düzeylerini belirlemede sadece karne notlarından değil öğrenim gördükleri okullarındaki öğretmenlerinin ve araştırmacının görüşlerinden de yararlanılmıştır.

Çalışmanın etik ilkeler doğrultusunda yürütülmesini ve katılımcı gizliliğini sağlamak amacıyla, öğrencilere araştırma süresince takma isimler verilmiştir. Aşağıda, her bir öğrencinin takma ismi ve ilgili akademik düzeyi tablo hâlinde sunulmuştur.

Tablo 3.2: Uygulamaya katılan öğrencilerin isimleri ve akademik düzeyleri

Öğrenci İsmi	Akademik Düzeyi	Karne Notu
Yasin	Üst düzey	95
Tarık	Üst düzey	100
Zeynep	Orta düzey	85
Alya	Orta düzey	85
Emre	Orta düzey	85
Yusuf	Orta düzey	85
Atlas	Alt düzey	80
Aslan	Alt düzey	80

Katılımcı öğrencilerin seçiminde gönüllülük ilkesi esas alınmıştır. Çalışmaya katılmak isteyen öğrencilerden ve onların velilerinden gerekli etik izinler alınmıştır. Bu kapsamda, her bir öğrenciye ve velisine araştırmanın amacı, süreci ve gizlilik esasları hakkında bilgilendirme yapılmış; ardından yazılı onam formları imzalatılmıştır. Veli izin formunun

örneği Ek-2’ de sunulmuştur.

Araştırmanın uygulama aşamasında, öğrenciler matematiksel modelleme problemlerini grup çalışması şeklinde gerçekleştirmiştir. Öğrenciler ikili gruplar halinde toplam dört grup olacak şekilde yapılandırılmıştır. Grup dağılımları, öğrencilerin akademik düzeyleri ve sosyo-duygusal etkileşimleri dikkate alınarak dengeli bir biçimde düzenlenmiştir. Aşağıda, her bir grupta yer alan öğrencilerin takma adlarına göre düzenlenmiş dağılımı tablo hâlinde sunulmuştur.

Tablo 3.3: Gruplarda yer alan öğrencilerin isimleri

Grup Numarası	Gruptaki Üyeler
Grup 1	Yasin
	Tarık
Grup 2	Zeynep
	Alya
Grup 3	Atlas
	Aslan
Grup 4	Yusuf
	Emre

3.3. Veri Toplama Araçları

Nitel araştırmalarda genellikle gözlemlerden, yapılandırılmış veya yarı yapılandırılmış görüşmelerden, odak grup görüşmelerinden, metin analizlerinden faydalanılır. Bununla birlikte sinema filmleri, afişler, medya yayınları, sanat eserleri veya sosyal medya kaynakları da veri toplama aracı olarak kullanılabilir (Forrester ve Sullivan, 2018). Araştırmacılar genelde farklı yöntemleri bir arada kullanarak verilerin geçerliliğini ve güvenilirliğini arttırmak isterler. Araştırmacıların veri toplama araçlarını geliştirirken dikkat etmeleri gereken bazı noktalar vardır: olabildiğince esnek olmalıdırlar ve araştırmanın çözümüne katkı sağlamayacak veya kendisine zaman kaybettirecek ayrıntılara odaklanmaktan kaçınmalıdırlar. Bu durum veri toplamada “zaman tuzakları” olarak adlandırılır ve araştırmacıların sıklıkla yaptıkları bir hatadır (Denzin ve Lincoln, 2008a; Merriam ve

Granier, 2019; Miles ve Huberman,1994; Shenton, 2004). Bunun yanı sıra hazırlanan görüşme formlarının az ve öz soru içermesi; gözlemler için önceden belirlenmiş çizelgeler geliştirilmiş olması; metin analizleri için de hangi ölçütlerin nasıl değerlendirilmesi gerektiği konusunda ön hazırlık yapılması çok önemlidir (Eysenbach ve Köhler, 2002; Seidman, 2006).

Araştırmada veri toplama sürecinde birden fazla nitel veri kaynağından yararlanılmıştır. Bu kapsamda, öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri sırasında sergiledikleri düşünme süreçlerini ve problem çözme stratejilerini derinlemesine inceleyebilmek amacıyla doğrudan gözlemler, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve öğrenci çözüm kâğıtlarından elde edilen dokümanlar kullanılmıştır. Bu çoklu veri kaynakları, elde edilen bulguların geçerliliğini artırmak amacıyla veri çeşitliliği (triangulation) ilkesine dayalı olarak bir araya getirilmiştir. Creswell (2002), nitel veri analizlerinde genellikle üç yöntem kullanıldığını belirtmektedir. İlk yöntemde, toplanan verilerin özgünlüğüne bağlı kalınması esasına göre hareket edilmesi gerektiğine ve ihtiyaç anında katılımcıların doğrudan alıntılarına yer vermenin de bu durumu destekleyeceğine vurgu yapmaktadır. İkinci yöntemde, verilerin betimsel bir yaklaşımla sunulması ve bazı kodların belirlenip bu kodlardan kategorilere, kategorilerden de temalara ulaşılması söz konusu olmaktadır. Ayrıca, bu kısımda temalar arasında ilişki de kurulur. Üçüncü yöntemde, araştırmacı analizlere kendi yorumlarını da dahil eder. Aynı araştırma içinde, üç yöntem ister ayrı ayrı ister bir arada kullanılarak analiz yapılabilir.

3.3.1. Matematiksel Modelleme Problemleri

Araştırma kapsamında öğrencilere uygulanacak matematiksel modelleme problemlerinin sayısının mümkün olduğunca fazla tutulması hedeflenmiş olmakla birlikte, bu sayı belirlenirken bazı uygulamaya yönelik sınırlılıklar da dikkate alınmıştır. Özellikle, her bir modelleme probleminin çözümünün ortalama iki ders saati kadar sürebileceği ve problemlerin etkili bir şekilde planlanmış olması gerektiği göz önünde bulundurularak, toplamda beş adet matematiksel modelleme problemi uygulanmasına karar verilmiştir. Bu sayı, hem öğrencilerin derinlemesine düşünme ve problem çözme süreçlerini desteklemeye olanak tanımış hem de uygulamanın zaman yönetimi açısından sürdürülebilir olmasını sağlamıştır.

Araştırmada uygulanan beş matematiksel modelleme probleminden üçü (Zeytin Yetiştiriciliği, Havuz ve Manzaram Deniz Sitesi), Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan *Modelleme Etkinlik Kitabı* içerisinde yer alan ve tablo, grafik, görsel gibi çözüm sürecine yönlendirici ipuçları ve sayısal veri barındıran *biçimlendirilmiş* problem senaryolarından seçilmiştir. Bu tür problemler, öğrencilerin çözüm sürecinde karşılaştıkları durumları yapılandırılmış bir çerçevede değerlendirmelerini kolaylaştırmaktadır. Aşağıda araştırmada kullanılan örnek bir biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemi yer almaktadır.

HAVUZ



Seîuk Bey, çay bahçesine tabanı kare olan üç tane özdeş havuz yaptıracaktır. Seîuk Bey, her bir havuzun farklı renkte görünmesini istemiş ve havuzların tabanına döşenmesi için aşağıda cm cinsinden ölçüleri ve renkleri verilen fayansları seçmiştir.

30
70

35
60

20
42

Havuzun tabanında kullanılacak malzeme fiyatları 1. Tablo'da, bu işlemler için ödenecek işçilik ücretleri 2. Tablo'da verilmiştir.

1. Tablo

Malzemeler	Mavi Fayans 1 Adet	Sarı Fayans 1 Adet	Yeşil Fayans 1 Adet	1 Tüp Derz	1 Torba Yapıştırma Harcı
Fiyat (Türk Lirası)	50	55	18	20	35

2. Tablo

İşçilik	Mavi Fayans 1 Adet Kapatma	Sarı Fayans 1 Adet Kapatma	Yeşil Fayans 1 Adet Kapatma	1 Tüp Derz
Ücret (Türk Lirası)	9	8	5	10

Fayansların yapıştırma işlemi bittikten sonra fayansların birleşme kenarları derz ile kapatılarak su sızdırmaları önlenir.

- Bir tüp derz ile 2 metre uzunluğunda fayans arabığı birleştirilir.
- Bir torba fayans yapıştırma harcı ile 2 metrekarelik alan yapıştırılır.
- Tabanlar tek renk olacaktır.
- Fayans aralarındaki boşluklar önemsizdir.

Seîuk Bey'e yapacağı en küçük kare tabanlı üç özdeş havuz için malzeme ve işçilik ücretlerini hesaplayarak bir fiyat teklifi veriniz. Fiyat teklifinizi Seîuk Bey'in anlayacağı bir şekilde açıklayınız.

Şekil 3.1: Biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemi örneği

Dördüncü problem (Saman Balyası), matematiksel modelleme alanında literatürde sıklıkla yer verilen ve farklı düzeylerdeki öğrencilerle defalarca uygulanmış olan klasik bir modelleme problemidir. Bu problem, hem karşılaştırma imkânı sunması hem de öğrencilerin daha önce aşına olmadıkları ama modelleme açısından zengin bir bağlam içermesi nedeniyle çalışmaya dâhil edilmiştir.

Beşinci problem ise araştırmacı tarafından özgün olarak tasarlanmıştır. Bu probleme, öğrencilerin yaşadıkları şehirde günlük yaşamda sıklıkla karşılaştıkları bir yapının (örneğin bir anıt ya da kentsel bir yapı) bağlam olarak seçilmesiyle başlanmıştır. Problem hazırlanırken, literatürde yer alan başka çalışmalarda kullanılan şehirlerin simge yapılarının kullanıldığı modelleme problemlerinden esinlenilmiştir (Karaman Dünder, 2023). Böylece, öğrencilerin dikkatini çekebilecek, yaşantılarıyla ilişkilendirebilecekleri ve bağlamsal anlamlandırma yapabilecekleri bir modelleme senaryosu geliştirilmiştir. Problem tasarlanırken uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Saman Balyası ve El Heykeli problemi gerçek hayat bağlamı içeren ancak sayısal veri barındırmayan *biçimlendirilmemiş* matematiksel modelleme problemleridir. Aşağıda araştırmada kullanılan örnek bir biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemi yer almaktadır.



Şekil 3.2: Biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemi örneği

Problemlerin seçiminde temel ölçüt, matematiksel model oluşturma sürecine ilişkin prensiplere ve aşamalara (problemin gerçeklikle bağlantılı olması, açık uçluluk, çözüm yollarının çeşitliliği, modelin test edilebilirliği vb.) uygunluk göstermeleridir. Ancak belirli problemler bu prensiplere tam anlamıyla uymadığından, araştırmacı tarafından ilgili problem senaryolarına çeşitli eklemeler ve düzenlemeler yapılarak problemler modelleme prensiplerine daha uyumlu hâle getirilmiştir. Bu problemler Ek-2, Ek-3, Ek-4, Ek-5 ve Ek-6'da verilmiştir.

Öte yandan, matematiksel model oluşturma sürecinde önemli bir yere sahip olan “Etkili

Prototip Prensibi”nin incelenebilmesi, zaman içerisinde geliştirilen modelin çeşitli bağlamlarda test edilmesini gerektirmektedir. Bu prensip, araştırmanın süresinin sınırlı olması nedeniyle gözlenemeyeceğinden , söz konusu prensibin her bir problemle olan uyumu değerlendirme dışı bırakılmış ve ilgili tabloda bu durum “belirlenemez” şeklinde ifade edilmiştir.

Aşağıda her bir matematiksel modelleme probleminin model oluşturma prensipleri ile uyumluluğu belirtilmiştir.

Tablo 3.4: Zeytin Yetiştiriciliği probleminin model oluşturma prensiplerine uyumluluğu

Prensip	Tamamen Uygun	Bir Ölçüde Uygun	Uygun Değil	Belirlenemez
Gerçeklik	Kemal Bey’in yetiştirdiği 4 farklı zeytin türünü fabrikaya teslim etmesi, toplam gelir-gider durumunu göz önünde bulundurarak hangi tür zeytini yetiştirmesinin daha uygun olacağının belirlenmeye çalışılması gerçek hayatla ilişkili bir durumdur.			
Model Oluşturma		‘Kemal Bey’in toplam gelir-gider durumunu göz önünde bulundurarak hangi tür zeytin yetiştirmesinin daha uygun olacağı konusunda...’ ifadesi direkt olmasa da dolaylı yoldan model geliştirmeye sevk ediyor.		
Öz Değerlendirme	Direkt olarak bir cümle yok ama Kemal Bey’i ikna edecek bir açıklama yapabilmek için öz değerlendirmeye ihtiyaç duyulacak.			

Modeli Açığa Çıkarma (Belgeleme)	‘... Kemal Bey’i ikna edecek bir açıklama yapınız.’ ifadesi yer almaktadır.
Modeli Genelleme	Farklı ürünlere uyarlanabilir.
Etkili Prototip	Aradan uzun zaman geçmeli.

Tablo 3.5: Saman Balyası probleminin model oluşturma prensiplerine uyumluluğu

Prensip	Tamamen Uygun	Bir Ölçüde Uygun	Uygun Değil	Belirlenemez
Gerçeklik	Saman balyalarıyla günlük hayatta karşılaşılabılır.			
Model Oluşturma		‘... tüm yığının yüksekliği ne kadardır?’ ifadesi model oluşturmaya teşvik ediyor.		
Öz Değerlendirme	‘...En iyi tahmininizi yapınız.’ ifadesi yer alıyor.			
Modeli Açığa Çıkarma (Belgeleme)	‘Tahmininizi matematiksel işlemlerle açıklayıp düşüncelerinizi nedenleriyle ayrıntılı olarak yazınız.’ ifadesi yer alıyor.			
Modeli Genelleme	Farklı durumlara uyarlanabilir.			
Etkili Prototip				Aradan uzun zaman geçmeli.

Tablo 3.6: Manzaram Deniz Sitesi probleminin model oluşturma prensiplerine uyumluluğu

Prensip	Tamamen Uygun	Bir Ölçüde Uygun	Uygun	Belirlenemez
----------------	----------------------	-------------------------	--------------	---------------------

		Değil
Gerçeklik	Bir inşaat merkezinin site inşa etmek istemesi ve bununla alakalı dikkat etmesi gereken noktaları veren bu problem günlük hayatla ilişkilidir.	
Model Oluşturma	‘Şirkete yardımcı olmak için bu koşullara uygun, detaylı bir proje taslağı hazırlayınız.’ ifadesi yer almaktadır.	
Öz Değerlendirme	Direkt olarak bir cümle yok ama şirketi ikna edebilmek için öz değerlendirmeye ihtiyaç duyulacak.	
Modeli Açığa Çıkarma (Belgeleme)	‘Proje taslağınızı şirketi ikna edebilecek bir şekilde açıklayınız.’ ifadesi yer almaktadır.	
Modeli Genelleme	Farklı durumlara ait proje taslağı çizimleri istenebilir.	
Etkili Prototip		Aradan uzun zaman geçmeli.

Tablo 3.7: Havuz probleminin model oluşturma prensiplerine uyumluluğu

Prensipler	Tamamen Uygun	Bir Ölçüde Uygun	Uygun Değil	Belirlenem ez
Gerçeklik	Selçuk Bey’in çay bahçesine havuz yaptırmak istemesi ve bunun için malzeme ve işçilik ücretlerinin hesaplanacak olması günlük hayatla ilişkilidir.			
Model Oluşturma		Direkt bir cümle yok ama fiyat teklifi verebilmek için model oluşturmak gerekecek.		

Öz Değerlendirme	Direkt bir cümle yok ama fiyat teklifini hazırlamak ve sunmak için öz değerlendirme yapmak gerekecek.	
Modeli Açığa Çıkarma (Belgeleme)	‘Fiyat teklifinizi Selçuk Bey’in anlayacağı şekilde açıklayınız.’ ifadesi yer almaktadır.	
Modeli Genelleme	Farklı durumlara uyarlanabilir.	
Etkili Prototip		Aradan uzun zaman geçmeli.

Tablo 3.8: El Heykeli probleminin model oluşturma prensiplerine uyumluluğu

Prensipler	Tamamen Uygun	Bir Ölçüde Uygun	Uygun Değil	Belirlenemez
Gerçeklik	Problem Bartın ili merkezindeki El Heykeli ile ilgili olduğundan gerçek hayatla ilişkilidir.			
Model Oluşturma		Direkt olarak bir cümle yok ama heykelin yüksekliğini ve kapladığı alanı tahmin edebilmek için model oluşturmak gerekecek.		
Öz Değerlendirme	‘...En iyi tahmininizi yapınız.’ ifadesi yer alıyor.			
Modeli Açığa Çıkarma (Belgeleme)	‘Tahmininizi detaylı bir biçimde yazınız ve daha önce bu heykeli hiç görmeyen birinin anlayabileceği			

	bir şekilde aktarınız.’ ifadesi yer almaktadır.	
Modeli Genelleme	Farklı yapılar için uyarlanabilir.	
Etkili Prototip		Aradan uzun zaman geçmeli.

Bu araştırmada kullanılan matematiksel modelleme problemlerinin temel özellikleri ve yapısal ayrımları aşağıdaki tabloda ayrıntılı biçimde sunulmaktadır. Problem türlerinin belirlenmesinde, Ferri’nin (2006, s. 93) çalışmasında ortaya koyduğu ve modelleme problemlerini içerdiği sayısal veri türlerine göre sınıflandıran kuramsal çerçeveden yararlanılmıştır. Bu sınıflandırma doğrultusunda, problemler iki ana kategori altında değerlendirilmiştir:

1. Kategori: **Biçimlendirilmiş Problemler** Bu kategoride yer alan modelleme problemleri, doğrudan verilen sayısal veriler ile birlikte, ekstra-matematiksel bağlamdan türetilmesi gereken ek bilgileri de içermektedir. Problemler, öğrencilerin nicel verileri analiz etmelerini, eksik bilgileri tamamlamalarını ve matematiksel bir model kurmalarını gerektirecek şekilde yapılandırılmıştır. Bu tür problemler, yönlendirici öğeler barındırması nedeniyle öğrencilerin çözüm sürecine belirli bir çerçevede rehberlik etmektedir.

2. Kategori: **Biçimlendirilmemiş Problemler** Bu kategori, görece daha az sayısal veri içeren ve öğrencilerden örtük biçimde var olan içsel matematiksel bilgileri tanımlamaları ve bu bilgileri modelleme sürecinde etkin biçimde kullanmaları beklenen problem türlerini kapsamaktadır. Bu problemler, öğrencilerin açık uçlu düşünme becerilerini, problem tanımlama yeterliklerini ve model kurma stratejilerini daha serbest bir ortamda sergilemelerine olanak tanımaktadır.

Tablo 3.9: Matematiksel modelleme problemlerinin sınıflandırılması

Matematiksel Modelleme Problemi	Kategori	Öğrenme Alanı	Kaynak
Zeytin Yetiştiriciliği	Biçimlendirilmiş bir matematiksel modelleme problemi.	Sayılar ve Nicelikler	MEB'nın <i>Ortaokul Matematik Uygulamaları Ders Kitabında</i> yer alan bir problem.
Saman Balyası	Biçimlendirilmemiş bir matematiksel modelleme problemi.	Cebirsel Düşünme ve Değişimler	Ferri (2017) yer alan bir problem.
Manzaram Deniz Sitesi	Biçimlendirilmiş bir matematiksel modelleme problemi.	Geometrik Şekiller	MEB'nın <i>Ortaokul Matematik Uygulamaları Ders Kitabında</i> yer alan bir problem.
Havuz	Biçimlendirilmiş bir matematiksel modelleme problemi.	Sayılar ve Nicelikler	MEB'nın <i>Ortaokul Matematik Uygulamaları Ders Kitabında</i> yer alan bir problem.
El Heykeli	Biçimlendirilmemiş bir matematiksel modelleme problemi.	Cebirsel Düşünme ve Değişimler	Araştırmacının yazmış olduğu bir problem.

Her bir problem, ait olduğu kategori, içerdiği veri türü, bağlamı ve öğrenme alanı açısından değerlendirilmiş ve sınıflandırılmıştır. Söz konusu sınıflandırma, modelleme problemlerinin öğrenciler üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak inceleyebilmek açısından çalışmaya kuramsal ve uygulamalı bir temel sunmaktadır. Problemler seçilirken farklı öğrenme alanlarına hitap etmeye de özen gösterilmiştir.

Etkinliklerin planlama sürecinde, her bir matematiksel modelleme probleminin birden fazla

çözüm stratejisiyle çözülebilecek şekilde yapılandırılmasına özen gösterilmiştir. Araştırmacı, her problem için çeşitli olası çözüm yollarını önceden belirleyerek etkinlik senaryolarını bu çoklu çözüm olasılıklarına göre hazırlamıştır. Bu yaklaşım, yalnızca uygulamanın süresini daha gerçekçi biçimde öngörebilme açısından değil, aynı zamanda öğrencilerin çözüm sürecinde karşılaşılabileceği muhtemel kavramsal ve işlemsel güçlüklerin önceden tahmin edilerek uygun müdahale stratejilerinin geliştirilmesi açısından da önem taşımaktadır (Ferri, 2017).

Araştırmacının bu ön hazırlıkları, öğrenci performansını desteklemeye yönelik yapılandırılmış müdahale planlarının oluşturulmasına olanak sağlamıştır. Böylece her bir etkinlik kapsamında öğrencilerin karşılaşılabileceği olası zorluklara karşı, aşağıdaki tabloda ayrıntılı biçimde sunulan yönlendirici müdahale stratejileri geliştirilmiştir.

Tablo 3.10: Yönlendirici müdahale stratejileri

Yardım	Örnek Müdahale
Motivasyon	"Devam et ve dene, bu problemi çözeceğine eminim!"
Geri Bildirim	"Evet, doğru yoldasın!"
Genel-stratejik	"Bir çizim yap." veya "metni tekrar oku."
İçerik odaklı stratejik	"Belki kuralı sana çözümü bulmanda yardımcı olur."
İçerik odaklı	"... tanımı nedir?"

Her bir matematiksel modelleme probleminin uygulama süresi, bir ders saati (yaklaşık 40 dakika) olarak planlanmıştır. Bu süre, öğrencilerin problem bağlamını anlamaları, çözüm stratejilerini geliştirmeleri, matematiksel modeli oluşturmaları ve çözüm sürecini tamamlamaları için yeterli zaman sağlayacak şekilde belirlenmiştir. Aşağıda, uygulama sürecine ilişkin örnek bir etkinlik planı yer almaktadır.

Tablo 3.11: Uygulama sürecine ilişkin örnek bir ders planı

Zaman	Kısım	Etkinlik
2 dk	Giriş	Öğretmenin matematiksel modelleme probleminin nasıl uygulanacağına dair bilgi vermesi
1 dk	Etkinlik kağıdının sunulması	Öğretmenin matematiksel modelleme problemini sunması ve öğrencilerin aklına takılan soruları cevaplaması

30 dk	Çalışma süresi	Problemi grup halinde tartışma ve çözme; çözümü bireysel olarak çözüm kağıdına aktarma; sonucu doğrulama adına hazırlık yapma
5 dk	Doğrulama/Yansıtma	Gruptaki iki öğrencinin çözümlerini birbirlerine aktarması, özellikle matematiksel modelleme döngüsünün doğrulama aşamasının vurgulanması
2 dk	Dönüt	Öğretmenin geri bildirimde bulunması

Uygulamalar, her bir öğrenci grubuyla farklı zamanlarda gerçekleştirilmiş olup, aşağıda her grubun uygulamayı hangi tarihlerde ve hangi sıralamayla gerçekleştirdiğine ilişkin bilgiler tablo hâlinde sunulmuştur.

Tablo 3.12: Grupların uygulamaya katılım tarihleri

Modelleme Probleminin İsmi	Grup 1'in Uygulama Tarihi	Grup 2'nin Uygulama Tarihi	Grup 3'ün Uygulama Tarihi	Grup 4'ün Uygulama Tarihi	Uygulama Süresi
Zeytin Yetiştiriciliği	08.03.2024	15.03.2024	22.03.2024	29.03.2024	1 ders saati (40 dakika)
Saman Balyası	08.03.2024	15.03.2024	22.03.2024	29.03.2024	1 ders saati (40 dakika)
Manzaram Deniz Sitesi	08.03.2024	15.03.2024	22.03.2024	29.03.2024	1 ders saati (40 dakika)
Havuz	08.03.2024	15.03.2024	22.03.2024	29.03.2024	1 ders saati (40 dakika)
El Heykeli	08.03.2024	15.03.2024	22.03.2024	29.03.2024	1 ders saati (40 dakika)

Araştırmanın uygulama süreci hem araştırmacının hem de katılımcı öğrencilerin programlarına uygun olacak şekilde, ders saatleri dışında ve araştırmacının görev yaptığı özel eğitim kurumunda gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar, kurum bünyesindeki boş sınıflardan biri kullanılarak yapılmıştır. Bu ortam, öğrencilerin dikkatinin dağılmadan çalışmaya odaklanabilmesi için sessiz, düzenli ve kontrol edilebilir bir öğrenme ortamı olarak seçilmiştir.

Her bir öğrenci grubu, araştırmaya farklı zaman aralıklarında katılım göstermiştir. Uygulama sürecinde, her grup toplam beş adet matematiksel modelleme problemi üzerinde çalışmıştır. Araştırmanın tamamı 4 haftalık bir süre zarfında yürütülmüştür. Uygulamalar, her grup için aynı gün içerisinde iki oturum şeklinde planlanmıştır.

İlk oturumda öğrenciler üç farklı matematiksel modelleme problemiyle (Zeytin Yetiştiriciliği, Saman Balyası ve Manzaram Deniz Sitesi) çalışmışlardır. Ardından 30 dakikalık bir ara verilmiş, ikinci oturumda ise kalan iki farklı modelleme problemi (El Heykeli ve Havuz) üzerinde çalışmaları sağlanmıştır. Ara oturumun planlanmasındaki temel amaç, modelleme problemlerinin doğası gereği uzun ve zihinsel açıdan yoğun bir süreç içermesi nedeniyle öğrencilerin dikkat kaybı yaşamalarını ve motivasyonlarının düşmesini engellemektir. Bu yapı sayesinde öğrencilerin her bir etkinlikte daha verimli ve odaklanmış şekilde çalışmaları hedeflenmiştir.

Uygulama süresince her grup aynı koşullar altında yönlendirilmiş ve tüm oturumlar araştırmacı tarafından yürütülerek gözlem, kayıt ve gerektiğinde açıklama sağlama işlevleri yerine getirilmiştir. Bu süreçte elde edilen veriler, araştırmanın analiz aşamasında kullanılmak üzere sesli ve yazılı biçimde kayıt altına alınmıştır.

3.3.2. Gözlem Formu

Uygulama sürecinde, araştırmacı öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerindeki süreçlerini ve davranışlarını sistematik biçimde gözlemleyebilmek amacıyla yapılandırılmış bir gözlem formu kullanmıştır. Bu form, Ferri (2017) çalışmasından alınmış olup, öğrencilerin bireysel ve grup içi etkileşimlerini, matematiksel düşünme süreçlerini ve model oluşturma yaklaşımlarını kayıt altına almak amacıyla geliştirilmiştir. Form, uzman görüşü doğrultusunda revize edilmiştir. Aşağıda, uygulama sırasında kullanılan gözlem formunun örneği sunulmaktadır.

Tablo 3.13: Uygulama esnasında kullanılan gözlem formu

Matematiksel Modelleme Problemi						
	Problemi Anlama	Varsayımlarda Bulunabilme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Onaylama, Eleştirel Düşünme	Amaç odaklı Süreç
Öğrenci 1						
Öğrenci 2						
(+ iyi; * kısmen iyi; - kötü)						

Gözlem formuna pilot çalışma öncesinde son hali verilmiş olup hem pilot uygulamada hem de asıl uygulamada kullanılmıştır. Formda ‘Problemi Anlama, Varsayımlarda Bulunabilme, Matematikselleştirme, Matematiksel Olarak Çalışma, Onaylama Eleştirel Düşünme, Amaç Odaklı Süreç’ olmak üzere altı adet kategoriden oluşmaktadır.

3.3.3. Video Kaydı

Araştırmanın uygulama aşamasında, öğrencilerin izni alınarak tüm uygulama süreci video kamera ile kayıt altına alınmıştır. Bu kayıtların alınmasındaki temel amaç, araştırmacının doğrudan gözlem sırasında fark edememiş olabileceği önemli durumları sonradan ayrıntılı olarak inceleyebilmesine olanak tanımaktır. Ayrıca, öğrencilerin yazılı cevap kâğıtlarında ifade edemedikleri ancak uygulama sırasında davranışsal ya da sözlü olarak ortaya koydukları problem çözme stratejilerinin daha net bir şekilde analiz edilmesi hedeflenmiştir. Örneğin, bir öğrenci çözüm sürecinde ‘canlandırma stratejisi’ni kullanmasına rağmen bu stratejiyi yazılı olarak ifade edemeyebilir; ancak uygulama sırasında gerçekleştirdiği beden dili, jest ve mimiklerle bu stratejiyi kullandığı gözlemlenebilir (ör. Karaman Dünder ve Otten, 2023). Bu tür bilişsel süreçlerin derinlemesine anlaşılabilmesi açısından video kayıtları önemli bir veri kaynağı olarak kullanılmıştır.

