



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Matematik Eğitimi Bilim Dalı

**8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARI
DÜZEYLERİNE GÖRE MODEL OLUŞTURMA SÜREÇLERİNİN
İNCELENMESİ: ATATÜRK ANITI PROBLEMİ**

Yasin DUMAN

Danışman

Prof. Dr. Ali ERASLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Temmuz, 2019

TELİF HAKKI

2547 Sayılı Yükseköğretim Kanunu Ek Madde 40 hükümleri çerçevesinde (Ek: 22.2.2018–7100/10 md.) “*Lisansüstü tezler yetkili kurum ve kuruluşlar tarafından gizlilik kararı alınmadıkça, bilime katkı sağlamak amacıyla Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi tarafından elektronik ortamda erişime açılır.*”

Araştırmacılar tezlerin tamamı veya bir bölümünü yazarın izni olmadan ticari veya mali kazanç amaçlı kullanamaz, yayınlamaz, dağıtamaz ve kopyalayamaz. Ulusal Tez Merkezi Web Sayfasını kullanan araştırmacılar, tezlerden bilimsel etik ve atıf kuralları çerçevesinde yararlanırlar.

YAZARIN

Adı : Yasin

Soyadı : DUMAN

Bölümü : Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı – Matematik Eğitimi Bilim Dalı

İmza :

Teslim Tarihi : 04.07.2019

TEZİN

Türkçe Adı : 8. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı Düzeylerine Göre Model Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi: Atatürk Anıtı Problemi

İngilizce Adı : Examining the Model Eliciting Processes of 8th Grade Students According to Academic Achievement Levels: The Atatürk Monument Problem

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Yasin DUMAN

İmza:

KABUL VE ONAY

Yasin DUMAN tarafından hazırlanan “**8. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı Düzeylerine Göre Model Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi: Atatürk Anıtı Problemi**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi** Anabilim Dalı, **Matematik Eğitimi Bilim Dalı**’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ali ERASLAN

Matematik ve Fen Eğitimi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Hayal YAVUZ MUMCU

Matematik ve Fen Eğitimi, Ordu Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Ali ERASLAN

Matematik ve Fen Eğitimi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Rezan YILMAZ

Matematik ve Fen Eğitimi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Bu tezin **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi** Anabilim Dalı, **Matematik Eğitimi Bilim Dalı**’nda Yüksek Lisans tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Tarihi: __/__/____

Prof. Dr. Ali ERASLAN

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

(İmza ve Mühür)

"Sevgili eşim FATMA, Canım kızım GÖKÇE ve Değerli AİLEM' e ..."

TEŞEKKÜRLER

Mesleki ve eğitim hayatım boyunca akademik gelişimimde büyük emeği olan, tez çalışmam boyunca değerli vakitlerini bana ayırıp sabır ve özveriyle beni destekleyen kıymetli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Ali ERASLAN'a katkılarından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Jüri üyesi olarak davetimizi kabul eden ve sundukları görüşlerle ve yapıcı değerlendirmeleri ile çalışmama ışık tutan Dr. Öğr. Üyesi Rezan YILMAZ ve Dr. Öğr. Üyesi Hayal YAVUZ MUMCU'ya; ayrıca desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli yüksek lisans arkadaşım Matematik Öğretmeni Fuat GÜMRÜKÇÜ'ye teşekkür ediyorum.

Hayatımın her anında desteklerini arkamda hissettiğim, başarılarıma benden çok sevinen başta annem ve babam olmak üzere değerli AİLEM'e ve her zaman yanımda olan SEVGİLİ EŞİM'e çok teşekkür ediyorum.

Yüksek Lisans tezimi SEVGİLİ EŞİM FATMA, CANIM KIZIM GÖKÇE ve DEĞERLİ AİLEM'e armağan ediyorum.

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO. EGF. 1904. 18. 003 proje numarası ile desteklenmiştir.

**8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARI
DÜZEYLERİNE GÖRE MODEL OLUŞTURMA SÜREÇLERİNİN
İNCELENMESİ: ATATÜRK ANITI PROBLEMİ**

Yüksek Lisans Tezi

Yasin DUMAN

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz, 2019

ÖZ

Bu araştırma model oluşturma etkinlikleri yardımıyla, 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarı düzeylerine göre model oluşturma süreçlerinin incelenmesi ve eğer varsa bu süreçlerindeki farklılıkların nedenleriyle birlikte ortaya konulmasını amaçlamaktadır. Araştırma Karadeniz bölgesinde, büyük bir ilin ilçe merkezinde bulunan bir devlet ortaokulunda gerçekleştirilmiş nitel bir çalışmadır. Araştırmaya katılan çalışma grubu, 2017–2018 eğitim–öğretim yılında bir devlet ortaokulunun 8. sınıf öğrencileri arasından amaçlı örnekleme ile seçilerek oluşturulmuştur. Mevcudu 22 öğrenci olan sınıftan üçerli gruplar, öğrencilerin akademik başarı düzeyleri doğrultusunda oluşturulmuştur. Araştırmacı altı hafta boyunca seçmeli Matematik Uygulamaları dersinde öğrencilere her hafta farklı bir model oluşturma etkinliği vererek ön çalışma sürecini gerçekleştirmiştir. Ön çalışmanın ardından sınıftaki gruplardan ikisi *üst-grup* ve *alt-grup* olmak üzere *ölçüt örnekleme* yöntemi ile belirlenmiştir. Seçilen her iki odak gruba model oluşturma etkinliği olan *Atatürk Anıtı Problemi* verilerek üzerinde çalışmaları istenmiş ve tüm süreç video ile kayıt altına alınmıştır. Video kayıtları çözümlendikten sonra öğrencilerin çalışma kâğıtlarıyla beraber Blum ve Ferri'nin modelleme döngüsü kullanılarak analiz

edilmiştir. Araştırma sonuçlarında her iki performans grubunun ortaya koyduğu modeller, kullanılan yöntem bakımından farklılık göstermiştir. Diğer taraftan, her iki grup da metin ve resim şeklinde sunulan bilgiyi okuma ve yorumlama, varsayımda bulunma, elde edilen verilerden model oluşturma, grup çalışması yapabilme ve çalışmanın sonunda ulaştıkları sonuçları yazılı ve sözlü paylaşabilme becerilerini başarılı bir şekilde ortaya koyabilmişlerdir.

Anahtar Kelimeler : Model Oluşturma Etkinlikleri, Ortaokul Öğrencileri, Matematiksel Modelleme, Model Oluşturma Süreçleri, Atatürk Anıtı Problemi

Sayfa Sayısı : 205

Danışman : Prof. Dr. Ali ERASLAN

**EXAMINING THE MODEL ELICITING PROCESSES OF 8th
GRADE STUDENTS ACCORDING TO ACADEMIC
ACHIEVEMENT LEVELS: THE ATATÜRK MONUMENT
PROBLEM**

MS Thesis

Yasin DUMAN

ONDOKUZ MAYIS UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

July, 2019

ABSTRACT

In this research, it is aimed to examine the model eliciting processes according to academic achievement levels of 8th grade students with the help of model eliciting activities and to reveal the differences in these processes with the reasons if any. The research is a qualitative study conducted in a state middle school located in the district center of a large province in the Black Sea region. The study group was chosen by means of purposive sampling among the 8th grade students of a public middle school in the academic year of 2017–2018. A total of 22 students in the classroom are divided into three groups according to their academic achievement levels. The researcher carried out the preliminary study in the elective Mathematics Applications course for six weeks by giving students a different model eliciting activity in each week. After the preliminary study, two of the groups in the class were determined as a group of 'upper' and 'lower' by the criterion sampling method. Both selected focus groups were asked to work on the *Atatürk Monument Problem* which is a model eliciting activity and the whole process was recorded with video. Transcriptions of the video records were analyzed with students' working papers using the modeling cycle of Blum and Ferri. The results of the research showed that the models presented by the two performance groups differed in terms of the method used. On the other hand, both groups have been successfully able to read and interpret the information presented in the form of text and pictures, to make

assumptions, to make models from the data obtained, to make group work and to be able to share their results written and verbally at the end of the study.

Key Words : Model Eliciting Activities, Middle School Students, Mathematical Modeling, Model Eliciting Processes, Atatürk Monument Problem

Number of Pages : 205

Advisor : Prof. Dr. Ali ERASLAN



İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI.....	II
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	III
KABUL VE ONAY	IV
TEŞEKKÜRLER	VI
ÖZ.....	VII
ABSTRACT.....	IX
İÇİNDEKİLER	XI
TABLolar LİSTESİ.....	XIV
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XV
SİMGELER VE KISALTMALAR	XVIII
BİRİNCİ BÖLÜM.....	19
I. GİRİŞ.....	19
1.1 Araştırmanın Amaç ve Önemi	22
İKİNCİ BÖLÜM.....	24
II. KURAMSAL ÇERÇEVE	24
2.1 Model ve Modelleme.....	24
2.2 Matematiksel Modelleme	27
2.3 Model Oluşturma Etkinliği.....	29
2.3.1 Gerçeklik Prensibi	31
2.3.2 Model Oluşturma Prensibi.....	31
2.3.3 Öz Değerlendirme Prensibi.....	31
2.3.4 Yapı Belgelendirme Prensibi	32
2.3.5 Model Genelleme Prensibi	32
2.3.6 Etkili Prototip Prensibi	32
2.4 Matematiksel Modelleme Perspektifleri	32
2.4.1 Gerçekçi veya Uygulamalı Modelleme.....	33
2.4.2 Epistemolojik veya Teorik Modelleme	33
2.4.3 Eğitimsel Modelleme.....	34
2.4.4 Bağlamsal Modelleme.....	34
2.4.5 Sosyo – Eleştirel Modelleme.....	35
2.4.6 Bilişsel Modelleme.....	35
2.5 Matematiksel Modelleme Süreçleri	36
2.6 Model Oluşturma Etkinlikleri ve Grup Çalışmasının Önemi.....	49

2.7 Model Oluşturma Etkinlikleri ve Öğretmenin Rolü	53
2.8 İlkokul ve Ortaokul Matematik Müfredatında Modellemenin Yeri ve Önemi	55
2.9 Yirmi Birinci Yüzyıl Becerileri ve Model Oluşturma Etkinlikleri	58
2.10 Matematik Okuryazarlığı ve Model Oluşturma Etkinlikleri.....	63
2.11 İlgili Araştırmalar	66
2.11.1 İlkokulda (1 – 4) Matematiksel Modelleme ve Model Oluşturma Etkinlikleri.....	67
2.11.2 Ortaokulda (5 – 8) Matematiksel Modelleme ve Model Oluşturma Etkinlikleri.....	76
2.12 Araştırma Soruları	97
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	98
III. YÖNTEM.....	98
3.1 Araştırmanın Türü ve Deseni.....	98
3.2 Araştırma Grubu.....	98
3.3 Ön Çalışma ve Uygulama Süreci	99
3.3.1 Örnek Etkinlik 1: Büyük Ayak Problemi.....	102
3.3.2 Örnek Etkinlik 2: Saman Balyası Problemi	104
3.3.3 Örnek Etkinlik 3: Voleybol Problemi	107
3.3.4 Örnek Etkinlik 4: Yaz İşi Problemi	109
3.3.5 Örnek Etkinlik 5: Suç Problemi	111
3.3.6 Örnek Etkinlik 6: Fasulye Problemi	113
3.4 Asıl Uygulama ve Odak Grupların Seçimi.....	116
3.5 Veri Toplama Araçları.....	118
3.5.1 Model Oluşturma Etkinliği: Atatürk Anıtı Problemi	118
3.6 Veri Toplama Yöntemi.....	119
3.7 Verilerin Analizi	120
3.8 Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği.....	121
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	125
IV. BULGULAR	125
4.1 Alt Performans Grubuna İlişkin Bulgular.....	125
4.1.1 Model Oluşturma Süreçleri	125
4.1.2 Alt Performans Grubuna Ait Süreç Analizi.....	142
4.2 Üst Performans Grubuna İlişkin Bulgular	145
4.2.1 Model Oluşturma Süreçleri	145
4.2.2 Üst Performans Grubuna Ait Süreç Analizi	166
4.3 Alt ve Üst Performans Gruplarının Karşılaştırılması	168

BEŞİNCİ BÖLÜM	174
V. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER	174
5.1 Sonuç ve Tartışma	174
5.2 Öneriler	179
KAYNAKÇA	182
EKLER	191



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: 21. Yüzyıl Becerileri (4C) ve Model Oluşturma Etkinlikleri	62
Tablo 2: Ön Çalışmada Kullanılan Model Oluşturma Etkinliklerinin Uygulama Planı Çerçevesi.....	101
Tablo 3: Grupların Model Oluşturma Etkinlikleri Üzerinde Aşamalara Göre Çalışma Süreleri.....	102
Tablo 4: Araştırma Gruplarına Ait Bilgiler.....	117



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Kavramsal Sistemlerin Çeşitli Temsili Medyalara Dağılımı (Lesh ve Doerr, 2003)	25
Şekil 2: Modelleme Döngüsünün Takip Ettiği Adımlar (Lesh ve Doerr, 2003).....	26
Şekil 3: Modelleme Sürecinin Yapısı (Müller ve Witmann, 1984)	38
Şekil 4: Modellemedeki Temel Basamaklar (Mason, 1988).....	39
Şekil 5: Modelleme Döngüsü (Berry ve Davies, 1996)	40
Şekil 6: Modelleme Süreci (Doerr, 1997)	40
Şekil 7: Matematiksel Modelleme Döngüsü (Abrams, 2001).....	41
Şekil 8: Modelleme Süreci (Lester ve Kehle, 2003).....	42
Şekil 9: Matematikselleştirme Döngüsü (OECD, 2003).....	43
Şekil 10: Matematiksel Modelleme Sürecindeki Temel Etkenler (Blomhøj ve Jensen, 2006)	45
Şekil 11: Matematiksel Modelleme Süreci Akış Diyagramı (Voskoglou, 2006)	45
Şekil 12: Bilişsel Perspektif Altında Modelleme Süreci (Borromeo Ferri, 2006)	46
Şekil 13: Matematiksel Modelleme Süreci (Cheng, 2010)	47
Şekil 14: Modelleme Problemleri İçin Dört Aşamalı Çözüm Planı (Blum ve Ferri, 2009; aktaran Eraslan, 2011)	48
Şekil 15: Öğrencilerin Grup Çalışması Sırasında Oturma Şekilleri.....	52
Şekil 16: Öğretmenin Model Oluşturma Etkinliği Çalışmaları Sırasındaki Doğru ve Yanlış Konumu	53
Şekil 17: 21. Yüzyıl Becerileri Çerçevesi (Partnership For 21st Century Learning, 2007)	59
Şekil 18: 21. Yüzyıl Becerileri (4C)	60
Şekil 19: Matematik Okuryazarlığı Değerlendirme Çerçevesinin Genel Özellikleri (PISA, 2015)	64
Şekil 20: Ön Çalışma Sınıfının Yapısı	100
Şekil 21: Veri Toplanan Sınıfın Yapısı ve Oturma Düzeni	119
Şekil 22: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Birinci Varsayımı (Araştırmacı Tarafından Çizilmiştir.)	129
Şekil 23: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait İkinci Varsayımı (Araştırmacı Tarafından Çizilmiştir.)	130
Şekil 24: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait İkinci Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler.....	132
Şekil 25: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Birinci Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler	132
Şekil 26: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İkinci Görevine Ait Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler.....	135
Şekil 27: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İkinci Görevine Ait Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler.....	137

Şekil 28: Alt–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İkinci Görevine Ait Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler.....	138
Şekil 29: Alt–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Raporları.....	140
Şekil 30: Alt–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Çalışma Kâğıtları (Üst Görsel)	140
Şekil 31: Alt–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Çalışma Kâğıtları (Sol Alt Görsel)	141
Şekil 32: Alt–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Çalışma Kâğıtları (Sağ Alt Görsel).....	141
Şekil 33: Alt–Performans Grubu Öğrencilerine Ait Model Oluşturma Sürecinde Takip Edilen Aşamalar	145
Şekil 34: Üst–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Birinci Varsayımı (Araştırmacı Tarafından Çizilmiştir.)	148
Şekil 35: Üst–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Birinci Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler	149
Şekil 36: Üst–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Birinci Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler	151
Şekil 37: Üst–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Birinci Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler	152
Şekil 38: Üst–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait İkinci Varsayımı (Araştırmacı Tarafından Çizilmiştir.)	153
Şekil 39: Üst–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait İkinci Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler.....	154
Şekil 40: Üst–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait İkinci Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler.....	155
Şekil 41: Üst–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İkinci Görevine Ait Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler.....	157
Şekil 42: Üst–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İkinci Görevine Ait Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler.....	158
Şekil 43: Üst–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Üçüncü Varsayımı (Araştırmacı Tarafından Çizilmiştir.)	160
Şekil 44: Üst–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Üçüncü Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler	161
Şekil 45: Üst–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Üçüncü Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler	163

Şekil 46: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Raporları.....	164
Şekil 47: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Çalışma Kâğıtları (Üst Görsel)	164
Şekil 48: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Çalışma Kâğıtları (Sol Alt Görsel)	165
Şekil 49: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Çalışma Kâğıtları (Sağ Alt Görsel).....	165
Şekil 50: Üst-Performans Grubu Öğrencilerine Ait Model Oluşturma Sürecinde Takip Edilen Aşamalar	168



SİMGELER VE KISALTMALAR

MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
YÖK	Yükseköğretim Kurulu
PISA	Programme for International Student Assessment
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ICME	International Congress on Mathematical Education

BİRİNCİ BÖLÜM

I. GİRİŞ

21. yüzyıl dünyasında bilim ve teknolojide yaşanan gelişmeler bilginin her alanda hızla değişmesine ve bilgiye olan ihtiyacın sürekli artmasına neden olmuştur. Bilim ve teknolojide yaşanan bu hızlı değişim, bireylerin ve toplumun değişen ihtiyaçları, öğrenme-öğretme kuram ve yaklaşımlarındaki yenilik ve gelişmeler bireylerden beklenen rolleri de doğrudan etkilemiştir. Öğrencilerin dünyadaki tüm bu değişim ve gelişmelerle beraber ilerlemeleri, aynı zamanda bu gelişime yön verebilmeleri konusunda çeşitli çalışmalar yapılmakta ve bireylerin bir dünya vatandaşı olarak hangi becerilere sahip olmaları gerektiği konusunda öneriler sunulmaktadır. Günümüzde özellikle, 21. yüzyıl becerileri olarak nitelendirilen eleştirel düşünme ve problem çözme, iletişim, iş birliği ve yaratıcılık gibi becerilerin üzerinde önemle durulmaktadır. Söz edilen bu beceriler, yaşam boyu öğrenmenin ve yaratıcı düşünmenin anahtarı olarak kabul edilmektedir (Trilling ve Fadel, 2009; aktaran Yalçın, 2018).

Dünyadaki tüm bu gelişmelerle beraber eğitimin rolü değişmekte ve eğitim programları çağın gerektirdiği şekilde yeniden yapılandırılmaktadır. Birçok ülkede araştırmacılar, okullarında yetişen öğrencilerin okul dışındaki hayatlarında ve ilerideki mesleki yaşamlarında karşılaştıkları gerçek hayat problemlerini çözme noktasında ne kadar hazırlıklı olduklarını sorgulamaya başlamışlardır (English, 2006 ve Mousoulides, 2007). Matematik eğitiminin hedefleri göz önüne alındığında günümüzde sadece rutin matematiksel işlem süreçlerini ezberlemek ve bunu benzer problem durumlarına uygulamak yeterli değildir (Lesh ve Zawojewsky, 2007). Matematik öğretiminin amacı, öğrencilere günlük yaşamın gerektirdiği matematiksel bilgi ve becerileri kazandırmak, problem çözmeyi öğretmek ve olayları problem çözme yaklaşımı içinde ele alan bir düşünme biçimi kazandırmaktır (Altun, 2015). Dolayısıyla matematik eğitim programları da bireylere yeni bilgiler kazandırma amacının yanında, kazandırdığı bilgileri kullanabilme, yaşama aktarma ve yeni

durumlara uyarlama hedefleri doğrultusunda şekillenmektedir. Bu yüzden öğrencilerin, matematiksel düşünce ve yeni kavram oluşturma gelişimini sağlayan karmaşık problem durumlarıyla karşılaşmaları ve bu konuda deneyim sahibi olmaları sağlanarak; onları okulun ötesinde, geleceğine hazırlamak önem arz etmektedir (Lesh ve Zawojewsky, 2007).

Dünyadaki değişim ve gelişmeler çerçevesinde matematik öğretim programlarımız, 2017 yılında yeniden şekillendirilmiş ve matematiksel yetkinlik kavramı kullanılmıştır. Matematiksel yetkinlik, günlük hayatta karşılaşılan bir dizi problemi çözmek için matematiksel düşünme tarzını geliştirme ve uygulama olarak ifade edilmektedir (MEB, 2018). Ayrıca programda dünyada yaşanan gelişim ve değişimlerin ortaya çıkardığı yeni problemlerin çözümü için; matematiğe değer veren, matematiksel düşünme gücü gelişmiş, *matematiği modelleme* ve *problem çözümede etkili* bir şekilde kullanabilen bireylere her zaman olduğundan çok daha fazla ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (MEB, 2018). Dolayısıyla öğrencilere ileri düzeyde düşünme becerisi kazandırabilmek amacıyla yeni öğretim programı, matematik dersinde matematiği günlük yaşamla ilişkilendirerek problem çözmeye ve matematik eğitiminde *modellemenin* yer almasına önem vermektedir. Özellikle başta Hollanda ve Almanya gibi ülkelerde matematik eğitimcileri, öğretim programlarında problem çözümenin yanı sıra *matematiksel modellemeye* özel olarak yer vererek öğrencilerinin PISA çalışmalarındaki performanslarının üst sıralara yükselmesini sağlamışlardır (Spandaw ve Zwaneveld, 2009).

PISA (Programme for International Student Assessment) ise öğrencilerin matematiğin dünyada oynadığı rolü belirleme ve anlama kapasitesini; öğrencilerin matematiksel bilgilerini karşılayabilecekleri birçok farklı durum ve içerikte, işlevsel şekilde kullanabilme yeteneğini ölçmektedir. PISA sınavı testleri, öğrencilerin *matematik okuryazarlığını* ölçen en önemli göstergelerden biridir. *Matematik okuryazarlığı* ise bireyin; dünyada matematiğin oynadığı rolü fark etmesine ve anlamasına, sağlam temellere dayanan yargılara ulaşmasına, yapıcı, ilgili, duyarlı bir vatandaş olarak kendi ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde matematiği kullanmasına yardımcı olmaktadır (MEB, 2011). Matematik okuryazarlığı alanında öğrencilerin; yaşamında matematiği gerektiği şekilde kullanma, gerçek yaşam durumlarıyla

matematik arasındaki ilişkiyi kurma, karşılaştığı problemlere farklı çözüm yolları üretme, analitik düşünceye sahip, akıl yürütme ve ilişkilendirme becerileri ölçülmektedir (MEB, 2018).

PISA 2015 Ulusal Raporu'nda, ülkemiz öğrencilerinin OECD ülkeleri ortalamasının altında bir değerde olduğu, yani ağırlıklı olarak rutin problem çözme aşamalarının yer aldığı 1. düzeyde kaldığı ve aynı zamanda ülkemizin alt düzeyde yer alan öğrenci oranının arttığı, üst düzeyde yer alan öğrenci oranının ise azaldığı belirtilmektedir (MEB, 2018). Dolayısıyla bu rapor, üst düzey düşünme basamaklarının yer aldığı 5. ve üst düzeylerdeki öğrenci yüzdeleri incelendiğinde, ülkemiz öğrencilerinin;

- *Karmaşık problem durumlarıyla başa çıkabilme,*
- *Üst düzey düşünebilme,*
- *Problem durumlarıyla ilgili kavramlar oluşturabilme,*
- *Genellemeler yapabilme ve bunları kullanabilme,*
- *Karmaşık durumlarla ilgili modeller geliştirip kullanabilme, bunlarla ilgili sınırlılıkları görebilme,*
- *Varsayımlarda bulunabilme,*
- *Modellerle ilgili karmaşık problemlerle çalışırken yararlanılabilecekleri nitelikteki stratejileri seçebilme, karşılaştırabilme ve değerlendirebilme,*
- *Kapsamlı, iyi gelişmiş düşünme ve muhakeme becerilerini, yaptıkları işlemler üzerine derinlemesine düşünebilme, yorumlarını ve muhakemelerini formüle ederek başkalarına anlatabilme becerilerinin yeterli düzeyde olmadığını ortaya koymaktadır.*

Gerçek yaşam durumlarıyla matematik arasında ilişki kurma, problemlere farklı çözüm yolları üretme, akıl yürütme ve analitik düşünce ortaya koyma gibi becerilerin gerektirdiği durumlarla karşılaşma olasılığının giderek arttığı günümüz dünyasında öğrencilere farklı şekilde yorumlamalarını gerektiren matematiksel durumlarla çalışabilmelerini sağlayacak deneyimlerin kazandırılması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda söz konusu yeteneklerin öğrencilere kazandırılması amacıyla *modelleme* yaklaşımına uygun ve çözümünü bir *matematiksel modelleme* içeren *model oluşturma etkinliklerinden* faydalanmak günümüz bireylerinin istenen becerilerle

yetiştirilmesine yardımcı olacaktır (Blum ve Niss, 1991; English ve Watters, 2005; Lesh ve Doerr, 2003). Matematik eğitimcilerini *matematiksel modelleme* yöneltin temel neden ise geleneksel yöntemlerin ve problem çözme etkinliklerinin, öğrencilerin matematiksel bilgisini günlük yaşama aktarma, matematiksel düşünme ve problem çözme becerisini geliştirmede yetersiz kaldığını düşünmeleridir (Mousoulides, Christou ve Sriraman, 2006).

Matematiksel modelleme, en genel anlamıyla gerçek hayattan bir durumun matematiksel olarak ifade edilme sürecidir (Kertil, 2008). *Model oluşturma etkinlikleri* ise, matematiksel bir model oluşturulmasını gerektiren gerçek yaşamdan problem çözme etkinlikleri olarak tanımlamaktadır (Lesh ve Yoon, 2004; aktaran Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014).

Sriraman ve Lesh (2006), öğrencilerin aktif olarak katıldığı gerçek yaşam durumlarını temsil eden karmaşık problemlerin çözümünde *matematiksel model* ve *modelleme* yaklaşımından faydalanılması gerektiğini; English (2006) ise öğrencilerin yaratıcı ve üst düzey düşünme deneyimleri elde etmesi için *modelleme* problemlerinin iyi bir araç olduğunu ifade etmektedir. Niss, Blum ve Galbraith (2007) de *matematiksel modellemenin*, öğrencilere matematiğin sınıfın dışında da kullanılabileceğini göstermesiyle; onlarda matematiğin doğası ve rolü hakkında daha zengin bir fikir oluşturduğunu belirtmektedir. Ayrıca *matematiksel modellemenin*, öğrencilerin matematiğe karşı tutum ve inançlarının şekillenmesine yardım ettiğini, matematiğe karşı ilgilerini artırarak onlara matematiği farklı alanlarda kullanabilme kapasitesi kazandırdığını vurgulamışlardır (Niss, Blum ve Galbraith, 2007). Dolayısıyla, *matematiksel modelleme* ve *model oluşturma etkinliklerinin* matematiğin gerçek hayatla ilgili uygulamalarını içermesi, matematiksel bilginin somut olarak kullanılabilmesi ve matematiğin kullanılarak olaylara daha analitik ve esnek çözümler üretebilme olanağını sağlaması gibi özelliklere sahip olması nedeniyle öğretim ortamlarında kullanılması gerekliliğini ortaya koymuştur (Mousoulides, Christou ve Sriraman, 2006).

1.1 Araştırmanın Amaç ve Önemi

Model oluşturma etkinliklerinin öğrenciler üzerindeki katkıları göz önüne alındığında, matematik eğitimi üzerine yapılan son yıllardaki araştırmalarda

matematiksel model ve modelleme çalışmaları artan bir biçimde ilgi görmektedir (Blum ve Ferri, 2009). Buna rağmen ülkemizde, matematik eğitiminde matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerine yönelik ortaokul 8. sınıf öğrencileri ile yapılan sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmaktadır. Bu çalışmalardan birinde Kant (2011), 8. sınıf ğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri yardımıyla model oluşturma süreçlerini ve bu süreçlerde karşılaştıkları güçlükleri ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Bir diğer araştırmada ise Zihar (2018), sl ifadeler konusunun matematiksel modelleme yöntemi ile öğretiminin ğrenci başarı ve öğrencilerin ders hakkındaki düşünceleri üzerinde anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığını incelemiştir. Sadece Kalaycı'nın (2017) alışmasında, 7. sınıf ğrencilerinin başarı seviyeleri dikkate alınarak “*bilişsel ve st bilişsel modelleme yeterlikleri*” incelenmiştir. Dolayısıyla lkemizde ortaėėretime geçiş aşamasında bulunan ortaokul ğrencilerinin, akademik başarı düzeylerine göre model oluşturma süreçlerinin incelenmesine yönelik derin ve zengin bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Sonuç olarak bu zamana kadar yapılan çalışmalar, öğrencilerin model oluşturma süreçleri ve bu süreçlerde karşılaştıkları güçlüklere odaklanırken; ilk kez bu araştırmayla öğrencilerin akademik başarı düzeylerine göre ortaya koydukları model oluşturma süreçleri incelenerek olası farklılıklar nedenleriyle birlikte ortaya konacaktır. Dolayısıyla bu araştırmanın esas amacı, model oluşturma etkinlikleri yardımıyla 8. sınıf ğrencilerinin akademik başarı düzeylerine göre model oluşturma süreçlerinin incelenmesidir.

İKİNCİ BÖLÜM

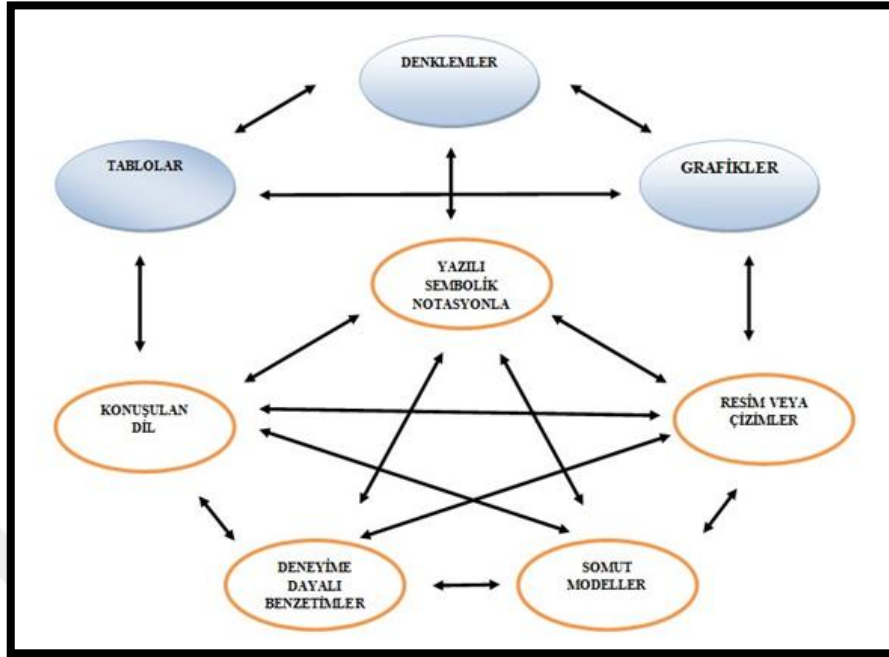
II. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde ilk olarak model, modelleme ve matematiksel modellemenin tanımları verilerek model oluşturma etkinlikleri ve bir problemin model oluşturma etkinliği olması için sağlanması gereken prensipler üzerinde durulmuştur. İkinci bölümde matematiksel modelleme perspektifleri ve matematiksel modelleme süreçleri tanımlanarak bu çalışmada kullanılan sürece ayrıntılı olarak yer verilmiştir. Ardından model oluşturma etkinliklerinde grup çalışmasının önemi ve öğretmenin rolünün etkisinden bahsedilerek ilkökul ve ortaokul matematik müfredatında modellemenin yerine ve önemine değinilmiştir. Dördüncü bölümde 21. yüzyıl becerileri ile matematik okuryazarlığının model oluşturma etkinlikleriyle ilişkisinden bahsedilmiştir. Son bölümde ise ilkökul ve ortaokul seviyesinde matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinlikleri özelinde yapılan ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

2.1 Model ve Modelleme

Model kavramına ilişkin bir cümleye sığdırılabilecek tanımlara bakıldığında araştırmacıların modellerin değişik özelliklerine vurgu yaparak tanımlarını ifade ettikleri görülmektedir. Bu durum genel olarak araştırmacıların bakış açıları ve zihinlerinde model kavramına atfettikleriyle ilişkilidir. Lesh ve Doerr (2003) *modelleri*, dış sembolik gösterimler kullanılarak ifade edilebilen kavramsal sistemler olarak tanımlamaktadır. Bu kavramsal sistemlerin birtakım bileşenleri, ilişkileri, işlemleri ve etkileşimleri içine alan kurallardan oluştuğunu ve bunların başka sistem veya sistemlerin davranışlarını açıklamak, tanımlamak, yapılandırmak veya tahmin etmek için de kullanılabileceğini belirtmektedirler (Lesh ve Doerr, 2003). *Modeller*, öğrencilerin ya da problem çözücülerin hem zihinlerinde hem de kullandıkları denklemler, diyagramlar, bilgisayar programları ya da diğer somutlaştırılmış temsili medyalarda yer alan kavramsal sistemleridir (Lesh ve Doerr, 2003). Ayrıca *modeller* karmaşık sistemleri yorumlamak ve anlamlandırmakta kullanılan temsil araçları

olabildiği gibi yalnızca konuşulan dil, çizimler veya deneyimlerden de oluşabilmektedir (Lesh ve Doerr, 2003).



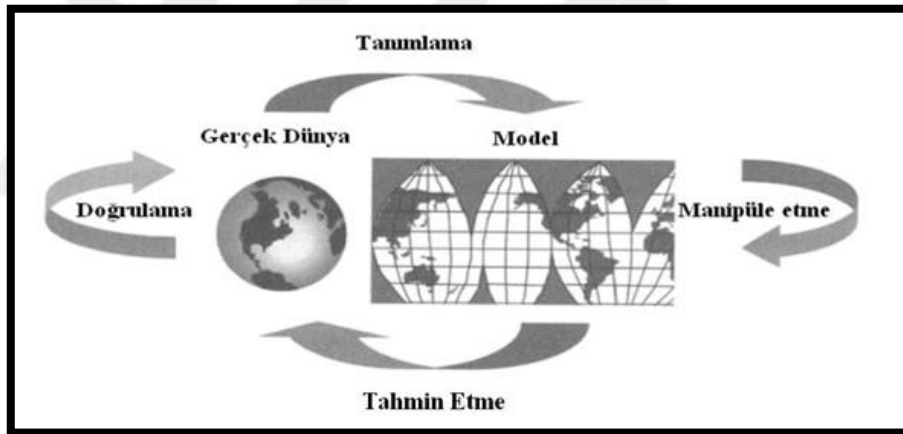
Şekil 1: Kavramsal Sistemlerin Çeşitli Temsili Medyalara Dağılımı (Lesh ve Doerr, 2003)

Dindyal'a (2010) göre aynı gerçek bir durum farklı bireyler tarafından farklı şekillerde modellenebilir ve bu yüzden de modeller evrensel sistemler olmayıp yalnızca modelleyen kişinin düşüncesini yansıtan temsillerdir. Ayrıca matematiği öğrenciler için gerçek hale dönüştürdüklerinden çok önemli bir role sahiptirler. Aşağıda *model* ile ilgili araştırmacılar tarafından yapılan farklı diğer tanımlara yer verilmiştir:

- Modeller bizim mekanizmasını bilmediğimiz olayları anlamamıza, kurguladığımız hipotezleri test etmemize yardımcı olurlar (Aydın ve Özgürtaş, 2007).
- Model dış dünya ile ilgili insan zihninde var olan yapıların tamamıdır (Kertil, 2008).
- Modeller belli bir gerçek yaşam durumunun daha iyi irdelenmesini ve açıklanmasını sağlamakla birlikte bu modeller gerçekliğin daha az ya da çok ideal olabilen basitleştirilmiş hallerini gösterir (Lingefjard, 2000).

Modelleme ise bir durumun fiziksel, sembolik ya da soyut modelini oluşturma sürecini ifade eder (Lesh ve Doerr, 2003). *Modelleme süreci*, modellerle açıklanması gerekli durumları ve olayları içermekle beraber oluşturulan modelleri bir amaç doğrultusunda kullanmayı ve yorumlamayı da gerektirir. Dolayısıyla modellemede temel amaç model veya modeller oluşturmak değil; modeller yardımıyla bir duruma veya olaya açıklamalar getirebilmektir (Bukova Güzel, 2016). Burada modeller, modelleme sürecinin gerçekleşmesinde gerekli ve yararlı birer araç ve modelleme sürecinde ulaşılmaları gereken ürünler olarak görülmelidir (Hıdıroğlu, 2012 ve Sriraman, 2005).

Lesh ve Lehrer (2003) ise *modellemeyi* belirli durumlarda belirli amaçlar için temsili tanımlamaları geliştirme süreci olarak tanımlamıştır. Lesh ve Doerr (2003) modellemenin dört aşamada gerçekleştiğini ifade ederken modelleme döngüsünü Şekil 2’deki gibi göstermektedir.



Şekil 2: Modelleme Döngüsünün Takip Ettiği Adımlar (Lesh ve Doerr, 2003)

Kertil’e (2008) göre ise *modelleme*, olayları ve problemleri yorumlama (tanımlama, açıklama veya oluşturma) sürecinde problem durumlarını zihinde düzenleme, koordine etme, sistemleştirme ve organize edip bir örüntü bulma, zihinde farklı şemalar kullanarak modeller oluşturma sürecidir. Sriraman (2005) *modellemeyi*, herhangi bir problem durumunda son ürün veya sonuç olarak ifade edilebilen modeli elde etme süreci olarak tanımlarken; model ve modelleme terimleri arasındaki ilişkiyi süreç ve ürün arasındaki ilişkiye benzetmektedir.

Sonuç olarak konuyla ilgili çalışmalar incelendiğinde *modelleme* ile ilgili birçok tanımın yapıldığı görülmektedir. Araştırmacılar tarafından yapılan farklı tanımlamaların ortak yönü; *modelleme* bir *süreci* temsil ederken, *model* ise *süreç sonunda elde edilen ürünü* temsil etmektedir.

2.2 Matematiksel Modelleme

Matematik, gerçek dünyadaki farklı sistemlerin davranışlarını tanımlamak, analiz etmek ve tahmin etmek için bir araç iken, matematiği gerçek dünya problemlerinin çözümünde kullanmak *matematiksel modelleme* yapmaktır (Verschaffel, Greer ve De corte, 2002).

Lesh, Amit ve Schorr (1997) ise *matematiksel modeli* bir dizi karmaşık deneyimleri tanımlamak, açıklamak, oluşturmak, yenilemek, manipüle etmek ve tahmin etmek için kullanılan işlevsel bir sistem olarak tanımlamaktadırlar. Lesh ve Lehrer (2003) de matematiksel modellerin amaçlar, kavramsal sistemler ve kavramsal sistemlerin sembolik temsillerinden oluştuğunu belirtirken bunun nedenini modellerin belirli durumlar doğrultusunda belirli amaçlar için geliştirildiğinden problem çözme ve durumsal öğrenme formlarını içerdiğini ifade etmişlerdir.

Matematiksel modelleme ise modelleme kavramının alt kavramlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır ve modellemenin diğer türlerinden farklı olarak *matematiksel modelleme*; matematiksel sembollerin, kavramların ve becerilerin işe koşulduğu, gerçek yaşam ile matematiğin ilişkilendirildiği bir süreci ifade eder. *Matematiksel modelleme*, gerçeklik ile matematik arasında gidip gelen bir gerçek yaşam problemi ile başlar ve problemi basitleştirerek, yapılandırarak ve ideal hale getirerek gerçek bir model elde edilir (Blum, 1996). Gerçek modelin matematikselleştirilmesi ile matematiksel model elde edilir ve bu model üzerinde çalışılarak matematiksel sonuca ulaşılır. Bu çözüm ilk önce yorumlanır daha sonra da doğrulanır (Blum, 1996). Pollak'a (2007) göre ise matematiksel olarak anlamaya çalışılan duruma ait sürecin başlangıcından, durumun bir resmi elde edilen son ana kadar geçen tüm sürece *matematiksel modelleme* denir. Bir diğer ifadeyle *matematiksel modelleme* bir olayın, olgunun, olaylar arasındaki ilişkilerin matematiksel olarak ifade edildiği ve inşa edilen matematiksel model ile çalışarak, matematiksel örüntülerin ortaya çıkarıldığı karmaşık bir süreçtir (Verschaffel, Greer ve De corte, 2002).

Matematiksel modelleme, orijinal duruma ışık tutmak için gerçek dünyadan bir durumun alınıp incelenmekte olan duruma uygun değişkenler üzerinde birkaç basit hesap yaparak yorumlanmasından ziyade; verilen durumun gözlemlenmesi, ilişkilerin ortaya çıkarılması, matematiksel analizlerin uygulanması, sonuçların elde edilmesi ve modelin tekrar yorumlanması süreçlerini içermektedir. Bu döngüsel süreç sonunda ya bir sonuç raporu elde edilir ya da yeni bir modelleme döngüsü başlar (Swetz ve Hartzler, 1991). Dolayısıyla matematiksel modellemeye süreklilik kazandıran, her zaman daha iyi bir çözüm yolunun olabileceğidir (Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards, 2007).

Lesh ve Doerr (2003) ise *matematiksel modeli*, bir gerçek durumun yorumlanmasına, çözümlenmesine olanak sağlayan zihindeki yapıların matematiksel bir forma dönüştürülmüş dış temsilleri olarak tanımlarken, *matematiksel modellemeyi* ise model oluşturma etkinliklerinin bir parçası olarak bir başka deyişle model oluşturma etkinlikleri sırasında gerçekleşen bir süreç olduğunu ifade etmişlerdir. Swetz ve Hartzler'e (1991) göre *matematiksel modelleme* ise analiz, sentez ve yorumlama gibi birçok üst bilişsel aktivitelerin kullanıldığı ve birçok becerinin kazandırıldığı sistematik bir süreçtir.

Berry ve Houston (1995) *matematiksel modellemenin*, matematiksel problem çözme için bir yöntem olduğunu ifade ederek *matematiksel modelin*, verilen bir durum veya problemle ilgili birden fazla değişken arasındaki ilişkinin matematiksel bir sunumu olduğunu belirtmişlerdir. Blum ve Niss (1991) ise *matematiksel modelde* verilerin, kavramların, ilişkilerin, koşulların ve varsayımların matematiğe transfer edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca modellemenin gerçek yaşam durumundan matematiksel modele kadar geçentüm süreçte yapılan matematikselleştirme işlemi olduğu vurgulanmıştır. *Matematiksel modelleme*, matematik ile gerçek yaşam arasında köprü kurulması yoluyla gerçek yaşamdaki bir durumun matematiksel olarak ifade edilmesini gerektirir (Bukova Güzel, 2016). Pollak'a (1979) göre *matematiksel modelleme*, matematik ve matematik dışında kalan dünyanın karşılıklı etkileşimidir. Buna paralel olarak Blum (2002) *matematiksel modellemenin* bir yandan gerçek yaşamdan matematiksel yaşama geçişi, diğer yandan ise bu geçişteki tüm süreci temsil ettiğini ifade eder.