3.3.4. Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler

Uygulama sürecinin tamamlanmasının ardından, her bir öğrenciyle birebir görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Açık uçlu sorulardan oluşan bu görüşmeler, öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözme süreçlerine ilişkin düşüncelerini, karşılaştıkları güçlükleri ve kullandıkları stratejileri daha ayrıntılı biçimde ifade etmelerine olanak tanımıştır. Yaklaşık 10 dakika süren bu görüşmeler, öğrencilerin uygulama sırasında sergiledikleri davranışlarla kendi anlatımları arasında ilişki kurularak veri çeşitliliği sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Görüşme formu, alan uzmanlarının görüşleri alınarak hazırlanmış ve uygulama sırasında araştırmacı tarafından yöneltilen sorular aşağıda sunulmuştur:

- *Çözülen problemlerden neler anladın? Problemler anlaşılır mıydı?*
- *Problemleri gördüğünde ilk etapta zihninde canlanan şey neydi?*
- *Problemleri nasıl çözdün? Çözüm sürecinin nasıl ilerlediğine dair bilgi verebilir misin?*
- *Çözümlerini yaparken problemlere tekrar dönüp bakman gerekti mi?*
- *Sence bulduğun sonuçlar problemlere uygun muydu? Doğru sonuçlar bulunduğunu düşünüyor musun?*
- *Sence daha iyi çözümler olabilir miydi? Öz değerlendirme yapar mısın?*
- *Çözdüğün problemler hakkında neler düşünüyorsun? Daha önce benzer problemler çözmüş müydün?*
- *En sevdiğin ve en sevmediğin problemler hangileri oldu? Neden?*
- *Bu problemlerin daha önce çözdüğün diğer problemlerden farkı nedir? Detay vererek cevaplayabilir misin?*
- *Bu problemler matematiğe karşı bakış açını değiştirdi mi? Uygulamadan önceki ve sonraki bakış açın hakkında bilgi verebilir misin?*
- *Uygulamadan genel olarak memnun musun? Bu uygulama sana neler kazandırdı?*

Araştırma kapsamında gerçekleştirilen bireysel görüşmeler sırasında, öğrencilerin izni alınarak ses kayıtları yapılmıştır. Elde edilen ses kayıtları, görüşmelerin tamamlanmasının ardından araştırmacı tarafından yazılı metne dönüştürülmüş ve Microsoft Word ortamında düzenlenmiştir. Bu metinler, öğrencilerin ifade ettikleri düşünceler ve stratejiler doğrultusunda derinlemesine incelenmiş ve analiz sürecine dâhil edilmiştir.

Uygulama sürecinde, öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözebilmeleri için

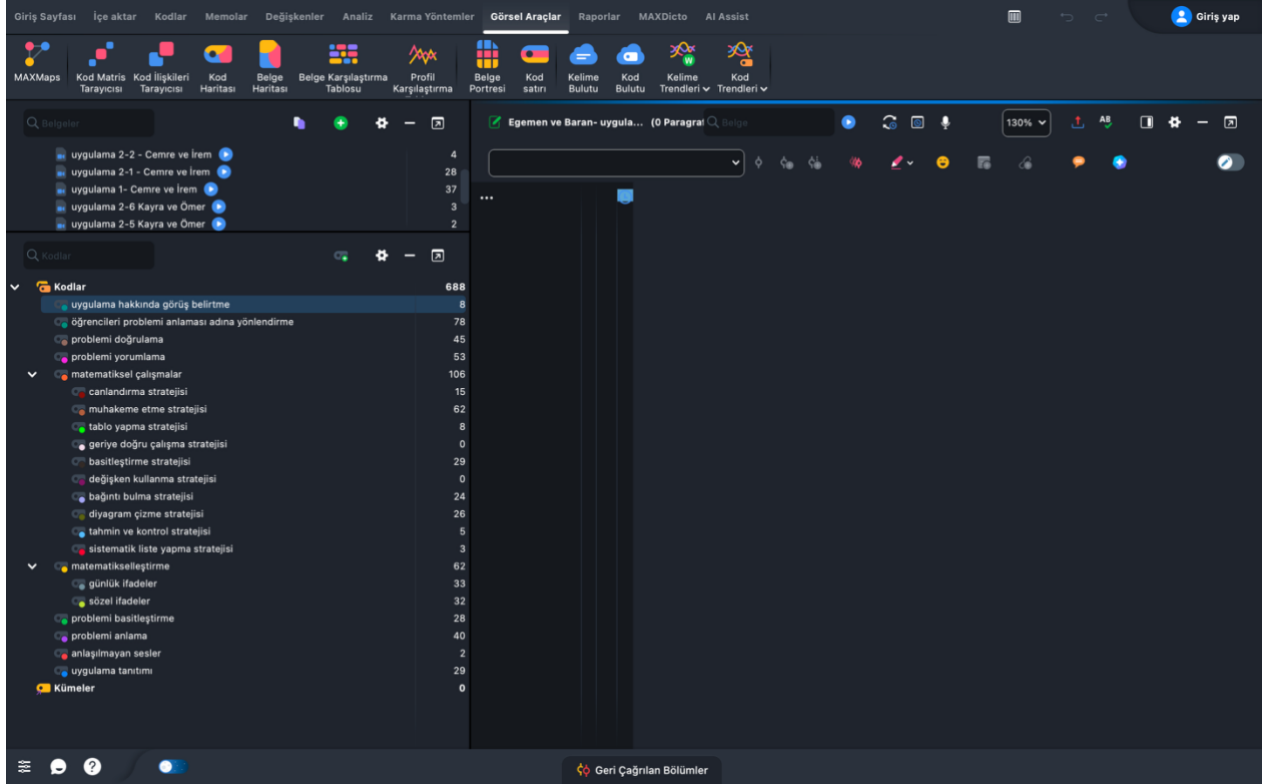
gerekli olan kâğıt, kalem ve her bir probleme ait renkli basılmış problem senaryoları kendilerine sunulmuştur. Etkinliklerin sonunda öğrencilerin problem çözüm sürecine ilişkin oluşturdukları yazılı çözüm kâğıtları toplanmış ve araştırmacı tarafından daha sonra analiz edilmek üzere sistematik biçimde arşivlenmiştir. Bu belgeler, öğrencilerin düşünme süreçlerinin yazılı izlerini taşıması bakımından araştırmanın önemli veri kaynaklarından birini oluşturmaktadır.

3.4. Veri Analizi

Etkinlik süresince alınan video kayıtları, araştırmanın veri analiz sürecinde sistematik bir şekilde değerlendirilmiştir. Bu amaçla, nitel ve nicel verilerin organize edilmesini, çözümlenmesini ve yorumlanmasını kolaylaştıran profesyonel bir nitel veri analizi yazılımı olan MAXQDA kullanılmıştır. Araştırmacı, bu programın lisanslı sürümünü temin ederek tüm analiz sürecini etik ilkeler çerçevesinde yürütmüştür.

Video kayıtlarının MAXQDA gibi bir yazılım aracılığıyla analiz edilmesi, yalnızca verilerin daha bütüncül ve düzenli bir biçimde kodlanmasına imkân tanımakla kalmamış, aynı zamanda araştırmanın güvenilirliğini ve analizlerin izlenebilirliğini artırmıştır. Yazılım aracılığıyla yapılan analizler, gözlemlerden elde edilen bulguların sistemli biçimde kategorilere ayrılmasına, temalar oluşturulmasına ve öğrencilerin çözüm süreçlerinin detaylı incelenmesine olanak sağlamıştır.

Aşağıda, analiz sürecinde kullanılan MAXQDA programının kullanıcı arayüzüne ait bir ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 3.3. MAXQDA programı kullanıcı ara yüzü

Video analizi yapılırken modelleme döngüsünün aşamaları dikkate alınarak kategoriler ve kodlar oluşturuldu. Aşağıdaki tabloda video analizinde kullanılan kodlar yer almaktadır.

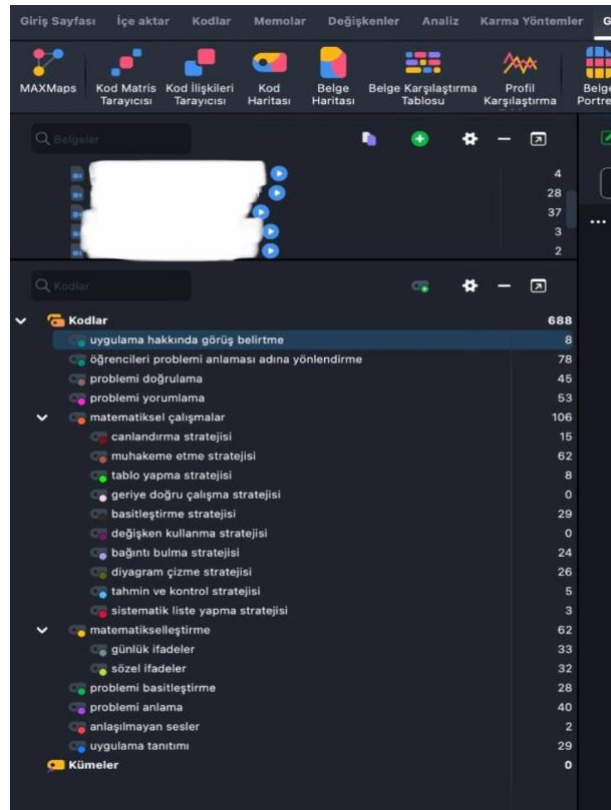
Tablo 3.14. MAXQDA video analizinde kullanılan kategoriler ve kodlar

Kategoriler	Kodlar
Problem Anlama	Günlük ifadeler
Problem Basitleştirme	Sözel ifadeler
Matematikselleştirme	Muhakeme etme stratejisi
	Tablo yapma stratejisi
	Geriye doğru çalışma stratejisi
	Basitleştirme stratejisi
	Değişken kullanma stratejisi
	Bağıntı bulma stratejisi
	Diyagram çizme stratejisi
	Tahmin ve kontrol stratejisi
Matematiksel Çalışmalar	Sistematik liste yapma stratejisi
	Canlandırma stratejisi
Problem Doğrulama	
Problem Yorumlama	
Uygulama Tanıtımı	

Anlaşılmayan Sesler
Öğrencileri Problemi Anlamaları Adına
Yönlendirme
Uygulama Hakkında Görüş Belirtme

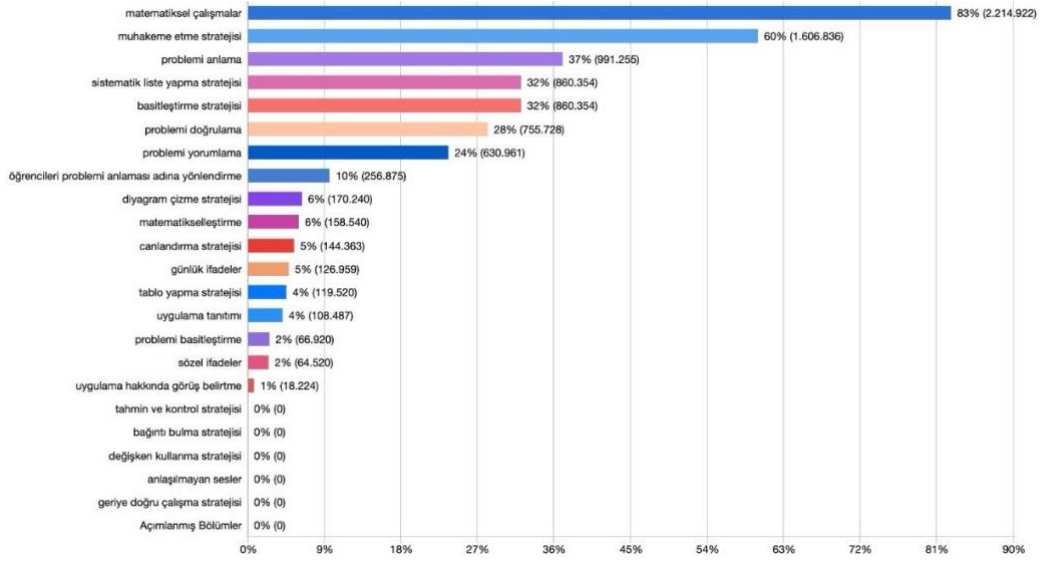
MAXQDA programında video analizi için kullanılan kategoriler ve kodlar matematiksel modelleme döngüsünün aşamaları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Buna ek olarak; ‘uygulama tanıtımı, anlaşılmayan sesler, öğrencileri problemi anlamaları adına yönlendirme ve uygulama hakkında görüş belirtme’ olmak üzere dört adet kategori daha eklenmiştir. Araştırmacının öğrencilere uygulama hakkında bilgi verdiği yerler, uygulama tanıtımı kategorisinde; öğrencilere ipucu verdiği yerler, öğrencileri problemi anlamaları adına yönlendirme kategorisinde; öğrencilerin uygulamaya dair fikirlerini söyledikleri yerler, uygulama hakkında görüş belirtme kategorisinde ve videoda anlaşılmayan yerler, anlaşılmayan sesler kategorisinde değerlendirilmiştir.

Aşağıda bu kategorilerin ve kodların MAXQDA programı üzerindeki görünümüne ait bir ekran görüntüsü yer almaktadır.

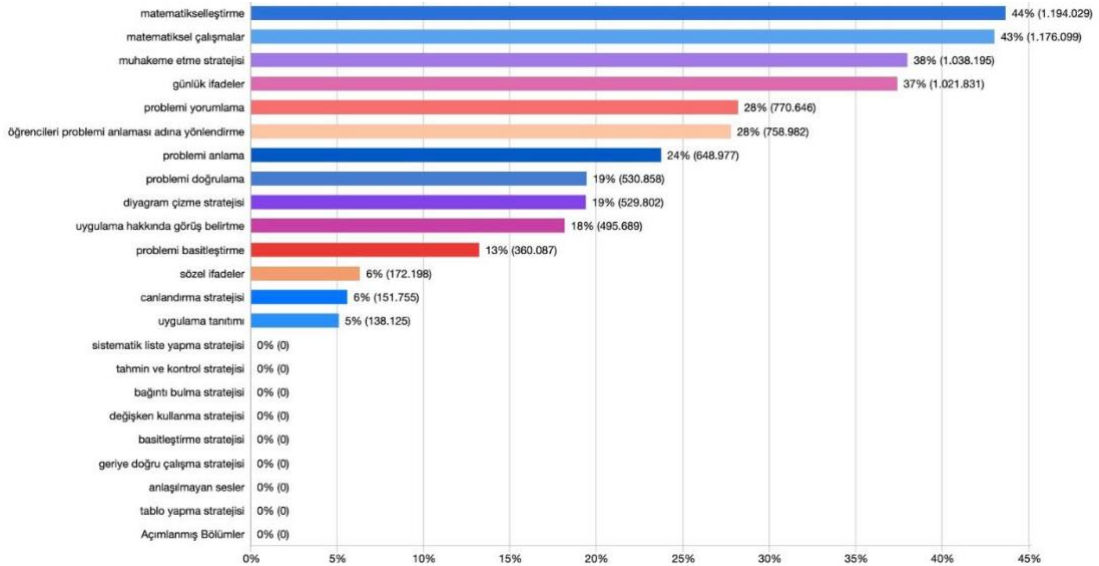


Şekil 3.4. MAXQDA programında kategoriler ve kodların görünümü

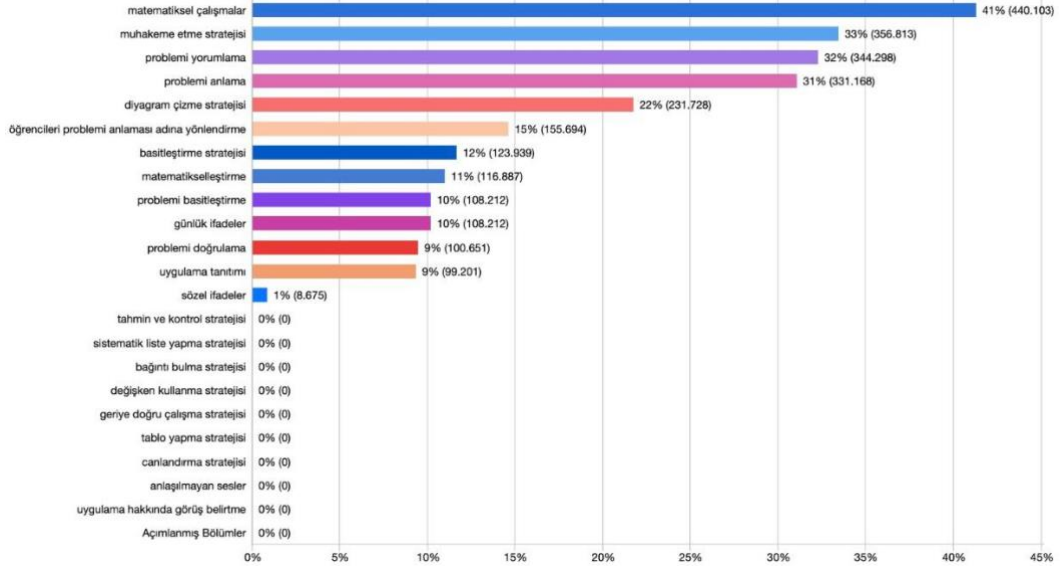
Aşağıda, MAXQDA programı ile yapılan analiz sonunda, öğrencilerin problemlerin çözümlerinde hangi süreçlerden geçtiklerine dair programda oluşturulan bazı tabloların ekran görüntüleri yer almaktadır.



Şekil 3.5. Grup 3'ün Zeytin Yetiştiriciliği ve Saman Balyası problemlerini çözerken geçtikleri süreçlere ait MAXQDA ile oluşturulmuş tablonun ekran görüntüsü



Şekil 3.6. Grup 3'ün Manzaram Deniz Sitesi, Havuz ve El Heykeli problemlerini çözerken geçtikleri süreçlere ait MAXQDA ile oluşturulmuş tablonun ekran görüntüsü



Şekil 3.7. Grup 1'in Manzaram Deniz Sitesi problemini çözerken geçtikleri sürece ait MAXQDA ile oluşturulmuş tablonun ekran görüntüsü

Araştırma kapsamında, öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri sırasında oluşturdukları çözüm kâğıtları incelenerek doküman analizi yapılmıştır. Doküman analizi, araştırma verilerinin toplanmasında başvurulan temel nitel veri toplama yöntemlerinden biri olup, araştırma konusu ile doğrudan ilişkili yazılı materyallerin sistemli bir biçimde incelenmesi, sınıflandırılması ve yorumlanması sürecini kapsamaktadır. Creswell'e (2002) göre doküman analizi, incelenen olgularla ilgili bilgi içeren belgelerin ayrıntılı biçimde taranması ve bu bilgilerden anlamlı bir bütün oluşturulması sürecidir.

Bu yöntemin araştırma sürecine sağladığı katkılar literatürde çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir. Doküman analizi, yalnızca araştırmacının yaptığı gözlem ve görüşmelerin sistematik hâle getirilmesini değil, aynı zamanda araştırma kapsamındaki diğer yazılı kaynaklarla birlikte veri çeşitliliği sağlamayı da mümkün kılmaktadır (Baxter ve Jack, 2008; Crabtree ve Miller, 1999; Guba ve Lincoln, 1994). Ayrıca bu yöntem, araştırmacıya zaman tasarrufu sağlamakta; olayların önem sırasının belirlenmesine, veri kaynaklarının sınıflandırılmasına ve yeni verilerin türetilmesine imkân tanımaktadır.

Bu doğrultuda, öğrencilerin çözüm kâğıtları, onların matematiksel modelleme süreçlerinde izledikleri adımların, karşılaştıkları zorlukların ve benimsedikleri problem çözme stratejilerinin ortaya konulması amacıyla detaylı bir biçimde analiz edilmiştir. Öğrenci

çözümleri değerlendirilirken, Ferri'nin (2017, s. 119) çalışmasında önerdiği değerlendirme şeması temel alınarak yapılandırılmış bir puanlama çerçevesi kullanılmıştır. Bu şema, öğrencilerin modelleme sürecindeki ilerleyişlerini sistematik biçimde analiz etmeye olanak tanımaktadır.

Dokümanların tümü, araştırmacı tarafından bireysel olarak incelenmiş ve kodlanmıştır. Aşağıda, çözüm kâğıtlarının değerlendirilmesinde esas alınan puanlama şeması yer almaktadır.

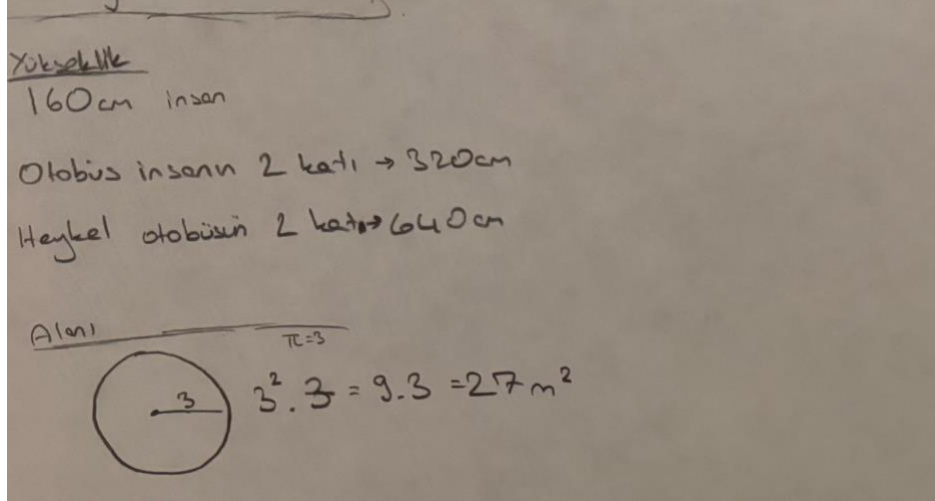
Tablo 3.15. Çözüm kâğıtlarının değerlendirilmesinde kullanılan puanlama şeması

Çözüm Basamakları	Açıklama
Problemi Anlama/Basitleştirme (4 Puan)	
Matematikleştirme (3 Puan)	
Matematiksel olarak çalışma (3 Puan)	
Yorumlama/doğrulama (3 Puan)	
Sonucu belirtme (2 Puan)	
Toplam puan	

Bu bölümde, öğrenciler tarafından geliştirilen çözüm kâğıtlarından biri yeterli, diğeri ise yetersiz bulunan iki farklı örneğe yer verilmiştir. Her iki örnek de araştırmacı tarafından geliştirilen değerlendirme şeması doğrultusunda analiz edilmiştir.

Örnek çözümler, öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinde nasıl bir yol izlediklerini, hangi problem çözme stratejilerini kullandıklarını ve süreci ne ölçüde başarılı şekilde tamamladıklarını göstermesi açısından önem arz etmektedir. Ayrıca bu çözümler, değerlendirme şemasının uygulanabilirliğini ve farklı yeterlik düzeylerine sahip öğrencilerin modelleme becerilerini karşılaştırmalı olarak sunma açısından da katkı sağlamaktadır.

Aşağıda, bir yüksek düzeyde ve bir düşük düzeyde değerlendirilmiş öğrenci çözümüne ait örnekler ile bu çözümlemelere ilişkin değerlendirme şemaları sunulmaktadır.



Şekil 3.8. Tarık’a ait Saman Balyası probleminin çözüm kağıdı

Tablo 3.16. Tarık’ın Saman Balyası problem çözümünün analizi

Çözüm Basamakları	Açıklama
Problemi Anlama/ Basitleştirme (4 puan)	Problem anlaşılmış, basitleştirmeler yapılmış. (4 puan)
Matematikleştirme (3 puan)	Matematiksel model kurulmuş, ancak yetersiz. (1,5 puan)
Matematiksel Olarak Çalışma (3 puan)	Mevcut hesaplamalar mevcut modele uyumlu ve doğru. (3 puan)
Yorumlama/ Doğrulama (3 puan)	Sonuç tam olarak yorumlanıp doğrulanmamış. (1 puan)
Sonucu Belirtme (2 puan)	Sonuç belirtilmiş. (2 puan)
Toplam Puan	11,5/15

Handwritten mathematical calculations for the Zeytin Yetiştiriciliği problem. The calculations include various arithmetic operations such as division, multiplication, and addition, with some results circled or underlined. The final answer is 20.860.

Şekil 3.9. Alya'ya ait Zeytin Yetiştiriciliği probleminin çözüm kağıdı

Tablo 3.17. Alya'nın Zeytin Yetiştiriciliği problem çözümünün analizi

Cözüm Basamakları	Açıklama
Problemi Anlama/ Basitleştirme (4 puan)	Problem anlaşılmamış, kısmen basitleştirme var. (1 puan)
Matematikleştirme (3 puan)	Problem anlaşılmadığı için matematiksel model kurulamamış. (0 puan)
Matematiksel Olarak Çalışma (3 puan)	Mevcut hesaplamalar doğru, ancak rastgele yapılmış. (1,5 puan)
Yorumlama/ Doğrulama (3 puan)	Sonuç yorumlanmamış, doğrulanmamış. (0 puan)
Sonucu Belirtme (2 puan)	Sonuç belirtilmemiş. (0 puan)
Toplam Puan	2,5/15

3.5. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Bilimsel araştırmalarda etik ilkelere uygunluk, geçerlik ve güvenirlik, sürecin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi ve elde edilen sonuçların güvenilirliği açısından vazgeçilmez temel unsurlardır (Merriam, 2013). Özellikle nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirliğe yönelik tartışmalar, farklı araştırmacıların bu kavramlara ilişkin çeşitli yaklaşımlar geliştirmelerine neden olmuştur. Creswell (2016), nitel veri analizlerinde araştırmanın güvenilirliğini sağlama konusunun, yöntemin doğasına özgü kaygılarla ele alındığını belirtmektedir. LeCompte ve Goetz (1982) ise nitel araştırmalarda geçerliği sağlamak amacıyla iç geçerlik, dış geçerlik, güvenirlik ve objektiflik kavramlarının dikkate alınması gerektiğini vurgulamışlardır. Diğer taraftan Lincoln ve Guba (akt. Başkale, 2016), nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik kavramlarının yerine inandırıcılık (trustworthiness) kavramının kullanılmasını önermiştir.

Bu çalışma bağlamında, araştırmacı geçerlik ve güvenirlik ölçütlerini sağlamaya yönelik çeşitli stratejiler benimsemiştir. İç geçerliği sağlamak amacıyla veri çeşitliliği (triangulation) tekniği uygulanmış ve bu kapsamda farklı veri toplama araçları—gözlem, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve doküman analizi—bir arada kullanılmıştır. Bu sayede, araştırma bulgularının farklı veri kaynaklarıyla karşılaştırmalı olarak doğrulanması sağlanmıştır.

Araştırmacı sürece mümkün olduğunca objektif bir yaklaşımla dâhil olmuş; katılımcıların görüşlerini dikkate alarak, sürece müdahale etmeksizin gözlem yapmaya özen göstermiştir. Uygulama süreci boyunca, her bir grubun yanında bulunarak modelleme döngüsünü nasıl yaşadıklarını anlamaya yönelik nitel gözlemler yapmış, gerektiğinde “Burada ne düşündünüz?” gibi açık uçlu sorularla öğrencilerin düşünce süreçlerini sözlü olarak ifade etmelerini sağlamış ve bu yolla katılımcıların süreçlerini daha iyi anlamayı hedeflemiştir. Ayrıca, araştırma ortamı ve uygulama süreci detaylı şekilde tanımlanarak çalışmanın aktarılabilirliği artırılmaya çalışılmıştır. Öğrencilere, problem çözme sürecinde zaman sınırlaması getirilmemiş; her bir modelleme problemi için gerekli veriler elde edilene kadar etkinlikler sürdürülmüştür. Bu uygulama, öğrencilerin doğal problem çözme süreçlerini bozmadan veri elde edilmesini sağlamış ve böylece araştırmanın güvenilirliği desteklenmiştir.

Araştırmada güvenilirliği sağlamak amacıyla, modelleme problemlerini çözüm süreçleri ve görüşmelerden elde edilen veriler üzerinde farklı kodlayıcılar tarafından analiz gerçekleştirilmiş ve kodlayıcılar arası güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır. Bu katsayı, Miles ve Huberman'ın (1994) önerdiği $[\text{görüş birliği} / (\text{görüş birliği} + \text{görüş ayrılığı})] \times 100$ formülü ile elde edilmiştir. Literatürde güvenilirlik katsayısının sonucun %70'in üzerinde, ideal olarak %80'e yakın olması gerektiği ifade edilmektedir (Miles ve Huberman, 1994). Görüşme verilerinin analizinde hesaplanan kodlayıcılar arası güvenilirlik katsayısı %90 çıkmıştır.