Matematiksel modelleme sürecinde matematiksel modeller kurularak gerçek yaşam çözümüne ulaşılmaya çalışılır. Gerçek yaşam problemi durumuyla ilgili kurulan varsayımlar doğrultusunda oluşturulan *matematiksel modeller*, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkinin açıklandığı matematiksel gösterimler (fonksiyon, grafik, tablo, denklem, eşitsizlik, denklem sistemi, geometrik şekiller... vb.) olup; bir problemin çözümü için gerekli olan matematiksel araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Bukova Güzel, 2016). Blum ve Niss (1991) ise *matematiksel modellemenin* katkılarını şu şekilde sıralamışlardır:

- Öğrencilerin gerçek dünyayı daha iyi anlamalarını sağlar,
- Öğrencilerin matematiksel öğrenmelerini destekler (motivasyon, kavram oluşumu, anlama ve kalıcılık),
- Çeşitli matematiksel yeterliliklerin ve buna bağlı becerilerin gelişmesine katkı sağlar,
- Matematiğin doğru bir şekilde anlaşılmasına yardım eder.

Kısaca özetlemek gerekirse, *modeller* gerçek dünya ile matematik dünyası arasındaki bağı açıklayan köprü görevini üstlenirken; *modelleme süreci* bunun yanı sıra gerçekçi problem durumlarında sonuca götüren matematiksel analizler ile sonucun yeniden yorumlanmasını sağlayan süreci içermektedir (Dindyal, 2010).

2.3 Model Oluşturma Etkinliği

Model oluşturma etkinlikleri (model eliciting activities), sonunda bir rakam ya da bir kelime ile yanıtı bulunan geleneksel problemler olmayıp;

- Rutin olmayan–karmaşık gerçek dünya durumlarını ifade eden,
- Kişilerden bu durumu matematiksel olarak yorumlamasını ve bu durumdan yararlanacak bireylerin karar vermesine yardım etmek amacıyla süreci veya yöntemi matematiksel olarak betimlemesi ve formüle etmesini gerektiren,
- Olası farklı çözümler içeren problem durumlarıdır (Mousoulides, 2007; Lesh ve Zawojewsky, 2007; aktaran Eraslan, 2011).

Lesh ve Doerr'e (2003) göre *model oluşturma etkinlikleri*, modelleme sürecini kapsamaktadır ve buradaki amaç; başka insanlarla paylaşılabilir, benzer durumlarda

tekrar kullanılabilir ve başka amaçlar için değiştirilebilir bir model üretmektir.

Lesh ve Doerr (2003) ile Blum ve Niss (1991), problem çözüme aktivitesi olarak *model oluşturma etkinliklerinde* şu süreçlerin olduğundan bahsetmektedirler;

- (a) *Problemi anlama ve yorumlama*; problemin içerisinde bulunan tabloyu, grafiği ve sözel bilgiyi anlama ve bunlardan sonuçlar çıkarma,
- (b) *Problemi manipüle etme ve bir matematiksel model geliştirme*; değişkenleri ve bunların arasındaki ilişkileri belirleme, hipotez oluşturma, bağlamsal bilgiyi değerlendirme ve model geliştirme,
- (c) *Paylaşılan çözümleri yorumlama*; karar verme, sistemi analiz etme ve yeni çözümler önerme,
- (d) *Çözümü doğrulama ve gösterme*; çözümleri genelleme ve paylaşma, çözümleri farklı bakış açısıyla değerlendirme.

Lesh ve Yoon (2004; aktaran Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014) ise *model oluşturma etkinliklerini*, matematiksel bir model oluşturulmasını gerektiren gerçek yaşamdan problem çözüme etkinlikleri olarak tanımlamaktadır. Model oluşturma etkinlikleri ile öğrenciler gerçekçi, paylaşılabilir ve yeniden kullanılabilir olan kendi matematiksel modellerini geliştirirlerken; ayrıca matematiksel düşüncelerini açıklama, test etme ve gözden geçirip düzeltme süreçlerinden geçmektedirler (Kaiser ve Sriraman, 2006; Chamberlin ve Moon, 2008; aktaran Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014). Her bir model oluşturma etkinliği; tanıtıcı makale, hazır oluş soruları, problem durumu ve çözümlerin sunumu olmak üzere dört temel bileşenden oluşmaktadır (Chamberlin ve Chamberlin, 2001; Yu ve Chang, 2009; aktaran Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014). Model oluşturma etkinlikleri sürecinde, öğrencilere bir gün önceden tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları verilir ve ertesi gün sınıfta bu soruların cevapları tartışılır. Tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları bireysel çalışma olarak da yapılabilir. Daha sonra 3–4 kişilik çalışma gruplarına problem durumu dağıtılır ve tüm grupların problemi anladığından emin olunması gerekir. Öğrencilerden bu problemi çözmeleri ve bir model geliştirmeleri istenir. Çözüm süreci 45–90 dakika sürmektedir ve öğrencilerin geliştirdiği modeller kontrol edilip gerekiyorsa yenilenmesinin ardından çözümlerini sınıftaki arkadaşlarına sunmaları gerekmektedir.

Model oluşturma etkinlikleri; nicelleştirme, boyutlandırma, koordine etme, kategorize etme, cebirselleştirme ile ilgili objeleri, ilişkileri, eylemleri ve örüntüleri, sistematik hale getirme gibi matematiksel süreçleri içermektedir (Lesh ve Doerr, 2003). *Model oluşturma etkinliklerinin* hedefi ise öğrencilerin, matematiksel düşünceleri ve süreçleri kavramsallaştırmada yararlı olabilecek modelleri geliştirmelerine imkân sağlayarak onların problem durumuyla ilgili anlayışlarını yansıtmalarına yardım etmektir (Lesh ve Doerr, 2003). Ayrıca Lesh ve Doerr (2003) çocuklarda matematiksel tanımlama, açıklama, gerekçelendirme ve tartışmaların gelişiminin *model oluşturma etkinlikleri* ile sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Modelleme etkinliklerinde öğrenciler, sonuca ulaşmak için çalışırken farklı sorular, bağlantılar, tartışmalar, çelişkiler ve sorunlarla bağlantı kurmakta ve sonuçta öğrenciler kendi çalışmalarına ait raporları sınıfa sunarken diğer arkadaşlarından gelecek eleştirel dönütlere ve sorulara da cevap vermektedirler (Zawojewski, Lesh ve English, 2003).

Lesh, Hoover, Hole, Kelly ve Post'e (2000) göre bir *model oluşturma etkinliğinin* sahip olması gereken altı özelliği aşağında açıklanmıştır (Bukova Güzel, 2016):

2.3.1 Gerçeklik Prensibi

Gerçeklik prensibine göre; problem durumu öğrencilerin gerçek yaşamında karşılaşabilecekleri bir durum olmalıdır (Bukova Güzel, 2016). Model oluşturma etkinliklerinde öğrencilerin problem sahibine yardımcı olmak için model geliştirmeleri bu prensibin varlığına işaret ederken aynı zamanda öğrencilerin problemin gerçek bir ihtiyaçtan doğduğu düşüncesini hissetmesine yardım eder.

2.3.2 Model Oluşturma Prensibi

Model oluşturma prensibinde ise; “Verilen durum öğrencilerin bir model oluşturmalarını gerektiriyor mu?” sorusuna yanıt aranmaktadır (Bukova Güzel, 2016). Bir başka deyişle problem durumunun model oluşturmayı gerektirmesi anlamına gelmektedir.

2.3.3 Öz Değerlendirme Prensibi

Öz değerlendirme prensibinde; “Öğrenciler kendi kendilerini değerlendirebilir mi?”, “Öğrenciler problemin çözümlerini tamamladıklarını fark edecekler mi yoksa

öğretmenlerine çözüme devam edip etmemeleri gerektiğini soracaklar mı?” sorularının yanıtlanması gerekir (Bukova Güzel, 2016). Burada öğrencilerin kendi kendilerine ulaştıkları çözümlerden hangilerinin uygun ve kullanışlı olduğunu değerlendirmeleri gerektiği vurgulanır. Öğrenciler, çözümlerinin gözden geçirilmeye ihtiyacı olup olmadığı ve nasıl ilerlemeleri gerektiği konusunda karara varmalıdırlar. Bu kararlar doğrultusunda amaca ulaştıracak çoklu çözümlerden en uygun olanı seçmelidirler.

2.3.4 Yapı Belgelendirme Prensibi

Yapı belgelendirme prensibine göre; “Öğrenciler problemi çözerlerken düşündüklerini ayrıntılı bir şekilde açığa çıkarıyorlar mı?” sorusuna yanıt aranır (Bukova Güzel, 2016). Öğrenciler, problem sahibine yardımcı olmak amacıyla model veya modeller oluşturacakları için süreci açıklarken mümkün olduğu kadar anlaşılır ifadeler kullanmalı ve ne düşündüklerini ayrıntılarıyla açıklamalıdırlar.

2.3.5 Model Genelleme Prensibi

Model genelleme prensibinde; “Geliştirilen model sadece problem durumu için mi kullanışlıdır”, “Farklı durumlarda paylaşılabilir, dönüştürülebilir, kolayca uyarlanabilir ve yeniden kullanılabilir midir?” sorularına yanıt aranır (Bukova Güzel, 2016). Bu prensibe göre öğrencilerin sadece özel bir durum ve belli bir amaç için değil aynı zamanda farklı durumlar ve amaçlar için kullanılabilir model veya modeller geliştirmeleri gerekir.

2.3.6 Etkili Prototip Prensibi

Etkili prototip prensibinde ise; “Geliştirilen model yapısal olarak benzer diğer durumlar için kullanışlı bir ilk örnek (prototip) oluşturur mu?” sorusuna yanıt aranır (Bukova Güzel, 2016). Söz konusu bu prensibin sağlanıp sağlanmadığını belirlemenin en iyi yolu, uygulamanın üzerinden uzunca bir süre geçmesi durumunda dahi çözümün öğrenciler tarafından hatırlanıp hatırlanmadığını belirlemektir.

2.4 Matematiksel Modelleme Perspektifleri

Matematiksel modelleme üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde modellemenin eğitimde kullanımına ilişkin farklı araştırmacıların farklı perspektiflere sahip oldukları; bu durumun ise araştırmacıların etkilendiği felsefi yaklaşımlardaki önemli

farklılıklardan kaynaklandığı görülmektedir (Bukova Güzel, 2016). Dolayısıyla, araştırmacıların matematiksel modellemeye ilişkin kuramsal yaklaşımlarındaki farklılıklar ortaya çıkmakta ve buna göre de temel hedefleri şekillenmektedir (Bukova Güzel, 2016). Matematiksel modellemenin eğitimde ortaya çıktığı ilk yıllara bakıldığında, teorik modelleme ve gerçek yaşama uygun modelleme olmak üzere iki kutup göze çarpar (Bukova Güzel, 2016). Bununla birlikte son yıllarda ise yapılandırmacı yaklaşımın da etkisiyle perspektiflerin çeşitlenerek altı farklı modelleme perspektifinden bahsedilmektedir (Blomhøj, 2008; Borromeo Ferri, Kaiser ve Blum, 2011; Kaiser, 2005; Kaiser ve Sriraman, 2006; aktaran Bukova Güzel, 2016). Matematiksel modellemenin eğitime etkisine farklı pencerelerden bakmayı sağlayan ve eğitim araştırmalarında matematiksel modelleme kavramının sağlam bir felsefi ve kuramsal temele oturtulmasında büyük işlev gören modelleme perspektiflerini aşağıdaki gibi açıklamak mümkündür:

2.4.1 Gerçekçi veya Uygulamalı Modelleme

Gerçekçi veya Uygulamalı Modellemede temel amaç, açık uçlu gerçek yaşam problemlerine çözüm bulabilen insan gücünün ortaya çıkarılması ve öğrenilen matematiksel bilgilerin mühendislik veya diğer alanlar ile ilgili problem durumlarında kullanılması yoluyla matematiksel bilgilerin bu alanlara uygulanabilmesini sağlamaktır (Bukova Güzel, 2016). Gerçekçi ve otantik problemlerin kullanıldığı bu modelleme yaklaşımında, gerçek yaşam problemlerine yönelik deneyim sahibi olan bireylerin yetiştirilmesine ve bu tür problemlerin üstesinden gelmek için gerekli modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine büyük önem verilmektedir.

2.4.2 Epistemolojik veya Teorik Modelleme

İlk yaklaşıma yakın bir görüşü destekleyen *Epistemolojik veya Teorik Modelleme* perspektifinde ise, matematiksel modelleme problemlerinin çözümünde etkili olan matematiksel kavramların ve matematiksel teorilerin ortaya çıkarılması önemsenmektedir (Bukova Güzel, 2016). Bundan dolayı epistemolojik veya teorik modelleme yaklaşımı, gerçekçi modellemeden farklı olarak günlük yaşamda var olan ama fazla karşılaşılmayan problemleri ele alır. Bukova Güzel'e (2016) göre epistemolojik modellemede temel amaç, günlük yaşam problemlerinden

matematiksel teorileri ortaya çıkarmaktır; çünkü her an farkına varılamayan, karşımıza çıkmayan farklı gerçek yaşam durumlarının temelindeki matematiksel teoriler matematiğin gelişimi için etkili birer pusuladır. Ortaya çıkış dönemleri nedeniyle, gerçekçi veya uygulamalı ve epistemolojik veya teorik modelleme perspektiflerinin, matematiksel modellemeyi eğitim paradigmalarından daha uzak bir çerçevede ele aldıkları anlaşılırken; bu iki yaklaşımın önceliklerini, eğitimsel düşünceler yerine bilimsel düşüncelerin belirlediği görülmektedir (Bukova Güzel, 2016).

2.4.3 Eğitimsel Modelleme

Eğitimsel Modelleme perspektifiyle birlikte ise matematik eğitimi, matematik eğitiminin amaçları, matematik öğretimi ve konuya özgü amaçlar ön plana çıkmaya başlarken; eğitimsel modelleme yaklaşımı, *öğretimsel* ve *kavramsal modelleme* olmak üzere iki alt perspektife ayrılmaktadır (Bukova Güzel, 2016). Öğretimsel perspektif, öğrenme süreçlerinin yapılanmasına önem verirken; kavramsal perspektif ise modelleme basamaklarındaki üst düzey gelişim yardımıyla matematiksel bir kavramın tanıtılmasına yoğunlaşır (Bukova Güzel, 2016). Böylece matematiksel modelleme ile öğrencilerin temel matematiksel kavramları keşfetmeleri ve yapılandırmaları hedeflenirken; ayrıca keşfedilmesi ve geliştirilmesi hedeflenen matematiksel kavramların uygun modelleme problemleri ile ilişkilendirilmesi sağlanır.

2.4.4 Bağlamsal Modelleme

Lesh ve Doerr (2003) ise matematiksel modellemeyi *Bağlamsal Modelleme* temelli bir yaklaşımla ele alarak, modelleme problemlerinin öğrencilerin gerçek yaşamdaki bir durumu yorumlamalarını ve kendilerinin anlamlandırabildikleri şekilde matematikselleştirebilmelerini sağladığını vurgular. Model oluşturma etkinlikleriyle zengin öğrenme deneyimlerinin sağlanabileceği bir sınıf ortamının yaratılması bu yaklaşımın temel hedeflerinden biridir (Bukova Güzel, 2016). Buradaki temel amaç, matematiksel kavramların günlük yaşam ile ilişkisinden yararlanılarak öğrencilerin daha etkili ve kavramsal öğrenmelerinin sağlanmasıdır. Sınıf ortamında model oluşturma etkinlikleri üzerinde çalışan öğrenciler, karmaşık ve daha önce fark edilmemiş gerçek yaşam durumlarının içerisindeki önemli matematiksel kavramlara ve yapıya ulaşırlarken; bu yaklaşımda matematiksel modelleme sürecinde ortaya

çıkan zorlukların ortadan kaldırılması da hedeflenir (Bukova Güzel, 2016).

2.4.5 Sosyo – Eleştirel Modelleme

Sosyo–Eleştirel Modelleme yaklaşımına göre ise gerçek yaşam durumundaki kurallar veya kabuller eleştirel bir gözle ele alınır ve ülkelerin belirli alanlarda ortaya koydukları matematiksel modeller o ülkelerin gelişimi için anahtar bir role sahiptir (Bukova Güzel, 2016). Matematiksel modeller yeri geldiğinde ekonomik ve sosyal eşitsizlikleri ortadan kaldırırken; aynı zamanda ekonominin maksimum düzeyde faydalı olmasını sağlar. Eğitimde öğrencilerin yansıtıcı söylemlerinin incelendiği ve eleştirel söylemlerinin ortaya çıkarıldığı *Sosyo–Eleştirel Modelleme* yaklaşımında, sosyal düzen bağlamında gerçek yaşam durumu sorgulanır. Bu yaklaşımda, olması gereken durumun neden olmadığı, şu anki durumun ne gibi zararlarının olduğu düşünülür ve bu doğrultuda bir karara varmaya çalışılarak çözüm sonrasında gerçek yaşam durumunun sosyal anlamda iyileştirilmesine yönelik görüşler ön plana çıkarılır (Bukova Güzel, 2016).

2.4.6 Bilişsel Modelleme

Bilişsel Modelleme yaklaşımı ise modelleme sürecindeki bilişsel süreçlerin ortaya çıkarılmasını hedeflerken; modelleme problemlerinin çözüm sürecinde ortaya çıkan bilişsel imgelerin ve yapıların neler olduğunu odağa alarak gerekli bilişsel süreçlerin ortaya çıkarılmasının daha etkili bir öğretimin gerçekleştirilmesine olanak sağlayacağını vurgular (Bukova Güzel, 2016). Bu sayede öğretmenler, öğrencilerin hangi bilişsel süreçlerde zorlandıklarını anlayarak derslerinde bu durumun üstesinden gelebilecek öğrenme ortamlarını yaratır. Bilişsel modellemede, süreci açıklayan araştırmaların temel amacı, öğrencilerin süreçteki olası yaklaşımlarını detaylı olarak tanımlamak ve öğrencilerin varsa eksikliklerini veya karşılaştıkları zorlukları ortaya çıkarmaktır (Bukova Güzel, 2016). Matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan bilişsel yapılar matematiksel düşünme becerilerinin geliştirilmesi için uygun ortamların yaratılmasında bir pusula işlevi görürken; bu yapılar aynı zamanda öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme problemlerinin daha etkili bir araç olarak nasıl kullanılabileceği hakkında fikir verir (Bukova Güzel, 2016).

Bu çalışmada ise *bilişsel modelleme* yaklaşımıyla; akademik başarı düzeylerine göre *alt–performans* ve *üst–performans* grubu olarak belirlenen 8. sınıf

öğrencilerinin model oluşturma etkinliği üzerindeki matematiksel düşünce ve yazılı işlem yoluyla ortaya koydukları bilişsel aktiviteleri incelenmiştir. Öğrencilerin model oluşturma süreçleri analiz edilerek bu süreçlerindeki olası farklılıklar nedenleriyle birlikte belirlenmeye çalışılmıştır.

2.5 Matematiksel Modelleme Süreçleri

Matematiksel modelleme durağan bir yapıyı veya kavramı tanımlamazken; çoğu zaman açık uçlu, karmaşık, rutin olmayan ve gerçek yaşam bağlamında değerlendirilmesi gereken problem çözme sürecini ifade etmektedir (Bukova Güzel, 2016). Bu çözüm sürecinde en genel anlamıyla gerçek yaşam durumu matematiksel olarak ifade edilir, problemi etkileyen faktörler ortaya koyulur ve varsayımlara dayalı olarak problemin çözümüne ulaşılmaya çalışılır. Matematiksel modelleme sürecini farklı bakış açılarıyla ele alarak farklı şekillerde yorumlanmasına neden olabilecek etkenler vardır. Araştırmacıların matematiksel modelleme sürecini algılayışı, modellemeyi farklı amaçlarla kullanma isteği, ele aldıkları modelleme problemlerinin özellikleri, kullandıkları araçlar, süreci bireysel veya grup çalışması şeklinde yürütüp yürütmedikleri ve öğrenci eylemleri bu etkenler arasında sayılabilir (Bukova Güzel, 2016). Günümüzde eğitim ve bilimdeki gelişmeler ve teknolojinin matematiksel modelleme sürecine entegrasyonu modelleme sürecindeki bilişsel eylemleri daha da zengin hale getirmektedir. Bunun yanında sürece ilişkin önceki çalışmaların da yeni çalışmalar için bir pusula işlevi görerek yeni kavramların ve düşüncelerin ortaya çıkarılmasında rolü büyüktür (Bukova Güzel, 2016).

Öğrencilerin matematiksel modelleme sürecindeki eylemleri, problemlerin etkililiğinden, öğrencilerin deneyim, bilgi ve beceri gibi bireysel farklılıklarından ve bu farklılıklara dayalı olarak çeşitli modeller oluşturabilmelerinden etkilenir (Galbraith ve Stilmann, 2006; Galbraith, Stilmann, Brown ve Edwards, 2007; aktaran Bukova Güzel, 2016). Modelleme süreci bireylerin çözümde kolaylıkla başa çıkabildikleri durumları, süreçte karşılaştıkları zorlukları ve bu zorlukların üstesinden gelme yollarını anlamamızda yol göstericidir (Bukova Güzel, 2016).

Dewey (1936) ve Polya (1945) her ne kadar doğrudan matematiksel modelleme terminolojisini kullanmasalar da gerçek yaşam problemlerini ele almışlar ve sürece ilişkin o dönem için kapsamlı sayılabilecek açıklamalar getirmişlerdir (Bukova

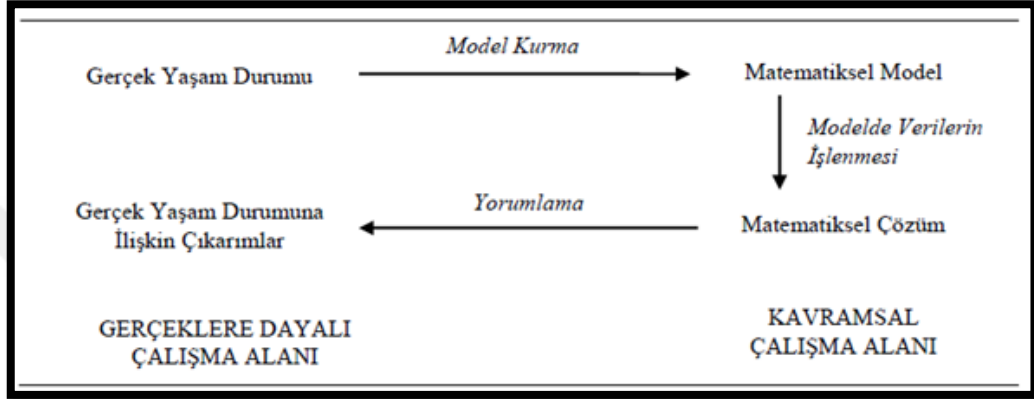
Güzel, 2016). Matematiksel modelleme terimini ilk kez kullanan ve matematiksel modellemenin sınırlarını belirleyerek matematik öğretimine entegrasyonu için ilk temelleri atan 1969 yılındaki “How Can We Teach Applications of Mathematics” isimli çalışmasıyla Henry Pollak’tır (Bukova Güzel, 2016). Pollak matematik öğretimi ve öğreniminde matematik uygulamaları ve modellemenin ICME-3’den (1976) itibaren bir tema olarak yer almasını sağlamıştır (Pollak, 2007; aktaran Bukova Güzel, 2016). Pollak (1979) matematiksel modelleme sürecinin, matematiğin ve matematiğin dışında kalan dünyanın karşılıklı etkileşimini içerdiğini ifade etmiştir (Voskoglou, 2006). Modelleme sürecini sistematik bir yapıyla açıklayarak yapılacakları basamaklandıran Pollak; pragmatik yaklaşımı temel alarak, eğitimde gerekliliğini vurguladığı matematiksel modellemeyi gerçekçi modelleme perspektifini temel alan bir yaklaşım ile eğitime kazandırmıştır (Bukova Güzel, 2016). 1978 yılında ise Penrose matematiksel modelleme sürecini basamaklandırarak;

- (a) Gerçek problemi belirleme ve gerçekliği tanımlama,
- (b) Matematiksel model oluşturma,
- (c) Matematiksel problemi belirleme ve çözüm stratejisi geliştirme,
- (d) Çözüm stratejisini uygulama ve matematiksel problemi çözme,
- (e) Matematiksel çözümü yorumlama,
- (f) Modeli doğrulama ve sonuçlar oluşturma,
- (g) Düzenleme ve raporlaştırma olmak üzere yedi basamaklı döngüsel bir süreç olarak (van Eijndhoven, 2014) tanımlamıştır.

Penrose’un matematiksel modelleme sürecinde, sürecin döngüsellğine ilişkin ayrıntılı açıklamalar getirilmese de sürecin yapısında basamaklar arasındaki geçişlerin sık sık yapıldığı vurgusu ortaya konmaktadır (Bukova Güzel, 2016). Penrose’un ortaya koyduğu modelleme sürecinde matematiksel problem belirlenmeden önce matematiksel model oluşturulmaktadır. Bu yaklaşım günümüzdeki matematiksel modelleme sürecini açıklayan çalışmalarla çelişse de Penrose’nin çalışması, ilk süreç çalışmalarından biri olması nedeniyle önemli bir bakış açısı sağlamaktadır (Bukova Güzel, 2016). Sonraki yıllarda ise matematiksel modellemenin eğitimde kullanımına, etkisine ve süreçteki öğrenci zorluklarına ilişkin

çalışmalar (Clement, 1982; Clement, Lockhead ve Monk, 1981; Kapur, 1982; Lesh, Surber ve Zawojewski, 1983; Wollman, 1983; Trelinski, 1983; aktaran Bukova Güzel, 2016) yer almaktadır.

Matematiksel modelleme süreci ile ilgili Almanya'daki çalışmalarda etkileri görülen Müller ve Witmann (1984) modelleme süreci Şekil 3'teki gibi üç temel basamakta açıklamaktadır.



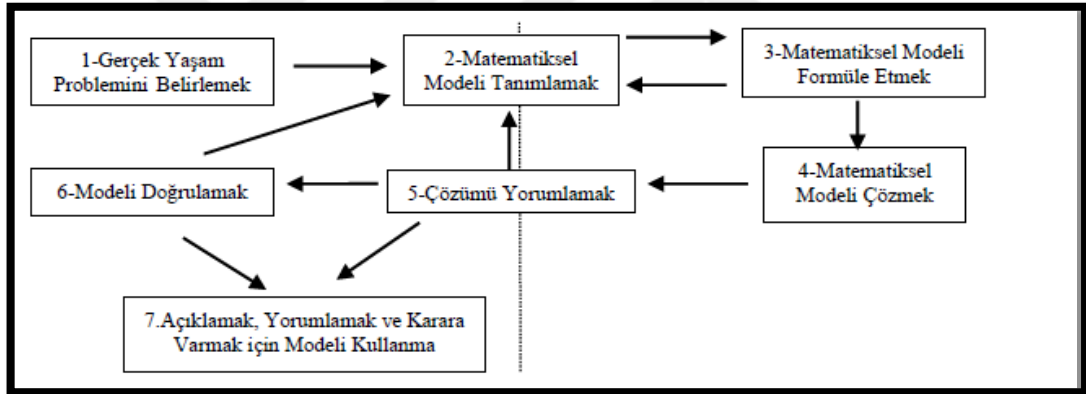
Şekil 3: Modelleme Sürecinin Yapısı (Müller ve Witmann, 1984)

Müller ve Witmann'ın ilkökul öğrencileriyle gerçekleştirdikleri çalışmalar sonucunda ifade ettikleri üç basamak (a) model kurma, (b) modeldeki verileri işleme ve (c) yorumlamadır. Müller ve Witmann (1984) öğrencilerin modelleme sürecinde gerçekliğe dayalı çalışma alanı ile kavramsal çalışma alanından geçtiklerini belirtmişlerdir. Bu çalışma modelleme sürecini basamaklar ve bileşenler yardımıyla sunması ve sürecin döngüsellikini vurgulaması yönüyle sonraki modelleme süreci çalışmalarına yol göstermiştir. Ancak çalışmada süreç açıklanırken doğrudan döngüsellikten ve basamaklar arasındaki etkileşimden bahsedilmemiştir (Bukova Güzel, 2016).

Modelleme sürecini açıklamaya çalışan bir diğer kişi Mason'dur. Mason (1988) matematiksel modellemeyi Şekil 4'teki gibi basamaklar arasında doğrusal olmayan geçişleri barındıran karmaşık bir süreç olarak açıklamaktadır. Mason (1988) da Müller ve Witmann (1984) gibi modelleme sürecini açıklarken sol tarafın gerçek dünya ile ilgili sağ tarafın ise matematiksel dünya ile ilgili durumları içerdiğini ve sürecin ortasında iki dünya arasındaki ilişkinin açıklandığını ifade etmektedir (Bukova Güzel, 2016). Farklı olarak basamaklar arası okları kullanarak

basamaklarda doğrusal geçişlerin olmayabileceğini ve aralarında sürekli geçişlerin söz konusu olabileceğini göstermiş ve böylece süreç modelinde döngüsellığı vurgulamıştır. Örneğin modelin gerçekliğe uygun olduğu düşünülse de, elde edilen matematiksel sonuçların gerçek yaşam için uygun olmadığı durumlarla karşılaşılabilir. Bu durumda kişi doğrulama yaparak tekrar yeni bir matematiksel model tanımlamak üzere ikinci basamağa geçebilir (Bukova Güzel, 2016).

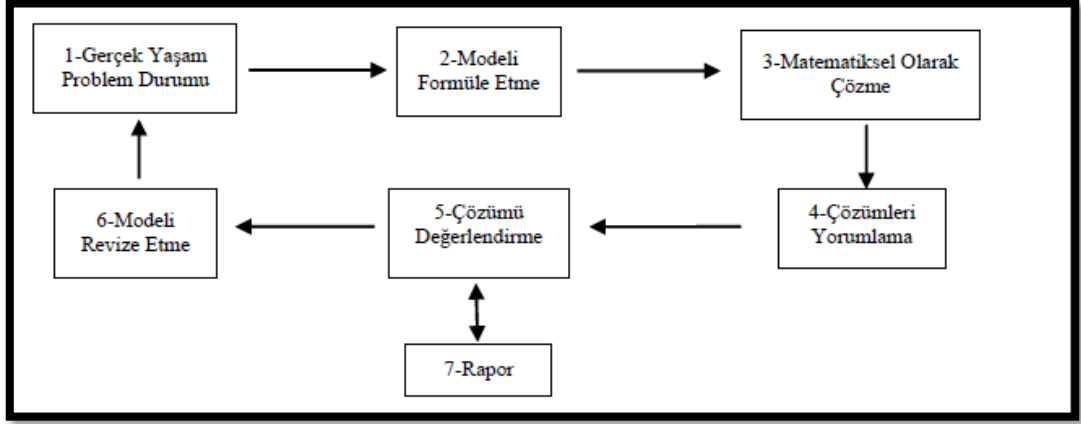
Schoenfeld (1985) de modelleme sürecini (a) problemi okuma, (b) modeli kurma, (c) tahmin etme, (d) hesaplama ve (e) rapor yazma olarak beş basamakta açıklamakta ve özellikle tahmin etmeyi de sürecin temel basamaklarından biri olarak ifade etmektedir. Schoenfeld'e (1985) göre modelleme problemleri, öğrencileri gerçek yaşamda sıklıkla karşılaştıkları ancak farkına varmadıkları durumları çözümde kullanmaya yöneltir ve böylece öğrenciler etkili tahminlerde bulunurlar (Bukova Güzel, 2016).



Şekil 4: Modellemedeki Temel Basamaklar (Mason, 1988)

Berry ve Houston (1995) matematiksel modellemeyi; bir gerçek yaşam probleminin matematiksel probleme dönüştürülüp uygun varsayımlarla model veya modellerin oluşturulduğu, model veya modellerin çözümü ile elde edilen sonuçların yorumlandığı ve gerektiğinde çözüme geri dönüldüğü bir süreç olarak tanımlamaktadır. Berry ve Houston'ın (1995) söz konusu matematiksel modelleme sürecinin basamakları (a) problemi anlama, (b) değişkenleri seçme, (c) matematiksel modeli kurma, (d) matematiksel problemi çözme, (e) çözümü yorumlama, (f) modeli doğrulama, (g) modeli başka problemler için geliştirme ve (h) rapor hazırlama şeklindedir. Diğer süreçlerden farklı olarak modelin başka problemler için

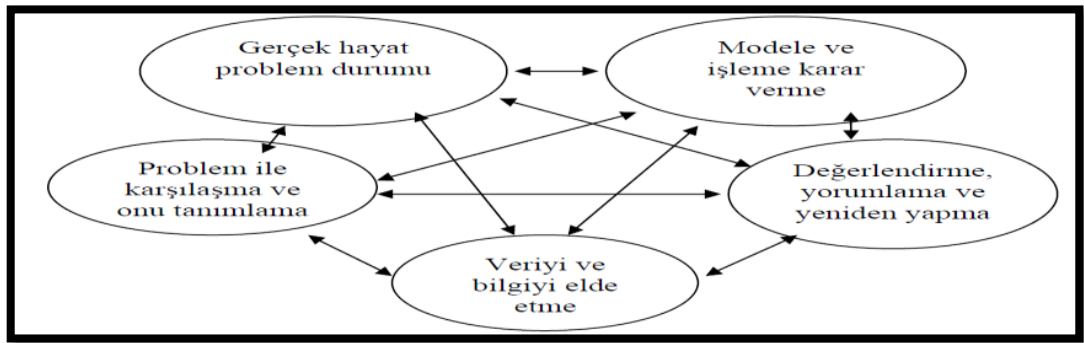
geliştirilmesi temel basamaklardan biri olarak göze çarpmaktadır (Bukova Güzel, 2016).



Şekil 5: Modelleme Döngüsü (Berry ve Davies, 1996)

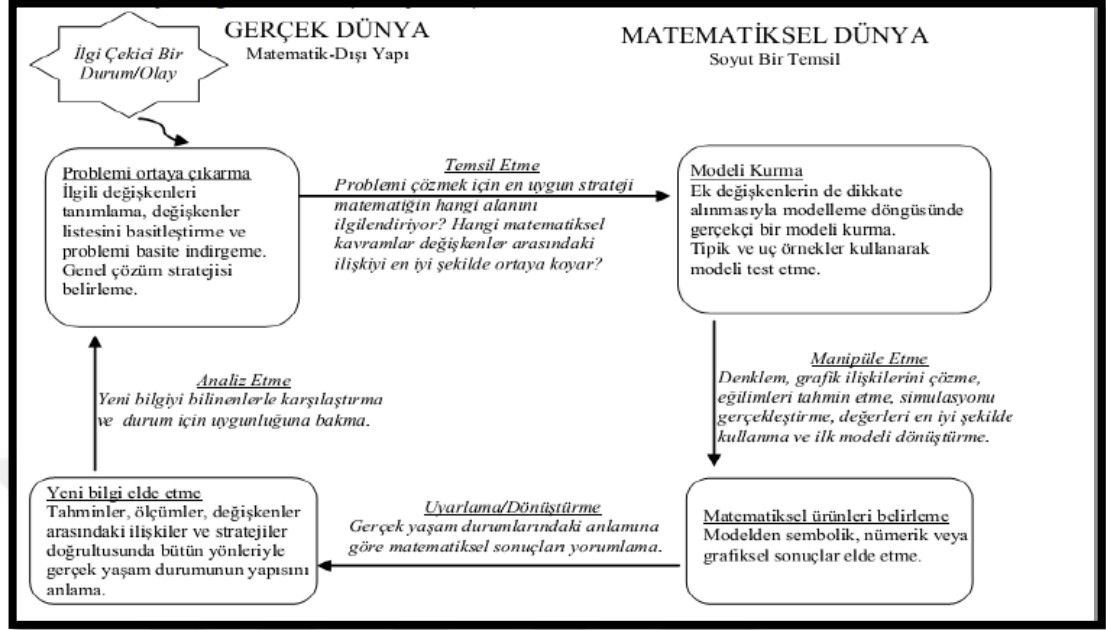
İzleyen yıllarda ise Berry ve Davies (1996) Şekil 5’teki gibi matematiksel modelleme döngüsünü yedi faktör ile açıklamaktadır ve bu faktörlerden gerçek yaşam problem durumu ve rapor bileşenler iken, diğerleri modelleme sürecinin basamaklarını göstermektedir (Bukova Güzel, 2016).

Doerr (1997), matematiksel modelleme sürecindeki basamakların Şekil 6’da verildiği gibi belirli bir sırayı takip etmesinin gerekmediğini; ancak her birinin birbiriyle sıkı bir ilişki içerisinde olduğunu ifade etmektedir. Farklı çalışmalarda bu vurguya rastlanmasına rağmen Doerr (1997) süreç modelinde diğerlerinden farklı bir yaklaşım sergilemekte ve özellikle döngüsellğe dikkat çekerek süreç modelini belli bir sıraya göre ele almayıp her birinden diğerine geçişlerin olacağını belirtmektedir (Bukova Güzel, 2016).



Şekil 6: Modelleme Süreci (Doerr, 1997)

Abrams (2001) ise matematiksel modelleme döngüsünü Şekil 7’deki gibi farklı bir yaklaşımla ele almaktadır.

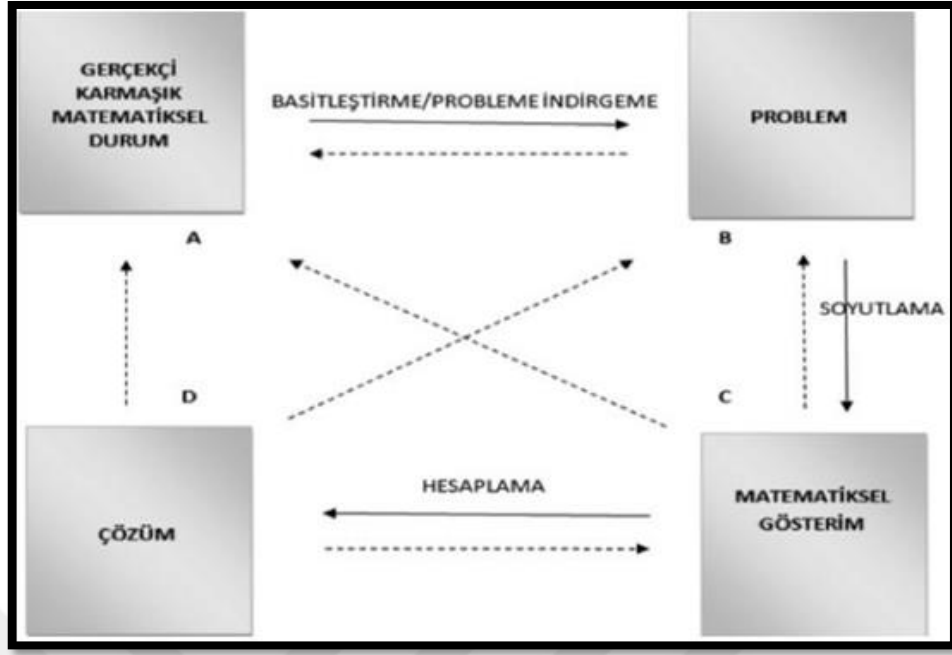


Şekil 7: Matematiksel Modelleme Döngüsü (Abrams, 2001)

Abrams (2001) matematiksel modelleme sürecini ayrıntılı olarak sekiz temel basamak ile açıklamakta ve doğrulama basamağını analiz etme basamağı olarak ifade etmektedir. Söz konusu süreç modeline göre temsil etme temel basamağı gerçek dünyadan matematiksel dünyaya geçişi; uyarılama ve dönüştürme basamağı ise matematiksel dünyadan gerçek dünyaya geçişi gerektirir (Bukova Güzel, 2016).

Lester ve Kehle (2003) ise matematiksel problem çözmeye olan bakış açısını daha da genişleterek matematiksel modelleme etkinliği kavramını biliş-ötesi (metacognitive) temelinde tanımlamış ve bu noktadan hareketle Şekil 8’de gösterilen *İdeal Matematiksel Etkinlik Modelini* geliştirmişlerdir.

Bu döngüde problem çözme sürecinde hesaba katılmayan birçok biliş ve biliş-ötesi eylemler dikkate alınmaktadır ve geleneksel sözel problemlerin tersine modelleme etkinlikleri; çözmek için daha önceden bir prosedürün gerekli olmadığı, planlama, strateji belirleme, bağlantı kurma ve sonucun test edilmesini gerektiren karmaşık süreçleri içeren, ayrıca çıkarımsal ve temsili inşalar oluşturularak yeni anlayış ve keşiflerin ortaya konduğu problem durumlarıdır (Lester ve Kehle, 2003; aktaran Eraslan, 2012).

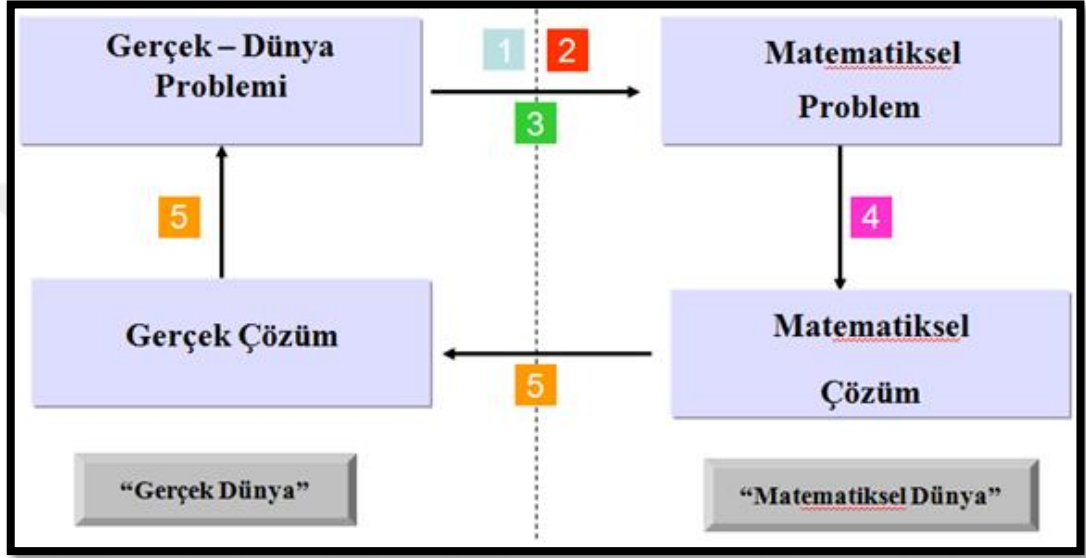


Şekil 8: Modelleme Süreci (Lester ve Kehle, 2003)

Gerçekleştirilen bu etkinlikler ise aşağıda verilen dört aşamalı modelleme süreç döngüsü ile açıklanmaktadır:

- (1) *Basitleştirme/probleme indirgeme*: Bu basamakta gerçekçi ve karmaşık matematiksel bir durum belli bir problem ortaya koyar ve problemi çözmeye başlamak için problemle ilgili doğrudan süreç ve kavramlar belirlenerek karmaşık yapı basit hale getirilir.
- (2) *Soyutlama*: Matematiksel kavram ve notasyonların seçimi yani gerçek modelin esas özelliklerinin matematiksel sembollerle temsil edilmesidir.
- (3) *Hesaplama*: Bu basamak ise matematiksel ifadelerin manipüle edilmesi ve bazı matematiksel sonuçların çıkarımını içermesinin yanı sıra bu süreçte kişinin kendi matematiksel bilgi, beceri, muhakeme yeteneği ve deneyimi de önemli rol oynamaktadır.
- (4) *Yorumlama*: Elde edilen sonuç veya çözümlerin orijinal durum, problem ve matematiksel gösterim ile karşılaştırılması ve yorumlanmasını içermekte; fakat bu karşılaştırma işlemi sadece sonuç bulunduktan veya problem çözüldükten sonra değil, sürecin her noktasında ve her zaman olabilmektedir (aktaran Eraslan, 2012).