Modelleme sürecinde öğrencilerin kullandığı problem çözme stratejileri, önceden belirlenmiş olan on strateji çerçevesinde analiz edilmiş; bu stratejiler dışındaki yaklaşımlar analiz kapsamına alınmamıştır. Analizin sadece on adet strateji ile sınırlı tutulmasının nedeni, bu stratejilerin diğer stratejilere kıyasla en çok kullanılan stratejiler olmaları ve diğer stratejileri içlerinde barındırıyor olmalarıdır. Öğrenci çalışma kâğıtları ve video transkriptlerinin analizinde kodlayıcılar arası güvenilirlik katsayısı %97 olarak hesaplanmıştır.

Ayrıca, verilerin tutarlılığını artırmak amacıyla farklı veri kaynakları (öğrenci çalışma kâğıtları, görüşme kayıtları ve video transkriptleri) birlikte değerlendirilmiştir. Bu yöntem, bir veri kaynağında eksik ya da sınırlı kalan bilgilerin diğer kaynaklar aracılığıyla tamamlanmasını sağlamış ve verilerin bütüncül bir şekilde ele alınmasına olanak tanımıştır.

3.6. Pilot Uygulama Süreci

Bu araştırmada, esas veri toplama sürecinden önce pilot bir çalışma yürütülmüştür. Pilot uygulamanın amacı, ana çalışmada kullanılacak matematiksel modelleme problemlerinin uygulanabilirliğini test etmek; problemlerle ilgili süre yönetimi, anlaşılabilirlik düzeyi, öğrencilerin ilgi düzeyi, farklı akademik başarı düzeyindeki öğrencilerin problem çözme yaklaşımları ve uygulamanın gerçekleşeceği fiziksel ortamın uygunluğu gibi çeşitli açılardan süreci değerlendirmektir.

Pilot çalışmada, asıl uygulamada yer alacak beş matematiksel modelleme probleminden iki tanesi uygulanmıştır. Bunlardan ilki, biçimlendirilmiş modelleme problemi olan *Zeytin Yetiştiriciliği Problemi*, diğeri ise biçimlendirilmemiş bir problem olan *Saman Balyası*

Problemidir. Bu seçimin temel amacı, iki farklı problem türüne ait süreçlerin öğrenci performansları üzerindeki etkilerini gözlemlemektir.

Pilot uygulama, 3'ü kız ve 1'i erkek olmak üzere dört sekizinci sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Pilot çalışmaya katılan öğrenciler, asıl araştırma grubunda yer almayan bireylerden seçilmiş olup, akademik başarı düzeyleri dikkate alınarak çeşitlilik oluşturulmuştur: bir öğrenci alt düzey, iki öğrenci orta düzey ve bir öğrenci üst düzey başarıya sahiptir. Öğrenciler ikili gruplar hâlinde çalışmış; bir grup alt ve orta düzeydeki öğrencilerden, diğer grup ise orta ve üst düzeydeki öğrencilerden oluşturulmuştur. Her grup, araştırmacı ve katılımcılar için uygun olan farklı zaman dilimlerinde uygulamaya dâhil olmuştur. Pilot çalışma, asıl uygulamanın da gerçekleştirileceği sınıf ortamında yürütülmüş; böylece ortamın fiziksel koşullarının uygunluğu da test edilmiştir.

Pilot çalışma sürecinde, video kaydı alınmamış; ancak araştırmacı süreci yapılandırılmış gözlem formu aracılığıyla belgeleyerek gözlem verisi toplamıştır. Uygulama tamamlandıktan sonra, her bir öğrenci ile birebir yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve öğrencilerin etkinlik hakkındaki görüşleri alınmıştır. Ayrıca, araştırmacı süreci daha ayrıntılı biçimde analiz edebilmek amacıyla uygulama sonunda yansıtıcı bir alan günlüğü tutmuştur.

Pilot uygulama sonucunda, öğrencilerin çözdüğü matematiksel modelleme problemlerinde herhangi bir içeriksel ya da yapısal değişiklik yapılmasına gerek olmadığı görülmüş ve söz konusu problemler, asıl uygulama için uygun bulunmuştur. Aynı şekilde, uygulamanın gerçekleştirildiği sınıf ortamı da ana çalışma için kullanılmaya devam edilmiştir. Bununla birlikte, pilot uygulama sırasında video kaydının yapılmamış olması, araştırmacının analiz sürecinde bazı noktaları tekrar gözden geçirme imkânını sınırlamıştır. Bu durum, ana çalışmada video kayıtlarının alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, video kaydının modelleme döngüsünün aşamalarını ve özellikle yazılı olarak ifade edilemeyen canlandırma gibi stratejilerin gözlemlenebilmesini sağlama açısından önemli olduğu anlaşılmıştır.

Pilot çalışma, öğrencilerin uygulamaya yönelik tutum ve tepkilerinin gözlemlenmesine de olanak sağlamıştır. Araştırmacı, bu gözlemler doğrultusunda ana uygulamada kullanacağı müdahale stratejilerini yapılandırmıştır. Ayrıca, pilot görüşmelerde öğrencilere yöneltilen

soruların bir bölümü, ana çalışmada da kullanılmak üzere seçilmiş ve öğrencilerden alınan geri bildirimler doğrultusunda soruların niteliği uygun bulunmuştur.

Son olarak, hem pilot hem de asıl uygulama sonrasında, araştırmaya katılım sağlayan öğrencilere motivasyonlarını desteklemek amacıyla küçük hediyeler takdim edilmiştir. Bu yaklaşım, öğrencilerin araştırma sürecine olan katılımlarını olumlu yönde etkilemiştir.

3.7. Araştırmacının Rolü

Matematiksel modelleme etkinliklerinin etkili bir şekilde planlanması ve uygulanması hususunda öğretmenin rolü oldukça belirleyicidir. Öğretmenin, öğrencilerin ilgisini çekebilecek gerçek yaşamla ilişkili, problem odaklı, özgün ve modelleme döngüsünün tüm adımlarını içeren uygun bir modelleme problemi seçmesi gerekmektedir. Seçilen matematiksel modelleme problemi yalnızca kuramsal düzeyde değil, aynı zamanda pratik olarak birden fazla çözüm yoluna olanak tanımalıdır. Bu doğrultuda öğretmenin, problemi önceden farklı çözüm yollarıyla çözümleyerek, öğrencilerin bu problem üzerinde çalışırken karşılaşılabilecekleri olası engelleri öngörmesi ve buna yönelik müdahale stratejileri geliştirmesi beklenir. Ayrıca, dersin temel hedefleri dikkate alınarak seçilen matematiksel modelleme problemi destekleyici materyallerin, araç-gereçlerin ve etkinliğin uygulanması için gerekli sürenin planlanması önemlidir. Matematiksel modelleme problemi çözüm sürecine geçmeden önce öğretmenin, öğrencilerin bu sürece hazır olduklarından emin olması ve problemi nasıl ele alacaklarına dair detaylı bir yönlendirme yapması gereklidir. Uygulama sürecinde öğretmen, öğrencileri yakından gözlemlemeli, sürecinin sonunda ise neyin etkili olduğunu, hangi yönlerin iyileştirilebileceğini değerlendirmelidir.

Bu çalışmada araştırmacı, gözlemci öğretmen rolüyle süreci yönetmiştir. Bu rol, araştırmacının uygulama yapılan grupla etkileşim içinde bulunarak süreci derinlemesine gözlemlemesine ve öğrencilerden doğrudan veri toplamasına imkân tanımıştır (Büyüköztürk vd., 2012). Araştırmacı, öğrencilerden modelleme sürecini nasıl yürüttüklerine dair açıklamalar yapmalarını istemiş, bu açıklamaları derinleştirmek amacıyla açıklayıcı ve düşündürücü sorular yönelmiştir.

Öğrenciler modelleme süreci sırasında herhangi bir aşamasında zorlandıklarında, öğretmenin doğrudan çözüm sunmaktan ya da ipucu vermekten kaçınması gerektiği

literatürde açıkça belirtilmiştir (Blum ve Ferri, 2009). Bu doğrultuda araştırmacı, öğrencilere “Ben çözüm sürecinde yanınızda duracağım ama amacım size yardım etmek değil, sizi gözlemlemek” gibi ifadeler kullanarak, direkt yardım taleplerinin önüne geçmeyi hedeflemiştir.

Araştırmacı, uygulama sürecinde grupların başında konumlanarak kamera kaydı eşliğinde gözlemlerini gerçekleştirmiştir. Süreçte öğrencilere, “Nasıl düşündünüz? Neden böyle yaptınız?” gibi sorular yönelterek gözlem verilerini zenginleştirmiştir. Bu tür sorular yalnızca veri kaybını önlemeye katkı sağlamakla kalmamış aynı zamanda bireysel çözüm üretmeye eğilimli öğrencilerin düşüncelerini paylaşmalarını teşvik etmiş ve grup içi iş birliğini desteklemiştir. Bu yönüyle, araştırmacının sürece müdahalesi veri toplamaya zarar vermemiş, aksine grup etkileşimini derinleştirmiştir. Ayrıca, öğrenciler zaman zaman araştırmacıdan çözümlerinin doğruluğunu onaylamasını talep etmişlerdir. Ancak araştırmacı bu taleplere doğrudan yanıt vermek yerine, öğrencileri düşüncelerini yeniden gözden geçirmeye ve grup arkadaşlarıyla fikir alışverişinde bulunmaya yönlendirmiştir. Yanlış bir düşünceye sahip olan öğrencinin diğerini ikna ettiği durumlarda, araştırmacı yönlendirici olmayan sorularla öğrencilerin kendi çözüm süreçlerini sorgulamalarını sağlamıştır.

Bazı öğrenciler, araştırmacıya aşırı düzeyde soru sormaya eğilim göstermiştir. Bu durumlarda araştırmacı, süreci sekteye uğratmadan önceden hazırladığı müdahale cümlelerini kullanmıştır (Ferri, 2018). Bununla birlikte, süreç boyunca araştırmacının sınırlı düzeyde müdahaleleri olmuşsa da bu müdahaleler ne öğrencilerin çözüm yollarını ne de benimsedikleri problem çözme stratejilerini etkileyecek nitelikte olmuştur. Dolayısıyla, araştırmacının uygulama sürecindeki rolü, verinin güvenilirliğini zedelemeyecek şekilde yapılandırılmıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerini çözerken kullandıkları problem çözme stratejileri ve matematiksel modelleme süreçlerinin nasıl ilerlediği hakkında bilgi verilmiştir. Bulgular; video kayıtlarının analizi, gözlem formları, öğrenci çözüm kağıtları ve görüşmelerden elde edilen verilerden oluşmaktadır. Bulgular bölümüne ait araştırmanın ana problemi şu şekildedir:

‘8. sınıf öğrencileri matematiksel modelleme problemlerini çözerken hangi problem çözme stratejilerini kullanmışlardır ve matematiksel modelleme döngüsünün hangi aşamalarından geçmişlerdir?’

Bulgular bölümüne ait alt araştırma problemleri şunlardır:

‘8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerini çözerken kullandıkları problem çözme stratejileri nelerdir?’

‘8. sınıf öğrencileri matematiksel modelleme problemlerini çözerken matematiksel modelleme döngüsüne ait hangi aşamalardan geçmişlerdir?’

4.1. Matematiksel Modelleme Sürecinde Öğrencilerin Kullandıkları Problem Çözme Stratejileri

Bu bölümde, öğrencilerin uygulama sürecinde çözdükleri 5 adet matematiksel modelleme probleminde kullandıkları problem çözme stratejilerine ait bulgular yer almaktadır. Bulgular, her problem ayrı ayrı ele alınarak hazırlanmıştır. Bu bölüme ait bulgular hazırlanırken video kayıtlarından ve öğrenci çözüm kağıtlarından yararlanılmıştır.

4.1.1. Öğrencilerin Biçimlendirilmiş Matematiksel Modelleme Problemlerinde Kullandıkları Problem Çözme Stratejileri

Biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinden biri olan Zeytin Yetiştiriciliği problemine ait grupların kullandıkları problem çözme stratejileri Tablo 4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.1. Zeytin Yetiştiriciliği probleminde kullanılan problem çözme stratejileri

Gruplar Stratejiler	Grup 1 Zeynep ve Alya	Grup 2 Yasin ve Tarık	Grup 3 Atlas ve Aslan	Grup 4 Yusuf ve Emre
Muhakeme etme	x	x	x	x
Diyagram çizme				
Canlandırma				
Tablo yapma		x	x	
Sistematik liste yapma			x	
Tahmin ve kontrol				
Bağıntı bulma		x		x
Değişken kullanma				
Basitleştirme		x	x	x
Geriye doğru çalışma				

Tablo 4.1. incelendiğinde, tüm grupların muhakeme etme stratejisini kullandıkları görülmektedir. Grup 2 ve Grup 3 tablo yapma stratejisini kullanmışlardır. Sistematik liste yapma stratejisini sadece Grup 3 kullanmıştır. Grup 2 ve Grup 4 bağıntı bulma stratejisini kullanmışlardır. Ayrıca, Grup 1 haricindeki tüm gruplar basitleştirme stratejisini kullanmışlardır.

Bu problemde en yaygın kullanılan strateji muhakeme etme stratejisidir ve bu da bu problemin akıl yürütmeye dayalı bir çözüm gerektirdiğini göstermektedir. Grup 2 ve Grup 3 dört farklı strateji kullanarak en çeşitli strateji kullanan gruplar olmuşlardır. Grup 2 ve Grup 4 özellikle bağıntı bulma stratejisi gibi analitik bir yol seçmişlerdir. Bunun yanı sıra, Grup 1'in ise sadece muhakeme etme stratejisini kullanarak sınırlı bir strateji aralığıyla ilerledikleri göze çarpmaktadır.

Aşağıda öğrencilerden Yasin'e ait muhakeme etme ve tablo yapma stratejilerini içeren bir çözüm kağıdı verilmiştir.

Çözümlü Zeytin Yetiştiriciliği Problemi

basar dönümlükle arazi
4 farklı zeytin fiyatları

1 litre zeytin yağı miktarı 2 TL
boş feneke 5 TL

hangisi zeytin daha uygun.

En fazla satış = A
en az gider = A
en fazla zeytin yağı miktarı = B
yağ oranı en fazla olan B

	A	B	C	D
1880 Lt	43000 TL satış	56160 TL satış	38180 TL satış	50000 TL satış
320 Lt	14320 TL gider	1660 TL gider	9235 TL gider	12025 TL gider
1660 Lt				
2500 Lt				

A = 38145 TL karanc
B = 41800 TL karanc
C = 28945 TL karanc
D = 37975 TL karanc

7520 / 4 = 1880
32 / 32 = 1
32 / 32 = 1
32 / 32 = 1

9750. 32 / 100 = 3120
8300 / 5 = 1660
9000. 28 / 100 = 2520

43000 / 8855 = 4855
56160 / 14320 = 3920
38180 / 9235 = 4135
50000 / 12025 = 4155

4855 / 40145 = 12.1%

3920 / 41800 = 9.4%

4135 / 28945 = 14.3%

4155 / 37975 = 10.9%

Şekil 4.1. Zeytin Yetiştiriciliği problemine ait Yasin'in çözüm kağıdı

Yasin'in çözüm kağıdı incelendiğinde, problemde verilenlerden hareketle mantıksal çıkarımlar yaptığı yani mantıksal düşünmeyle hareket ettiği görülmektedir. Çözümde, zeytin türlerinden hangisini yetiştirmenin daha uygun olacağına karar vermek için problemde verilenlerden hareketle yazılan bazı sözel ifadeler mevcuttur. Bu sözel ifadeler mantıksal düşünme sonucunda yazılmış ifadelerdir. Ayrıca Yasin, verileri düzenleyerek bir tablo haline getirmiş ve böylece verilerin bir bütün halinde görülmesini hedeflemiştir. Tablo yapma stratejisi ile oluşturulan bu tablo, zeytin türleri arasındaki ilişkinin daha kolay görülmesini sağlamıştır.

Biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinden bir diğeri olan Havuz problemine ait grupların kullandıkları problem çözme stratejileri Tablo 4.2.'de verilmiştir.

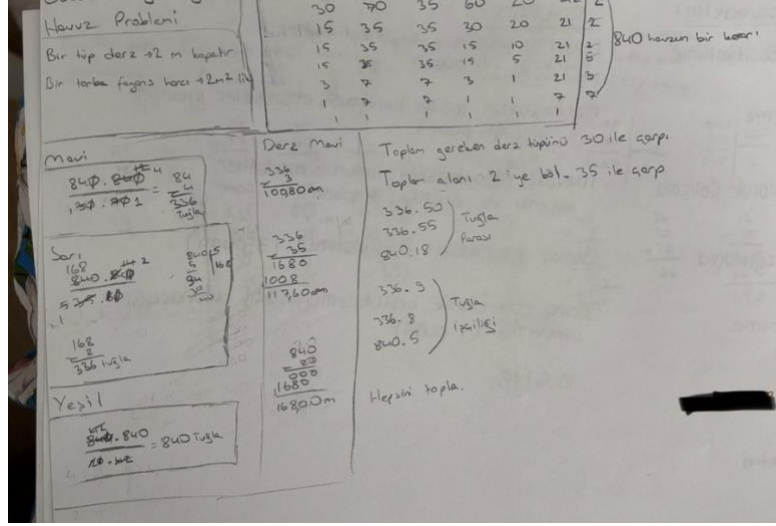
Tablo 4.2. Havuz probleminde kullanılan problem çözme stratejileri

Gruplar Stratejiler	Grup 1 Zeynep ve Alya	Grup 2 Yasin ve Tarık	Grup 3 Atlas ve Aslan	Grup 4 Yusuf ve Emre
Muhakeme etme	x	x	x	x
Diyagram çizme	x	x	x	x
Canlandırma				
Tablo yapma		x		x
Sistematik liste yapma		x		
Tahmin ve kontrol	x			
Bağıntı bulma		x		x
Değişken kullanma				
Basitleştirme	x			x
Geriye doğru çalışma				

Tablo 4.2. incelendiğinde, tüm grupların muhakeme etme ve diyagram çizme stratejilerini kullandıkları görülmektedir. Ayrıca, Grup 2 ve Grup 4 tablo yapma ve bağıntı bulma stratejilerini kullanmışlardır. Grup 1 ve Grup 4 basitleştirme stratejisini kullanmışlardır. Sistematik liste yapma stratejisini sadece Grup 2 ve tahmin ve kontrol stratejisini de sadece Grup 1 kullanmıştır.

Grup 2 ve Grup 4 beş farklı strateji kullanarak en çeşitli strateji kullanan gruplar olmuşlardır. Grup 3 ise, sadece iki çeşit strateji ile sınırlı kalmıştır. Muhakeme etme ve diyagram çizme stratejileri, bu problemde yaygın olarak kullanılmıştır. Diyagram çizme stratejisi görselleştirme becerisi gerektirdiğinden bunu kullanan öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmaya çalıştıkları düşünülebilir.

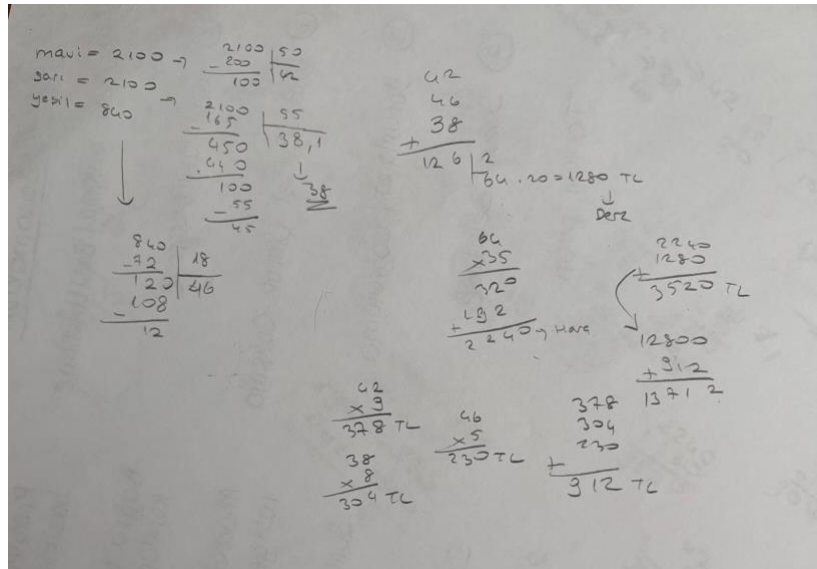
Aşağıda öğrencilerden Tarık’a ait muhakeme etme stratejisinin doğru kullanımına örnek bir çözüm kağıdı verilmiştir.



Şekil 4.2. Havuz problemine ait Tarık'ın çözüm kağıdı

Tarık'ın çözüm kağıdı incelendiğinde, problemin çözümü adına mantıksal çıkarımlar yaparak bunları düzenli bir şekilde yazdığı görülmektedir. Tarık, problemi oluşturduğu mantık zinciri sayesinde çözüme kavuşturmuştur. Muhakeme etme stratejisi, verilenlerden hareketle mantıksal çıkarımlarda bulunarak çözüm yapmayı gerektiren bir stratejidir ve Tarık bunu doğru uygulamıştır.

Aşağıda ise öğrencilerden Zeynep'e ait muhakeme etme stratejisinin eksik kullanımına örnek olacak bir çözüm kağıdı verilmiştir.



Şekil 4.3. Havuz problemine ait Zeynep'in çözüm kağıdı

Zeynep'in çözüm kağıdı incelendiğinde, muhakeme etme stratejisini uygulamaya çalıştığı ama eksik bir uygulama yaptığı görülmektedir. Muhakeme etme stratejisinde, problemde verilenlerden hareketle mantıksal çıkarımlar yapılır ve problem o şekilde çözülür. Yapılan çıkarımlar, net bir şekilde ifade edilmelidir. Zeynep, mantıksal bir zincir kuramamış ve problemi çözüme kavuşturamamıştır. Rastgele işlemler yapmış, ama hangi işlemi ne amaçla yaptığını belirtmemiştir.

Bıçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinden üçüncüsü olan Manzaram Deniz Sitesi problemine ait grupların kullandıkları problem çözme stratejileri Tablo 4.3.'de verilmiştir.

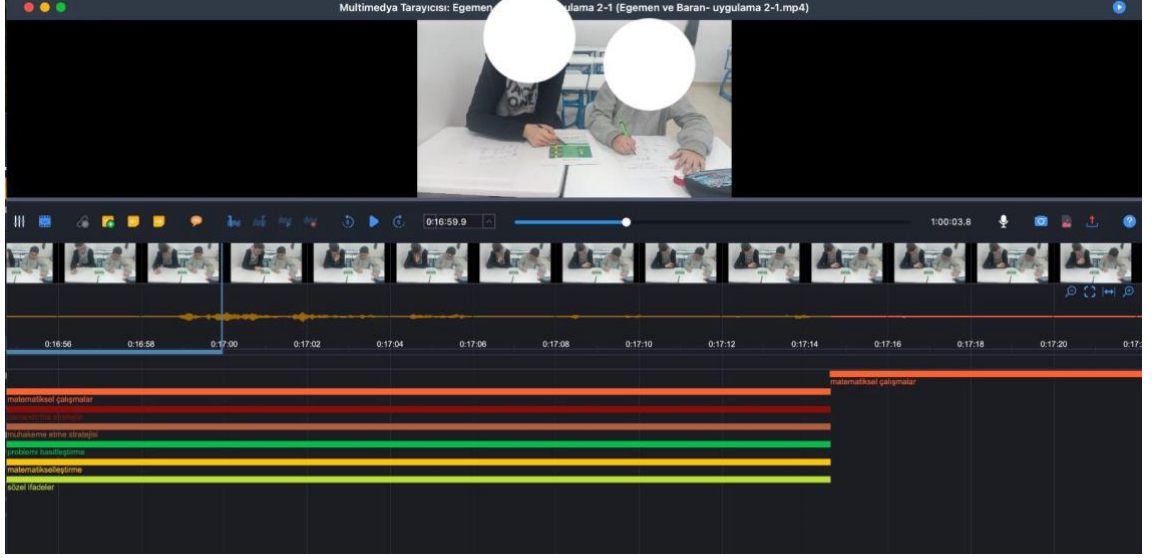
Tablo 4.3. Manzaram Deniz Sitesi probleminde kullanılan problem çözme stratejileri

Gruplar	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Stratejiler	Zeynep ve Alya	Yasin ve Tarık	Atlas ve Aslan	Yusuf ve Emre
Muhakeme etme	x	x	x	x
Diyagram çizme	x	x	x	x
Canlandırma				x
Tablo yapma		x		
Sistemantik liste yapma		x		
Tahmin ve kontrol				x
Bağıntı bulma		x		
Değişken kullanma				
Basitleştirme	x	x		x
Geriye doğru çalışma				

Tablo 4.3. incelendiğinde, tüm grupların aynı Havuz probleminde olduğu gibi muhakeme etme ve diyagram çizme stratejilerini kullandıkları göze çarpmaktadır. Grup 3 hariç tüm gruplar basitleştirme stratejisini kullanmışlardır. Tablo yapma, sistemantik liste yapma ve bağıntı bulma stratejilerini yalnızca Grup 2 kullanırken tahmin ve kontrol ile canlandırma stratejilerini sadece Grup 4 kullanmıştır.

Muhakeme etme ve diyagram çizme stratejileri, bu problemde de yaygın olarak kullanılmıştır. Grup 2 altı farklı strateji kullanarak en çeşitli strateji kullanan grup olmuştur. Grup 3 ise, Havuz probleminde olduğu gibi yine sadece iki çeşit strateji ile sınırlı kalmıştır. Aşağıda Grup 4'e ait canlandırma stratejisinin kullanımına örnek bir MAXQDA ekran

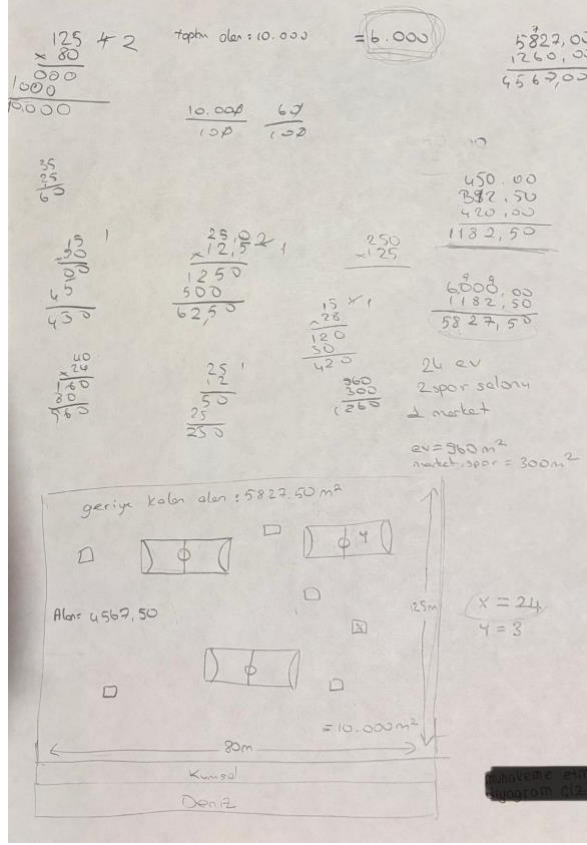
görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.4. Grup 4'ün Manzaram Deniz Sitesi probleminin çözümünde kullandıkları canlandırma stratejisine ait bir MAXQDA ekran görüntüsü

Grup 4'ün çözümü incelendiğinde, problemi çözmek için problemde verilmiş olan site görselinin üzerinde kalemle ölçümler yaptıkları ve bir temsil oluşturdukları görülmektedir. Öğrenciler, görselde verilen yapıların aralarındaki uzaklıkları kalemle belirlemeye çalışmış ve ona göre bir proje taslağı çizmeyi amaçlamışlardır. Canlandırma stratejisinde öğrenciler, çözmeleri gereken problemde kendi tecrübelerini de kullanarak bir temsil oluştururlar. Ayrıca, problemi yaparak yaşayarak çözmüş olurlar.

Aşağıda ise yine aynı probleme ait öğrencilerden Alya'ya ait diyagram çizme stratejisini içeren bir çözüm kağıdı verilmiştir.