Süreçte oklar ile ilişkilendirilmiş olan A, B, C ve D gösterimleri bulunmaktadır. Bu gösterimlerden ilki olan A adımı, gerçek veya sanal karmaşık matematiksel durumun yorumlanması ile başlamakta ve devamında problemi çözmek için problem durumu basite indirgenerek B adımına geçilmektedir. B adımından sonra ise problemle ilgili matematiksel gösterimleri yapmak için soyutlama yoluna gidilerek C adımına geçilmekte ardından da gerekli hesaplamalar sonucunda çözüme ulaşıldığı evre atlatılarak D' adımına geçilerek döngü tamamlanmaktadır (aktaran Eraslan, 2012).



Şekil 9: Matematikselleştirme Döngüsü (OECD, 2003)

PISA (2003) çalışmasında ise matematikselleştirme sürecinin beş adımda gerçekleştiğini göstermek amacıyla Şekil 9'da gösterilen matematikselleştirme döngüsü oluşturulmuştur (aktaran Şahin, 2014). Yukarıda verilen süreçte (1, 2, 3) numaraları ile gösterilen ve gerçek dünya probleminden matematiksel probleme geçişi içeren adımlar aşağıdaki işlemleri içermektedir (OECD, 2003; aktaran Şahin, 2014);

- (a) Gerçek dünyadan bir durumla ilgili uygun matematiği *belirleme*,
- (b) Matematiksel kavramları organize etme ve uygun tahminler yapmayı da içerecek şekilde problemi farklı bir biçimde *ifade etme*,
- (c) Durumu matematiksel anlamak için gereken formal ve sembolik dil ile problem dili arasındaki ilişkiyi *anlama*,
- (d) Kuralları, ilişkileri ve örüntüleri *bulma*,
- (e) Bilinen problemlerle aynı yapıda olan bakış açılarını *tanıma*,

(f) Problem durumunu *matematiğe dönüştürme (model oluşturma)*.

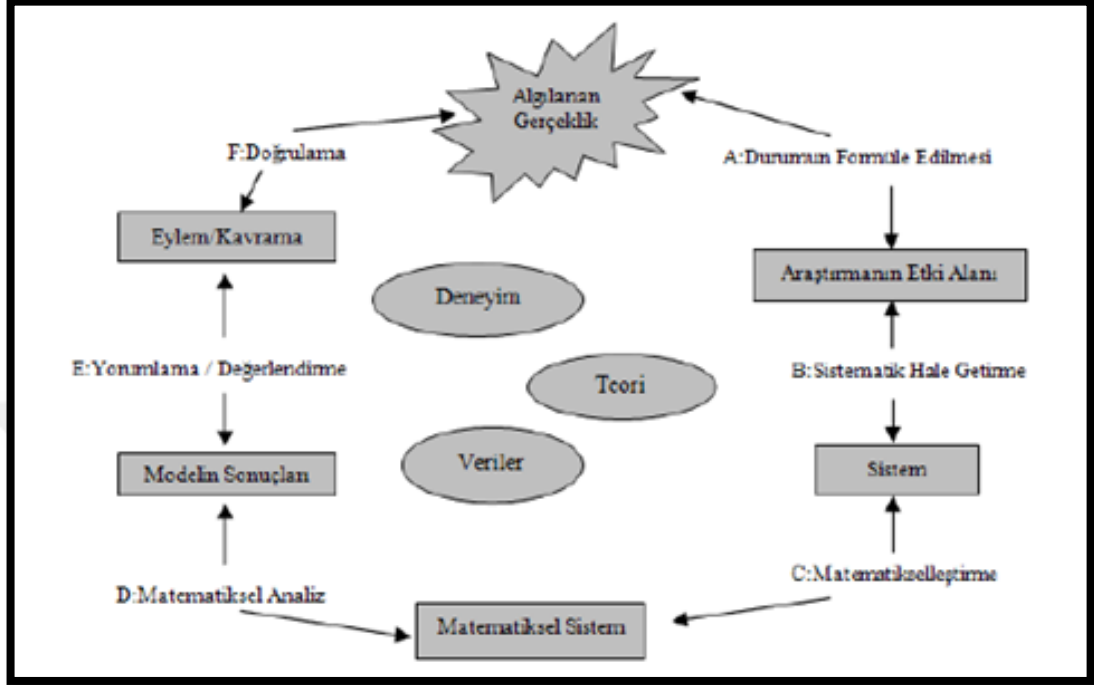
Öğrenciler, gerçek yaşam problemini matematiksel forma aktardıktan sonra kalan tüm süreci matematik dünyasında gerçekleştirmektedir. Öğrencilerin matematiksel dünyada çalışacakları bu süreç adım (4) ile gösterilmiştir ve bu adım; farklı gösterim biçimlerini *kullanma* ve bunlar arasında *geçiş yapma*, sembolik, formal ve teknik dil ve işlemleri *kullanma*, matematiksel modelleri *ayarlama* ve *düzenleme*, modelleri *birleştirme* ve *yorumlama*, *tartışma* ve *genelleme* işlemlerini içermektedir (OECD, 2003; aktaran Şahin, 2014). Sonrasında adım (5)'e geçilerek çözüm ve modelin doğrulaması yapılır. Bu adımda ise matematiksel kavramların limitini ve boyutunu *anlama*, matematiksel tartışmalar *yapma*, sonucu *açıklama* ve *doğrulama*, süreç ve çözümünü *değerlendirme*, modeli ve sınırlılığını *eleştirme* işlemleri gerçekleşir ve tekrar gerçek yaşam durumuna geçilerek süreç tamamlanmış olur (OECD, 2003; aktaran Şahin, 2014).

Blomhøj ve Jensen (2006) ise matematiksel modelleme sürecini döngüsel olarak Şekil 10'da gösterildiği gibi ifade etmektedir (Bukova Güzel, 2016). Modelleme sürecinin basamakları ise şunlardır:

- (1) *Problemi formüle etme*: Modellenmesi gereken gerçek yaşam durumunun özelliklerinin açıklanması için problem tekrar ele alınır ve durumu temsil eden zihinsel bir model oluşturulur. Problemin gerçekliği dikkate alınarak etki alanı belirlenir.
- (2) *Sistematikleştirme*: Durumun olası matematiksel gösterimini yapabilmek için ilgili nesnelere, ilişkiler vb. seçilir. Bu süreçte teorik yapıyı oluşturma, deneyimlerden yararlanma ve varsayımlarda bulunma bir sonraki basamakta matematiksel olarak tanımlanabilecek bir sistemin kurulmasına olanak sağlar.
- (3) *Matematikselleştirme*: İlgili nesnelere ve ilişkiler matematiksel olarak ifade edilir. Böylece gerçek yaşam ve matematiksel dünya arasındaki geçiş sağlanır.
- (4) *Matematiksel analiz yapma*: Matematiksel çözümlere ve sonuçlara ulaşmak için matematiksel yöntemler kullanılır.
- (5) *Sonuçları yorumlama ve değerlendirme*: Gerçek durum dikkate alınarak

elde edilen çözümler ve sonuçlar yorumlanır.

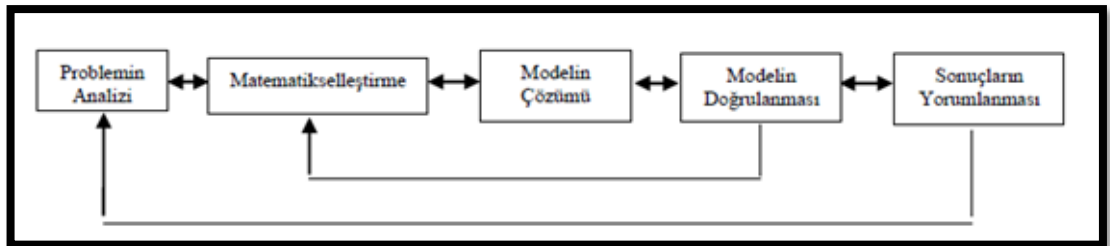
(6) *Modeli doğrulama*: Modelin doğruluğu, deneyimler, gözlemlenen veya tahmin edilen verilerle ya da teorik bilgilerle kıyaslanarak değerlendirilir.



Şekil 10: Matematiksel Modelleme Sürecindeki Temel Etkenler (Blomhøj ve Jensen, 2006)

Blomhøj ve Jensen diğerlerinden farklı olarak modelleme sürecinde deneyim, teori ve verilere döngüde yer vererek tüm basamaklarda bunların etkisine dikkat çekmektedirler (Bukova Güzel, 2016).

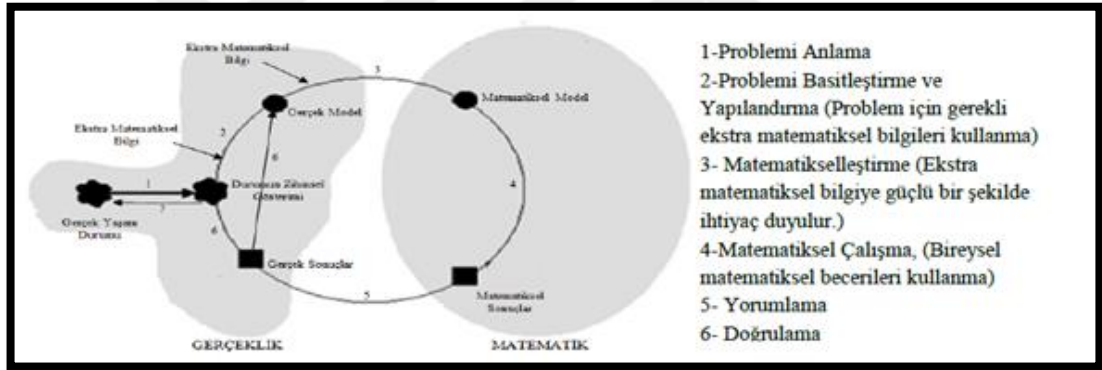
Voskoglou (2006) ise modelleme sürecini Şekil 11’de gösterildiği gibi (a) problemin analizi, (b) matematikselleştirme, (c) modelin çözümü, (d) modelin doğrulanması ve (e) sonuçların yorumlanması olarak beş basamakta incelemektedir (Bukova Güzel, 2016).



Şekil 11: Matematiksel Modelleme Süreci Akış Diyagramı (Voskoglou, 2006)

Problemin analizinde, problem durumu anlamlandırılır ve gerçek durum için gereksinimler ve sınırlandırmalar ortaya konulur. *Matematikselleştirme basamağı*, modelin kurulması için gerçek yaşam durumunun formüle edilmesini ve matematiksel yaklaşımları içerir. *Modelin çözümünde*, oluşturulan model uygun matematiksel işlemlerle çözülür. *Modelin doğrulanması basamağında* çözümler gerçek yaşam durumu ile karşılaştırılır ve gerekirse yeni model veya modeller üretilir. *Sonuçların yorumlanmasında* ise elde edilen matematiksel sonuçlar yorumlanarak gerçek yaşam durumuyla ilişkilendirilir. Söz konusu döngüde Voskoglou (2006) süreci açıklarken basamaklardan yararlanmakta ve belirli basamaklar arasında geçişlerin olabileceğini belirtmektedir. (Bukova Güzel, 2016).

Blum (1996) ve Kaiser'in (1995) çalışmalarından hareketle, Borromeo Ferri 2006 yılında Blum ve Leiss'in (2005) modelleme döngüsünü bilişsel bir bakış açısı altında Şekil 12'de verildiği gibi yeniden yapılandırmıştır (Bukova Güzel, 2016).

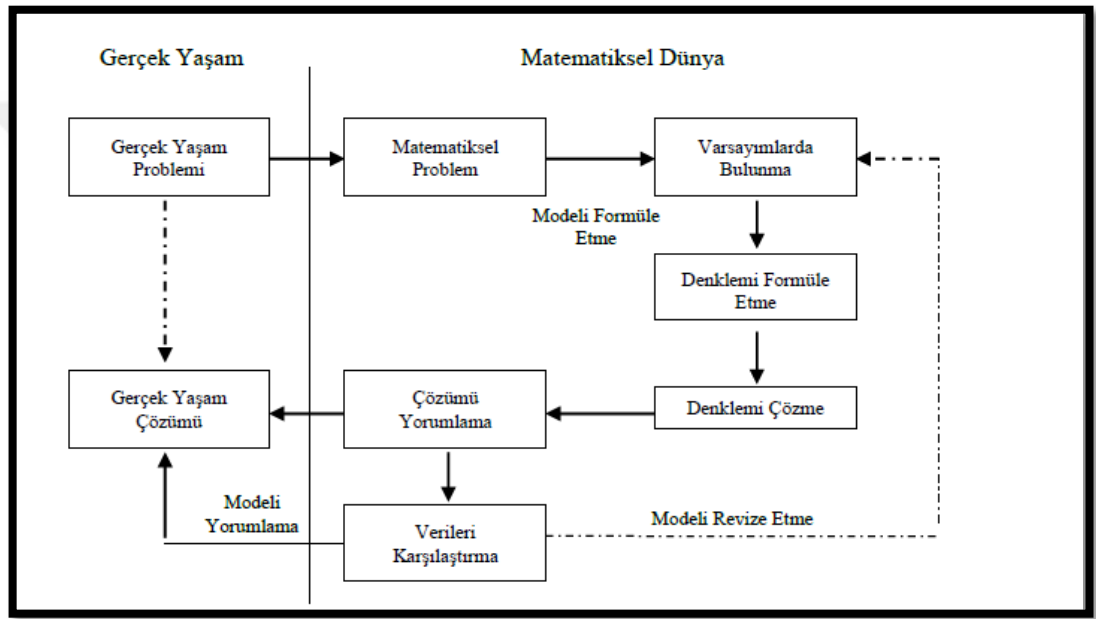


Şekil 12: Bilişsel Perspektif Altında Modelleme Süreci (Borromeo Ferri, 2006)

Bilişsel Perspektif Altında Modelleme Döngüsü olarak adlandırdığı söz konusu modelleme sürecinde ilk olarak gerçek yaşam problem durumu öğrenciler tarafından anlamlandırılır ve durumun zihinsel gösterimi yapılandırılır. Durumun zihinsel gösteriminden gerçek modele geçişte, verilen durum sadeleştirilir, yapılandırılır ve belirgin bir hale getirilerek çözüm için gerekenler belirlenir. Öğrencilerin sözlü ifadelerine dayalı olarak oluşturulan gerçek model, matematikselleştirme yoluyla matematiksel model haline getirilir. Matematiksel olarak çalışma basamağında öğrenciler tarafından modelleme yeterlikleri kullanılarak modellerin çözümü gerçekleştirilir ve matematiksel sonuçlar ortaya çıkarılır. Matematiksel olarak çalışma basamağında öğrenciler tarafından modelleme yeterlikleri kullanılarak

modellerin çözümü gerçekleştirilir ve matematiksel sonuçlar ortaya çıkarılır. Matematiksel sonuçlardan gerçek sonuçlara geçiş yorumlama basamağında gerçekleşir ve ardından gerçek yaşam deneyimlerinden yararlanarak gerçek sonuçlar ile zihinsel gösterimler arasındaki uyum kontrol edilip doğrulama yapılır (Bukova Güzel, 2016).

Cheng (2010) ise matematiksel modellemeyi Şekil 13'te verildiği gibi gerçek yaşam ve matematiksel dünya arasındaki yoğun bir etkileşim süreci olarak açıklamaktadır (Bukova Güzel, 2016).

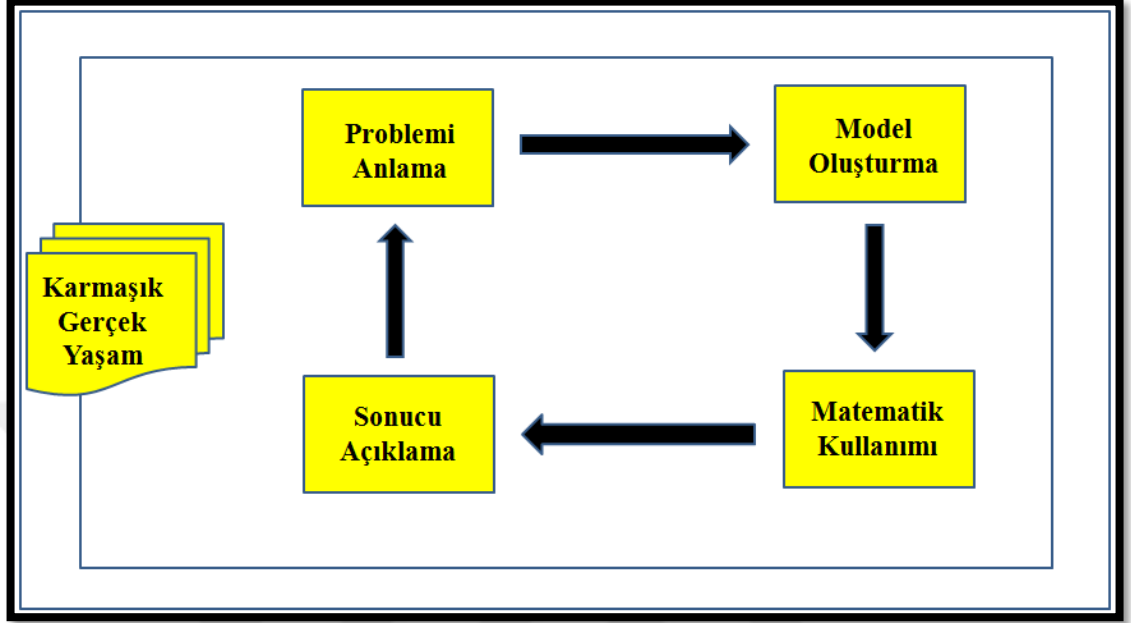


Şekil 13: Matematiksel Modelleme Süreci (Cheng, 2010)

Cheng'e (2010) göre matematiksel problemin çözümü, gerçek yaşam durumunu temsil eden, varsayımlar ve matematiksel yaklaşımlar yardımıyla oluşturulan bir modelin çözümüdür. Bundan dolayı gerçek yaşam durumunun karmaşıklığı modelin yapısının da karmaşık olmasına neden olacağından modelleme sürecinde bilgisayar gibi teknolojik araçlardan yararlanılması gerektiğini savunmaktadır (Bukova Güzel, 2016).

Blum ve Ferri (2009) tarafından modelleme problemleri için dört aşamalı bir çözüm planı geliştirilmiş ve bu döngü Eraslan (2011) tarafından Türkçeye adapte edilmiştir. Şekil 14'te gösterilen söz konusu bu döngüde, model oluşturma etkinliğinin çözümü sırasında öğrenciler tarafından her adımının bu aşamalar sırasıyla kullanıldığı

anlamına gelmemektedir ve öğrenciler, çözüm sırasında bu aşamalardan geçebilir ve bu aşamalardaki düşünce süreçlerini ve zorlandıkları bölümleri süreç esnasında uygulayıcılara yansıtabilirler (Eraslan, 2011; aktaran Şahin, 2014).



Şekil 14: Modelleme Problemleri İçin Dört Aşamalı Çözüm Planı (Blum ve Ferri, 2009; aktaran Eraslan, 2011)

Blum ve Ferri (2009) modelleme problemleri için dört aşamalı çözüm planında modelleme sürecini dört basamakta ortaya koymuşlardır:

- Problemi anlama* basamağı, öğrencilerin günlük yaşam durumundan uyarlanmış bir problemi durumunu anlamak için okuma, hayalinde canlandırma, çizim yapma, tabloyu okuma gibi eylemlerini yaparak problemi basite indirgeme çalışmalarını içermektedir.
- Model oluşturma* basamağında öğrenciler; ihtiyaç duydukları veriyi oluşturur, ilişki ve kuralları tanır, örüntüleri fark eder ve varsayımlarda bulunurlar.
- Matematik kullanımı* basamağında ise öğrencilerden uygun olan matematiksel kavramları belirlemeleri, uygun matematiksel işlemleri yapmaları ve bu işlemler sonucunda matematiksel sonuca ulaşmaları beklenmektedir.
- Öğrencilerin yaptıklarının doğrulunun sorgulandığı, sonucun gerçek yaşamla ilişkilendirilerek modelin geçerliliğinin onaylandığı ve çözümün raporlaştırıldığı *sonucu açıklama* basamağı ile modelleme problemleri için

çözüm süreci döngüsü tamamlanmaktadır (Eraslan, 2011; aktaran Şahin, 2014).

Özetle farklı bakış açılarıyla oluşturulmuş modelleme süreçlerinde genel olarak döngüsellik ön plana çıkmaktadır. Ayrıntılı olarak incelendiğinde süreç modellerinde, kimi basamaklar olmazsa olmaz olarak birçok araştırmacı tarafından ele alınırken; bazı araştırmacıların farklı basamaklara da yer verdikleri görülmektedir (Bukova Güzel, 2016). Bu çalışmada ise ortaokul 8. sınıf öğrencilerinden akademik başarı düzeylerine göre oluşan üçerli iki grup öğrencinin, model oluşturma etkinlikleri üzerindeki model oluşturma süreçleri Blum ve Ferri'nin (2009) modelleme döngüsü kullanılarak analiz edilmiştir.

2.6 Model Oluşturma Etkinlikleri ve Grup Çalışmasının Önemi

Eğitimde öğrencilerin sosyal gelişimleri açısından grup çalışmaları önemli bir yere sahiptir. Ubuz ve Haser'e (2002) göre grup çalışması; formel olmayan matematiksel birçok fikrin tartışılıp reddetmenin yanı sıra aynı zamanda bir matematiksel modeli ya da fikri oluşturmak, geliştirmek ve o fikir hakkında yorum yapmak ve grupta tartışılan bu fikri kendi düşünce altyapısıyla birleştirme sürecidir.

Vygotsky, öğrencilerin isteyerek kurduğu etkileşim ile etkili öğrenmenin uygun ortamlarda birlikte yapılan etkinlikler ve problem çözme faaliyetleri ile gerçekleşebileceğini belirterek çocuğun bilişsel gelişmesinde çevrenin çok önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır (Altun, 2015). Altun (2015) da Piaget'in öğrenmede gelişmeyi öne çıkarmasının yanında, Vygotsky'nin de sosyal çevreyle etkileşimi öne plana çıkardığını belirterek grup çalışmasında farklı ilgi ve yeteneklerdeki öğrencilerin birbirine çok şey verebileceğini, birbirlerine öğretmek daha etkili bir şekilde öğrenebilecekleri gibi faydaları söz konusu olduğuna dikkat çekmiştir. Aynı zamanda Altun (2002; aktaran Kant, 2011), Vygotsky'nin düşüncelerinden hareketle matematik eğitiminde yararlanmak için iyi organize edilmiş öğretim ortamlarının hazırlanması ve öğrencilerin etkileşim içinde olmaları, birlikte gerçekleştirebilecekleri etkinliklerle, birlikte çözebilecekleri problemlerle yüz yüze getirilmesi gerektiği üzerinde durmuştur.

Model oluşturma etkinliklerinde öğrenciler, bir gerçek yaşam durumunu

anlamlandırarak matematikselleştirmelerini, verilen bilgileri yorumlamalarını, ilgili verileri seçmelerini, yeni verilere giden işlemleri tanımlamalarını ve anlamlı gösterim şekillerini oluşturmalarını gerektirir (Lesh ve Doerr, 2003). Fox'da (2006) modelleme problemlerini çoklu çözüm yaklaşımlarına fırsat veren anlamlı problem çözme durumları olarak tanımlarken; aynı zamanda bu tür problemlerin gerçek yaşama dair önemli matematiksel fikirlerin keşfi ve gelişimi için öğrencileri teşvik etme bakımından geleneksel problem çözme etkinliklerinin ötesine gittiğini vurgular (Bukova Güzel, 2016). Söz konusu bu özelliklerinden dolayı model oluşturma etkinliklerinde grup çalışmasının önemi birçok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır.

Zawojewski, Lesh ve English (2003) geleneksel matematiksel problem çözme aktivitelerinin, çözülmesi beklenen bir matematiksel sonucu olması nedeniyle paylaşılmaya ihtiyaç olmadığını ve bu nedenle sosyal yönünün zayıf olduğunu belirtmektedirler. Model oluşturma etkinlikleri ise model oluşturma ve modeli genelleme ilkeleri çerçevesinde, geliştirilen bir modelin paylaşılabilir ve tekrar kullanılabilir olmasını sağladığından sosyal etkileşime çok uygundur (Zawojewski, Lesh ve English, 2003). Dolayısıyla araştırmacılar bu etkinliklerin grup çalışması şeklinde yapılması gerekliliği fikrini ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda Zawojewski, Lesh ve English (2003) öğrenciler için grup çalışması şeklinde düzenlenen model oluşturma etkinliklerinin sosyal deneyimlerin karakteristik özelliklerini taşıdıklarını, etkili iletişim ve takım çalışmasının temellerini oluşturması açısından önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Öğrencilerin model oluşturma etkinliklerinde grup çalışması sürecinde, çeşitli boyutlarda uygulanabilecek modellerini geliştirmek ve gözden geçirip düzeltmek için takım arkadaşlarıyla etkili bir iletişim kurmaya ihtiyaçları vardır ve bu süreçte her bir öğrenci, kendi dış temsilleriyle problemi yorumlamakta ve bu yorumlar grupça tartışılmaktadır (Zawojewski, Lesh ve English, 2003; aktaran Kant, 2011). Her bir öğrencinin ortaya attığı model tartışılıp, değerlendirildikten sonra en uygun model oluşturulmakta ve oluşturulan model başkaları tarafından da kullanılacağından, öğrenciler her bir süreci, yöntem ve stratejiyi açıklamak durumundadırlar (Zawojewski, Lesh ve English, 2003; aktaran Kant, 2011). Gruplar kendi modellerini

geliştirdikten sonra modellerini sınıf arkadaşlarına sunarak kendi modellerinin en iyisi olduğuna diğer grupları ikna etmeye çalışırken; öğrenciler aynı zamanda matematiksel düşünceleri ve anlayışlarıyla ilgili iletişimde de bulunurlar (Zawojewski, Lesh ve English, 2003; aktaran Kant, 2011).

Model oluşturma etkinlikleri; grup çalışması şeklinde uygulandığı sınıf ortamlarında eleştirel soru sorma, savunma, düşüncelerini ispatlamaya ve arkadaşlarını ikna etmeye çalışma ve grupla dinleyiciler arasında ortaya çıkan tartışma için çok sayıda fırsat sağlamaktadır (English ve Lesh, 2003; aktaran Şahin, 2014).

Eraslan (2011) ise çalışmasında model oluşturma etkinliklerinde grup çalışmasının önemini ve nasıl olması gerektiğini ifade etmektedir. Öğrencilerin bireysel çalışmalarında akla gelmeyecek bazı konuların grup çalışması sırasında diğer bireylerin açıklamaları çerçevesinde akla gelebileceğini ve ek yorumlara neden olabileceğini belirtmektedir. Grubun oluşturduğu sinerjinin, grubu oluşturan her bir kişinin ilgi ve motivasyonunu artırıp grup üyelerini teşvik ederek üyelerin kendi potansiyellerinin üzerine çıkmasına yardım ettiğini vurgulamaktadır. Grup içerisinde bireylerin süreç boyunca liderlik, hesaplayıcı veya kontrolör (işlemin sağlamasını yapan) gibi farklı roller de üstlendiğini belirten Eraslan (2011); heterojen şekilde oluşturulan gruplarda yer alan “orta” veya “az başarılı” öğrencilerin belki tek başlarına başarılı olamayacaklarını düşünüp bırakacakları problemler üzerinde düşünebilme ve çalışabilme fırsatı verildiğini ifade etmektedir.

Eraslan (2011) model oluşturma etkinlikleri ile yapılan uygulamalarda, grup çalışmalarında üçer kişiden oluşturulan gruplardan en fazla verimin alındığını ortaya koyarken; grupların dört veya beş kişiden oluşturulması durumunda ise grupların kendi içerisinde ikiye bölünerek daha küçük alt gruplar şeklinde ayrı ayrı çalıştıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin oturma pozisyonu olarak bir sırada çizgi şeklinde bir oturma biçiminden ziyade Şekil 15’te görüldüğü gibi birbirlerinin yüzünü görececek biçimde bir masanın (iki sıra birleştirilerek oluşturulabilir) üç yanında yer almalarının sağlanması gerektiğini ifade etmektedir (Eraslan, 2011).



Şekil 15: Öğrencilerin Grup Çalışması Sırasında Oturma Şekilleri

İlkokul ve ortaokul matematik dersi öğretim programında grup çalışmasının önemine yer verilmiştir. Matematik öğrenme ve öğretme sürecinde öğrencilerin düşüncelerini sözlü olarak ifade etmelerinin, matematiksel kavramların içselleştirilmesi, anlaşılması ve yapılandırılmasında önemli bir yere sahip olduğu ve öğrencilerin, öğretim sürecinde kavramları nasıl yapılandıklarını sergilerken, bireysel ve bireylerarası iletişim kurmaya da teşvik edilmeleri gerektiği belirtilmektedir (MEB, 2018).

Matematik Uygulamaları dersi öğretim programında da matematiksel modeller geliştirme sürecinde problem çözme ve kurmaya yönelik etkinliklere yer verilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Nitekim programda, matematiksel modeller geliştirilirken gerçekçi ve günlük hayat durumlarından hareket edilerek grup içi ve gruplar arası öğrenci tartışmalarının teşvik edilmesi ve öğrencilerin kendilerine özgü modeller oluşturmalarına fırsat sağlanması gerektiğine yer verilerek model oluşturma etkinlikleri ve grup çalışmasının önemi ortaya koyulmaktadır (MEB, 2018).

2.7 Model Oluşturma Etkinlikleri ve Öğretmenin Rolü

Blum ve Ferri (2009) yaptıkları çalışmalarda öğrencilerin model oluşturma etkinliklerinde grup çalışması sırasında, öğretmenlerin sınıf içerisinde hangi rolde yer alması gerektiğini ortaya koymuşlardır. Öğrencilerin kendi başına çalışmaları ile öğretmenden yardım alarak çalışmaları arasında önemli farkların olduğuna dikkat çeken araştırmacılar; model oluşturma etkinlikleriyle grup çalışmaları sırasında nitelikli bir öğretim ve uygulama için öğretmen yardımı ile öğrencinin bağımsız çalışması arasında sürekli bir dengenin kurulması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu dengeyi Şekil 16’da verilen duruma benzer şekilde göstermek mümkündür.



Şekil 16: Öğretmenin Model Oluşturma Etkinliği Çalışmaları Sırasındaki Doğru ve Yanlış Konumu

Model oluşturma etkinlikleriyle öğrenciler çalışırken “öğretmen yardımının en az”, “öğrencilerin bağımsız çalışma süresinin ise maksimum düzeyde” olacak şekilde uygulanması tavsiye edilirken; geleneksel öğretmen rolü olan açıklama yapmak, doğru cevabın ana kaynağı olmak gibi durumların modelleme çalışmalarına uygun olmadığı vurgulanmaktadır (Blum ve Ferri, 2009; aktaran Şahin, 2014). Ayrıca araştırmacılar, model oluşturma etkinlikleri sırasında öğretmenin rolünü ve yapabileceği katkıları ifade ederken; gruplara ‘*Problem durumunu hayalinizde canlandırın?*’, ‘*Burada amacımız nedir?*’, ‘*Ne yaptınız ne kadar yol aldınız?*’, ‘*Neyi hala bilmiyoruz?*’ ve ‘*Bu sonuç gerçek duruma uygun mu?*’ şeklinde sorularla öğrencilere rehberlik yapmaları gerektiğini belirtmektedirler (Blum ve Ferri, 2009).

Eraslan (2011) ise yaptığı çalışmasında model oluşturma etkinlikleri sırasında

öğretmenin rolünü ifade ederken; model oluşturma etkinliklerinin sadece bir sonucu ve bir çözüm yolu gerektiren geleneksel problemler olmadığını ve öğrencilerin süreç sırasında problemin kendilerinden ne istediğini tam olarak anlamakta zorluk yaşayabileceklerini belirtmektedir. Bu nedenle hızlı bir şekilde sonuca ulaşma ve bulunan herhangi bir sonucun veya çözüm yolunun doğruluğunun öğretmenlerine onaylatma isteğinin en çok görülen öğrenci davranışları arasında olduğunu ifade etmektedir. Bu nedenle Eraslan'a (2011) göre model oluşturma etkinlikleri uygulamalarında, öğretmenlerin süreç boyunca öğrencilere verilen modelleme problemini birden fazla yolla çözebileceklerini ve farklı sonuçlara ulaşabileceklerini hatırlatmanın yanında bulunacak çözümün sadece verilen probleme çözüm üretmesi değil buna benzer tüm problemlerin çözümünde kullanılabilir genellenebilir bir araç olması gerektiği vurgulanmalıdır (Eraslan, 2011).

Blum ve Ferri'nin (2009) çalışmalarına paralel olarak Shell Centre'ye (1985) göre de öğrenciler modelleme problemleriyle çalışırken; geleneksel öğretmen rolü olan açıklama yapma, doğru cevabın ana kaynağı olma rolü uygun değildir. Öğretmen öğrencilerine rehberlik yaparken şu üç şekilde sorular sorarak onlara yardımcı olabilir: (1) *Daha fazla üst bilişsel yönlendirme*: “Neyi denediniz?”, “Ne buldunuz?”, “Sonrakinde neyi deneyeceksiniz?”, “Bunu nasıl ifade edeceksiniz?” (2) *Özel stratejilere odaklanmış bazı yönlendirmeler*: “Bazı özel durumları gözden geçirdiniz mi?”, “Tanıdığınız hiçbir örüntü gördünüz mü?”, “Bunu başka bir yöntem kullanarak kontrol etmeyi denediniz mi?” ve (3) *Küçük ayrıntılı rehberlik*: “Bu iki kare farkı değil mi?”, “Neden bir doğrusal yerleştirme denemiyorsunuz?” (Antonius, Haines, Jensen ve Niss, 2006; aktaran Kant, 2011).

Antonius ve diğerlerine göre (2006; aktaran Kant, 2011) öğretmen öğrencilere ne kadar rehberlik edeceğini iyi belirlemelidir. Eğer öğretmen öğrencilerin problem çözmek için kullanacakları becerileri kendilerinin seçmesine izin verirse, doğal olarak öğrenciler sadece kendilerine en tanıdık ve güvenli olanı seçeceklerdir. Böylece daha zorlayıcı ve güç olan fikirlerden sakınmaya yöneleceklerdir. Diğer taraftan eğer öğretmen öğrencilere hangi matematiksel teknikleri kullanacaklarını söylerse yöntemle ilgili talepleri dikkate almamış olur ve problem verilen tekniklerin kullanımını içeren bir alıştırmaya dönüşür. Eğer model oluşturma etkinlikleri

sırasında verilen desteğin dengesi uygunsuz ise öğrenciler hemen problemi sahiplenme duygusunu kaybederler, geleneksel pasifliklerine ve her türlü öğrenmeye engel olan taklitçi rollerine geri dönerler.

2.8 İlkokul ve Ortaokul Matematik Müfredatında Modellemenin Yeri ve Önemi
Yapılandırma, tanımlama, açıklama, doğrulama, öngörme, tahmin etme, grupla çalışma, analitik düşünme becerilerine sahip, problemlere karşı etkili ve yaratıcı çözümler üretebilen bireyler yetiştirmek günümüz eğitim sistemlerinin önemli hedeflerinden biri haline gelmiştir (English ve Watters, 2004).

Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) gençlerin günlük yaşamda karşılaşacakları zorlukların üstesinden gelmek için bilgi ve becerilerini kullanma yeteneklerine odaklanmaktadır. Geleneksel başarı testlerinden farklı olan bu bakış açısı ders programlarının hedeflerinde değişiklikler yapılmasını da zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla ders programlarının hedefleri, öğrencilerin okulda ne öğrendiğinden çok okulda öğrendikleri ile günlük hayatta neler yapabildikleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Günümüz dünyasında teknolojiyle birlikte bilginin hızla değişmesi ve bilgiye olan ihtiyacın sürekli artması matematik eğitimi sisteminin de bu çerçevede şekillendirilmesini gerektirmektedir. Dünyadaki tüm bu değişim ve gelişmelere ayak uydurmak ve 21. yüzyıl becerileri ışığında bireyler yetiştirmek amacıyla matematik öğretim programlarımız 2017 yılında yeniden şekillendirilmiştir.

MEB (2018) ilkokul ve ortaokul matematik öğretim programında öğrencilerden beklenen becerileri; bilgiyi üreten, hayatta işlevsel olarak kullanabilen, problem çözebilen, eleştirel düşünen, girişimci, kararlı, iletişim becerilerine sahip, empati yapabilen, topluma ve kültüre katkı sağlayan... vb. niteliklerdeki bir birey olarak açıklamaktadır. Bu açıdan ilkokul ve ortaokul dönemi matematik öğrenimi çocukların bu yeteneklerini geliştirmede önemli bir köşe taşıdır. Eğitim sistemimiz, ilkokul ve ortaokul matematik öğretim programında öğrencilerden beklenen beceri ve matematiksel yetkinliklerin konular dâhilinde öğrencilere kazandırılmasını ve yetkinliklerde bütünleşmiş bilgi, beceri ve davranışlara sahip karakterde bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır (MEB, 2018). Yenilenen öğretim programımızda, öğrencilerin hem ulusal hem de uluslararası düzeyde; kişisel, sosyal, akademik ve iş hayatlarında ihtiyaç duyacakları beceri yelpazeleri olan yetkinlikler belirlenmiştir.

Modelleme kavramına da öğretim programımızda matematiksel yetkinlikler başlığı altında yer verilmiştir. Matematiksel yetkinlik, günlük hayatta karşılaşılan bir dizi problemi çözmek için matematiksel düşünme tarzını geliştirme ve uygulamadır (MEB, 2018). Sağlam bir aritmetik becerisi üzerine inşa edilen süreçte, faaliyet ve bilgiye vurgu yapılmaktadır. Matematiksel yetkinlik, düşünme (mantıksal ve uzamsal düşünme) ve sunmanın (formüller, *modeller*, kurgular, grafikler ve tablolar) matematiksel modlarını farklı derecelerde kullanma beceri ve isteğini içermektedir. (MEB, 2018).

MEB (2018) matematik eğitiminin genel amaçlarında ise öğrenciler için; 1739 sayılı Millî Eğitim Temel Kanunu'nda belirlenmiş olan Genel Amaçlar ve Temel İlkeler doğrultusunda Matematik Dersi Öğretim Programı'nın ulaşmaya çalıştığı genel amaçlarından bazılarında şu şekilde istenen yeni becerilere vurgu yapmıştır: Öğrenci;

- (a) *Matematiksel okuryazarlık* becerilerini geliştirebilecek ve etkin bir şekilde kullanabilecektir.
- (b) Matematiksel kavramları anlayabilecek, bu kavramları *günlük hayatta* kullanabilecektir.
- (c) *Problem çözme* sürecinde kendi düşünce ve akıl yürütmelerini rahatlıkla ifade edebilecek, başkalarının matematiksel akıl yürütmelerindeki eksiklikleri veya boşlukları görebilecektir.
- (d) *Üst bilişsel bilgi ve becerilerini* geliştirebilecek, kendi öğrenme süreçlerini bilinçli biçimde yönetebilecektir.
- (e) *Araştırma yapma*, bilgi üretme ve kullanma becerilerini geliştirebilecektir.

İlkokul ve ortaokul matematik öğretim programında öğrencilerin problem çözme ve kurma, akıl yürütme, iletişim, matematiksel kavramlar arasında, matematik ve diğer disiplinler arasında ve matematik ve günlük hayat arasında ilişkilendirme ve matematiksel düşüncelerini çoklu gösterimlerle ifade etme becerilerini geliştirmek amacıyla ortaokul müfredatına seçmeli *Matematik Uygulamaları* dersi eklenmiştir. Matematik Uygulamaları dersinde de *modelleme* yaklaşımı esas alınarak, *matematiksel modelleme* ile kazandırılması beklenen yeterlilikler ve beceriler; gerçek hayat problemlerinin sadeleştirilmesi, soyutlanması ya da matematiksel forma dönüştürülerek matematiksel bilginin kullanılması şeklinde belirtilmektedir (MEB,

2018).

İlköğretimin yanında ortaöğretim matematik (9–12) öğretim programı incelendiğinde benzer amaçlar doğrultusunda matematik eğitiminde *modelleme* anlayışının benimsendiği ve matematiksel düşünme ve *matematiksel model* kurabilme becerilerinin ortaöğretim matematik öğretim programında da yer aldığı görülmektedir (MEB, 2018). Nitekim öğretim programında *matematiksel modeller* geliştirme sürecinde problem çözme ve kurmaya yönelik etkinliklere yer verilmesi, *matematiksel modeller* geliştirilirken gerçekçi ve günlük hayat durumlarından hareket edilerek grup içi ve gruplar arası öğrenci tartışmaları teşvik edilmesi ve öğrencilerin kendilerine özgü *modeller oluşturmalarına* fırsat sağlanması gerektiği ifade edilmiştir. Öyle ki ortaöğretim matematik (9–12) programının yaklaşımında hayatımızda yaşanan değişimlerin ortaya çıkardığı yeni problemlerin çözümü için; matematiğe değer veren, matematiksel düşünme gücü gelişmiş, *matematiği modelleme* ve problem çözüme kullanabilen bireylere her zaman olduğundan çok daha ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (MEB, 2018).

Tüm bunlar göz önüne alındığında matematiksel modelleme becerisinin ve model oluşturma etkinliklerinin gerek ilköğretimde gerekse ortaöğretimde önemli bir yeri olduğu aşikârdır. Bu noktadan hareketle bu tür yeteneklerin geliştirilmesine yardımcı olacak en önemli araçlardan biri içerisinde matematiksel modelleme bulunduran model oluşturma etkinlikleridir (English ve Watters, 2005; Lesh ve Doerr, 2003). Çünkü model oluşturma etkinlikleri, matematiği yalnızca okulda kullanılan kavramlar topluluğu olarak değil; yaşamında ve diğer disiplinlerde matematiği kullanabilen, karşılaştıkları problemlere farklı çözüm yolları üretebilen bireyler yetiştirilmesi açısından önemli bir araçtır. Lingerfjad'a (2006; aktaran Şahin, 2014) göre ise model oluşturma etkinlikleri:

- Öğrencilerin yaratıcılığını, problem çözme tutumlarını ve bu konudaki yeterliklerini geliştirir.
- Öğrencilerde eleştirel bakış açısının oluşturulması, geliştirilmesi ve yeterli hale getirilmesini sağlar.
- Öğrencileri, birey veya bir vatandaş olarak günümüzde, gelecekte veya meslek yaşantılarında modelleme yapabilme yeterliliğini kazandırır.

- Matematiğin diğer alanlardaki tüm önemli yönlerini, uygulamalarını ve dünyadaki rolünü içeren bir resmini oluşturur.
- Öğrencilerin, matematiksel kavramları, bilgileri, metotları, sonuçları ve konuları anlamalarına ve kazanmalarına yardımcı olur.