Şekil 4.5. Manzaram Deniz Sitesi problemine ait Alya'nın çözüm kağıdı

Alya'nın çözüm kağıdı incelendiğinde, problemde karmaşık halde verilmiş olan verileri düzenlemek ve problemi daha kolay anlaşılır hale getirmek için diyagram çizme stratejisinden yararlandığı görülmektedir. Bu stratejide, ayrıntılı bir resim çizmeye gerek yoktur. Resmin anlaşılır olması ve verilenlerle istenenler arasındaki ilişkiyi daha net hale getirmesi yeterlidir. Bu nedenle, Alya'nın çözümü diyagram çizme stratejisinin doğru kullanımına örnek verilebilir.

Grup 2'nin tüm problemlerde en çeşitli strateji kullanan grup olması bu grubun biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinin çözümlerinde esnek problem çözme yaklaşımları geliştirebildiklerini göstermektedir. Grup 1 ve Grup 3 biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinin çözümünde esnek problem çözme yaklaşımları sergileyememişlerdir. Grup 2 akademik olarak üst düzey öğrencilerden oluşmakta ve biçimlendirilmiş problemlerde kullanılan problem çözme stratejilerinden elde edilen bulgulara göre, akademik olarak üst düzeyde olan öğrenciler bu tarz sayısal verilerin verildiği problemlerde diğer öğrencilere göre daha iyi bir performans göstermişlerdir. Akademik olarak orta ya da alt düzeyde olan öğrenciler ise bu tarz problemlerde iyi bir performans gösterememişlerdir.

Ayrıca, akademik olarak üst düzey olan öğrencilerden oluşan Grup 2'nin biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemleri çözme sürecinde problem çözme becerileri ve strateji farkındalıkları diğer gruplara göre daha yüksektir.

Tüm problemlerde en sık kullanılan stratejinin muhakeme etme stratejisi olması, öğrencilerin problemi anlama ve akıl yürütme becerilerine dayalı bir çözüm yolu izlediklerini göstermektedir.

Diyagram çizme ve canlandırma gibi görselleştirme odaklı stratejiler daha çok Havuz ve Manzaram Deniz Sitesi problemlerinde kullanılmıştır. Havuz ve Manzaram Deniz Sitesi problemleri, yapısal olarak Zeytin Yetiştiriciliği problemine göre hayal gücü kullanımını daha fazla gerektirdiğinden bu problemlerde görselleştirme odaklı stratejilerin kullanımı da daha fazla olmuştur. Havuz probleminde, öğrenciler havuzların ve fayansların görsellerinden yararlanarak maliyet ve işçilik fiyatı hesaplamışlar ve bu nedenle de, karmaşık olan bilgileri daha anlaşılır hale getirmek için hayal güçlerini kullanarak bir çizim yapmışlardır. Manzaram Deniz Sitesi probleminde de, öğrenciler ellerinde örnek olarak bulunan site taslağından hareketle istenen özellikleri de kullanarak bir proje taslağı çizmişler ve bu nedenle de, yine karmaşık bilgileri daha anlaşılır hale getirme amaçlı hayal güçlerini kullanarak bir çizim yapmışlardır. Bu problemlerin ikisi de yapıları gereği görseller ve çizimler yardımıyla çözülebilecek problemlerdir. Öğrenciler, kendilerine karmaşık olan verilen bilgileri daha düzenli hale getirmeden ve görselleştirmeden kolay bir çözüm yapamayabilirler. Zeytin Yetiştiriciliği probleminde ise, öğrenciler kendilerine karmaşık olarak verilen bilgileri görsel kullanmadan sadece daha düzenli hale getirerek çözüm yapabilirler.

4.1.2. Öğrencilerin Biçimlendirilmemiş Matematiksel Modelleme Problemlerinde Kullandıkları Problem Çözme Stratejileri

Bu kısımda biçimlendirilmemiş iki adet problem, Saman Balyası problemi ve El Heykeli problemine dair bulgular sunulmuştur.

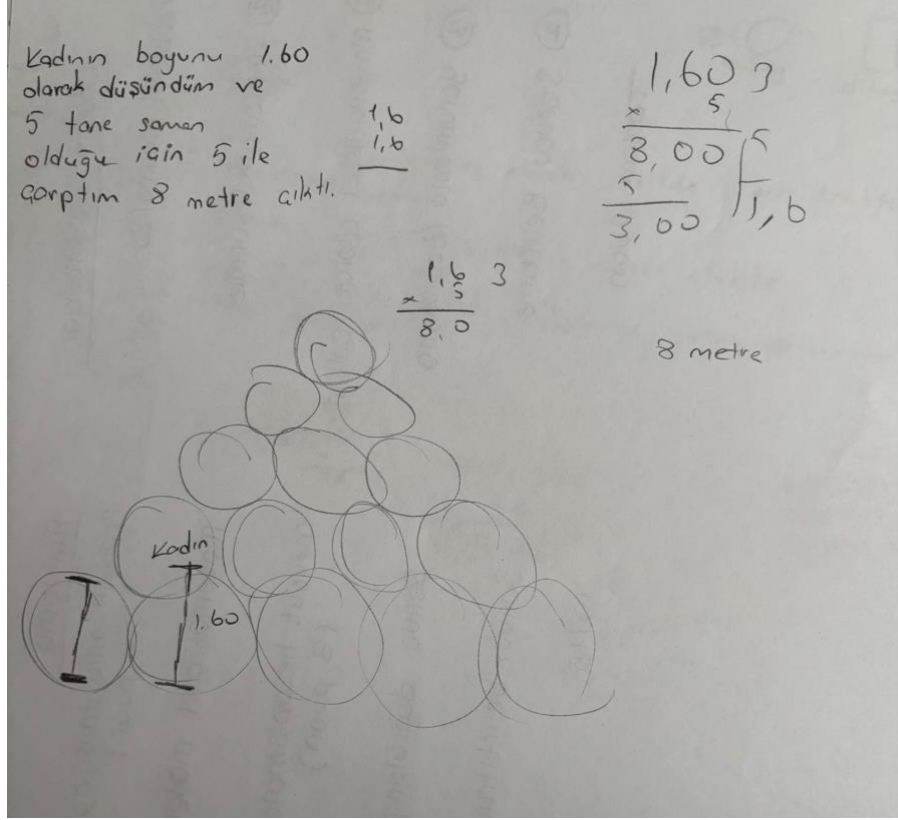
Saman Balyası probleminin çözümünde grupların kullandıkları problem çözme stratejileri Tablo 4.4. de verilmiştir.

Tablo 4.4. Saman Balyası probleminde kullanılan problem çözme stratejileri

Gruplar Stratejiler	Grup 1 Zeynep ve Alya	Grup 2 Yasin ve Tarık	Grup 3 Atlas ve Aslan	Grup 4 Yusuf ve Emre
Muhakeme etme	x	x	x	x
Diyagram çizme	x	x	x	x
Canlandırma	x		x	
Tablo yapma				
Sistematik liste yapma				
Tahmin ve kontrol				x
Bağıntı bulma		x		x
Değişken kullanma				
Basitleştirme				x
Geriye doğru çalışma				

Tablo 4.4. incelendiğinde, tüm grupların muhakeme etme ve diyagram çizme stratejilerini kullandıkları görülmektedir. Grup 1 ve Grup 3 canlandırma stratejisini kullanırken Grup 2 ve Grup 4 ise bağıntı bulma stratejisini kullanmışlardır. Tahmin ve kontrol ile basitleştirme stratejilerini sadece Grup 4 kullanmıştır. Ayrıca, Grup 4 beş farklı strateji kullanarak strateji çeşitliliği en fazla olan grup olmuştur. Diğer grupların hepsi üç farklı strateji ile sınırlı kalmıştır.

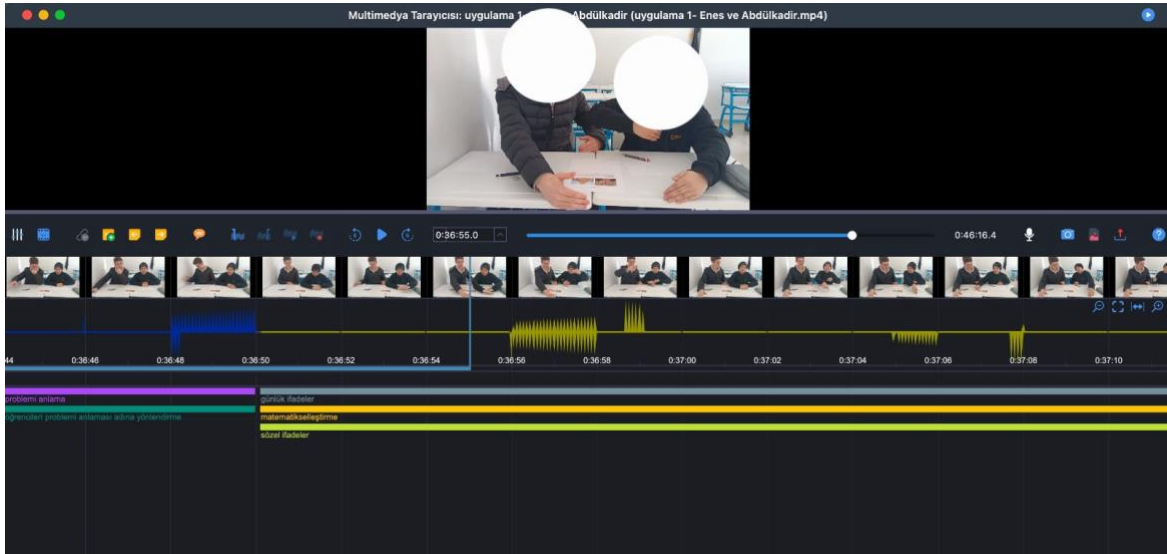
Aşağıda öğrencilerden Alya'ya ait muhakeme etme ve diyagram çizme stratejilerini gösteren bir çözüm kağıdı örneği verilmiştir.



Şekil 4.6. Saman Balyası problemine ait Alya'nın çözüm kağıdı

Alya'nın çözüm kağıdı incelendiğinde, problemde karmaşık halde verilmiş olan verileri düzenlemek ve problemi daha kolay anlaşılır hale getirmek için diyagram çizme stratejisinden yararlandığı görülmektedir. Alya'nın çizdiği resim, anlaşılırdır ve verilenlerle istenilenler arasında bir bağıntı kurmaya yardımcı olmuştur. Ayrıca, problemin çözümü adına mantıksal çıkarımlar yapmış ve bunları sözel olarak net bir şekilde ifade ederek muhakeme etme stratejisini de kullanmıştır.

Aşağıda yine aynı probleme ait Grup 3'ün canlandırma ve muhakeme etme stratejilerini kullanımına örnek bir MAXQDA ekran görüntüsü ile öğrencilerin bu ana ait konuşmalarının transkripti yer almaktadır.



Şekil 4.7. Grup 3'ün Saman Balyası probleminde kullandıkları canlandırma stratejisine ait bir MAXQDA ekran görüntüsü

(Atlas ve Aslan problemi okuyorlar)

Atlas: Saman balyası tam olarak ne? (gülerek söylüyor)

Öğretmen: Saman balyasının ne olduğunu mu bilmiyorsunuz?

Atlas ve Aslan: Hayır, uzunluğunu bilmiyoruz.

Öğretmen: Tahminde bulunabilirsiniz, zaten soru onu istiyor sizden.

Aslan: Kaç olabilir?

Öğretmen: Yani uzunluğunu bilmiyorsunuz dur ama daha önce gördüyseniz bir tahminde bulunabilirsiniz. Hiç gördünüz mü?

Aslan: Ne olduğunu biliyorum.

Öğretmen: Biliyorsun yani, güzel... Nerede görmüştün?

Aslan: Şeyyy... Şöyle bir şey olabilir (iki eliye hayali bir uzunluk göstererek söylüyor)

Öğretmen: Peki ne kadardır uzunluğu tahminen?

(Atlas ve Aslan elleriyle hayali ölçüm yapıyorlar)

...

Öğretmen: Evet canlandırma yapabilirsiniz. Peki neyle kıyaslayabilirsiniz?

Aslan: Yüksekliği bu olmaz çünkü bu çok uzun. (sırayı işaret ediyor) Şu olabilir. (sıranın en uzunluğunu kastediyor) Bundan iki tane olabilir.

(Aynı anda Atlas da elleriyle hayali ölçüm yapmaya devam ediyor, Aslan ve öğretmen Atlas'a bakıp gülümsüyorlar)

Atlas: Bence burası ortalama 40 cm, (sıranın enini gösteriyor) saman balyası da 40 cm olsun, ama burası ondan daha küçük... O zaman saman balyası 50 cm olsun.

Öğretmen: Yüksekliği mi 50 cm olarak söylüyorsunuz?

Atlas: Evet (tedirgin bir şekilde)

Öğretmen: Tamam.

Aslan: Çapraz ama burası. (görseldeki saman balyalarının duruşunu kastediyor)

Atlas: Bunların üst üste durunca ezilmesini falan hesaplamıcaz değil mi?

(Gülüşme sesleri)

Öğretmen: Hesaplamak isterseniz hesaplayın, aklınıza gelen kısımları ekleyin.

Aslan: Biri 50 ise diğeri ezilince 40 olabilir.(Saman balyalarının yüksekliğinden bahsediyor.)

Öğretmen: Güzel bir düşünce, üst üste gelince ezileceğini düşündünüz şu anda.

...

Öğretmen: İstedığınız gibi tahminde bulunabilirsiniz, matematiksel modelleme problemlerinin tek bir doğru sonucu yok arkadaşlar.

(Hesaplama yapıyorlar)

(Gülüşme sesleri)

Atlas: Hocam şimdi bunlar çapraz koyulmuş, biz bunları dik koysaydık da aynı uzunluk mu olacaktı?

(Kafa karışıklığı yaşıyor)

Öğretmen: Olur muydu sence?

Atlas: Hayır olmazdı, çünkü bu çapraz şey dik hale gelse daha uzun görünürdü.(Görseldeki saman balyalarını göstererek söylüyor)

Öğretmen: Değişik bir yaklaşım... Görselleri iyice incelediniz mi?

(Atlas ve Aslan görsellere daha dikkatli bakıyorlar.)

Atlas: Hocam biz 50 cm dedik de sol taraftaki saman balyası hiç 50 cm gibi durmuyor.(Şaşırarak söylüyor)

(Gülüşme sesleri)

Atlas: Bunlar bence saman balyası değil!

(Gülüşme sesleri)

Grup 3'ün çözümü incelendiğinde, MAXQDA' dan alınmış ekran görüntüsünde canlandırma stratejisini kullandıkları açık bir şekilde görülmektedir. Canlandırma stratejisinde öğrenciler, yaparak yaşayarak öğrenirler ve problem durumunu kendi tecrübelerini de katarak temsili bir şekilde ifade etmeye çalışırlar. Bu ekran görüntüsünde de

öğrenciler, saman balyasının gerçekteki yüksekliğinin ne kadar olabileceğini ölçmeye çalışmaktadırlar. Öğrencilerin canlandırma stratejisi kullandıkları ana ait konuşmalarının transkripti incelendiğinde ise, mantıksal çıkarımlar yapmaya ve mantıksal bir zincir oluşturarak hareket etmeye çalıştıkları görülmektedir. Öğrencilerin sık sık akıl yürütme yaptıkları ve oluşturdukları fikirleri sorguladıkları da göze çarpmaktadır. Bu nedenle. Öğrencilerin bu problemin çözümünde muhakeme etme stratejisini de kullandıkları söylenebilir.

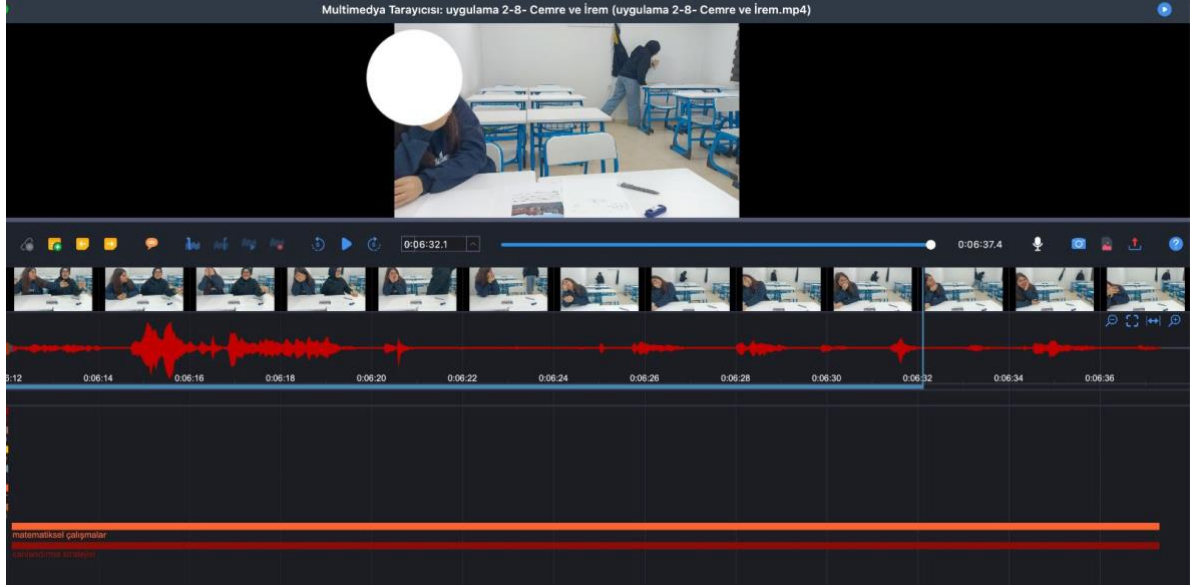
Biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinden ikincisi olan El Heykeli problemine ait grupların kullandıkları problem çözme stratejileri Tablo 4.5.'de verilmiştir.

Tablo 4.5. El Heykeli probleminde kullanılan problem çözme stratejileri

Gruplar	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
Stratejiler	Zeynep ve Alya	Yasin ve Tarık	Atlas ve Aslan	Yusuf ve Emre
Muhakeme etme	x	x	x	x
Diyagram çizme	x	x	x	x
Canlandırma	x	x	x	x
Tablo yapma				
Sistematiik liste yapma				
Tahmin ve kontrol				
Bağıntı bulma				x
Değişken kullanma				
Basitleştirme				x
Geriye doğru çalışma				

Tablo 4.5. incelendiğinde, tüm grupların muhakeme etme, diyagram çizme ve canlandırma stratejilerini kullandıkları görülmektedir. Grup 4 bu stratejilere ek olarak bağıntı bulma ve basitleştirme stratejilerini de kullanmıştır. Grup 4, yine beş farklı strateji kullanarak strateji çeşitliliği en fazla olan grup olmuştur. Diğer gruplar üç strateji ile sınırlı kalmışlardır.

Aşağıda Grup 1'in bu problemin çözümünde kullandıkları canlandırma ve muhakeme etme stratejilerine örnek bir MAXQDA ekran görüntüsü ile öğrencilerin bu problemin çözümüne ait konuşmalarının transkripti verilmiştir.



Şekil 4.8. Grup 1'in El Heykeli probleminde kullandıkları canlandırma stratejisine ait bir MAXQDA ekran görüntüsü

Zeynep: İnsan boyundan mı hareket etsek.

Alya: Hayır otobüs boyundan gidelim.

(Gülüşme sesleri)

Alya: Bu araba! (Arabayı işaret ediyor) Bu arabadan birazcık daha uzun otobüs... Bu arabaysa otobüs de şöyle... (Temsili otobüs çiziyor)

Zeynep: Neden otobüs çizdin? (Gülerek söylüyor)

Alya: Bilmem.

Zeynep: Mesela şöyle düşündüm. Şuraya kadar Murat hocanın boyu olsa... (Gülüşme sesleri)

Alya: Oraya kadar gelmez otobüsten uzun değil ya bu adam! (Gülerek söylüyor)

Öğretmen: Murat hoca ne alaka? (Gülüşme sesleri)

Zeynep: Boyu 1.90 ya oradan aklıma geldi. (Gülüşme sesleri)

Zeynep: Otobüs şöyleyse (Otobüsü gösteriyor) Murat hocanın üstüne 40 cm daha koyalım. (Gülüşme sesleri)

Alya: Uzunluğu bulalım o zaman ilk.

Zeynep: Tamam.

Alya: Hocam ciddiyyiz bu arada.

(Öğretmen gülüyor)

Zeynep: Hocam ciddi ciddi Murat hocayı düşünüyoruz.

Öğretmen: Lütfen ne düşündüğünüzü yazın ama.

Alya: Otobüs şurada (Temsili otobüs çizimini gösteriyor) Murat hoca şuraya kadar geliyor.

(Otobüsün yanına temsili insan çiziyor)

Zeynep: Tamam... 1.90.

(Elleriyle ölçüm yapıyorlar.)

Zeynep: 1.90 çarpı 5 diyoruz o zaman.

...

Zeynep: El heykelini de çizmem gerekiyor. Normalde çizimim çok iyi ama şimdi çok uğraşamıcam.

...

Alya: 9 metre de yoktur burası ama yaaa...

Zeynep: Vardır, niye olmasın? Büyük değil mi o kadar?

...

Zeynep: Bak şimdi otobüs şu şekildeyse (Otobüsü gösteriyor) ve Murat hoca da 1.90'sa burası 5 tane Murat hoca eder. 1.90 çarpı 5.

(Alya başıyla onaylar.)

Zeynep: Çok iyi düşündük ama bence yaaaa...

(gülüşme sesleri)

Zeynep: Bu otobüs... Bu Murat hoca... Çöp adam çizicem yanına da çarpı 5 yazıcam.

(Kağıda temsili çizim yapıyor)

...

Alya: Uzunluk bu değil mi?

(Zeynep başıyla onaylar.)

Alya: Şu? (El heykelinin kapladığı alanı kastediyor ve önündeki arabayı gösteriyor) Ne kadardır ki bu araba?

Zeynep: Otobüsle aynı gibi. Boy olarak değil en olarak aynı.

Alya: Başka bir araba yok mu ya? (Görseldeki diğer arabayı işaret ediyor)

Zeynep: O çok uzakta yaaa...

(Gülüşme sesleri)

Alya: Buranın içine iki buçuk tane bu arabadan sığıyor. (Elindeki kalemle ölçüm yaparak söylüyor)

...

Alya: Ya da iki tane otobüs diyelim. Bir otobüs aşağı yukarı şu tahtadan daha uzundur.

Öğretmen: Evet.

Alya: Ya da şuradan şuraya. (Elleriyle sınıfın iki ucunu işaret ediyor)

Zeynep: İki tane bu odanın eninden diyebiliriz.

Alya: Hocam adımlarımı sayabilir miyim?

(Zeynep gülüyor)

Öğretmen: Sayabilirsin ama şu tarafta say, kamera görsün.

(Alya ayağa kalkıp sınıfın bir ucundan diğer ucuna olan uzaklığı adımlarıyla sayıyor)

Alya: Şu 1 metre var mıdır? (Adımını işaret ediyor)

Öğretmen: Vardır herhalde.

(Alya ölçüm sonucunu 5 adım buluyor)

Alya: 5 metre desek?

(Zeynep başıyla onaylıyor)

Grup 1'in çözümü incelendiğinde, MAXQDA' dan alınmış ekran görüntüsünde canlandırma stratejisini kullandıkları açık bir şekilde görülmektedir. Canlandırma stratejisinde öğrenciler, yaparak yaşayarak öğrenirler ve problem durumunu kendi tecrübelerini de katarak temsili bir şekilde ifade etmeye çalışırlar. Bu ekran görüntüsünde de gruptan bir öğrenci, otobüsün boyunun tahmini olarak ne kadar olabileceğini kendi adım uzunluğundan yararlanarak bulmaya çalışmıştır. Öğrencilerin canlandırma stratejisi kullandıkları ana ait konuşmalarının transkripti incelendiğinde ise, mantıksal çıkarımlar yapmaya ve mantıksal bir zincir oluşturarak hareket etmeye çalıştıkları görülmektedir. Öğrencilerin sık sık akıl yürütme yaptıkları ve oluşturdukları fikirleri sorguladıkları da göze çarpmaktadır. Bu nedenle. Öğrencilerin bu problemin çözümünde muhakeme etme stratejisini de kullandıkları söylenebilir.

Tüm problemlerde en sık kullanılan stratejilerin muhakeme etme, diyagram çizme ve canlandırma stratejileri olması, öğrencilerin problemi anlama ve akıl yürütme becerilerine dayalı bir çözüm yolu izlediklerinin yanı sıra görselleştirme becerilerini de kullandıklarını göstermektedir. Öğrencilerin hepsi soyut kavramları somutlaştırmaya çalışmışlardır.

Grup 4'ün iki problemde de en çeşitli strateji kullanan grup olması bu grubun biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinin çözümünde esnek problem çözme yaklaşımları geliştirebildiklerini göstermektedir. Diğer gruplar biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinin çözümünde esnek problem çözme yaklaşımları sergileyememişlerdir. Grup 4 akademik olarak orta düzey öğrencilerden oluşmakta ve

biçimlendirilmemiş problemlerde kullanılan problem çözme stratejilerinden elde edilen bulgulara göre, akademik olarak orta düzeyde olan öğrenciler bu tarz sayısal verilerin verilmediği problemlerde diğer öğrencilere göre daha iyi bir performans göstermişlerdir. Akademik olarak üst ya da alt düzeyde olan öğrenciler ise bu tarz problemlerde sınırlı bir performans sergilemişlerdir.

Grup 1 ve Grup 3 iki problemde de aynı stratejileri kullanmışlar ve biçimlendirilmemiş problemleri çözmek adına kullanılan problem çözme stratejilerini sınırlı tutmuşlardır.

Akademik olarak üst düzey öğrencilerden oluşan Grup 2, biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinde biçimlendirilmiş modelleme problemlerine kıyasla sınırlı sayıda strateji ile yetinmişlerdir. Bu durum, akademik olarak üst düzey olan öğrencilerin biçimlendirilmemiş modelleme problemleri karşısında şaşırıp ne yapacaklarını bilemediklerinden belirli bir sınır içinde kalmak istediklerini göstermektedir.

Akademik olarak alt ya da orta düzeyde olan gruplar biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinde daha özgüvenli hareket etmişler ve biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinin aksine yeni stratejiler denemişlerdir.

Geriye doğru çalışma ve değişken kullanma stratejileri hiçbir matematiksel modelleme probleminde tercih edilmemiştir. Bu durum, bu tarz problemlerin doğasından ya da öğrencilerin bu stratejileri tam olarak bilmemelerinden kaynaklı olabilir.

4.2. Öğrencilerin Matematiksel Modelleme Problemlerini Çözerken Modelleme Döngüsüne ait Süreçleri

Bu bölümde, öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözerken modelleme döngüsüne ait süreçlerinden bahsedilmiştir. Bulgular, her problem ayrı ayrı ele alınarak hazırlanmıştır. Bu bölüme ait bulgular hazırlanırken video kayıtların analizinden ve araştırmacının kendi doldurduğu gözlem formlarından yararlanılmıştır.

Bu bölümde ayrıca, öğrencilerin çözüm kağıtlarının analizi sonucunda aldıkları puanların yer aldığı tablolara da yer verilmiştir.

4.2.1. Öğrencilerin Biçimlendirilmiş Matematiksel Modelleme Problemlerini Çözerken Modelleme Döngüsüne ait Süreçleri

Grupların Zeytin Yetiştiriciliği problemini çözerken modelleme döngüsüne ait hangi süreçlerden geçtikleri aşağıda Tablo 4.6.'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Öğrencilerin Zeytin Yetiştiriciliği problemini çözerken modelleme döngüsünde geçtikleri süreçler

ZEYTİN YETİŞTİ RİCİLİĞİ	Problemi Anlama	Varsayım larda Bulunma	Matemati kselleştir me	Matematiksel olarak çalışmak	Onaylama, eleştirel düşünme	Amaç odaklı süreç
Grup 1						
Zeynep	*	*	+	+	-	*
Alya	*	*	+	+	-	*
Grup 2						
Yasin	*	*	*	+	*	+
Tarık	+	+	+	+	+	+
Grup 3						
Atlas	+	+	+	+	+	+
Aslan	*	*	+	+	-	-
Grup 4						
Yusuf	+	+	+	+	+	+
Emre	+	*	*	*	+	+

(+ iyi; * kısmen iyi; - kötü)

Zeytin Yetiştiriciliği problemine ilişkin bulgular, öğrencilerin yarısının problemi kısmen anlayabildiğini ve genel olarak bu aşamada güçlük yaşadıklarını, diğer yarısının ise problemi büyük ölçüde anlayarak bu aşamada sorun yaşamadıklarını göstermektedir. Problemi anlamakta zorlanan öğrencilerin, problem hakkında varsayımlarda bulunma ve problemi daha küçük parçalara ayırarak basitleştirme sürecinde de benzer güçlükler yaşadıkları ve modelleme döngüsünün bu aşamasını yalnızca kısmen gerçekleştirebildikleri gözlemlenmiştir. Buna karşılık, problemi anlayabilen öğrenciler varsayım oluşturma ve problemi basitleştirme süreçlerinde herhangi bir zorluk yaşamamışlardır. Ancak, problemi doğru biçimde analiz edebilen Emre isimli öğrencinin varsayım geliştirme sürecinde

yalnızca kısmi bir başarı sergilediği dikkat çekmektedir. Bu durum olağan kabul edilebilir; zira öğrenciler problemi anlamış olsalar dahi yeterli sayıda varsayım geliştiremeyebilir ya da çözüm sürecini kolaylaştırmak amacıyla problemi anlamlı alt bileşenlere ayırma konusunda zihinsel karmaşa yaşayabilirler.