Model oluşturma etkinlikleri öğrencilere matematiğin sınıf dışında hangi amaçlarla kullanıldığını göstererek; öğrencilerde matematiğin doğası ve rolü hakkında daha zengin bir fikir oluşmasına, matematiğe karşı tutumlarının ve inançlarının şekillenmesine yardım eder. Dolayısıyla öğrencilerde, matematiğe karşı ilginin artmasını sağlayarak matematiği farklı alanlarda kullanabilme kapasitesi kazandırır (Niss, Blum ve Galbraith, 2007). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme matematik öğrenimini desteklemesi, öğrencilerin matematik bilgisine katkıda bulunarak çeşitli matematiksel yeterliklerini geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır (Blum ve Borromeo Ferri, 2009).

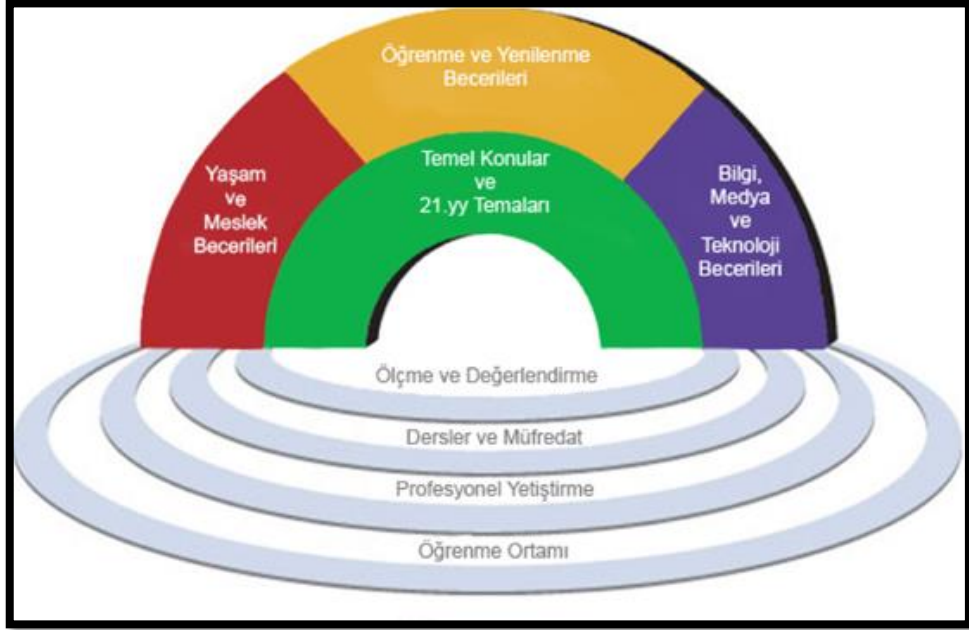
Sonuç olarak öğrencilerin ilkokul ve ortaokuldan itibaren model oluşturma etkinlikleriyle tanıştırılması ve modelleme becerilerine sahip birer bireyler olarak yetiştirilmesi büyük önem taşımaktadır (English ve Watters, 2005). Bu nedenle matematiksel modelleme anlayışı pek çok ülkede olduğu gibi ülkemizdeki öğretim programlarında da önemli bir yere sahiptir.

2.9 Yirmi Birinci Yüzyıl Becerileri ve Model Oluşturma Etkinlikleri

Bilginin hızla değiştiği ve bilgiye duyulan ihtiyacın giderek arttığı 21. yüzyılda bireyin dünya vatandaşı olma kavramı ortaya çıkmış ve öğrencilerin dünya vatandaşı olma yolunda çağın gerektirdiği nitelikte yetiştirilmesi eğitimin en temel hedeflerinden biri haline gelmiştir. 21. yüzyıl becerileri genel olarak, öğrencilerin bilgi çağında başarılı olabilmeleri için geliştirmeleri gereken üst düzey becerileri ve öğrenme eğilimlerini ifade etmektedir.

Değişen dünyada bireylerin ihtiyaç duyacağı 21. yüzyıl becerilerinin neler olduğu konusunda alanyazında genel bir eğilim olmakla birlikte, bu becerilerin neler olduğuna dair farklı görüşler de bulunmaktadır. Alanyazında öğretmenler, akademisyenler ve iş dünyasındaki liderlerin katkılarıyla hazırlanan *P21 platformu*

(Partnershipfor 21st Century Skills) olarak anılan 21. yüzyıl becerilerinin genel çerçevesi Şekil 17’de gösterilmiştir.



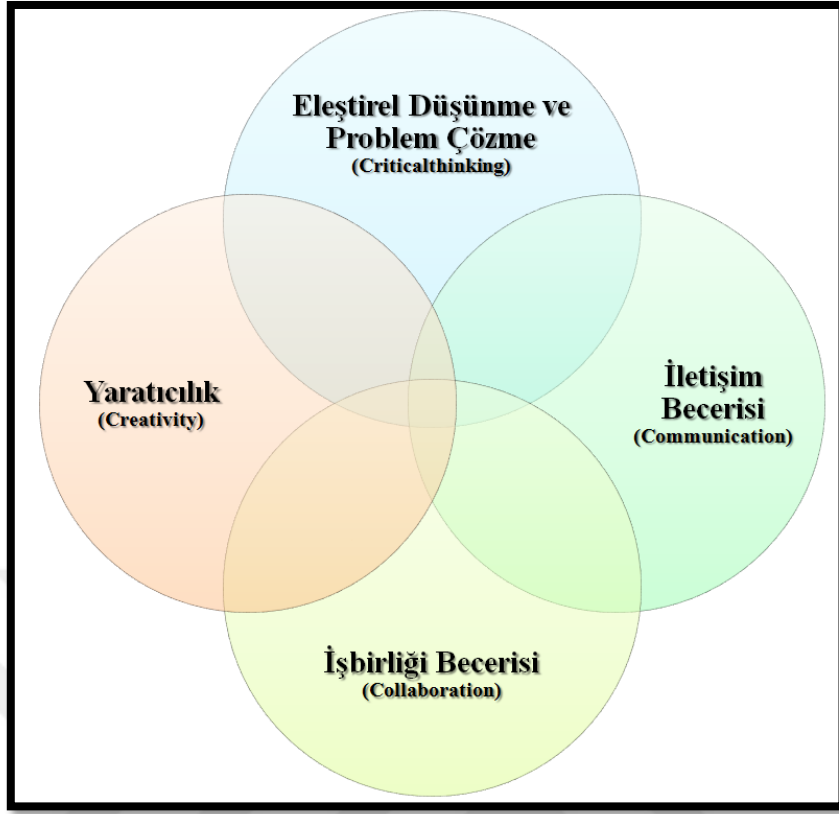
Şekil 17: 21. Yüzyıl Becerileri Çerçevesi (Partnership For 21st Century Learning, 2007)

P21 platformu temel konuları İngilizce, okuma ve dil sanatları, dünya dilleri, sanat, matematik, ekonomi, bilim, coğrafya, tarih, devlet ve yurttaşlık bilgilerini içermekle birlikte, (a) öğrenme ve yenilenme becerileri, (b) bilgi, medya ve teknoloji becerileri ve (c) yaşam ve meslek becerileri olarak anılan üç ana beceri alanından oluşmaktadır.

Öğrenme ve yenilenme becerileri ise Şekil 18’de gösterildiği gibi;

- Eleştirel düşünme ve problem çözme (criticalthinking),
- İletişim (communication),
- İş birliği (communication) ve
- Yaratıcılık (creativity) olmak üzere dört temel beceriden (4C) oluşmaktadır (Kylonen, 2012; Partnership for 21st Century Learning, 2007; Trilling ve Fadel, 2009; aktaran Yalçın, 2018).

Söz edilen bu beceriler yaşam boyu öğrenmenin ve yaratıcı düşünmenin anahtarı olarak kabul edilmektedir (Trilling ve Fadel, 2009; aktaran Yalçın, 2018).



Şekil 18: 21. Yüzyıl Becerileri (4C)

(1) *Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme (criticalthinking)*; *Eleştirel düşünme*, doğru analizler, çıkarımlar ve değerlendirmeler yapma ile tümevarımlı ve tümdengelimli akıl yürütmeyi içerir; yargılayıcı, yansıtıcı ve amaçlıdır (Facione, Facione ve Giancarlo, 2000). Bu beceriye sahip öğrenciler;

- Duruma uygun olarak çeşitli akıl yürütme türlerini (tümevarım, tümdengelim vb.) kullanma,
- Karmaşık sistemlerde genel sonuçların üretilmesi için bütünün bir parçasının birbiriyle nasıl etkileşimde bulunduğunu analiz etme,
- Alternatif bakış açılarını analiz etme ve değerlendirme,
- Analiz sonuçlarına dayanarak bilgileri yorumlama ve sonuç çıkarma,
- Öğrenme deneyimlerini ve süreçlerini eleştirel olarak düşünme gibi özelliklere sahip olmalıdır (Partnership for 21st Century Learning, 2015; Trilling ve Fadel, 2009; aktaran Yalçın, 2018).

Problem çözme ise bir hedefin gerçekleşmesi veya bir sorunun aşılması için gerekli olan zihinsel basamaklar olarak tanımlanabilir (Haladyna, 1997).

(2) *İletişim Becerisi (communication)*; sözlü, yazılı ve sözsüz iletişim becerilerini çeşitli biçimlerde ve bağlamlarda etkin biçimde kullanarak düşünce ve fikirleri ifade etme, etkin bir dinleyici olma ve farklı ortamlarda etkin bir şekilde iletişim kurma olarak ifade edilebilir (Trilling ve Fadel, 2009; aktaran Yalçın, 2018).

(3) *İş Birliği Becerisine (collaboration)* baktığımızda; çeşitli gruplarla etkili ve saygılı bir şekilde çalışabilme becerisi göstermek, ortak bir hedefi gerçekleştirmek için gerektiğinde ödün vermeye istekli olmak ve ortak çalışma sorumluluğunu üstlenerek her ekip üyesi tarafından yapılan bireysel katkıları değerlendirebilmek olarak ifade edilebilir (Trilling ve Fadel, 2009; aktaran Yalçın, 2018).

(4) *Yaratıcılık (creativity)* ise; bir şeyleri yeni yollarla (kavramsal ya da sanatsal olarak) bir araya getirme, yeni bir şeyler inşa etme, olağandışı veya alışılmadık durumları kullanarak ilginç bir durum oluşturmak için çalışmak olarak tanımlanabilir (Brookhart, 2010). *Yaratıcılık* becerisine sahip öğrenciler;

- Geniş kapsamda, bir fikir oluşturma tekniği kullanma (beyin fırtınası gibi),
- Yeni ve değerli fikirler yaratma,
- Yaratıcı fikirler geliştirme ve onları en üst düzeye çıkarmak için kendi fikirlerini ayrıntılı bir şekilde inceleme,
- Analiz etme ve değerlendirme gibi özelliklere sahip olmalıdır (Trilling ve Fadel, 2009; aktaran Yalçın, 2018).

Matematiksel modelleme problemleri öğrencilerin daha önce öğretim programı kapsamında öğrendikleri bilgileri doğrudan uygulamanın ötesinde, kendi önemli matematiksel fikirlerini ve süreçlerini oluşturmalarına olanak sağlayan güçlü araçlar olarak ön plana çıkmaktadır (English, 2006).

Biliş ve biliş-ötesi düşünme süreçlerini içeren, gerçek yaşam ile matematiğin ilişkilendirilmesini sağlayan model oluşturma etkinliklerinin özellikleri ve öğrencilere kazandırdıkları incelendiğinde 21. yüzyıl becerilerini desteklediği

görülmektedir. Ayrıca modelleme problemlerinin 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan problem çözme, iletişim, akıl yürütme ve ilişkilendirme becerilerinin gelişiminde kullanılacak yararlı öğrenme araçları olduğu son yıllardaki birçok çalışmada da vurgulanmaktadır (Asempapa, 2015; Gravemeijer, Stephan, Julie, Lin ve Ohtani, 2017).

Tablo 1: 21. Yüzyıl Becerileri (4C) ve Model Oluşturma Etkinlikleri

21. Yüzyıl Becerileri	Model Oluşturma Etkinliklerinin Özellikleri
Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme	Öğrencilerin gerçek yaşam durumlarını matematiksel olarak yorumlamalarını sağlar Öğrencilerin bilişsel ve üst-bilişsel becerilerini kullanmalarını sağlar Disiplinler arası bağlantılar içerir Öğrencilerin çözüm sürecini matematiksel olarak ayrıntılarıyla ifade etmelerini sağlar.
İletişim	Öğrencilerin okuduğunu anlama, düşüncelerini yazılı ve sözlü ifade etme, sonucu açıklam ve savunma becerilerini geliştirir Öğrencilerin düşüncelerini açığa çıkarır.
İş Birliği	Öğrencilerin sosyal gelişimi sağlar Öğrencilerin grupça çalışmalarını sağlar.
Yaratıcılık	Öğrencilerin kendi matematiksel modellerini oluşturmalarını sağlar Açık uçlu problem durumlarından optimum faydayı sağlayacak farklı çözümler üretmelerini sağlar.

Öğrencilerin bilgi çağında başarılı olabilmeleri için geliştirmeleri gereken *üst düzey becerileri ve öğrenme eğilimlerini* ifade eden 21. yüzyıl becerileri (4C) ile model oluşturma etkinliklerinin özellikleri ve öğrencilere kazandırdıkları beceriler genel

olarak paralellik göstermektedir. Model oluşturma etkinlikleri, gerçek yaşam ile matematiğin ilişkilendirilmesini sağlayarak çeşitli özelliklere sahiptir. Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014) alan yazından yararlanarak model oluşturma etkinliklerinin genel özelliklerini ortaya koymuşlardır. Söz konusu bu özelliklerin 21. yüzyıl becerilerinden hangisini destekleyebileceği araştırmacı tarafından ilişkilendirilerek Tablo 1’de sunulmuştur.

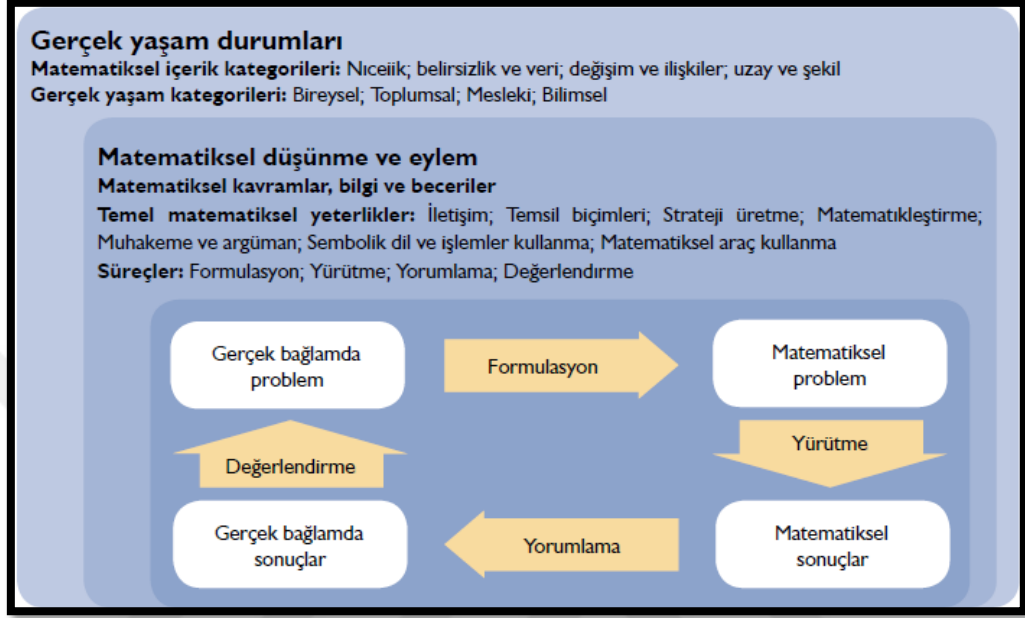
Sonuç olarak öğrencilere bu becerilerin kazandırılması ve gelecek dünya vatandaşı olan bireyler olarak yetiştirilmesinde, matematiksel modelleme içeren model oluşturma etkinliklerinin öğrencilere eğitim-öğretim yaşamlarının ilk yıllarından itibaren yükseköğrenime kadar her seviyede tanıtılması, uygulanması ve onların deneyim sahibi olmalarının gerekli ve yararlı olacağı düşünülmektedir.

2.10 Matematik Okuryazarlığı ve Model Oluşturma Etkinlikleri

Okuryazarlık kavramı öğrencilerin bilgilerini günlük yaşamda kullanmak, mantıksal çıkarımlar yapmak, çeşitli durumlarla ilgili problemleri yorumlamak ve çözmek için öğrendiklerinden çıkarımlar yapma kapasitesi; *matematiksel okuryazarlık* ise matematikten yararlanma ve bu nedenle gereksinimlerini karşılamak için matematiğin gerçek yaşamda nasıl kullanılabileceğini görme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (MEB, 2010; aktaran Şahin, 2014). *Matematik okuryazarlığı*, çeşitli seviyelerde matematikle ilgili yeterliklerin kullanımını gerektirirken; bu yeterlikler standart matematiksel işlemlerin gerçekleştirilmesinden matematiksel düşünme ve kavramaya kadar olan geniş bir yelpazeyi içerir ve aynı zamanda *matematik okuryazarlığı*, bir dizi matematiksel içerikle ilgili bilgi sahibi olmayı ve bu içerikle ilgili uygulama yapma becerisini de gerektirmektedir (Şahin, 2014).

PISA’ya (2012) göre ise *matematik okuryazarlığı*, çeşitli bağlamlarda bireyin formüle etme, matematiği kullanma ve yorumlama kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Bu kapasite matematiksel olarak akıl yürütmeyi; bir olguyu açıklamak ve tahmin edebilmek için matematiksel kavramları, işlemleri ve araçları kullanmayı içerir. *Matematik okuryazarlığı* bireyin; dünyada matematiğin oynadığı rolü fark etmesine ve anlamasına, sağlam temellere dayanan yargılara ulaşmasına, yapıcı, ilgili, duyarlı bir vatandaş olarak kendi ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde matematiği kullanmasına yardımcı olmaktadır. Formüle etme, kullanma ve

yorumlama eylemleri öğrencinin aktif problem çözücü olarak yürüteceği üç süreci ifade etmektedir. Formüle etme, matematiği kullanma ve yorumlama süreçleri matematiksel modelleme sürecinin olduğu gibi *matematik okuryazarlığı* tanımının da anahtar bileşenleridir.



Şekil 19: Matematik Okuryazarlığı Değerlendirme Çerçevesinin Genel Özellikleri (PISA, 2015)

PISA’da (2012) *matematik okuryazarlığı* kavramı ile beraber özellikle bireyin matematiksel modelleme yapabilme yetisine ve matematiksel araç ve materyalleri, bilgisayar yazılımlarını modelleme için kullanmasına vurgu yapılmaktadır. Gerçek dünyadan alınan problemin matematiksel modelleme süreçlerine göre formüle edilmesine, formüle edilen problemin çözümü için matematiğin kullanılmasına ve elde edilen sonuçların yorumlanmasına önem verilmektedir. Değerlendirme çerçevesinde ise teknolojinin her alanda kullanılmasının, iş hayatındaki problemlerin matematiksel çözümlerinde ve mantıksal muhakeme yapısında gelişmelere sebep olduğu vurgulanmaktadır.

PISA 2015 Ulusal Raporu’na göre matematik özelinde *matematik okuryazarlığı* gerçek bağlamda verilen bir problemi matematiksel problem olarak kurgulama (formülasyon), matematiksel bilgi, işlem ve muhakeme ile matematiksel problemi çözmeye (yürütme) ve elde edilen sonucun gerçek yaşama uygunluğuna karar verme (yorumlama/değerlendirme) boyutlarıyla ele alındığını göstermektedir (MEB, 2018).

PISA testlerinde özellikle üst düzeydeki öğrenci oranları üzerinde önemle durulmakta ve ülkelerin ekonomik kalkınmaları için gerekli beşeri sermayenin çoğunlukla bu grup içinde bulunduğu kabul edilmektedir. Üst düzeyde bulunan öğrenci özellikleri ise;

- Karmaşık durumlara yönelik *modeller geliştirme* ve bu *modellerle çalışabilme*,
- *Modellerle* ilişkili karmaşık problemlerle başa çıkmaya yönelik uygun problem çözme stratejilerini seçme, sınırlılıkları ve belirli varsayımları tanımlama, karşılaştırma ve değerlendirebilme,
- Geniş ve iyi yapılandırılmış düşünme ve akıl yürütme becerilerini, ilişkilendirilmiş uygun gösterimleri, sembolik ve formel tanımlamaları ve bu durumlara yönelik bakış açılarını kullanarak stratejik bir şekilde çalışabilme,
- İleri düzeyde matematiksel düşünme ve akıl yürütme kapasitesine sahip olma ve kendi yorumları ve akıl yürütmelerine bağlı olarak elde ettiği çıkarımlar arasında iletişim kurabilme,
- Araştırmalarına bağlı olarak elde ettiği bilgileri kavramlaştırma, genelleme ve kullanabilme, aynı zamanda farklı bilgi kaynaklarını ve gösterimlerini ilişkilendirme ve bunları esnek bir şekilde birbirine dönüştürebilme,
- Kendi bulgularına, yorumlarına, argümanlarına ve bunların orijinal durumlara uygunluğuna bağlı olarak eylemlerini ve tepkilerini formüle etme ve bunlar arasındaki iletişimi sağlayabilme,
- Yeni durumlarla başa çıkmaya yönelik yeni yaklaşımlar ve stratejiler geliştirmede, sembolik ve formel matematik işlemleri ve ilişkilerinin yanı sıra, kendi bakış açılarını ve anlamlarını uygulayabilme becerilerini içermektedir (MEB, 2018).

PISA 2015 Ulusal Raporu'na göre; PISA matematik okuryazarlığı alanındaki ortalama puanlar yıllara göre incelendiğinde Türkiye'deki öğrencilerin PISA 2015 performansının PISA 2009 ve PISA 2012'ye göre daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca raporda alt düzeyde yer alan öğrenci oranının arttığı, üst düzeyde yer alan öğrenci oranının ise azaldığı ifade edilmektedir (MEB, 2018). Bu sonuçlar ülkemiz öğrencilerinin ve eğitim sistemimizin OECD'nin çok gerisinde kaldığını açıkça

ortaya koymaktadır.