Modelleme döngüsünün matematiksel temsile geçiş ve model oluşturma aşamasında, Yasin ve Emre dışındaki öğrencilerin büyük çoğunluğu başarı göstermiştir. Yasin ve Emre ise bu aşamada yalnızca kısmi başarı elde edebilmişlerdir. Akademik başarı düzeyi yüksek olan Yasin ile orta düzeyde başarıya sahip olan Emre'nin, akademik başarı düzeyi daha düşük olan bazı öğrencilere kıyasla bu aşamada zorlanmış olmaları dikkat çekicidir. Bu durum, matematiksel modelleme problemlerinde yalnızca orta ya da yüksek akademik başarı düzeyine sahip öğrencilerin başarılı olacağı yönündeki genel varsayımı geçersiz kılmaktadır. Modelleme problemleri farklı akademik profillere sahip öğrencilere hitap edebilmekte ve özellikle daha düşük akademik başarı düzeyindeki öğrenciler özgün bakış açıları geliştirerek etkili modeller oluşturabilmektedir.

Matematiksel işlemleri gerçekleştirme, yani geliştirilen matematiksel model doğrultusunda çözüm üretme sürecinde, Emre dışındaki tüm öğrenciler başarı göstermiştir. Emre bu aşamada ne yapacağını bilememiş, stres yaşamış ve grup arkadaşının çözümünü kendi kâğıdına rastgele şekilde aktarmıştır. Bu durum, video kayıtları aracılığıyla da araştırmacı tarafından doğrulanmıştır.

Modelleme döngüsünün doğrulama ve eleştirel değerlendirme aşamasında öğrencilerin yarısı başarı gösterirken diğer yarısı bu süreci etkili şekilde gerçekleştirememiştir. Yasin bu aşamada kısmi bir başarı göstermiş; Zeynep, Alya ve Aslan ise bu aşamada herhangi bir başarı sergileyememiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun doğrulama aşamasını eksik gerçekleştirmesi, genellikle ezberci yaklaşımlarla hareket etmeleri ve kendi çözümlerine yönelik öz değerlendirme süreçlerini etkili bir biçimde yürütememeleri ile ilişkilendirilebilir. Üst düzey akademik başarıya sahip Yasin'in de bu aşamada yetersiz kalması, sürecin yalnızca akademik yeterlikle açıklanamayacağını ortaya koymaktadır.

Modelleme döngüsünün son aşaması olan yorumlama sürecinde ise öğrencilerin büyük çoğunluğu başarı göstermiştir. Çözüm sürecine ilişkin elde edilen sonuçların aktarımı

aşamasında yalnızca Aslan isimli öğrenci güçlük yaşamıştır. Akademik başarı düzeyi düşük olan Aslan'ın, kendini ifade etme konusunda yaşadığı zorluklar nedeniyle bu aşamada başarısız olması olağan bir durum olarak değerlendirilebilir. Öğrencilerin bu sürece ilişkin performansları, video kayıtları aracılığıyla daha net bir biçimde gözlemlenmiştir. Öğrencilerin çoğu yorumlama sürecini sözel ifadeler kullanarak tamamlamışlardır.

Grupların Havuz problemini çözerken modelleme döngüsüne ait hangi süreçlerden geçtikleri aşağıda Tablo 4.7.'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Öğrencilerin Havuz problemini çözerken modelleme döngüsünde geçtikleri süreçler

HAVUZ	Problemi Anlama	Varsayımlarda Bulunma	Matematik selleştirme	Matematiks el olarak çalışmak	Onaylama, eleştirel düşünme	Amaç odaklı süreç
Grup 1						
Zeynep	*	+	+	+	+	+
Alya	*	+	+	+	+	+
Grup 2						
Yasin	+	*	+	+	*	+
Tarık	*	*	+	+	*	+
Grup 3						
Atlas	+	+	*	*	+	+
Aslan	*	*	*	*	*	*
Grup 4						
Yusuf	+	+	+	+	+	+
Emre	*	*	*	*	*	*

(+ iyi; * kısmen iyi; - kötü)

Havuz problemine ilişkin bulgular, öğrencilerin çoğunun problemi anlama aşamasında sorun yaşadıklarını göstermektedir. Öğrenciler problemin çözümüne ilişkin nasıl bir yaklaşım sergileyeceklerini bilememişler ve tedirgin olmuşlardır. Grup 1'de yer alan öğrenciler, problemi anlama aşamasında yaşadıkları sıkıntıya rağmen problemi geri dönüp tekrar okuyarak varsayımlarda bulunma ve problemi daha küçük parçalara ayırarak basitleştirme sürecinde başarılı olmuşlardır. Yasin isimli öğrenci ise, problemi anlamasına rağmen problemi daha küçük parçalar haline getirememiştir. Matematiksel temsile geçiş ve model oluşturma aşamasında, öğrencilerin çoğu başarılı olurken bazı öğrenciler eksik modeller oluşturmuşlardır. Matematiksel işlemleri gerçekleştirme, yani geliştirilen matematiksel model doğrultusunda çözüm üretme sürecinde; Aslan, Atlas ve Emre hariç diğer tüm

öğrenciler başarılı olmuşlardır. Aslan, Atlas ve Emre isimli öğrenciler; çözüm sürecinde çoğu zaman sıkılmışlar ve sürece gereken önemi vermemişlerdir. Bu noktada araştırmacı, öğrencilere ellerinden geleni yapmalarının yeterli olacağını ve mükemmel bir çözüm beklemediğini hatırlatarak öğrencileri motive etmiştir. Öğrencilere çözüm konusunda bir baskı kurmamaya özen göstermiştir. Modelleme döngüsünün doğrulama ve eleştirel değerlendirme ile yorumlama aşamalarında, çoğu öğrenci başarılı bir performans sergilemiştir. Akademik olarak üst düzey öğrencilerin yer aldığı Grup 2, yine, doğrulama aşamasında yeterli performansı gösteremeyerek yorumlama aşamasında başarılı olmuşlardır.

Biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinin genelinde elde edilen bulgularda, çözüm süreçlerinde, alt düzey ve orta düzey akademik başarıya sahip olan öğrencilerin bazen sıkılarak çözüme devam etmek istemedikleri bazen de hırslanarak çözümü en iyi şekilde yapmak istedikleri görülmektedir.

Öğrencilerin problemleri çözmek istememe nedenleri, problemleri günümüzdeki yeni nesil sorulara benzeterek eğer çözemezlerse yetersiz konumda olacaklarını düşünmeleri ve bu düşünceden hareketle önyargılı bir davranış sergilemeleri olabilir. Öğrencilerin bu konuda yerleşik bir düşünceye sahip olmaları da araştırmacının onları motive etmesini engellemiştir. Akademik olarak üst düzeyde olan öğrencilerin ise, bu tarz problemlere karşı rahat bir tutum sergiledikleri görülmektedir. Öğrenciler, bu tutumlarının nedenini bu tarz soruların daha kısa ve şıklı olanları ile daha önce sık sık karşılaşmaları olarak dile getirmişlerdir. Bu öğrenciler, problemleri ezberci bir yaklaşımla çözdüklerinden dolayı çözümlerini doğrulama aşaması onlar için zor geçmiştir. Ayrıca, öğrenciler biçimlendirmiş matematiksel modelleme problemlerini çözerken problemin yazılı olduğu kağıt üzerinde çizim yaparak hareket etmişlerdir.

Grupların Manzaram Deniz Sitesi problemini çözerken modelleme döngüsüne ait hangi süreçlerden geçtikleri aşağıda Tablo 4.8.'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Öğrencilerin Manzaram Deniz Sitesi problemini çözerken modelleme döngüsünde geçtikleri süreçler

MANZAR AM DENİZ SİTESİ	Problemi Anlama	Varsayımlar da Bulunma	Matematik selleştirme	Matematik sel olarak çalışmak	Onaylama , eleştirel düşünme	Amaç odaklı süreç
Grup 1						
Zeynep	+	+	+	+	+	+
Alya	+	+	+	+	+	+
Grup 2						
Yasin	*	*	+	+	*	+
Tarık	*	*	+	+	*	+
Grup 3						
Atlas	*	+	*	*	+	*
Aslan	*	+	*	*	+	*
Grup 4						
Yusuf	*	*	+	+	*	*
Emre	*	*	+	+	*	*

(+ iyi; * kısmen iyi; - kötü)

Manzaram Deniz Sitesi problemine ilişkin bulgular, Grup 1’de yer alan öğrenciler dışındaki tüm öğrencilerin problemi kısmen anlağını göstermektedir. Öğrenciler problemi anlayıp doğru bir şekilde ifade edebilme konusunda zorlanmışlardır. Problemin öğrencilerden bir proje taslağı çizmelerini istemesi, öğrencilerin problemten korkarak probleme önyargılı yaklaşımlarına neden olmuştur. Bu nedenle, araştırmacı öğrencileri sık sık motive etmek durumunda kalmıştır. Orta düzey akademik başarıda olan Grup 1 ve alt düzey akademik başarıda olan Grup 3’te yer alan öğrenciler, varsayımlarda bulunma kısmında Grup 2 ve Grup 4’teki öğrencilere göre daha başarılı olmuşlardır. Bu durum, matematiksel modelleme problemlerinde yalnızca orta ya da yüksek akademik başarı düzeyine sahip öğrencilerin başarılı olacağı yönündeki genel varsayımı bir kez daha geçersiz kılmaktadır. Modelleme problemleri farklı akademik profillere sahip öğrencilere hitap edebilmektedir. Grup 3’te yer alan öğrenciler dışında tüm öğrenciler, matematiksel temsile geçiş ve model oluşturma aşamasında başarılı olmuşlardır. Grup 3 ise, kısmen bir başarı göstermiştir. Matematiksel işlemleri gerçekleştirme, yani geliştirilen matematiksel model doğrultusunda çözüm üretme sürecinde, yine Grup 3’teki öğrenciler dışında tüm öğrenciler başarılı olurken Grup 3’teki öğrenciler matematiksel modeli oluşturma aşamasında sorun yaşadıklarından dolayı kısmen bir başarı göstermişlerdir. Bu aşamada, Grup 3’ün üyelerinden Aslan, stres olarak problemin çözümüne devam etmek istememiş, ancak grup arkadaşının ve araştırmacının desteğiyle

özüm kağıdını rastgele bir şekilde olsa dahi doldurmuştur. Modelleme döngüsünün doğrulama ve eleştirel değerlendirme aşamasında, tıpkı varsayımlarda bulunma aşamasında olduğu gibi orta düzey akademik başarıda olan Grup 1 ve alt düzey akademik başarıda olan Grup 3'te yer alan öğrenciler, Grup 2 ve Grup 4'teki öğrencilere göre daha başarılı olmuşlardır. Bu durum, yaptıkları çözümler hakkında öz değerlendirme yapabilmek ve çözümlerini yorumlayabilmek akademik olarak üst düzeyde olan öğrencilerin sahip olabilecekleri yeterliklerdir düşüncesini geçersiz kılmaktadır. Modelleme döngüsünün son aşaması olan yorumlama sürecinde ise, Grup 1 ve Grup 2'deki öğrenciler, diğer gruplardaki öğrencilere göre daha başarılı olmuşlardır. Üst düzey akademik başarıya sahip öğrencilerin yer aldığı Grup 2'nin doğrulama aşamasında yeterli başarıyı gösteremeyip yorumlama aşamasında başarı gösterebilmesi şunu göstermektedir: Akademik olarak üst düzey başarıda olan öğrenciler, ezbere çözüm yaptıklarından dolayı çözümlerinde neyi neden yaptıklarını bilmemelerine karşın çözümleri hakkında rahatlıkla yorum geliştirebilirler.

4.2.2. Öğrencilerin Biçimlendirilmemiş Matematiksel Modelleme Problemlerini Çözerken Modelleme Döngüsüne ait Süreçleri

Grupların Saman Balyası problemini çözerken modelleme döngüsüne ait hangi süreçlerden geçtikleri aşağıda Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Öğrencilerin Saman Balyası problemini çözerken modelleme döngüsünde geçtikleri süreçler

SAMAN BALYASI	Problemi Anlama	Varsayımlard a Bulunma	Matematik selleştirme	Matematik sel olarak çalışmak	Onaylama, eleştirel düşünme	Amaç odaklı süreç
Grup 1						
Zeynep	+	+	+	+	+	+
Alya	+	+	+	+	+	+
Grup 2						
Yasin	*	*	+	+	*	*
Tarık	*	*	+	+	*	*
Grup 3						
Atlas	*	+	+	+	*	+
Aslan	*	+	+	+	*	+
Grup 4						
Yusuf	+	+	+	+	+	+
Emre	+	+	+	+	+	+

(+ iyi; * kısmen iyi; - kötü)

Saman Balyası problemine ilişkin bulgular, Grup 1 ve Grup 4'teki öğrencilerin diğer gruplardaki öğrencilere göre problemi anlama konusunda daha başarılı olduklarını göstermektedir. Grup 3'teki öğrenciler problemi ilk okuduklarında anlamakta güçlük çekmişler, ancak araştırmacının desteğiyle saman balyasını günlük hayatta hayal ederek ve problemi tekrar okuyarak varsayımlarda bulunma aşamasında daha iyi bir performans sergilemişlerdir. Grup 2 ise, sayısal veriler olmadığından dolayı problemi tam olarak anlayamamışlar ve bu nedenle de problem hakkında varsayımlarda bulunma aşamasında sıkıntı yaşamışlardır. Araştırmacı, bu noktada gruptaki öğrencileri görselleri tekrar incelemeleri konusunda yönlendirmiş ve bunun üzerine gruptaki öğrenciler de matematiksel bir model açığa çıkarabilmişlerdir. Matematiksel modeli açığa çıkardıktan sonra bu model üzerinde matematiksel çalışmalar yapma aşamasının da Grup 2 için sorunsuz geçtiği görülmüştür. Matematiksel modelleme döngüsünün matematiksel çalışmalar yapma aşaması, ekstra matematiksel bilgi gerektiren bir aşama olduğundan dolayı akademik olarak üst düzeyde olan Grup 2 bu aşamada diğer öğrencilere kıyasla daha başarılı olmuşlardır. Döngünün doğrulama ve eleştirel değerlendirme ile yorumlama süreçlerinde, Grup 2'deki öğrenciler haricinde tüm öğrenciler başarı göstermişlerdir. Grup 2'deki öğrenciler ise, problemde sayısal verilerin yer almamasından dolayı ne yapacaklarını bilemeyip bu süreçlerde güçlük yaşamışlardır. Ayrıca, öğrencilerin hepsi bu problemde çok eğlendiklerini dile getirmişlerdir.

Grupların El Heykeli problemini çözerken modelleme döngüsüne ait hangi süreçlerden geçtikleri aşağıda Tablo 4.10.'da verilmiştir.

Tablo 4.10. Öğrencilerin El Heykeli problemini çözerken modelleme döngüsünde geçtikleri süreçler

EL HEYKELİ	Problemi Anlama	Varsayımlar da Bulunma	Matematik selleştirme	Matematik sel olarak çalışmak	Onaylama, eleştirel düşünme	Amaç odaklı süreç
Grup 1						
Zeynep	+	+	+	+	+	+
Alya	+	+	+	+	+	+
Grup 2						
Yasin	+	+	+	+	+	+
Tarık	+	+	+	+	+	+
Grup 3						
Atlas	+	+	*	*	+	+
Aslan	*	*	*	*	+	+
Grup 4						
Yusuf	+	+	+	+	+	+
Emre	+	+	+	+	+	+

(+ iyi; * kısmen iyi; - kötü)

El Heykeli problemine ilişkin bulgular; öğrencilerin problemi anlama, varsayımlarda bulunarak problemi daha küçük parçalara ayırma, matematiksel temsile geçiş ve modeli oluşturma ile matematiksel işlemleri gerçekleştirme aşamalarında Aslan isimli öğrenci hariç tüm öğrencilerin başarılı olduklarını göstermektedir. Aslan isimli öğrenci, problemi ilgi çekici bulup sevmesine rağmen ne yapacağı konusunda emin olamayarak grup arkadaşı olan Atlas'ı takip etmiştir. Aslan'ın Atlas'ın çözümlerini takip edip taklit etmesi video kayıtlarında da net bir şekilde görülmektedir. Öğrencilerin hepsinin modelleme döngüsünün doğrulama ve eleştirel değerlendirme ile yorumlama aşamalarında başarılı oldukları görülmektedir. Aslan isimli öğrenci, diğer aşamalarda sorun yaşamasına rağmen bu iki aşamada arkadaşına Atlas'ın da desteğiyle iyi bir performans sergilemiştir. Ayrıca, öğrencilerin hepsi, bu problemde kendi yaşadıkları şehirde her gün gördükleri bir yapıyla alakalı olduğu için çok eğlendiklerini dile getirmişlerdir.

Biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinde, akademik olarak üst düzey öğrencilerden oluşan Grup 2'nin özgüven düşüklüğü yaşadıkları ve bu

problemlerin onları hoşnut etmedikleri görülmüştür. Yine de, ekstra matematiksel bilgilerini kullanabildikleri matematiksel modeli oluşturma ve matematiksel model üzerinde çalışmalar yapma aşamalarında daha başarılı olmuşlardır. Diğer gruplar ise, Grup 2'nin aksine bu tarz problemleri daha çok sevmişler ve farklı fikirler ortaya çıkardıkça da özgüven artışı yaşamışlardır. Ayrıca, öğrencilerin hepsinin çözüm kağıtlarını temsili çizimler yaparak matematiksel çalışmalarda bulundukları görülmüştür. Biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinde, sayısal veriler yer aldan dolayı öğrenciler kendilerine mantıklı gelen sayılarla çalışarak bir çözüm ortaya çıkarırlar.

4.2.3. Öğrencilerin Çözüm Kağıtlarının Analizi Sonucunda Aldıkları Puanlar

Grupların biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerine ilişkin çözüm kağıtlarından aldıkları puanlar Tablo 4.11.'de verilmiştir.

Tablo 4.11. Öğrencilerin biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinin çözüm kağıtlarının incelenmesi sonucunda aldıkları puanlar

Problemin Adı Gruplar	Zeytin Yetiştiriciliği	Manzaram Deniz Sitesi	Havuz
Grup 1			
Zeynep	2,5	11,5	2,5
Alya	2,5	11,5	4,5
Grup 2			
Yasin	12	11,5	5,5
Tarık	12	12	12,5
Grup 3			
Atlas	9	4,5	3
Aslan	3,5	3	2,5
Grup 4			
Yusuf	6	4	10,5
Emre	6	8	2,5

Tablo 4.12. Öğrencilerin biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinin çözüm kağıtlarının incelenmesi sonucunda aldıkları puanlar

Problemin Adı	Saman Balyası	El Heykeli
Gruplar		
Grup 1		
Zeynep	13,5	12,5
Alya	15	13
Grup 2		
Yasin	13	15
Tarık	9	11,5
Grup 3		
Atlas	15	13,5
Aslan	5	6,5
Grup 4		
Yusuf	14	8
Emre	12	8

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, 8. Sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerini çözerken kullandıkları problem çözme stratejileri ve modelleme döngüsündeki hangi aşamalardan geçtikleri ele alınmıştır. Literatürde matematiksel modelleme problemleri ve modelleme süreci ile ilgili bu çalışmaya benzer nitelikte bazı çalışmalar yer almaktadır (Hıdıroğlu ve Hıdıroğlu, 2017; Karatağ, 2017; Kalaycı, 2017; Çavuş Erdem, 2018; Çora, 2018; İnan Tutkun ve Didiş Kabar, 2018; Mengi, 2019; Uyar, 2019; Duman, 2019; Yıldırım, 2019; Çetinkaya, 2020; Çoksöyler ve Bozkurt, 2021; Duran, 2022; Mavi, 2022; Aydoğan, 2023; Gençer ve Ergene, 2025; Şahal ve Özdemir, 2025; Kılınç ve Ergene, 2025; Kertil; 2008; Bassi ve Brunetto, 2025). Literatürde problem çözme ile ilgili de bu çalışmayla benzer olan birkaç çalışma yer almaktadır (Çelebioğlu, 2009; Yıldız, vd., 2012; Bayazıt ve Koçyiğit, 2017; Demir, 2018; Nasution, vd., 2018).

Öğrenciler farklı yapılarıdaki matematiksel modelleme problemlerinde farklı stratejilere başvurmuşlardır. Biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinde kullanılan stratejiler; muhakeme etme, tablo yapma, sistematik liste yapma, diyagram çizme, basitleştirme, bağıntı bulma, canlandırma ve tahmin ve kontrol etme stratejilerini kullanmışlardır. Biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinde en az kullanılan strateji canlandırma stratejisi iken en fazla kullanılan strateji muhakeme stratejisidir. Muhakeme etme stratejisine sırasıyla diyagram çizme ve basitleştirme stratejileri takip etmektedir. Biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinde kullanılan stratejiler; muhakeme etme, diyagram çizme, canlandırma, bağıntı bulma, basitleştirme ve tahmin ve kontrol stratejileridir. Bu tarz problemlerde en az kullanılan strateji tahmin ve kontrol stratejisi iken en fazla kullanılan stratejiler muhakeme etme, diyagram çizme ve canlandırma stratejileridir. Öğrenciler görsel ağırlıklı problem çözme stratejilerine daha çok biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinde kullanmışlardır. Bu sonuç, Stender ve Kaiser (2017)'in çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Modelleme etkinliklerinde farklı stratejilerin kullanıldığı, kullanılan stratejilerden birkaçının sezgisel olarak geliştirildiği, birkaçının ise daha önceden tanıtılan modelleme döngüsünün açıklamasından kaynaklandığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Matematiksel modelleme problemlerinin farklı stratejilerin kullanımı için uygun bir ortam oluşturduğu söylenebilir.

Öğrenciler, tüm problemlerde akıl yürütme ve sorgulama becerilerini kullandıklarından dolayı muhakeme etme stratejisine başvurmuşlardır. Muhakeme etme, bütün problemlerin çözüm sürecinde yer almaktadır (Yazgan ve Arslan, 2017; Posamentier ve Krulik, 2016). Model oluşturma problemleri Muhakeme Etme stratejisinin kullanımı adına da uygun bir ortam oluşturabilir.

Hıdıroğlu ve Bukova Güzel (2017)'in teknoloji destekli ortamlarda matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan bilişsel ve üst bilişsel eylemler arasındaki geçişleri açıklama amacıyla yaptıkları çalışmada, matematiksel modelleme sürecinin aşamaları arasında düzensiz geçişler gerçekleşmiştir. Bilişsel ve üst bilişsel eylemler, modelleme sürecinde birbiri ardına meydana gelmeyip eş zamanlı ve iç içe geçmiş bir süreci ortaya çıkarmışlardır. Bu durum, bu çalışmanın bulguları ile tutarlıdır. Öğrenciler modelleme döngüsünün her aşamasında tam bir başarı göstermemiştir. Modelleme döngüsünün aşamaları lineer bir sırada ilerlemediğinden belirli bir aşamada başarılı olan öğrencinin sonraki aşamada da kesin başarılı olacağını düşünmek doğru değildir (Ferri, 2018).

Hıdıroğlu ve Hıdıroğlu (2017)'nin çalışmalarında öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözerken oluşturdukları gerçek hayat problem durumu modelleri hatalı tahminler içermektedir. Öğrencilerin oluşturdukları modellerin üzerinde yüzeysel işlemler ve yorumlar yapmaları onların matematiksel modelleme sürecinin ilerleyen basamaklarında da başarısız olmalarına neden olmuştur. Bu sonuçlar, bu çalışma ile de tutarlıdır. Bu çalışmada da öğrencilerin, zaman zaman model oluşturma konusunda sıkıntı yaşamaları diğer aşamalarda da bir başarı göstermelerine engel olmuştur.

Karatağ (2017)'in çalışmasında da benzer sonuçlara rastlanmıştır. Öğrenciler günlük yaşam problemlerini anlama konusunda sıkıntı yaşamışlar ve buna ek olarak, problemleri matematiksel bir model haline getirme, matematiksel çözümler yapma ve yaptıkları matematiksel çözümleri günlük yaşama aktarabilme konusunda zorluk çekmişlerdir. Matematiksel modelleme problemlerinde, matematiksel durumu anlayabilmek diğer aşamalar için bir altyapı oluşturur.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular Kalaycı (2017)'nin çalışmasının sonuçları ile de tutarlıdır. Kalaycı (2017), çalışmasında yedinci sınıf öğrencilerinin bilişsel ve üst bilişsel

modelleme yeteneklerini ve başarı seviyesi düşük ve yüksek olan öğrencilerin modelleme yeterliklerinin nasıl olduğunu incelemiştir; başarı seviyesi yüksek olan grubun bilişsel ve üst bilişsel yeterlilik düzeylerinin fazla olduğunu görmüştür. Başarı seviyesi düşük olan grubun ise, üst bilişsel yeterlik düzeylerinin uygulama sonunda artış gösterdiği sonucuna vurgu yapmıştır. Bu çalışmada da düşük başarı düzeyine sahip grubun modelleme etkinliklerindeki başarılarının en az diğer gruplardaki başarılarla benzer olması önemli bulgulardandır. Böylece, matematiksel modelleme problemlerinin, sadece yüksek akademik başarı düzeyindeki öğrencilere değil, düşük ve orta akademik başarı düzeylerindeki öğrencilere de hitap ettiği söylenebilir (Ferri, 2018).

Çora (2018)'nin çalışmasından elde edilen sonuçlar; matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilerin problem algılarını değiştirdiği, öğrencilerin problemi anlamaları konusunda akran iletişimin etkili olduğu ve problem çözme sürecinde hiçbir öğrencinin çözümünü doğrulama aşamasını tam olarak gerçekleştirmediğidir. Bu sonuçlar, bu çalışma ile de tutarlıdır. Bu çalışmada da, öğrenciler grup halinde çalıştıkları için problemi anlama konusunda birbirlerine destek olmuşlardır, bu da akran iletişiminin önemine vurgu yapar. Çetinkaya (2020)'nin çalışması da bu sonucu desteklemektedir. Bu çalışmada da öğrencilerin en az sıklıkta uyguladıkları matematiksel modelleme döngüsü aşaması çözümü doğrulama aşamasıdır.

İnan Tutkun ve Didiş Kabar (2018)'in çalışmalarında da benzer sonuçlara rastlanmıştır. Öğrenciler, bir matematiksel modelleme problemi ile ilk kez karşılaştıklarında birden fazla yorumlama sürecinden geçmişler ve farklı fikirler oluşturup bu fikirleri birbirleriyle paylaşmışlardır. Ancak yine, matematiksel bir çözüm yaptıktan sonra çözümlerini yorumlama ve doğrulama aşamasında sorun yaşamışlardır. Mengi (2019)'nin çalışma sonuçları da, öğrencilerin çözümü doğrulama basamağında sıkıntı yaşadıklarını destekler niteliktedir. Bu çalışmadaki bulgular ile benzer sonuçların elde edildiği çok sayıda çalışma mevcuttur. Ancak bu çalışmadaki bulgular özellikle problemin yapısının (biçimlendirilmiş veya biçimlendirilmemiş) öğrencilerin bazı modelleme döngüsü aşamalarındaki performanslarını etkileyebileceğini göstermiştir.

Uyar (2019), çalışmasında yedinci sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini incelemiştir. Araştırma sonunda; öğrenciler, matematiksel modelleme problemlerinin

muhakeme becerisi gerektirdiği ve bu problemlerde problem çözme yöntemlerinin farklı bir bakış açısı sağlayıp çözümünü daha kolay hale getirdiği yönünde görüş belirtmişlerdir. Öğrenciler teorik matematiksel modelleme problemlerinde daha fazla zorlanmışlar ve bu problemleri çözebilmek için daha fazla stratejiden yararlanmışlardır. Farklı matematiksel modelleme problemlerinin çözümlerinde ise, farklı problem çözme stratejilerine başvurmuşlardır. Bu sonuçların her biri, bu çalışmayla tutarlıdır. Bu çalışmada da öğrenciler biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinde daha fazla stratejiye başvurmuşlardır. Bu çalışmadaki biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemleri, Uyar (2019)'un çalışmasındaki teorik modelleme problemleri ile benzerdir. Bu tarz problemler, diğer modelleme problemlerine göre daha fazla sayısal veri içermektedir. Bu çalışmadaki biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemleri ise, deneysel modelleme problemleri ile benzerdir. Bu problemlerde sayısal verilere çok yer verilmez. Uyar (2019)'un araştırma sonuçlarından biri de, öğrencilerin en fazla kullandıkları stratejinin denklem veya eşitsizlik kurma stratejisi olduğudur. Bu sonuç, bu çalışmayla tutarsızdır. Bu çalışmada, öğrencilerin en fazla kullandıkları strateji muhakeme etme stratejisi olmuştur. Bunun nedeni, matematiksel modelleme problemlerinin hepsinin akıl yürütme becerisi gerektirmesi olabilir. Uyar (2019), öğrencilerin geriye doğru çalışma stratejisini hiç kullanmadıklarını belirtmiştir ve bu da bu çalışma ile tutarlı bir sonuçtur. Bu çalışmada da, öğrenciler geriye doğru çalışması stratejisini hiç kullanmamışlar, ancak buna ek olarak, değişken kullanma stratejisine de hiç yer vermemişlerdir. Uyar (2019), öğrencilerin deneysel matematiksel modelleme problemlerinde en fazla kullandıkları stratejinin sistematik liste yapma stratejisi olduğunu dile getirmiştir. Bu sonuç, bu çalışma ile tutarsız bir sonuçtur. Bu çalışmada, öğrenciler biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerini çözerken muhakeme etme, diyagram çizme, canlandırma, bağıntı bulma, basitleştirme ve tahmin ve kontrol stratejilerine başvurmuşlardır. Muhakeme etme, diyagram çizme ve canlandırma stratejileri, diğerlerine göre öne çıkmaktadır. Bu da, öğrencilerin bu tarz problemlerde daha çok görsel ağırlıklı problem çözme stratejilerine yönelediklerini göstermektedir. Uyar (2019), çalışmasında teorik modelleme problemlerinde en fazla kullanılan stratejinin denklem veya eşitsizlik kurma stratejisi olduğunu dile getirmiştir. Bu da, bu çalışma ile tutarsızdır. Bu çalışmada, öğrenciler biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerini çözerken muhakeme etme, tablo yapma, sistematik liste yapma, diyagram çizme, basitleştirme, bağıntı bulma, canlandırma ve tahmin ve kontrol stratejilerini kullanmışlardır. Bu durum, bu problemlerin yapısının bu tarz stratejileri

kullanmaya daha müsait olmasıyla açıklanabilir.

Duman (2019)'ın çalışması da bu çalışma ile tutarlı sonuçlar vermiştir. Çalışmada farklı akademik başarı seviyelerindeki öğrencilerin ortaya koyduğu matematiksel modeller kullanılan yöntemler bakımından farklılık göstermiştir. Öğrencilerin hepsi; kendilerine sunulan bilgiyi okuma ve yorumlama, varsayımlarda bulunma, model oluşturma, grup çalışması yapabilme ve çözümlerini yazılı ve sözlü olarak paylaşabilme becerilerini başarılı bir şekilde gerçekleştirmişlerdir. Bu sonuç da, matematiksel modelleme problemlerinin her akademik başarı seviyesindeki öğrenciye hitap edebileceğini desteklemektedir.

Yıldırım (2019), çalışmasında öğrencilere matematiksel modelleme problemlerinin uygulama sürecinde farklı modeller oluşturdukları, fakat varsayımlarda bulunma ve elde edilen modelin gerçek hayatta geçerliliğini değerlendirme sürecinde başarısız oldukları sonuçlarına varmıştır. Bu sonuçlar, bu çalışma ile tutarlıdır. Özellikle akademik başarı seviyesi yüksek olan öğrenciler, sonuçlarını değerlendirme konusunda sorun yaşamışlardır. Bu sonuç, öğrencilerin problemlere ezberci bir çözüm yaklaşımıyla yaklaşp yaptıkları çözümlerde neyin nereden geldiğini sorgulamadıklarını göstermektedir.

Deniz (2020)'in çalışması da öğrencilerin matematiksel model oluşturma sürecinde problemi anlama, model oluşturma, matematik kullanma, sonuç açıklama, grupla çalışma, oluşturulan modeli doğrulama ve zaman yönetimi konularında sorun yaşadıklarını göstermektedir. Öğrencilerin grupla çalışma konusunda sorun yaşamaları sonucu, bu çalışma ile tutarsız olup diğer sonuçlar tutarlıdır. Bu çalışmada öğrenciler, grup arkadaşlarıyla iletişim kurma konusunda zorlanmamışlardır. Bunun nedeni, öğrencilerin grup arkadaşlarını önceden tanımaları, sevmeleri ve zaten iki kişilik grupla çalışıyor olmaları olabilir.

Çoksöyler ve Bozkurt (2021)'un çalışmalarında da öğrenciler gerçek yaşama uyumlu modeller oluşturmakta zorluk yaşamışlar ve bu konuda öğretmen rehberliğine ihtiyaç duymuşlardır. Ayrıca, problemi anlamadan matematiksel işlemler yapmaya başlamışlar; bu nedenle, yorumlama ve doğrulama basamaklarını eksik bırakma eğilimi göstermişlerdir. Bu sonuçlar, bu çalışma ile de tutarlıdır. Bu çalışmada da öğrenciler, problemleri çözemedikleri zaman öğretmenden yardım isteme eğilimi göstermişlerdir. Bu, öğrencilerin öğretmeni, her

zorlandıkları durumda çözüm üreten bir otorite gibi görmelerinden kaynaklanıyor olabilir.

Duran (2022)'ın çalışmasında, öğrenciler matematiksel modelleme problemlerini çözerken aktif rol almışlardır. Problem durumunu küçük alt problemlere çevirip taslak modeller oluşturarak bu modelleri matematiksel olarak düzenlemelerine karşın, modelleri bağımsız olarak düşünüp birleştirme çabasına girmemişlerdir. Yani, yorumlama ve doğrulama aşamalarında zorluk yaşamışlardır. Bu sonuçlar, bu çalışma ile tutarlıdır. Öğrenciler, matematiksel modelleme problemlerinde aktif rol almışlar, matematiksel modelleme problemlerini çözerken modelleri birleştirme, yorumlama ve doğrulama aşamalarında zorluk yaşamışlardır.

Aydoğan (2023), çalışmasında ortaokulu ilk ve son sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerini inceleyip aralarındaki benzerlik ve farklılıkları ortaya koymuştur. Öğrencilerin kendilerine sunulan problemi tam olarak anlamadan hemen sonuca ulaşmaya çalıştıkları, problemini çözerken farklı fikirler ortaya attıkları ve problemi çözmek için çabalarırken döngüsel bir sürece girdikleri görülmüştür. Bunlar, matematiksel modelleme problemlerinin farklı fikirleri ortaya atmaya açık problemler olduklarını ve modelleme döngüsünün lineer olmadığını göstermektedir. Öğrencilerin problemleri anlamadan çözmeye çalışmaları da, bu çalışma ile benzer bir sonuçtur. Ortaokul son sınıf öğrencileri, oluşturdukları matematiksel modellerde matematiksel işlemleri temel almışlardır. İlk sınıf öğrencileri ise, genel olarak sözel açıklamalara, tahminlere ve yorumlamalara yer vermişlerdir. Ayrıca, ortaokul birinci sınıf öğrencileri, tümevarım yöntemi ile matematiksel model oluşturmaya gayret ederken son sınıf öğrencileri, tümdengelim yöntemiyle modern oluşturmuşlardır. Bu durum şu şekilde açıklanabilir: ortaokul son sınıf öğrencileri, ilk sınıf öğrencilerine göre daha fazla matematiksel kavram, bilgi ve problem çözme stratejisi bilmektedirler. Bu nedenle, daha fazla ekstra matematiksel bilgi kullanabilirler. Bu çalışmada, sekizinci sınıfları ile çalışılma nedenlerinden biri de budur ve Aydoğan (2023)'ın çalışmasının sonucu bu durumu desteklemiştir.

Kılınç ve Ergene (2025), çalışmalarında fen lisesi ve proje okulundaki 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerini incelemişler, ve genel olarak öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin düşük olduğunu ve her iki okulda da elde edilen sonuçların birbirine benzer olduğunu görmüşlerdir. Bu sonuçlar da, matematiksel

modellemenin her akademik düzeyden öğrenciye hitap edebileceğini destekler niteliktedir. Benzer şekilde Çelebioğlu (2009)'nın çalışmasında, öğrencilerin düşük seviyelerde olsalar dahi problem çözme stratejileri kullanabildikleri sonucuna varılmıştır. Bu sonuç, bu çalışmayı destekler niteliktedir. Her akademik başarı düzeyindeki öğrenci problem çözme stratejileri uygulayabilir. Bu çalışmada da, bazen az sayıda olsa bile her öğrenci mutlaka problem çözme stratejilerini kullanmıştır.

Yıldız vd. (2012) çalışmalarında, üstün yetenekli öğrencilerin normal öğrencilere göre daha fazla strateji kullandıklarını görmüşlerdir. Bu durum şu şekilde açıklanabilir: üst düzey akademik başarıya sahip öğrenciler, diğer akademik başarı düzeylerindeki öğrencilere göre daha fazla strateji bilirler ve uygulama konusunda sorun yaşamazlar. Bu durum, bu çalışmada da rastlanılan bir durumdur. Üst düzey akademik başarıdaki öğrenciler, diğer öğrencilere göre daha fazla strateji kullanmışlardır. Ancak kullandıkları stratejilerle oluşturdukları modelleri, yorumlama ve doğrulama konusunda eksik kalmışlardır. Bu da üst düzey akademik başarıdaki öğrencilerin ezberci bir çözüm yaklaşımıyla hareket ettiklerini düşündürmektedir. Ayrıca, çalışmada en çok kullanılan strateji türü tüm olası durumları düşünme stratejisidir. Bu sonuç da, bu çalışma ile tutarlı sayılabilir. Tüm olası durumları düşünme stratejisi, muhakeme etme stratejisi ile ilişkili bir stratejidir. Hatta, muhakeme etme stratejisi bu stratejiyi kapsar niteliktedir. Bu çalışmada da, muhakeme etme stratejisi en çok kullanılan strateji olduğundan, Yıldız vd. (2012)'nin çalışmalarıyla uyumlu bir sonuç vermiştir.

Bayazit ve Koçyiğit (2017)'in çalışmalarının sonuçları, bu çalışma ile bir yönüyle tutarsızdır. Çalışmada, üstün yetenekli öğrenciler, problemleri çözerken daha esnek düşünüp daha farklı yaklaşımlara yönelmişlerdir. Normal öğrenciler ise, aşına oldukları stratejileri kullanmışlardır. Bu çalışmada, akademik başarı düzeyi yüksek olan öğrenciler biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinde bu sonuca tutarlı bir sonuç gösterirken biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinde durum tam tersine dönmüştür, akademik başarı düzeyi yüksek olan öğrenciler kendilerine sayısal verilerin verilmediği biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinde özgüven düşüklüğü yaşayarak tam bir başarı gösterememişlerdir. Bu, akademik seviyesi yüksek olan öğrencilerin günlük hayatlarında sıkça karşılaştıkları problemlerin biçimlendirilmemiş değil de biçimlendirilmiş problemlere benzer olmasından kaynaklı olabilir. Öğrenciler, aşına

oldukları problem tarzını görmek istemişler ve daha önceden bildikleri stratejileri uygulamaya yakınlık göstermişlerdir.

Demir (2019)'in çalışmasında öğrencilerin en çok problemi anlama basamağında hata yaptıkları görülmüştür. Bu çalışmada, benzer sonuçla karşılaşmıştır, öğrenciler zaman zaman problemi anlama konusunda sorun yaşamışlar ve gerek grup arkadaşlarına sorarak gerek araştırmacıdan destek almaya çalışarak bu sorunun üstesinden gelmeye çalışmışlardır. Benzer şekilde Kertil (2008)'in çalışmasında, dördüncü sınıf matematik öğretmeni adayları matematiksel modelleme sürecinin bazı aşamalarında zorlanmışlardır. Ayrıca, modelleme problemlerini çözerken grup çalışmasında, bireysel çalışmaya göre daha fazla başarı göstermişlerdir. Bu çalışmada da benzer bir durum yaşanmıştır. Öğrencilerin grup içindeki başarıları, bireysel başarılarına göre daha iyi durumdadır. Video kayıtları ve öğrencilerin bireysel çözüm kağıtları bu durumu desteklemektedir.

Öğrenciler, Zawojewski ve Lesh (2003)'in çalışmasına benzer şekilde, problem çözme stratejilerini fikirlerini grup arkadaşlarıyla paylaşmak için kullanmışlardır. Ayrıca, ya bu stratejileri geliştirerek ya da tamamen değiştirerek problem çözme sürecini tamamlamışlardır. İşbirliği içinde çözülen model oluşturma problemlerinin kullanımı strateji paylaşımına ve gelişimine katkı sağlayarak problemin çözümünde kullanılan strateji zenginliğini arttırabilir.

Nasution vd. (2018)'nin çalışmalarında probleme dayalı öğrenme yöntemi ile problem çözen öğrencilerin problem çözme becerilerinin geleneksel yöntemle problem çözen öğrencilerin problem çözme becerilerine göre daha iyi olduğu sonucuna varmışlardır. Bu sonuç, bu çalışmayı da desteklemektedir. Matematiksel modelleme problemleri probleme dayalı öğrenme yöntemi ile çözülebilecek problemler olup geleneksel problemlerden farklıdır. Bu nedenle, geleneksel yöntemlerle çözümleri zor olabilir.

Bassi ve Brunetto (2025)'nin çalışmalarında da öğrencilerin modelleme sürecinde birbirlerine yardımcı oldukları ve farklı aşamalarda farklı stratejiler kullanmaya yöneldikleri görülmüştür. Bu durum, bu çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmadan elde edilen sonuçlara ilerde yapılacak olan çalışmalar için önerilere yer verilmiştir.

Biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinin çözüm sürecinden elde edilen sonuçlara göre, alt düzey ve orta düzey akademik başarıya sahip öğrencilerin bazen sıkılarak çözüme devam etmek istemedikleri bazen de hırslanarak çözümü en iyi şekilde yapmak istedikleri görülmüştür. Öğrencilerin problemleri çözmek istememe nedenleri arasında problemleri günümüzdeki yeni nesil soruları benzeterek eğer çözemezlerse yetersiz konumda olacaklarını düşünmeleri ve bu düşünceden hareketle önyargılı bir davranış sergilemeleri yer alabilir. Öğrencilerin bu konuda yerleşik bir düşünceye sahip olmaları da göze çarpan sonuçlar arasındadır. Akademik olarak üst düzeyde olan öğrencilerin ise, bu tarz problemlere karşı rahat bir tutum sergiledikleri belirlenmiştir. Öğrenciler bu tutumlarının nedenini, bu tarz soruların daha kısa ve şıklı olanlarıyla daha önce sık sık karşılaşmaları olarak belirtmişlerdir. Ancak, akademik olarak üst düzey olan öğrencilerin problemleri ezberci bir yaklaşımla çözdüklerinden dolayı çözümlerini doğrulama aşamasının onlar için zor geçtiği görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin hepsi biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerini çözerken problemin yazılı olduğu kağıt üzerinde çizim yaparak hareket etmişlerdir.

Biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinin çözüm sürecinden elde edilen sonuçlara göre, akademik olarak üst düzey olan öğrencilerin bu tarz problemlerde özgüven düşüklüğü yaşadıkları ve bu problemlerin onları hoşnut etmedikleri görülmektedir. Akademik olarak üst düzeyde olan öğrencilerin matematiksel modeli oluşturma ve matematiksel model üzerinde çalışmalar yapma aşamalarında diğer öğrencilere göre daha başarılı oldukları görülmüştür. Bunun nedeni, bu aşamalarda ekstra matematiksel bilgilerin kullanımının gerekmesidir. Akademik olarak alt düzey ve orta düzey olan öğrenciler ise, bu tarz problemleri daha çok sevmişler ve daha farklı fikirler ortaya çıkardıkça da özgüven artışı yaşamışlardır. Ayrıca, öğrencilerin hepsinin problemin yazılı olduğu kağıt yerine çözüm kâğıtlarına temsili çizimler yaparak matematiksel çalışmalarda bulundukları görülmüştür. Biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinde, sayısal veriler yer

almadığından dolayı öğrenciler kendilerine mantıklı gelen sayılarla bir çözüm ortaya çıkarmaya çalışmışlardır.

Çalışmanın bulgularından elde edilen sonuçlara göre, "değişken kullanma" ve "geriye doğru çalışma" stratejilerinin hiç kullanılmadığı görülmektedir. Öğrencilerin en fazla kullandıkları strateji muhakeme etme stratejisidir. Öğrencilerin en az kullandıkları stratejiler sistematik liste yapma ve tahmin ve kontrol stratejileridir. Öğrenciler farklı yapılarıdaki matematiksel modelleme problemlerinde farklı stratejilere başvurmuşlardır. Biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinde kullanılan stratejiler; muhakeme etme, tablo yapma, sistematik liste yapma, diyagram çizme, basitleştirme, bağıntı bulma, canlandırma ve tahmin ve kontrol etme stratejilerini kullanmışlardır. Biçimlendirilmiş matematiksel modelleme problemlerinde en az kullanılan strateji canlandırma stratejisi iken en fazla kullanılan strateji muhakeme stratejisidir. Muhakeme etme stratejisine sırasıyla diyagram çizme ve basitleştirme stratejileri takip etmektedir. Biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinde kullanılan stratejiler; muhakeme etme, diyagram çizme, canlandırma, bağıntı bulma, basitleştirme ve tahmin ve kontrol stratejileridir. Bu tarz problemlerde en az kullanılan strateji tahmin ve kontrol stratejisi iken en fazla kullanılan stratejiler muhakeme etme, diyagram çizme ve canlandırma stratejileridir. Öğrenciler görsel ağırlıklı problem çözme stratejilerine daha çok biçimlendirilmemiş matematiksel modelleme problemlerinde kullanmışlardır. Öğrenciler, tüm problemlerde akıl yürütme ve sorgulama becerilerini kullandıklarından dolayı muhakeme etme stratejisine başvurmuşlardır.

Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar, matematik eğitimi araştırmacılarına, öğretmenlere, öğretmen eğitimcilerine ve müfredat geliştiricilere matematik sınıflarında modellemede kullanılan problem çözme stratejilerini tanıma imkanı sunabilir. Ayrıca, bu çalışmadan elde edilen bulgular, ortaokul öğretmenlerinin matematiksel modellemeyi uygulamak için üretken yollar bulmalarına yönelik fikirler sunabilir.

Matematiksel modelleme etkinlikleri, simülasyon programları ya da yapay zekâ yardımı ile bir oyun şekline dönüştürülerek öğrencilere sunulabilir. Böylece; öğrenciler daha eğlenceli ve dikkat çekici bir öğrenme ortamı deneyimleyebilir, etkinliklere daha istekli katılabilir.

Bu çalışma, daha önce matematiksel modelleme etkinliği uygulanmamış öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir. Etkinlik öncesi bir grup öğrenciye matematiksel modelleme ile ilgili gerekli eğitim verilip daha sonrasında bu etkinlik uygulanarak eğitim verilmeyen öğrencilere göre modelleme yeterliliklerinin ne düzeyde değiştiği incelenebilir.

Öğrencilerin uygulama öncesi matematiksel modellemeye karşı tutumları ile uygulama sonrası tutumları karşılaştırılabilir. Bu, modellemenin yeterlilik açısından incelenmesinin yanında öğrenci üzerindeki duyuşsal etkisinin tespit edilmesini sağlayabilir.

Öğretmenler derslerinde matematiksel modelleme problemlerine yer vererek öğrencilerin probleme özgü stratejiler geliştirmelerini sağlayabilir. Bu nedenle öğretmenlere matematiksel modelleme konusunda hizmet içi eğitim verilmelidir.

Problem çözme stratejileri konusunda hazırlanan kitaplarda matematiksel modellemeyi içeren problemlere de yer vermelidir. Rutin olmayan sözel problemlerin yanı sıra model oluşturma etkinliklerinin ve bu etkinliklerde kullanılabilecek stratejilerin de daha yoğun bir şekilde dahil edilmesi gerekmektedir.

Ayrıca, öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerinin bağlamları ve yapısal özelliklerine göre kullandıkları sembol, jest ve mimikler daha detaylı incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Altun, M. (2014). *Ortaokullarda (5, 6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi. (10. Baskı)*. Bursa: Alfa Aktüel.
- Altuntaş, M. (2025). *Çevrim İçi Ortamlarda Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Teknoloji Destekli Matematiksel Modelleme Sürecinin İncelenmesi* (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z., ve Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(12), 1-34.
- Arsal, Z. (2009). Problem çözme stratejilerinin problem çözme başarısını yordama gücü. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 58, 103-113.
- Arslan, Ç., ve Altun, M. (2007). Learning to solve non-routine mathematical problems. *İlköğretim Online*, 6(1), 50-61.
- Artut, P., ve Tarım, K. (2009). Öğretmen adaylarının rutin olmayan sözel problemleri çözme süreçlerinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 53-70.
- Aydoğan, M. (2023). *Ortaokul İlk ve Son Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.
- Aydoğdu, M., ve Ayaz, M. F. (2008). Matematikte öğrencilere problem çözme yeteneğinin kazandırılması. *Physical Sciences*, 3(4), 588-596.
- Aytaçlı, B. (2012). Durum Çalışmasına Ayrıntılı Bir Bakış. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(1), 1-9.
- Bal, A. P. (2015). Sınıf öğretmeni adaylarının rutin ve gerçek yaşam problemlerine yönelik başarı düzeylerinin ve görüşlerinin incelenmesi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 5(3), 273-290.
- Baltacı, A. (2019). Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır?, *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 368-388.
- Barbosa, J. C. (2006). "Mathematical modelling in classroom: a socio-critical and discursive perspective", *ZDM*, 38(3), 293-301.
- Barquero, B. ve Ferrando, I. (2024). Teacher education for mathematical modelling: exploring the experiences of secondary school teachers in two courses, *Mathematics Education*, 56:1109–1122. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01609-4>
- Bassi, C. ve Brunetto, D. (2025). Shared drawings in a mathematical modelling activity: An exploratory study, *Journal of Mathematical Behavior*, 78, 101234.
- Bayazit, İ., ve 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. (2014). Ortaokulda Matematik Öğretimi (5-8. Sınıflar). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Bayramın, T. (2020). *6. Sınıf Öğrencilerinin Zeka Oyunlarında Kullandığı Problem Çözme Stratejilerinin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Bahçeşehir Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Berry J. ve Houston K. (1995). Students using posters as a means of communication and assessment, *Educational Studies in Mathematics*, 29(1), 21-27.
- Blum, W. ve Leiß, D. (2007). How do teachers deal with modeling problems? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum and S. Khan (Eds.), *Mathematical Modeling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics* (pp. 222–231). Chichester: Horwood Publishing.
- Blum, W. ve Niss M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects, *Educational Studies in Mathematics*, 22, pp. 37-68.
- Blum, W. ve Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?, *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), 45-58.
- Bransford, J. D., Brown, S. J., ve Cocking, R. (1999). *How people learn*. Washington, D.C.: National Academy.
- Biembengut, M. S. (2016). Mathematical modelling, problem-solving, project, and ethnomathematics: Confluent points. *Proceedings of the Birth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. (pp. 816- 820).
- Borromeo Ferri, R. (2006) Theoretical and empirical differentiations of phases in the modeling process, *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik. The International Journal on Mathematics Education*, 38(2), 86-95.
- Bukova Güzel, E. ve 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. (2016). *Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme – Araştırmacılar, eğitimciler ve Öğrenciler için-*. Ankara: Pegem Akademi.
- Cai, J. (2003). Singaporean students' mathematical thinking in problem solving and problem posing: an exploratory study. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 34(5), 719-737.
- Canedo Junior, N. R., vd. (2025). Contributions of Digital Videos in Mathematical Modelling Practices: Semiotic Meanings and Resources, *Mathematics Education*, 57:473–488. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01681-4>
- Chamberlin, S. A. ve Chamberlin, M. T. (2001). ‘On-time Arrival’, Yayımlanmamış metin.
- Chamberlin, S. A. ve Moon, S. M. (2005). —Model-eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifted mathematicians, *The journal of secondary gifted education*, 17(1), s. 37-47.
- Chamberlin, S. A. ve Moon, S. M. (2008). —How does the problem based learning approach compare to the model-eliciting activity approach in mathematics?, *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*. <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/chamberlin.pdf> E.T: 5 Mart 2012.
- Creswell, J. W. (2002). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative*. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.

- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry ve research design: Choosing among five approaches*. USA: SAGE Publications.
- Czocher, J. A., vd. (2022). A bridging study analyzing mathematical model construction through a quantities-oriented lens, *Educational Studies in Mathematics*, 111:299–321. <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10163-3>
- Cinislioğlu, B. (2017). *Matematiksel modelleme yöntemi ile doğrusal denklemler konusunun öğretiminin ortaokul üçüncü sınıf öğrencilerinin akademik başarısına etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 480360)
- Çakmak Gürel, Z. (2018). *Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modelleme Süreçlerinin Bilişsel Açıdan İncelenmesi* (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Çavuş Erdem, Z. (2018). *Matematiksel Modelleme Etkinliklerine Dayalı Öğrenim Sürecinin Alan Ölçme Konusu Bağlamında İncelenmesi* (Doktora Tezi). Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.
- Çavuş Erdem, Doğan, ve Gürbüz, (2021). Ortaokul öğrencilerinin disiplinler arası matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 10(4), 1763- 1788. <http://dx.doi.org/10.30703/cije.927243>
- Çetinkaya, S. (2020). *Lise Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Sürecinde Üst Bilişsel Becerilerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çiltaş, A., Demirci, G., ve Güler, G. (2018). 7. Sınıf Öğrencilerinin Zekâ Türlerine Göre Matematiksel Modelleme Problemi Çözebilme Becerilerinin İncelenmesi, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(2): 889-903.
- Çoksöyler, A. ve Bozkurt, G. (2021). Bilişsel Perspektif Bağlamında Matematiksel Modelleme Süreci: Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Deneyimleri, *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 52, s. 480-502.
- Dede A. T. ve Bukova Güzel E., (2014). Model Oluşturma Etkinlikleri: Kuramsal Yapısı ve bir Örneği, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 95-111.
- Dede Gülgör, E. (2023). *Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Fermi Problemlerine İlişkin Görüşlerinin ve Fermi Problemlerindeki Problem Çözme Stratejilerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Demir, G. (2019). 8. Sınıf Öğrencilerinin Kullandıkları Problem Çözme Stratejileri ve Problem Çözme Sürecinde Karşılaştıkları Hatalar (Yüksek Lisans Tezi). Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uşak.
- Deniz, Ş. (2020). *Ortaokul Öğrencilerinin Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE) Aracılığıyla STEM Eğitiminde Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Doerr, H. M. (2006). “Examining the tasks of teaching when using students’ mathematical thinking”, *Educational Studies in Mathematics*, 62(1), 3–24.
- Doerr, H. M. (2007). “What knowledge do teachers need for teaching mathematics through applications and modelling?”, in W. Blum, P.L. Galbraith, H.-W. Henn, ve M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 69-78). New York: Springer.

- Doerr, H. M. ve English, L. D. (2003). "A modeling perspective on students' mathematical reasoning about data", *Journal for research in mathematics education*, 110-136.
- Doerr, H. M. ve Lesh, R. (2011). "Models and modelling perspectives on teaching and learning mathematics in the twenty-first century", in *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 247-268). Springer, Dordrecht.
- Doerr, H. M. ve O'Neill A.H. (2011). —A Modelling Approach to Developing an Understanding of Average Rate of Change, *Proceedings of CERME 7*, Eds: Marta Pytlak, Tim Rowland, Ewa Swoboda, Poland: University of Rzeszów. s. 2113-2122.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi* (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 265182)
- Doruk, B. K. (2012). Mathematical Modeling Activities as a Useful Tool for Values Education, *Educational Sciences: Theory ve Practice*, 12 (2) [Supplementary Special Issue], Spring, 1667-1672.
- Duman, Y. (2019). *8. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı Düzeylerine Göre Model Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Duran, M. (2022). *Yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.
- Elia, I., Van Den Heuvel-Panhuizen, M., ve Kolovou, A. (2009). Exploring strategy use and strategy flexibility in non-routine problem solving by primary school high achievers in mathematics. *ZDM*, 41(5), 605.
- English, L. D. ve Watters, J. J. (2005). Mathematical modelling in the early schoolyears. *Mathematics education research journal*, 16(3), 58-79.
- Erbaş, A. K., Kertil M., Çetinkaya B., Çakıroğlu E., Alacacı C. ve Baş S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1-21.
- Eric, C. C. M. (2008). —Using Model-Eliciting Activities For Primary Mathematics Classroom, *The Mathematics Educator*. 11(1/2), s. 47-66.
- Fan, L. H., ve Zhu, Y. (2000). Problem solving in Singapore secondary mathematics textbooks. *The Mathematics Educator*, 5(1/2), 117-141.
- Ferri, R. B. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM*, 38(2), 86-95.
- Ferri, R. B. (2018). *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education*. Springer, Cham.
- Freiman, V. (2017). Using a computer-based learning task to promote work on mathematical relationships in the context of word problems in early grades, *Mathematics Education*, 49:835–849. DOI 10.1007/s11858-017-0883-3
- Fukushima, T. (2023). The role of generating questions in mathematical modeling, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 54:5, 827-859, DOI: 10.1080/0020739X.2021.197740

- Galleguillos, J. ve Carvalho Borba, M. (2017). Expansive movements in the development of mathematical modeling: analysis from an Activity Theory perspective, *ZDM*, 50:129–142. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0903-3>
- Gasparro, M. ve Bernadette, F. (1994). Creating drama with poetry: Teaching english as a second language through dramatization and improvisation. (ERIC Document Reproduction Service No. ED368214).http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/15/68/02.pdf. Erişim tarihi: 25.01.2001
- Glikman, C. (1991). Pretending not to know what we know. *Educational Leadership*, 48, 4-10.
- Geiger, V., vd. (2022). Developing a task design and implementation framework for fostering mathematical modelling competencies, *Educational Studies in Mathematics*, 109:313–336. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10039-y>
- Genç, M. ve Karataş, İ. (2017). Problem Çözme Süreçlerinde Öğrencilerin Modelleme Seviyelerinin Belirlenmesi, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3).
- Gençer, M. ve Ergene, Ö. (2025). Lise ve Ortaokul Öğrencilerinin Everest Dağı'na Yolculuk Modelleme Etkinliği Çözümlerinin Matematiksel Modelleme Yeterlilikleri Açısından İncelenmesi. *Erciyes Eğitim Dergisi*, 9(1), 47-77. <https://doi.org/10.32433/eje.1614802>
- Greefrath, G. ve Vorhölter, K. (2016) “Teaching and learning mathematical modelling: approaches and developments from German speaking countries”, *ICME-13 Topical Surveys*, 1-42, Switzerland: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-45004-9_1.
- Greefrath, G., vd. (2022). Mathematical modelling and discrete mathematics: opportunities for modern mathematics teaching, *Mathematics Education*, 54:865–879. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01339-5>
- Gould, H. (2016). “What a Modeling Task Looks Like”, in C. R. Hirsch (Ed), *Annual Perspectives in Mathematics Education (APME) 2016: Mathematical Modeling and Modeling Mathematics* (pp. 179–186). Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.
- Güder, Y. (2019). *Matematiksel modelleme yoluyla disiplinler arası geçiş*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.
- Güler, H. K., ve Didiş Kabar, M. G. (2017). Ortaokul öğrencilerinin günlük hayat problemi çözerken kullandıkları problem çözme süreçlerinin ve stratejilerinin incelenmesi. *Eğitim Ve Öğretim Araştırmaları Dergisi (Journal Of Research In Education And Teaching)*, 6(4), 147-154.
- Haines, C., ve Crouch, R. (2007). Mathematical modeling and applications: Ability and competence frameworks. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, ve M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 417-424). New York, NY: Springer.

- Hartmann, L. M., vd. (2021). Create your own problem! When given descriptions of real-world situations, do students pose and solve modelling problems?, *Mathematics Education*, 53:919–935. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01224-7>
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2015). *Teknoloji Destekli Ortamda Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözüm Süreçlerinin Analizi: Bilişsel ve Üstbilişsel Yapılar Üzerine Bir Açıklama* (Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Hıdıroğlu, Ç. N. ve Bukova Güzel, E. (2016). Teknoloji Destekli Ortamda Matematiksel Modelleme Sürecindeki Bilişsel ve Üst Bilişsel Eylemler Arasındaki Geçişler, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, Cilt 10, Sayı 1, sayfa 313-350.
- Hıdıroğlu, Ç. N. ve Hıdıroğlu, Y. Ö. (2017). Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modellemede Oluşturdukları Gerçek Yaşam Problem Durumu Modelleri, *İlköğretim Online*, 16(4), 1702-1731, 2017. [Online]: <http://ilkogretim-online.org.tr> doi: 10.17051/ilkonline.2017.342986
- İnan Tutkun, M. ve Didiş Kabar, M. G. (2018). Ortaokullarda Matematiksel Modelleme: 7. Sınıf Öğrencilerinin “Hava Durumu” Modelleme Problemi ile Deneyimi, *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, özel sayı, 23-52.
- İnan, M. (2018). *7. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi* (yüksek lisans tezi). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- İncikabı, S. ve Biber, A. (2021). Process of designing model eliciting activities in mathematics teaching. *International Journal of Scholars in Education*, 4(1), 97-118. doi:10.52134/ueader.910493
- Jablonski, S. (2023). Is it all about the setting? — A comparison of mathematical modelling with real objects and their representation, *Educational Studies in Mathematics*, 113:307–330 <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10215-2>
- Kaiser, G. (2007) “Modelling and modelling competencies in school”, In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum ve S. Khan (Eds.), *Mathematical modeling (ICTMA 12): Education, engineering and economics*, Chichester: Horwood, 110–119.
- Kaiser, G. ve Maaß, K. (2007). Modelling in lower secondary mathematics classroom problems and opportunities, In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn, ve M. Niss (Eds.) *Modelling and Applications in Mathematics Education*. (pp. 99-108.)
- Kaiser, G. ve Schwarz, B. (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 196-208.
- Kaiser, G. ve Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education, *ZDM*, 38(3), pp.302-310.
- Kalaycı, Ö. (2017). *Ortaokul 7.Sınıf Öğrencilerinin Bilişsel ve Üst Bilişsel Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Kang, R. ve Ellis, A. B. (2024). Preparing middle and high school teachers for teaching mathematical modeling: building curriculum vision and trust through curricular and professional noticing, *Journal of Mathematics Teacher Education*, <https://doi.org/10.1007/s10857-024-09673-z>

- Karaman Dündar, R. (2023). Matematiksel modelleme. In Erdoğan, F. (Ed.), *Matematik ve fen bilimleri eğitiminde yeni yaklaşımlar* (pp. 109-122).
- Karaman Dündar, R. ve Bora, R. B. (2024). Analysis of middle school mathematics applications textbook activities based on model-eliciting principles. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 13(1), 84-99. <https://doi.org/10.14686/buefad.1299706>
- Karaman Dündar, R., Arslan, İ., ve Mengi, İ. (2025). Middle school students' approaches to optimization: Insights into mathematical modeling and real-world problem solving. *e-Kafkas Journal of Educational Research*, 12, 174-194. doi: 10.30900/kafkasegt.1538533
- Karaman Dündar, R., ve Otten, S. (2023). High School Students' Use of Diagrams in Geometry Proofs. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(3), 737-759.
- Karatağ, E. (2017). 8. Sınıf Öğrencilerinin Temel Geometrik Kavramları İçeren Günlük Hayat Durumlarına Dayalı Sözel Problemleri Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kaur, B., ve Yeap, B. H. (2009). Mathematical problem solving in Singapore schools. In B. Kaur, B. H. Yeap ve Kapur, M., *Mathematical problem solving: Yearbook 2009* (pp. 3- 13). Singapore: Association of Mathematics Education and World Scientific.
- Kayapınar, A. (2015). *Matematiksel problem çözme stratejileri öğretiminin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin problem çözme performanslarına ve öz düzenleyici öğrenmelerine etkisi* (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 389530)
- Kaygısız, İ. (2021). *İlkökul 4. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin İncelenmesi: Bir Öğretim Deneyi* (Doktora Tezi). Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 221516)
- Keskin, Ö. Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma* (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 214541)
- Kılıç, A. (2009). *İlköğretim 4. sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problem çözümlerinde karşılaştıkları zorluklarının incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kılınç, S. ve Ergene, Ö. (2025). Examination and Comparison of High School Students Mathematical Modeling Processes, *Journal of Multidisciplinary Studies in Education*, 9(1), 1-27.
- Kocayayla, C. (2019). *Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerine Yönelik Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Öğrencilerin Modelleme Yeterliklerinin Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.

- Koç, M., ve Dikinci, H. (2002). Eğitimde dramanın bir yöntem olarak kullanılması. <http://ilkogretim-online.org.tr/vol2say1/ou1/ou1.pdf>
- Krawitz, J., vd. (2025). A Systematic Review of International Perspectives on Mathematical Modelling: Modelling Goals and Task Characteristics, *Mathematics Education*, 57:193–212. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01683-2>
- Leikin, R., Boriskovsky, M., Ovodenko, R., ve Miskin, M. (2025). Problem posing or mathematical modeling? The process of expert instructional design. *ZDM–Mathematics Education*, 57(2), 333-350. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01668-1>
- Lesh, R. ve 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), s.173-194.
- Lesh, R. A. ve Doerr, H. M. (2003). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Routledge.
- Lesh, R. ve Harel, G. (2003). “Problem solving, modeling, and local conceptual development”, *Mathematical Thinking and Learning*, 5(2/3), pp.157- 189.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A. ve Post, T. (2000). In Kelly, A. ve Lesh, A. R. (Eds), *Principles for Developing Thought-Revealing Activities for Students and Teachers, Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education*, pp. 591-645.
- Lesh, R. ve Yoon, C. (2007). What is Distinctive in (Our Views about) Models ve Modelling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching?, *In Modelling and applications in mathematics education*, pp. 161-170. Springer, Boston, MA.
- Lu, X. ve Kaiser, G. (2022). Creativity in students’ modelling competencies: conceptualisation and measurement, *Educational Studies in Mathematics*, 109:287–311. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10055-y>
- Lu, X., Kaiser, G., Zhu, Y., Ma, H., ve Yan, Y. (2025). Mathematical creativity in modelling: further development of the construct, its measurement, and its empirical implementation. *ZDM–Mathematics Education*, 57(2), 365-379.
- Maaß, K. (2004). Mathematisches modellieren im unterricht, Ergebnisse einer empirischen studie, *Journal für Mathematik Didaktik*, 25(2), 175-176.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies?, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 113-142.
- Maaß, K. (2007). Modelling in class: What do we want the students to learn?, In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, ve S. Khan, (Eds.), *Mathematical modelling: Education, engineering, and economics* (pp. 65–78). Chichester: Horwood Publishing.
- Mabilangan, R. A., Limjap, A. A., ve Belecina, R. R. (2011). Problem-solving strategies of high school students on non-routine problems: A case study. *Alipato: A Journal of Basic Education*, 5, 23-46.
- Mavi, S. (2022). *Türkiye ve Suriye Uyruklu Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleleme Süreçlerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

- Miles, M. B., ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook* (2. ed.). California: Sage Publications.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli [TYMM] öğretim programları ortak metni. MEB. <https://tymm.meb.gov.tr/upload/program/2024programmath9101112Onayli.pdf>
- Mousoulides, N. G. (2007). A Modeling Perspective in the Teaching and Learning of Mathematical Problem Solving, University of Cyprus..
- Mousoulides, N. G., Christou, C. ve Sriraman, B. (2006). From Problem Solving to Modelling- A meta analysis, <http://www.umt.edu/math/reports/sriraman/mousoulideschristousriraman.pdf>.
- Nasution, M. L., vd. (2018). Students' Mathematical Problem-Solving Abilities Through The Application of Learning Models Problem Based Learning, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 335, 012117 doi:10.1088/1757-899X/335/1/012117
- Nancarrow, M. (2004). *Exploration of metacognition and non-routine problem based mathematics instruction on undergraduate student problem-solving success*. (Unpublished doctoral dissertation). The Florida State University, Florida.
- Niss, M., 1989. Aims and scope of mathematical modelling in mathematics curriculum. Applications and modelling in learning and teaching mathematics, Ed: W. Blum, J. Berry, R. Biehler, I. Huntley, R. Kaiser-Messmer and K. Profke, (pp: 22-31). Chichester: Ellis Horwood.
- Niss ve Blum, (2020). Niss, M., ve Blum, W. (2020). The learning and teaching of mathematical modelling. Routledge.
- Noble, R. D. (1982). Mathematical modelling in the context of problem solving. *Mathematical Modelling*, 3, 215-219.
- OECD (2003). *The PISA 2003 assesment framework – mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Paris: OECD Publishing.
- Olkun, S., ve Toluk, Z. (2004). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık, Ertem Matbaacılık.
- Okur, S. (2008). *Students' strategies, episodes and metacognitions in the context of PISA 2003 mathematical literacy items*. (Unpublished master's thesis). Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Önder, A. (1999). *Yaşayarak öğrenme için eğitici drama*. İstanbul: Epsilon Yayıncılık
- Özcan, F. M. (2005). *İlköğretim ikinci kademedeki 6-7-8. sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejileri ve matematiksel modellemenin problem çözmedeki yeri ve önemi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 162147)
- Passarella, S.(2022) Supporting emergent modelling by implementing model eliciting activities: the case of 3D-Euclidean geometry, *Research in Mathematics Education*, 24:3, 347-366, DOI: 10.1080/14794802.2021.1994869

- Passarella, S. (2022) Emergent modelling to introduce the distributivity property of multiplication: a design research study in a primary school, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53:10, 2774-2796, DOI: 10.1080/0020739X.2021.1910869
- Polya, G. (1957). *How to solve it?- A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Polya, G. (1985). *How to solve it?* (2th ed.). USA: Princeton Universty Press.
- Posamentier, A. S. ve Krulik, S. (2009). *Problem solving in mathematics, grades 3–6: Powerful strategies to deepen understanding*. CA: Corwin.
- Posamentier, A. S. ve Krulik, S. (2016). *Matematikte problem çözme: 3-6. sınıflar için* (L. Akgün, T. Kar ve M. F. Öçal, çev. edt.). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Pusmaz, A. (2015). *Ortaokul matematik öğretiminde problem çözme, 2. Temel Eğitim Sempozyumu “Ortaokul Sorunları” bildiriler kitabı içinde* (s. 385-399). İstanbul.
- Ramnarain, U. (2014). Empowering educationally disadvantaged mathematics students through a strategies-based problem solving approach. *The Australian Educational Researcher*, 41(1), 43-57
- Reys, R. E., Lindquist, M. M., Lambdin, D. V., Smith, N., ve Suydam, M. N. (2007). *Helping children learn mathematics* (8th ed.). New York: John Wiley ve Sons.
- Robins, B. (1988). *Creative dramatics in the language arts classroom*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED368214). http://eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/1c/ac/9d.pdf. Erişim tarihi: 25.01.2000
- Rott, B., vd. (2021). A descriptive phase model of problem-solving processes, *Mathematics Education*, 53:737–752. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01244-3>
- Saeki, A., vd. (2025). The role of children’s analogies in the transfer of their knowledge in mathematical modelling processes, *Mathematics Education*, 57:425–440. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01675-2>
- Sandalcı, Y. (2013). *Matematiksel modelleme ile cebir öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmelerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi’nden edinilmiştir. (Tez No. 347224)
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, FL: Academic Press.
- Schoenfeld, A. H. (1992). “Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics”, *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, pp. 334-370.
- Schoenfeld, A. H. (1999). Looking toward the 21st century: Challenges of educational theory and practice. *Educational Researcher*, 28(7), 4-14.
- Schukajlow, S., Kaiser, G. ve Stillman, G. (2023). Modeling from a cognitive perspective: theoretical considerations and empirical contributions, *Mathematical Thinking and Learning*, 25:3, 259-269, DOI: 10.1080/10986065.2021.2012631

- Shahbari, J. A. (2025). Features of Digital Tools Utilized in Mathematical Modeling Process, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23:415–439. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10472-4>
- Shahbari, J. A. ve Tabach, M. (2020). Features of modeling processes that elicit mathematical models represented at different semiotic registers, *Educational Studies in Mathematics*, 105:115–135. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09971-2>
- Spooner, K. (2024). What does mathematical modelling have to offer mathematics education? Insights from students' perspectives on mathematical modelling, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 55:3, 615-627, DOI: 10.1080/0020739X.2021.2009052
- Stanic, G., ve Kilpatrick, J. (1988). Historical perspectives on problem solving in the mathematics curriculum. In R. I. Charles ve E. A. Silver (Eds.), *The teaching and assessing of mathematical problem solving* (pp. 1–22). Reston, VA: NCTM.
- Stender, P. (2017). The use of heuristic strategies in modelling activities, *ZDM*, 50:315–326. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0901-5>
- Stender, P. (2019). Heuristic strategies as a toolbox in complex modelling problems. In G. A. Stillman ve J. P. Brown (Eds.), *Lines of inquiry in mathematical modelling research in education* (pp. 197–212). Cham: Springer.
- Stender, P., ve Kaiser, G. (2017). The use of heuristic strategies in modelling activities. *Proceedings of CERME 10. (10th, Dublin, Ireland, February 1-5, 2017)* (pp. 1012-1019).
- Swan, M., Turner, R., Yoon, C., ve Muller, E. (2007). The roles of modelling in learning mathematics. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn ve M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (ICMI 14) (pp. 275-284). New York: Springer.
- Szabo, Z. K., vd. (2020). Examples of Problem-Solving Strategies in Mathematics Education Supporting the Sustainability of 21st-Century Skills, *Sustainability*, 12, 10113; doi:10.3390/su122310113
- Soneira, C., vd. (2023). Effect of algebraic language and problem text wording on problem model accuracy when solving age word problems, *Educational Studies in Mathematics*, 114:109–127. <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10236-x>
- Subaşı, M. ve Okumuş, K. (2017). Bir Araştırma Yöntemi Olarak Durum Çalışması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(2): 419-426.
- Şahin, A. A. (2007). *13 – 14 yaş grubu öğrencilerin problem çözme stratejilerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi’nden edinilmiştir. (Tez No. 177895)
- Şahin, S. (2019). *Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme problemi hazırlama becerilerinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.
- Şahin, S., Gürbüz, R., Doğan, M. F. ve Çavuş Erdem, Z. (2018). “Teachers’ Mathematical Modeling Competencies: Task Dimension”, *International Conference on Mathematics and Mathematics Education (ICMME-2018)*, Ordu.
- Taşpınar, Z. (2011). *İlköğretim 8. Sınıf öğrencilerinin matematik dersinde kullandıkları problem çözme stratejilerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim

Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 290709)

- Temel, H. (2018). *Problem çözme stratejilerinin matematiksel süreç becerilerine göre sınıflandırılması*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Toh, T. L. (2009). Arousing students' curiosity and mathematical problem solving. In B. Kaur, B. H. Yeap, ve M. Kapur (Eds.), *Mathematical problem solving* (pp. 241-262). Singapore: World Scientific.
- Topal, K. (2022). 8. Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme Stratejilerinin Öğretildiği Süreçte Matematik Okuryazarlıklarının İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Tural Sönmez, M. (2016). *Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Etkinlikleriyle Matematikselleştirme Süreçlerinin ve Finansal Okuryazarlıklarının İncelenmesi* (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Tural Sönmez, M. ve Erbaş, A. K. (2025). Seventh-grade students' understanding of risk and reward arising from mathematical modelling activities, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 56:4, 605-633, DOI:10.1080/0020739X.2023.2258881
- Ulu, M. (2011). *İlköğretim 5. Sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problemlerde yaptıkları hataların belirlenmesi ve giderilmesine yönelik bir uygulama*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uyar, Z. E. (2019). *Ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin matematiksel modellemede problem çözme stratejilerinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Üstündağ Pektaş, Y. (2017). *Ortaokul 8. Sınıf Matematik Ders Kitabı*. Ankara: Öğün Yayınları.
- Wallach, T. ve Even, R. (2005). "Hearing students: The complexity of understanding what they are saying, showing, and doing", *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(5), 393-417.
- Woodward, J., Beckmann, S., Driscoll, M., Franke, M., Herzig, P., Jitendra, A., ... ve 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. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED532215.pdf>
- Yavuz Mumcu, H. ve Baki, A. (2017). Matematiği Kullanma Aktivitelerinde Lise Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Yorumlanması, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(1), 7-33 doi: 10.7822/omuefd.327387
- Yazgan, Y., ve Arslan, Ç. (2017). *Matematiksel sıradışı problem çözme stratejileri ve örnekleri* (3. baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Yenmez, A. A. ve Erbaş, A. K. (2023). Facilitating a Sustainable Transformation of Sociomathematical Norms Through Mathematical Modeling Activities, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21:761-785. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10275-5>

- Yıldırım, U. (2019). *Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.
- Yiğit Koyunkaya, M. ve Dede, A. T. (2024). Using different digital tools in designing and solving mathematical modelling problems, *Education and Information Technologies*, 29:19035–19065 <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12577-3>
- Yin, R. (1984). *Case study research: design and methods*. (3. Basım). California: Sage Publications.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research Design and Methods* (3. Baskı). London: Sage Publications.
- Zawojewski, J. S. (2013). “Problem solving versus modeling”, *In Modeling students' mathematical modeling competencies*, pp. 237-243. Springer, Dordrecht.
- Zawojewski, J. S., ve Lesh, R. (2003). *A models and modeling perspective on problem solving*. In R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.). *Beyond constructivism: A models ve modeling perspective on mathematics problem solving, learning ve teaching* (pp. 317- 336). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

EKLER

Ek-1 Öğrenci Ön Bilgi Formu

ÖĞRENCİ ÖN BİLGİ FORMU

Ad- Soyad:

Okul:

Telefon Numarası:

1) Matematik dersindeki başarı durumunu nasıl yorumluyorsun? Matematik dersi karne notun nedir?

2) Matematik dersine karşı bir önyargın var mı? Varsa bu önyargın neden kaynaklanıyor olabilir?

3) Problem çözmeyi seviyor musun? Cevabını açıklayarak yazar mısın?

4) Matematiksel modelleme kavramını daha önce duydun mu? Duyduysan ne anlama geldiğini açıklayabilir misin? Duymadıysan anlamı hakkında tahminde bulunabilir misin?

5) Daha önce hiç matematiksel modelleme problemleri ile karşılaştın mı? Matematiksel modelleme problemi çözdüysen deneyimlerini paylaşır mısın? Bu problemler hangi özelliklere sahipti? Daha önce matematiksel modelleme problemi çözmediysen nasıl bir deneyim olabileceği hakkında fikrini belirtir misin?

Ek-2 Zeytin Yetiştiriciliği Problemi

ZEYTİN YETİŞTİRİCİLİĞİ



Kemal Bey, İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün tavsiyeleri doğrultusunda farklı parsellerde bulunan beşer dönümlük arazilerine dört farklı tür zeytin fidesi dikmiştir. Zeytin fideleri gelişimini tamamlayıp ürün vermeye başladığında her yıl topladığı zeytinleri birbirine karıştırmadan fabrikaya teslim etmektedir. Fabrika, teslim aldığı zeytinleri türlerini karıştırmadan sıkarak elde edilen zeytinyağının tamamını yine birbirine karışmayacak şekilde eşit hacimli tenekelere doldurarak Kemal Bey'e teslim etmektedir.

Son yapılan hasat sonucunda türlere göre fabrikaya teslim edilen zeytinlerin miktarı, zeytin türlerinin yağ oranları, zeytinyağlarının litre satış fiyatları ve temel giderler toplamı (budama, gübreleme, temizlik, toplama, nakliye) aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Zeytin Türü	Fabrikaya Teslim Edilen Zeytin Miktarı (kg)	Yağ Oranı (%)	Litre Satış Fiyatı (Türk lirası)	Temel Giderler Toplamı (Türk lirası)
A	7520	25	25	4600
B	9750	32	18	7300
C	8300	20	23	5500
D	9000	28	20	6400

Fabrika; 1 litre zeytinyağı sıkımı ücretini 2 TL, ebatına bakılmaksızın bir adet boş teneke ücretini 5 TL olarak belirlemiştir.

Kemal Bey'in toplam gelir-gider durumunu göz önünde bulundurarak hangi tür zeytin yetiştirmesinin daha uygun olacağı konusunda Kemal Bey'i ikna edecek bir açıklama yapınız.

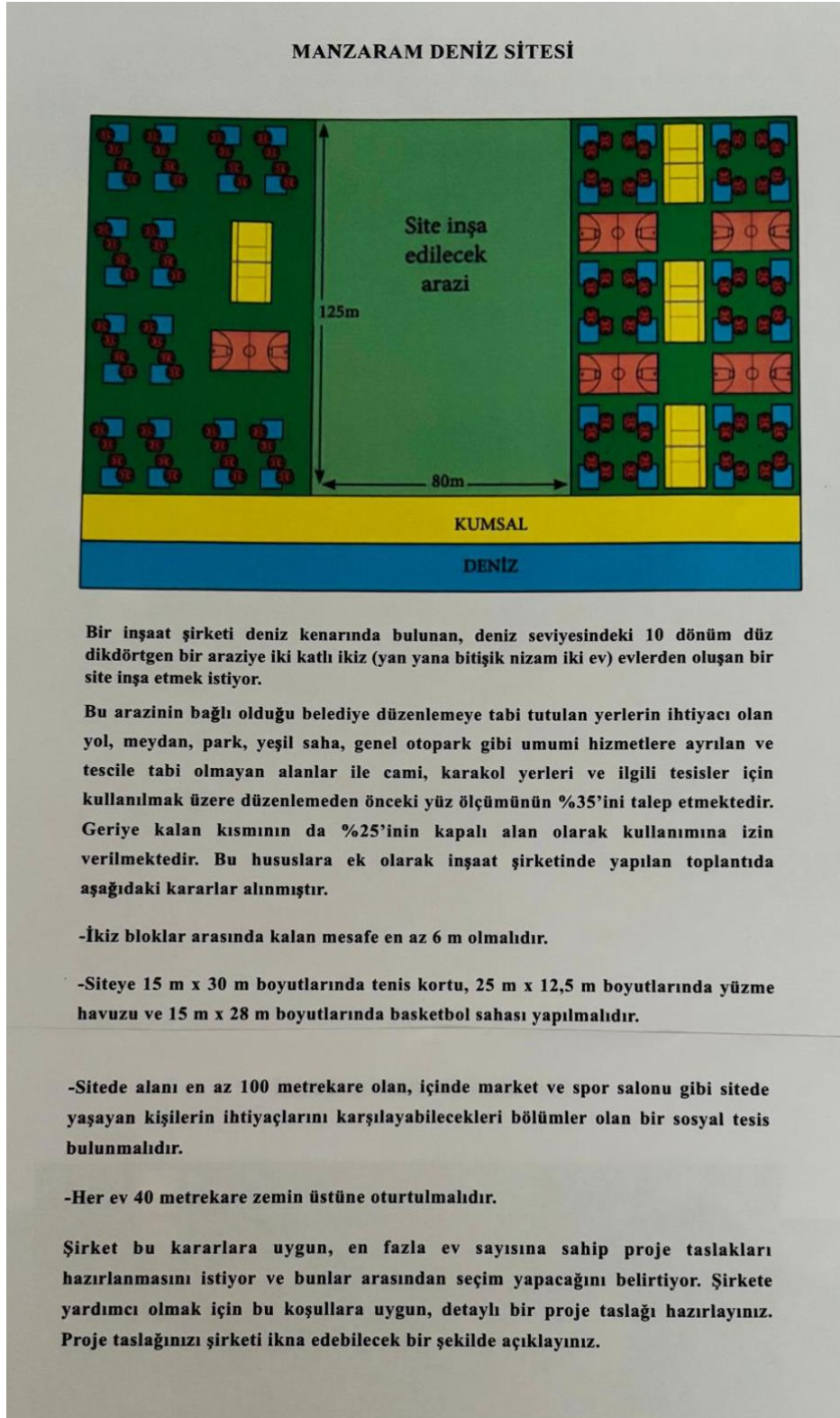
Ek-3 Saman Balyası Problemi

SAMAN BALYASI



Yukarıdaki şekilde en alt sırada 5 saman balyası bulunmaktadır. Bir üst sıraya geçildiğinde her defasında bir saman balyası eksilmektedir. En üstte bir saman balyası kaldığına göre tüm yığının yüksekliği ne kadardır? En iyi tahmininizi yapınız. Tahmininizi matematiksel işlemlerle açıklayıp düşüncelerinizi nedenleriyle ayrıntılı olarak yazınız.

Ek-4 Manzaram Deniz Sitesi Problemi

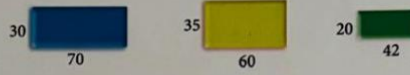


Ek-5 Havuz Problemi

HAVUZ



Selçuk Bey, çay bahçesine tabanı kare olan üç tane özdeş havuz yaptıracaktır. Selçuk Bey, her bir havuzun farklı renkte görünmesini istemiş ve havuzların tabanına döşenmesi için aşağıda cm cinsinden ölçüleri ve renkleri verilen fayansları seçmiştir.



Havuzun tabanında kullanılacak malzeme fiyatları 1. Tablo'da, bu işlemler için ödenecek işçilik ücretleri 2. Tablo'da verilmiştir.

1. Tablo

Malzemeler	Mavi Fayans 1 Adet	Sarı Fayans 1 Adet	Yeşil Fayans 1 Adet	1 Tüp Derz	1 Torba Yapıştırma Harcı
Fiyat (Türk Lirası)	50	55	18	20	35

2. Tablo

İşçilik	Mavi Fayans 1 Adet Kaplama	Sarı Fayans 1 Adet Kaplama	Yeşil Fayans 1 Adet Kaplama	1 Tüp Derz
Öcret (Türk Lirası)	9	8	5	10

Fayansların yapıştırma işlemi bittikten sonra fayansların birleşme kenarları derz ile kapatılarak su sızdırmaları önlenir.

-Bir tüp derz ile 2 metre uzunluğunda fayans aralığı birleştirilir.

-Bir torba fayans yapıştırma harcı ile 2 metre karelik alan yapıştırılır.

-Tabanlar tek renk olacaktır.

-Fayans aralarındaki boşluklar önemsizdir.

Selçuk Bey'e yaptıracığı en küçük kare tabanlı üç özdeş havuz için malzeme ve işçilik ücretlerini hesaplayarak bir fiyat teklifi veriniz. Fiyat teklifinizi Selçuk Bey'in anlayacağı bir şekilde açıklayınız.

Ek-6 El Heykeli Problemi

EL HEYKELİ



Bartın ili merkezinde Kemerköprü’de bir el heykeli yer almaktadır. Bu heykel 2012 yılında belediye tarafından hem şehrin daha görkemli görünmesini sağlamak hem de insanlara vatan sevgisini aşılamak amacıyla dikilmiştir.

İki el arasında havaya kaldırılmış Ay Yıldızlı Türkiye Haritası heykelinin yüksekliği ve kapladığı alan hakkında bir tahminde bulunabilir misiniz? En iyi tahmininizi yapınız.

Tahmininizi detaylı bir biçimde yazınız ve daha önce bu heykeli hiç görmeyen birinin anlayabileceği bir şekilde aktarınız.

VELİ İZİN BELGESİ

Sayın Veli;

Çocuğunuzun katılacağı bu çalışma, '8. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Süreçlerinin ve Kullandıkları Problem Çözme Stratejilerinin İncelenmesi' adıyla, 23.02.2024 ve 05.04.2024 tarihleri arasında yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Amacı: Yapılacak çalışmada, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerini ve matematiksel modelleme problemlerini çözerken kullandıkları problem çözme stratejilerini incelemek amaçlanmaktadır.

Araştırma Uygulaması: Matematiksel Modelleme Problemleri/ Gözlem/ Görüşme

Araştırma kurum yönetiminin izniyle gerçekleştirilmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamen gönüllülük esaslı olup çocuğunuz katılıp katılmama konusunda tamamen özgürdür. Araştırma, çocuğunuz için herhangi bir risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun bu araştırmaya katılımı sizin isteğinize bağlıdır, reddedebilir veya araştırmanın herhangi bir aşamasında araştırmadan ayrılabilirsiniz. Araştırmaya katılmama veya herhangi bir sebeple araştırmadan ayrılma durumunda çocuğunuzun akademik başarısı, kurum ve öğretmenleriyle olan ilişkileri etkilenmeyecektir.

Araştırmada öğrencilerin verdikleri cevaplar tamamen gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir. Öğrencilerden kimlik belirleyici herhangi bir bilgi istenmeyecektir.

Araştırma genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular içermemektedir. Ancak, uygulama esnasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden dolayı çocuğunuz kendisini rahatsız hissederse cevaplama işini yarıda bırakıp çıkmakta özgürdür. Bu durumda rahatsızlığın giderilmesi için gerekli yardım sağlanacaktır. Çocuğunuz araştırmaya katıldıktan sonra istediği an vazgeçebilir. Bu durumda, çalışmayı bırakmak istediğini söylemesi yeterli olacaktır. Çalışmaya katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek çocuğunuza hiçbir sorumluluk getirmeyecektir.

Onay vermeden önce sormak istediğiniz herhangi bir soru varsa sormaktan çekinmeyiniz. Araştırma bittikten sonra bana telefon veya mail yoluyla ulaşip soru sorabilir, sonuçlar hakkında bilgi isteyebilirsiniz.

Araştırmacı: Rabia Betül BORA

İletişim Bilgileri: Telefon Numarası:

Mail Adresi

*Velisi bulunduğum isimli öğrencinin
yukarıda açıklanan araştırmaya katılmasına izin veriyorum. (Lütfen formu
imzaladıktan sonra çocuğunuzla birlikte geri gönderiniz.)*

Ad- Soyad:

İmza:

Ek-8 Etik Kurul Onay Belgesi



T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu



Sayı : E-23688910-050.01.04-2300098839
Konu : Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik
Kurulu Onay Belgesi

25.09.2023

Protokol No:	2023-SBB-0534
Araştırmanın Başlığı:	8. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Süreçlerinin ve Kullandıkları Problem Çözme Stratejilerinin İncelenmesi
Proje Yürütücüsü:	Rabia Betül BORA
Başvuru Formunun Geliş Tarihi:	30.08.2023
Karar Tarihi:	21.09.2023
Toplantı No:	18

Başvuru dosyasında etik sorun oluşturabilecek sorular/maddeler, süreçler ya da unsurlar bulunmadığından 21.09.2023 tarihli ve 18 numaralı toplantıda 2023-SBB-0534 numaralı başvuruya araştırma için ETİK KURUL ONAY belgesinin verilmesine karar verilmiştir.

Belge Doğrulama Kodu: U3FU9DH

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi: <http://ubys.bartın.edu.tr/ERMS/Record/ConfirmationPage/Index>



Ek-9 Öğrenci Çözüm Kağıdı Örnekleri

basar obimile aori
4 ford, rogtin fiasa

1.1.12 208/12031 siliman 2 TL
605 fenete 5TL

hangj 207th dehe uygyu.

$$\text{En folia satis} = A$$

Handwritten text: *Handwritten text, possibly a signature or name, written vertically.*

an folda "ayingos" m/ldor = B

gas oven on fold down to

A	1880 Lf	49000 TL 20413	8855 TL 904
B	3220 Lf	56160 TL 50413	14310 TL 9145
C	1660 Lf	38180 TL 50413	9335 TL 9145
D	2500 Lf	50000 TL 20413	12065 TL 9145

$$\begin{array}{r} 40145 \\ \hline 558 \\ 000 \\ 000 \\ 010 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 511 \\ 56160 \\ 14320 \\ \hline 41840 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28945 \\ - 28180 \\ \hline 765 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9350 \\ \times 2109 \\ \hline 9350 \\ 18700 \\ \hline 197150 \end{array}$$

$$9350 \cdot \frac{32}{100} = 3120$$

$$\begin{array}{r} 8300 \overline{) 5} \\ \underline{-80} \\ 030 \\ \underline{1660} \end{array}$$

$$\frac{90}{2500} \times \frac{28}{100}$$

A = 38145 TC Leanos

$$\beta = 41800 \pi \text{ e20e,}$$

C = 28945 IL 102015

$O = 37975 \text{ TL karanç}$

$$\begin{array}{r} 95910 \\ 450000 \\ 12025 \\ \hline 37975 \end{array}$$

Manzaran Deniz Sitesi

9635 umumi alanlar

9025 kapalı alan

İkiz binalar arası mesafe 6m

Her ev 40m²

En az 100m² market - spor salonu → 500m² Tesis

En fazla ev olacak

15 x 30 → Tennis

25 x 12,5 → Havuz

5 x 28 → Basketbol

$$\begin{array}{r} \text{Arazi} \rightarrow 125 \\ \underline{80} \\ 000 \\ 10000 \text{ m}^2 \text{ Arazi} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Umumi Hizmet} \\ 100 \text{ kpb} \cdot 25 = 2500 \text{ m}^2 \\ \text{Kapalı Alan} \\ 100 \text{ kpb} \cdot \frac{25}{100} = 2500 \text{ m}^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Tennis} \\ 15 \\ \underline{30} \\ 45 \\ 450 \text{ m}^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Havuz} \\ 125 \\ \underline{25} \\ 625 \\ 250 \\ 3125 \text{ m}^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Basketbol} \\ 28 \\ \underline{15} \\ 430 \text{ m}^2 \end{array}$$

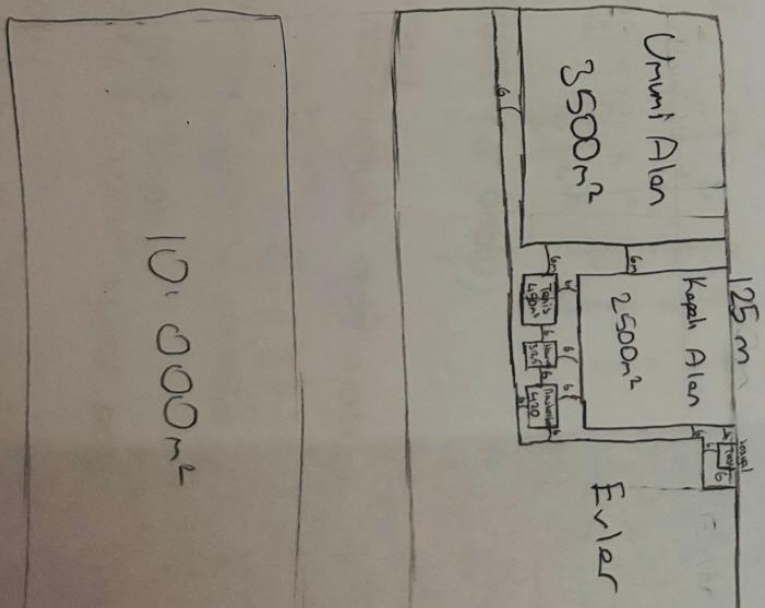
$$\begin{array}{r} \text{Spor Salonu} \\ 100 \text{ m}^2 \end{array}$$

Kullanılan

$$\begin{array}{r} 3500,0 \\ 2500,0 \\ 450,0 \\ 312,5 \\ 420,0 \\ \underline{100,0} \\ 7282,5 \text{ m}^2 \text{ kullanıldı} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10000,0 \\ \underline{7282,5} \\ 2717,5 \text{ m}^2 \text{ Ev için} \end{array}$$

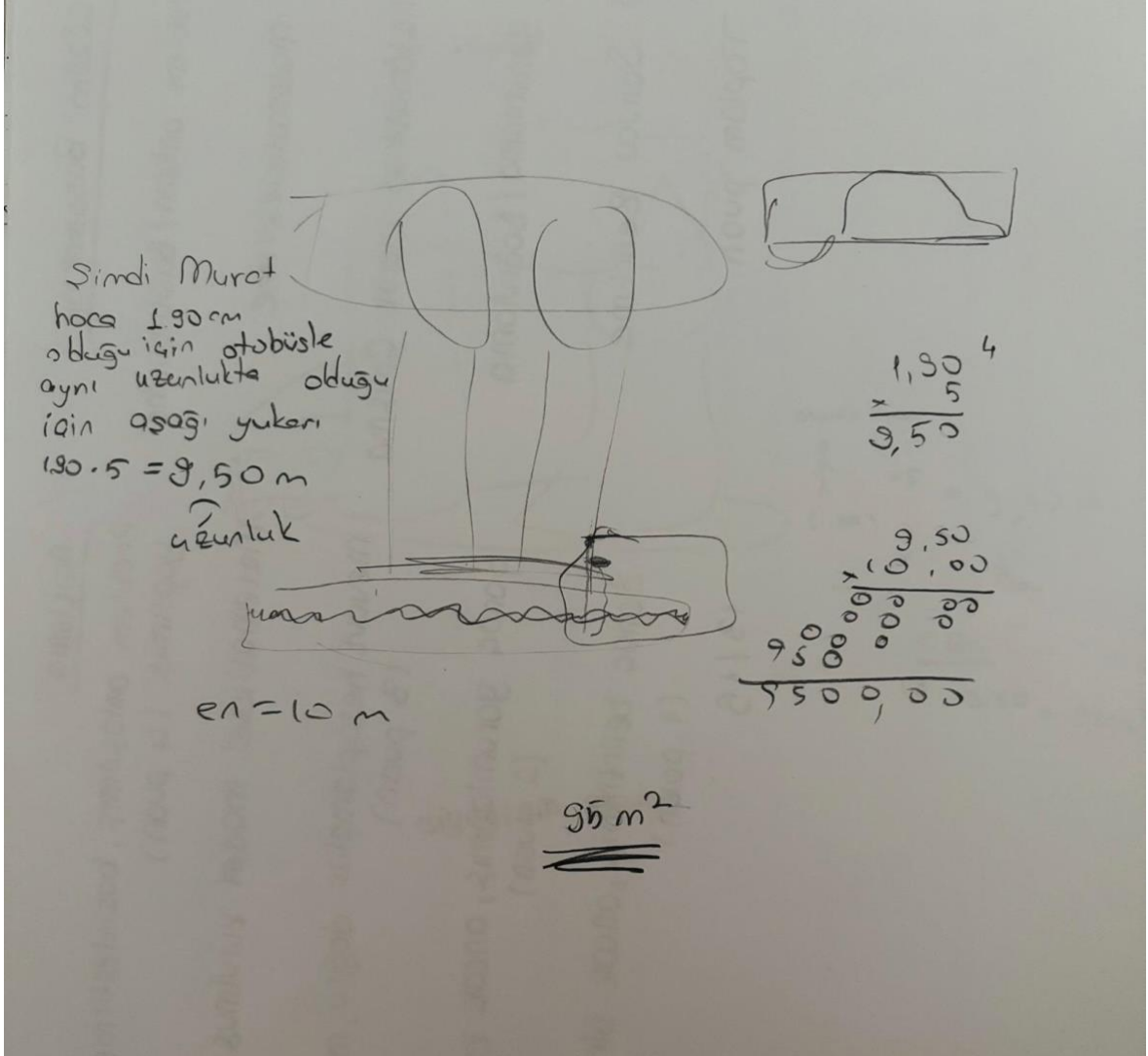
80

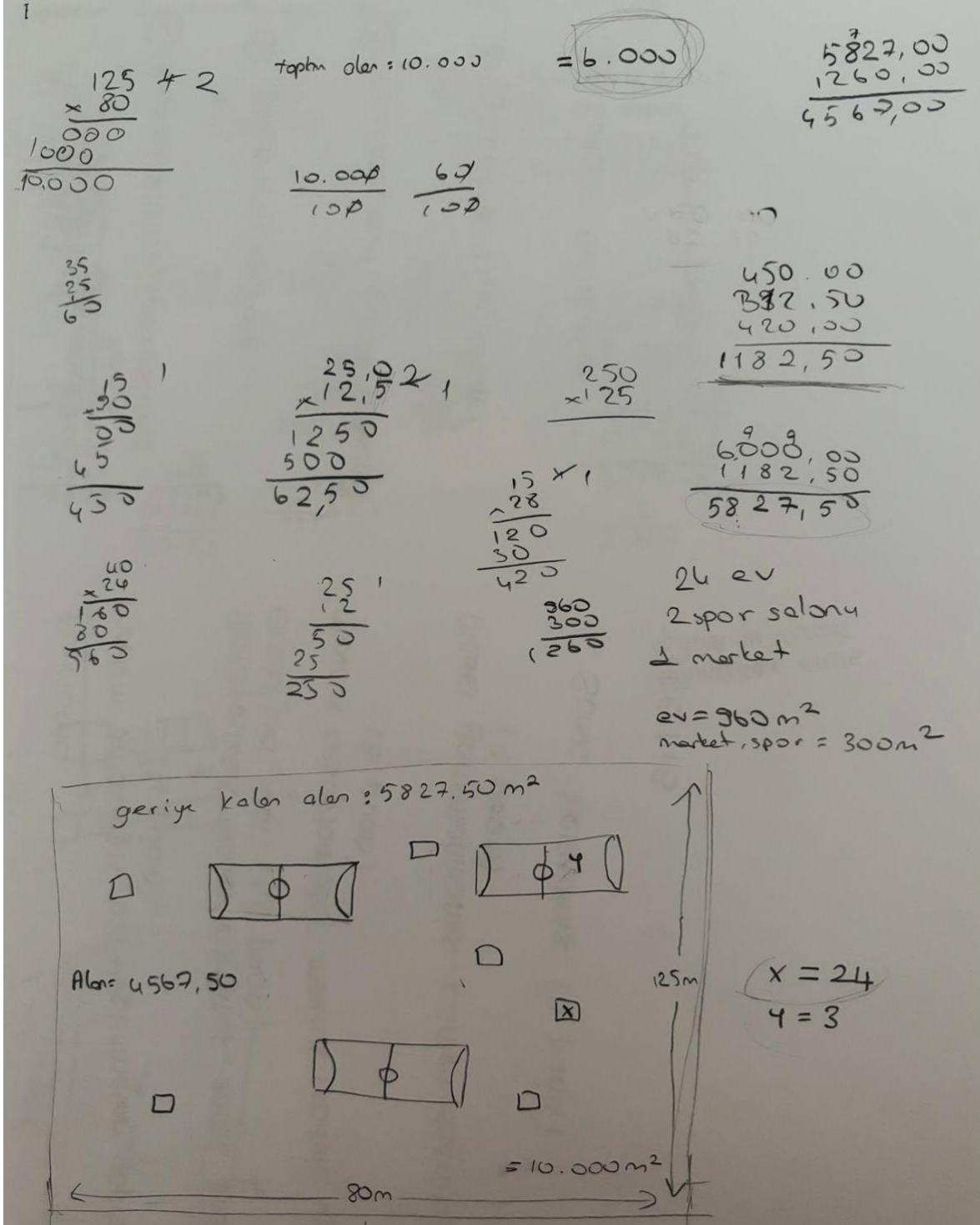


Heykəlin yerindəki arabağı boyunla kəsərləyərək ondan şarfa
 heykəlin üstünə kəçirərək araba kəsərləyəcəyi yeri dəyişindirir.
 arabanın boyunu 170 sm olaraq sayarsak u tənə gəlir yox
 burada fotostofetən hesablayarsak 650 sm olaraq çıxır. $170 \times 2 = 340$
 Aləmində 2 tənə arabağı yox yoxa kəçir hesabladım. və
 buradan aləmin 350 sm olaraq çıxır.

$$\begin{array}{r} 170 \\ \times 2 \\ \hline 340 \end{array}$$

$$340 + 10 = 350 \text{ m}$$





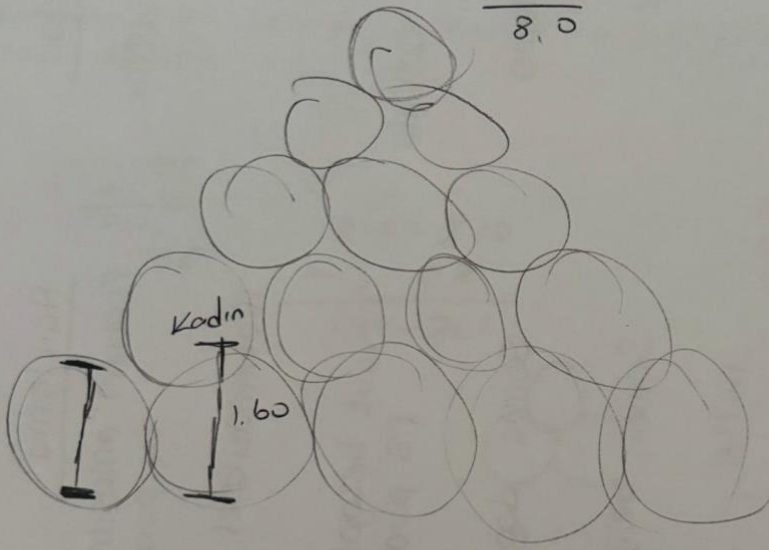
Kadının boyunu 1.60
olarak düşündüm ve
5 tane saman
olduğu için 5 ile
çarpım 8 metre çıktı.

$$\begin{array}{r} 1,6 \\ 1,6 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,603 \\ \times 5 \\ \hline 8,005 \\ \hline 3,005 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,63 \\ \times 5 \\ \hline 8,0 \end{array}$$

8 metre



Hafta 2 Problemi

Bir tıp derz $\rightarrow 2$ m kapaklı

Bir torba fayans kare $\rightarrow 2m^2$ ile

30	35	35	30	20	21	2
15	35	35	15	10	21	2
15	35	35	15	5	21	5
15	35	35	3	1	21	5
3	7	7	1	1	7	7
1	7	7	1	1	7	7

840 harzur

Maui

$$\begin{array}{r} 840 \cdot 840 \\ 1350 \cdot 840 \\ \hline 840 \end{array}$$

Derz Maui

$$\begin{array}{r} 336 \\ 109800m \end{array}$$

Toplam gereken derz kipi $\rightarrow 30$ ile carpı
Toplam alanı 2'ye böl. 35 ile carpı

$$\begin{array}{r} 168 \\ 840 \cdot 840 \\ \hline 840 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 336 \\ 1680 \\ 1008 \\ 117600m \end{array}$$

336.50 Tugla
336.55 Parası
840.18

$$\begin{array}{r} 168 \\ 336 \cdot 840 \\ \hline 840 \end{array}$$

336.9 Tugla
336.8
840.5

Yazıl

$$\begin{array}{r} 840 \cdot 840 \\ 110 \cdot 840 \\ \hline 840 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 840 \\ 1680 \\ 1008 \\ 16800m \end{array}$$

16800m

Bir sermen balyasının boyunu kereli boyuna göre hesapladığımızda ortalama bir insan boyunun altında kaldığını düşündük ortalama bir insan boyunun 170 santimetre olduğunu varsayarsak balyanın boyunu 80 santimetre olabilir. 5 sermen balyasında üst üste koyduğumuzda yukarıdaki sonuç uyarınca 400.

$$\begin{array}{r} 80 \\ \times 5 \\ \hline 400 \end{array}$$

Handwritten calculations and diagrams for a project involving three colors: Mavi (Blue), Sarı (Yellow), and Yeşil (Green).

Initial Calculations:

- Mavi: $70 \times 21000 = 1470000$
- Sarı: $60 \times 21000 = 1260000$
- Yeşil: $42 \times 84000 = 3528000$

Intermediate Calculations:

- $420 \times 420 = 176400$
- $4200 \times 14 = 58800$
- $4200 \times 35 = 147000$
- $4200 \times 10 = 42000$
- $4200 \times 12 = 50400$
- $4200 \times 21 = 88200$

Final Calculations:

- $1470000 + 1260000 + 3528000 = 6258000$
- $6258000 - 420000 = 5838000$
- $5838000 - 420000 = 5418000$
- $5418000 - 420000 = 5000000$
- $5000000 - 420000 = 4580000$
- $4580000 - 420000 = 4160000$
- $4160000 - 420000 = 3740000$
- $3740000 - 420000 = 3320000$
- $3320000 - 420000 = 2900000$
- $2900000 - 420000 = 2480000$
- $2480000 - 420000 = 2060000$
- $2060000 - 420000 = 1640000$
- $1640000 - 420000 = 1220000$
- $1220000 - 420000 = 800000$
- $800000 - 420000 = 380000$
- $380000 - 420000 = -40000$

Diagrams:

- A diagram showing a large rectangle divided into three horizontal sections labeled Mavi, Sarı, and Yeşil.
- A diagram showing a large rectangle divided into three vertical sections labeled Mavi, Sarı, and Yeşil.

Summary Table:

Tişçilik	Mavi	Sarı	Yeşil
adet	756	672	1050
TL	756TL	672TL	1050TL

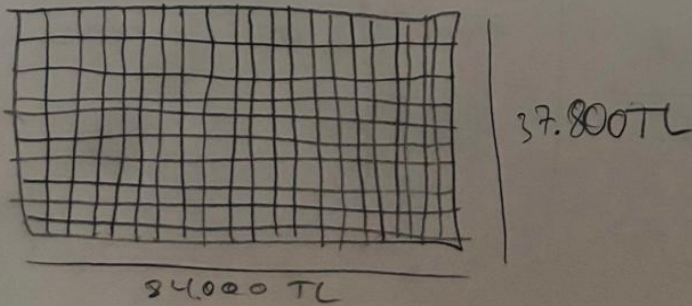
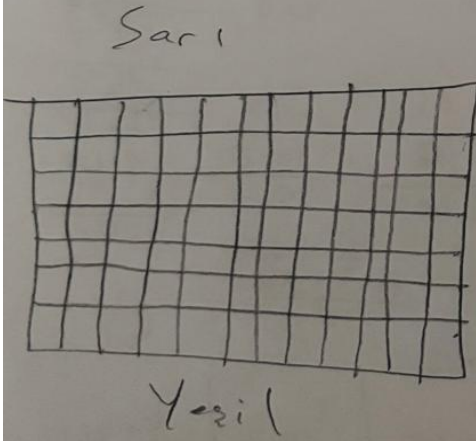
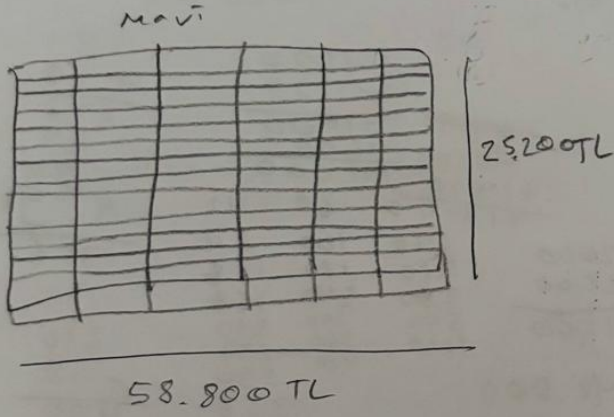
Used Materials Table:

Kullanılan	Fayanslar	
Mavi	Sarı	Yeşil
84 adet	84 adet	210
4200TL	4620TL	378

Derz Fiyatları

Mavi	Sarı	Yeşil
76.600 TL	71.400 TL	121.800 TL
		169.800

Harc
Toplam
441.000 TL



$$\begin{array}{r}
 169.800 \\
 441.000 \\
 4.200 \\
 4.620 \\
 3.780 \\
 256 \\
 672 \\
 1.050 \\
 + \\
 \hline
 625.978
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 76.600 \\
 71.400 \\
 + 121.800 \\
 \hline
 169.800 \\
 - 160 \\
 \hline
 0098 \\
 - 80 \\
 \hline
 1800
 \end{array}$$

muhakeme etme
diagram çizme
tablo yapma

84.000

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Rabia Betül Bora
Doğum Tarihi :

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği
Yüksek Lisans Öğrenimi :
Bildiği Yabancı Diller :

Bilimsel Faaliyet/Yayınlar : Bora, R. B. vd. (2021). İnfografik Uygulamasında Matematikçilerin Hayatlarına İlişkin Tasarlanan Posterlerle İlgili Öğretmen Görüşlerinin İncelenmesi. *ERPA International Congresses on Education 2021 'de sunulan tam metin bildiri.* (176-188), Bartın Üniversitesi.
Karaman Dünder, R. ve Bora, R. B. (2024). Analysis of middle school mathematics applications textbook activities based on model-eliciting principles. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 13(1), 84-99. <https://doi.org/10.14686/buefad.1299706>

Aldığı Ödüller :

İş Deneyimi

Stajlar : (2020) Özel Çatalca Özel Öğretim Kursu, Çatalca, İstanbul
(2021-2022) Bartın Fatih Ortaokulu, Bartın
(2021-2022) Bartın Cumhuriyet Ortaokulu, Bartın

Projeler ve Kurs Belgeleri : (2021) TÜBİTAK- BİDEB 2209-A ‘Dijital Öykülerle Matematiksel Alan Dilini Öğrenmeyen Kalmasın’ adlı proje
(2021) TÜBİTAK- BİDEB 2209-A ‘İnfografik Uygulamasında Matematikçilerin Hayatlarına İlişkin Tasarlanan Posterlerle İlgili Öğrenci ve Öğretmen Görüşlerinin İncelenmesi’ adlı proje
(2021) Etkin Kampüs tarafından düzenlenen Bartın Kişisel Gelişim Zirvesi’nde alınan ‘Yaratıcı Eğitimci Olmak’, ‘Psikolojik İlk Yardım’ ve ‘Etkili İletişim ve Beden Dili’ sertifikaları
(2021) Bartın Üniversitesi Sürekli Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi tarafından düzenlenen 8 saat süreli ‘Thinkercad ile 3 Boyutlu Tasarım ve Kodlama Eğitimi’ ile alınan MEB onaylı katılım belgesi

Çalıştığı Kurumlar : (2022-2023) Sınav İleri Kurs, Bartın
(2024-...) Oğuz Fen Bilimleri Özel Öğretim Kursu, Çatalca, İstanbul

Tarih : 27/08/2025 (Tez Savunma Tarihi)