PISA testlerinde alt düzeydeki beceriler, çözüm için gerekli bütün bilgilerin verildiği, açık bir şekilde belirtilmiş ve tek bir uyarıcı takip edilerek yapılabilen işlemleri gerçekleştirildiği ve daha çok rutin işlemlerin yapıldığı becerileridir. Matematiksel modelleme sırasında kazandırılması hedeflenen becerileri de kapsayan PISA sınavının sonuçları öğrencilerin karmaşık yaşam durumlarına esnek ve yaratıcı çözüm önerileri getirme noktasındaki eksiklikleri olduğunu göstermektedir. Ayrıca sonuçlar ortaokuldan ortaöğretim (lise) kademesine geçiş yapan öğrencilerimizin çoğunun matematiği günlük hayatta kullanma ve problem çözüme yeteneğini kazanmadan hayata atıldığını veya bir üst eğitim kurumuna geçtiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla üst düzeydeki becerilere sahip öğrenciler yetiştirmek amacıyla;

- Yaşamında matematiği gerektiği şekilde kullanabilen,
- Gerçek yaşam durumlarıyla matematik arasındaki ilişki kurabilen,
- Karşılaştığı problemlere farklı çözüm yolları üretebilen,
- Analitik düşünceye sahip,
- Akıl yürütme ve ilişkilendirme gibi becerilerin kazandırılmasında çözümünü bir matematiksel modelleme içeren *model oluşturma etkinlikleri* kullanılabilir (Blum ve Niss, 1991; English ve Watters, 2005; Lesh ve Doerr, 2003; aktaran Eraslan, 2012).

Bu nedenle bütün eğitim kademelerinde *matematiksel modelleme* ve *model oluşturma etkinliklerine* önem verip; eğitim–öğretim sürecinde gerçek anlamda uygulayarak öğrencileri bu becerilerle donatmak ülkemizin eğitim kalitesi ve geleceği için önem arz etmektedir.

2.11 İlgili Araştırmalar

İlkokul ve ortaokul matematik öğretim programda yer alan ve ayrıca ülkemizde öğrenci, öğretmen ve eğitimciler tarafından önemi artarak vurgulanan *model, matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliği* çalışmalarının geçmişten günümüze kadar uygulamaları ve bunların matematik öğrenimine etkilerini ortaya koymak amacıyla literatür taraması yapılmıştır. Ulusal ve uluslararası araştırmalar

incelendiğinde, matematiksel modellemenin öğrenciler üzerindeki katkılarının yurt dışındaki ülkeler tarafından fark edilmiş olduğu ve bu konuda farklı pek çok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Ülkemizde ise matematiksel modellemeye yönelik çalışmaların yaklaşık on yıllık bir geçmişe sahip olduğu ve artarak devam ettiği belirlenmiştir. Bu süreçte matematik eğitimi alanında “*model, modelleme, modelleme problemleri, matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliği*” anahtar kavramları kullanılarak elde edilen araştırma ve derleme türü makaleler incelenmiş ve çalışmalarda değişik seviye gruplarındaki öğrenciler için farklı uygulamaların gerçekleştirildiği görülmüştür. Aşağıda ilkokul ve ortaokul seviyesinde yapılan bu çalışmalar sırasıyla sunulmuştur.

2.11.1 İlkokulda (1 – 4) Matematiksel Modelleme ve Model Oluşturma Etkinlikleri

Matematik eğitiminde matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerinin ilkokul seviyesindeki uygulamalarıyla ilgili uluslararası alanda birçok araştırmanın yapıldığı görülürken; ülkemizde ise bu çalışmadaki model ve modelleme tanımına uygun 4. sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirilen sınırlı sayıda araştırmaya rastlanmıştır. Ülkemizde gerçekleştirilen bazı çalışmalarda ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri üzerindeki modelleme süreçlerinin ve bu süreçlerde karşılaşılan güçlüklerin incelendiği nitel çalışmalar göze çarpmaktadır (Şahin, 2014; Şahin ve Eraslan, 2016 ve Ulu, 2017). Ayrıca yapılan nicel bir araştırmada ise matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin zorluk algısı ve başarıya etkisi incelenmiştir (Işık, 2016). Ulusal literatüre bakıldığında ilkokul öğrencilerinin akademik başarı düzeylerine göre model oluşturma süreçlerinin incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Aşağıda matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerinin ilkokul seviyesindeki uygulamalarıyla ilgili ulusal alanda yapılan bazı araştırmalara yer verilmiştir.

Şahin (2014) yaptığı nitel araştırmada ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinliği üzerindeki modelleme süreçlerini inceleyerek bu süreçte karşılaşılan güçlükleri ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırma sonuçları öğrencilerin matematiksel fikirleri üretip geliştirebildiklerini, problemle ilgili faktörleri seçip denediklerini ve oluşturdukları modeli test edip yeniden gözden geçirdiklerini ortaya

koymaktadır. Araştırmada ayrıca öğrencilerin matematiksel dili kullanmaya, sosyal etkileşimde bulunmaya, matematiksel odaklı görevleri yapmaya, varsayımları sorgulamaya ve verileri yorumlamaya hazır oldukları tespit edilmiştir. Bununla beraber öğrencilerin kişisel bilgi ve deneyimlerini kullanarak matematiksel derinliği birbirinden farklı birçok çözüm yolu geliştirdikleri ve öğrencilerin problemi gerçek yaşam durumuyla ilişkilendirerek modellerini oluşturdukları ve elde ettikleri modellerin geçerliliğini sağlamak amacıyla modellerini günlük yaşamla ilişkilendirerek doğrulamaya çalıştıkları görülmüştür. Diğer taraftan araştırma sonucunda öğrencilerin problemi anlamada, varsayımlar üzerinde uygun modeller geliştirmede, tüm veriler üzerinde genellenebilir bir model geliştirmede ve modelin geçerliliğini sağlayarak gerçek hayatla matematik arasında bağlantı kurmada bazı güçlükler yaşadıkları belirtilmiştir.

Şahin ve Eraslan (2016) ise çalışmalarında ilkökul 4.sınıf öğrencilerinin düşünce süreçlerini model oluşturma etkinlikleri özelinde inceleyerek varsa bu süreçte karşılaştıkları zorlukları ortaya çıkarmayı ve bu zorlukları nedenleriyle açıklamayı amaçlamışlardır. Bu amaca uygun olarak bir durumu bir olguyu derinlemesine incelemeye izin veren durum çalışması araştırma deseni olarak seçilerek çalışmada üçer kişilik altı grup ile yürütülen odak grup çalışması yapılmış ve beş hafta sürmüştür. Belirlenen odak grup *Suç Problemi* adlı modelleme problemi üzerinde çalışmıştır. Yapılan odak grup çalışmaları video ile kayıt altına alınarak öğrencilerin etkinlikler sırasında kullandıkları çalışma kâğıtları ve araştırmacıların gözlem notları da veri toplama aracı olarak kullanılmış ve Blum ve Ferri'nin (2009) modelleme döngüsü doğrultusunda betimsel olarak analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları öğrencilerin süreç boyunca günlük yaşamla ilişkili varsayımları denedikleri, fikirler ürettikleri, modellerinin doğruluğunu gerçek yaşamla ilişkilendirerek test ettiklerini ve modellerinin genellenebilir olmasına çalıştıklarını ortaya koymuştur. Ayrıca çalışmada modelleme sürecinde öğrencilerin problemi anlama ve nitel veriyi yorumlama gibi birtakım güçlüklerle de karşılaştıkları belirtilmiştir.

Aynı sınıf düzeyinde Işık (2016) tarafından yapılan bir diğer araştırmada ise ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin sayılar öğrenme alanına ilişkin zor olarak algıladıkları konularda matematiksel modelleme etkinliklerinin zorluk algısı ve başarıya etkisi

incelenmiştir. Araştırma nicel araştırma yöntemleriyle iki aşamada ve farklı iki ilkokulda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre birinci aşamada, ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin sayılar öğrenme alanı konuları içinde “çarpma işlemi, bölme işlemi ve kesirler” konularını daha zor olarak algıladıkları, konulara ilişkin boyutların işlem bilgisi ve kavram–işlem ilişkisi boyutlarında daha çok zorlandıkları görülmüştür. İkinci aşamada ise, matematiksel modelleme etkinliklerinin, geleneksel problem çözme etkinliklerine göre konuların işlem bilgisi ve kavram–işlem ilişkisi boyutlarında daha etkili olduğunu, matematiğe karşı olumlu tutum geliştirdiğini, kavram–işlem ilişkisini kurmada gerekli üst bilişsel becerilere katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Ulu (2017) ise yapmış olduğu çalışmada ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde düşünme süreçlerini ve karşılaştıkları zorlukları incelemiştir. Bu nitel çalışmada amaçlı örneklem yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemine göre seçilmiş 22 öğrenci *Alışveriş Problemi* üzerinde çalışmıştır. Çalışmanın verileri klinik görüşme yöntemi ile toplanmış ve veriler içerik analizi kullanılarak rapor edilmiştir. Çalışma sonuçları öğrencilerin gerçekçi bir çözüm sağlayanlar ve bunu başaramayanlar olmak üzere iki grup oluşturduklarını ortaya koymuştur. Ancak sonuçlar, öğrencilerin çoğunun gerçekçi bir çözüm sağlayamadıklarını göstermiştir. Gerçekçi çözüm sağlayamayan öğrenciler gerçek durumu kelimesi kelimesine anlamaya çalışarak zihinsel temsilini kurmaya çabalamış ancak bu problem metninde yer alan gizli durumların ortaya çıkarılmasında yetersiz kalmıştır. Metindeki gizli eylemleri fark etmemek, öğrencilerin problemi yapılandırmadan bir matematiksel model oluşturmalarına ve böylece çözümlerinin gerçekçi olmamasına neden olmuştur. Diğer taraftan gerçekçi sonuçlara ulaşan öğrenciler, işlemlerine bağlamın karakterleri, zaman, mekân ve problem durumundaki olaylar arasındaki ilişkiye göre karar verebildikleri için bu durum, problemin zihinsel olarak temsil edilmesini, eleştirel okuma ve çıkarımlarda bulunulmasının yanı sıra anlamaya odaklanmayı sağlamıştır. Böylece öğrenciler problem metninde verilmiş olan gizli durumları açığa çıkarabilmişlerdir. Öğrenciler bu gizli durumlara göre gerekli ek bilgileri toplamak suretiyle gerçek model için çalışmışlardır. Bunun yanı sıra gerçekçi çözümleri olmayanlar sadece işlemlerini kontrol ederken; gerçekçi çözümlere sahip

öğrencilerin gerçek hayat bağlamında çözümlerinin tutarlıklarını ve tutarsızlıklarını belirlemek için doğrulama sürecini kullandıkları görülmüştür.

İlkokul seviyesinde uluslararası alanda yapılan çalışmalar incelendiğinde ise çoğunlukla English (2009, 2010, 2011 ve 2012) tarafından yapılan çalışmalara ulaşılmış ve aşağıda bu araştırmalara yer verilmiştir.

English (2009; aktaran Şahin, 2014) yaptığı çalışmasında farklı yaş gruplarındaki ilkokul öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri üzerinde disiplinlerarası anlamlı öğrenme deneyimlerini geliştirmeyi amaçlamıştır. Çalışmanın ilk iki yılında öğrencilere metin ve şemalarla matematiksel ve bilimsel veriyi yorumlayabilecekleri, basit veri tablolarını okuyup toplanan veriyi analiz etme ve sunma imkânı sağlayan, grup çalışmasının yapıldığı hazırlayıcı etkinlikler uygulanmıştır. Modelleme problemlerinden ilki 3. sınıftan 5. sınıfa kadar modelleme eğitimi alan öğrencilere uygulanmıştır. Model oluşturma etkinlikleri öğrencilere 2-4 kişiden oluşan küçük gruplar şeklinde uygulanmış ve öğrencilerin çalışmaları hem video hem de ses olarak kayıt edilmiş, çözümlenmiş ve nitel olarak analiz edilmiştir. Verilerin analizinde öğrencilerin problemi yorumlama biçimleri, üzerinde çalışmayı seçtikleri problem faktörünün doğası, daha ileri kavramsal anlamalara neden olan düşünce değişiklikleri, nitel verinin sayısallaştırılması esnasında uyguladıkları matematiksel süreçler, bu süreçte yapmış oldukları veri dönüştürme biçimleri, düşüncelerini savunma, sürecin sonunda elde edilen modelin temsil yeterliliği ve raporlaştırma dikkate alınmıştır. İkinci modelleme problemi ise benzer şekilde 5. sınıftan 7. sınıfa kadar modelleme eğitimi alan öğrencilere uygulanmıştır. Problemin çözümü birden fazla tabloda yer alan verilerle çalışmayı, bunların düzenlenmesini ve dönüştürülmesini, sayısallaştırılmasını, ilişkileri ve eğilimleri keşfetmeyi ve elde edilen sonuçların görsel veya yazılı formda temsil edilmesini içermektedir. Öğrenciler geliştirdikleri modeli sınıf ortamında gerekçeleriyle birlikte sunduktan sonra akranlarından geri bildirim almışlardır. Diğer problemde olduğu gibi bu çalışmada da veriler ses ve video şeklinde toplanmış, çözümlenmiş ve nitel olarak analiz edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin ders notları, çalışma kâğıtları ve en sonda oluşturdukları modelin detaylarını açıklayan rapor veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Çalışmada öğrencilerin matematiksel bilgilerini tanımlama ve değerlendirmede

Carmona'nın (2004) Değerlendirme Ölçeği kullanılmıştır. Bu çerçevede öğrencilerin faktörleri nasıl belirleyip seçtikleri, seçilen faktörler üzerine uygulanan işlemler, süreç boyunca yapılan dönüşümler ve en sonda elde edilen modelde kullanılan temsiller dikkate alınmıştır. Çalışma sonunda diğer disiplinler ile ilişkilendirerek modelleme problemi oluşturmanın hem öğretmenler hem de araştırmacı için zorlu bir süreci içerdiği, matematik ve diğer disiplinlerin ilişkilendirilmesinde göz önünde tutulması gereken öğrenci ve ders boyutunda önemli unsurların var olduğu belirtilmiştir. Ayrıca araştırmanın sonunda elde edilen bulguların hem matematikte hem de fen bilimlerinde modellemenin ortaokul, lise ve üniversite öğrencileri ile sınırlandırılmaması gerektiği, ilkokul öğrencilerinin de karmaşık veriler içeren modelleme problemlerini başarabilecekleri belirtilmektedir.

English (2010; aktaran Şahin, 2014) bir diğer araştırmasında ise çok disiplinli içerik ve bağlamlar üzerinde düşünme gerektiren etkinliklerden yararlanarak matematik müfredatında geleceğin ihtiyacı olan anlayış ve yeterliliklerin birleştirilmesi gerekliliğini tartışmıştır. Çalışmasını Güney Kıbrıslı 11 yaş öğrencilerinden oluşan iki sınıfa uygulayan araştırmacı, mühendislik konularıyla ilişkili ve disiplinler arası modelleme etkinliği olan *Su Kıtılığı Problemi*'ni kullanmıştır. Modelleme prensiplerine göre tasarlanan problemde ilk olarak öğrencilere Kıbrıs'ta yaşanan su kıtlığı hakkında ön bilgiler sunulmuştur. Ulaştırma Bakanlığı öğrencilerden kendilerine yardımcı olmaları için gelecek yaz Kıbrıs'ın ihtiyaç duyacağı suyun tedarik edileceği şehrin belirlenmesine yönelik verilen datayı ve interneti kullanarak bir model geliştirmelerini ve modellerini bir mektup ile yollamalarını istemiştir. Problemden sunulan nitel ve nicel veriler her bir şehre ait haftalık su üretim miktarı, suyun birim fiyatı, tank kapasitesi ve liman olanaklarına ait bilgileri içermektedir. Ayrıca öğrenciler internet aracılığıyla şehirlerarası mesafeler, şehrin ana limanları ve tankların yakıt tüketimiyle ilgili verilere de ulaşabilmektedirler. Öğrencilerin modellerini geliştirdikten sonra su tedarik edilecek en iyi şehri nasıl seçtiklerini ayrıntılı bir şekilde bakanlığa yazmaları gerekmektedir. Ayrıca bu problemin bir ileri aşamasında da öğrencilere iki farklı şehre ait veriler içeren ikinci bir mektup gönderilerek onlardan kendi modellerini bu genişletilmiş veri seti üzerinde test etmeleri ve eğer gerekiyorsa modellerini yeniden gözden geçirmeleri istenmektedir. Çalışmada bu özellikteki model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin düşünme

yollarını sürekli düzenlemesine, değiştirmesine, test etmesine ve açıklamasına fırsatlar sunduğu, onların matematiksel ve bilimsel yapısı güçlü önemli tasarım veya ürünler ortaya koymasına olanak sağladığı belirtilmektedir. Bir diğer özellik olarak da bu tür problemlerin öğrencilerin kişisel deneyim ve bilgilerini kullanmasına olanak verecek şekilde matematiksel derinliği birbirinden farklı birçok çözüm yolu içerdiği vurgulanmaktadır. Nitekim araştırmacı, öğrencilerin oluşturduğu kullanılabilir, değiştirilebilir, paylaşılabılır ve raporla ortaya koymuş oldukları tasarım ve modellerin; öğretmenlere, öğrencilerinin kavramsal anlamayı ne derece gerçekleştirip gerçekleştiremediklerine yönelik birçok ipuçları sunduğunu ifade etmektedir. Bu çalışmanın sonuçları günümüzde yaratıcı düşünme gerektiren problemlerle karşılaşma durumları giderek artarken, öğrencilerin öğrenme kapasitelerinin çok daha yakından incelenmesi açısından önemli sonuçlar ortaya koymaktadır. Çalışmanın sonunda öğrencilerin zorlu, gerçek hayatla ilişkili ve anlamlı matematiksel deneyimler kazanması gerekliliği belirtilmiş; bilgiye dayalı ekonomide ihtiyaç duyulan insanları yetiştirmede başarı için öğrencilerin yeterliklerinin geliştirilerek yaratıcı düşünebilen ve matematiksel bilgiyi üretebilen öğrenciler yetiştirmenin öneminin giderek artmakta olduğu ifade edilmiştir.

Veri modellemesi üzerine ilkokul 1. sınıf öğrencilerinin istatistiksel akıl yürütme becerilerini incelemeyi amaçlayan English (2010; aktaran Şahin, 2014) üç yıl süren bu çalışmasını Avustralya'nın orta sosyo-ekonomik düzeyindeki bir okulun 1. sınıf öğrencilerinden üç şube ve onların öğretmenleriyle gerçekleştirmiştir. Çalışmada öğrencilerin veri çalışmaları ile ilgili önceki tecrübelerinin nesnelere sınıflandırmak ve resim grafiklerini tamamlama ile sınırlı olduğu belirtilmiştir. Araştırmacı 1. sınıf öğretmenleri ile iş birliği içinde çalışmış ve düzenli olarak mesleki gelişim toplantıları düzenlemiştir. Çalışmada her bir sınıftaki öğrencilerin küçük gruplar halinde modelleme problemleri üzerinde çalıştıkları ve başarılı sonuçların elde edildiği belirtilmiştir. Bu çalışmada öğrencilere verilen sıralı üç aktiviteden birincisi olan ve bir hikâyeden uyarlanan etkinlik üzerine odaklanılmıştır. Bu etkinlikte ilk olarak öğrencilerden kitabı okuyup tartışmaları, daha sonra çeşitli malzemeler verilerek ürünlerin geri dönüşüm, atılacaklar ve yeniden kullanılabilir şekilde sınıflandırmaları ve bu sınıflandırmaları sunmaları istenmiştir. Son aşamada ise verilen yeni nesnelere farklı şekilde sınıflandırmaları ve farklı temsillerle sunmaları

hedeflenmiştir. Bu üç aşamanın sonunda öğrencilerin grup çalışması sırasında yaptıkları sınıflandırmalardan çekilen fotoğraflar, yapılan grup tartışmaları, sunumlar ve tüm sınıf tartışmalarından elde edilen veriler kodlanıp sürekli gruplar arası karşılaştırılarak nitel olarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonunda okulun henüz ilk yıllarında bulunan küçük çocukların bu tür etkinlikleri başarıyla tamamlayabildikleri belirtilmiştir. Ayrıca ilkokul öğrencilerinin çeşitli veriye dayalı içerikleri yorumlamayı, veriyi eleştirel olarak analiz etmeyi, sıralamayı, veri temsilleri arasındaki eğilimleri araştırmayı, bu eğilimleri yorumlamayı, sonuçlarını farklı olarak ifade etmeyi ve raporlaştırmayı içeren deneyimlerle karşılaşmalarına olanak sağlayan öğrenme ortamlarının yaratılması gerektiği vurgulanmıştır. İstatistiksel düşünme becerilerinin temellerinin erken yaşlarda atılması, orta ve lise yaşlarına bırakılmaması gerektiği belirtilerek, veri modellemenin öğrencilere istatistiksel düşünme becerisi kazandırmada etkili ve zengin bir yol olduğu ve bu tür problemlerle soru soran, tartışan, kendi verisini kendi toplayan, düzenleyen, sunan ve bu süreci açıklayabilen bireyler yetiştirileceği vurgulanmıştır. Ayrıca çalışma sonunda veri modellemesi üzerine yapılan araştırmaların artırılması gerektiğine dikkat çekilerek; ilkokul müfredatında sınıfın ötesinde öğrencileri istatistiksel düşünme becerilerinin gelişmesi için veriler ile çalışmalarını sağlayacak etkinliklerin genişletilmesi için yeniden düzenlemeler yapılması gerektiği önerilmiştir.

Veri modellemesi üzerine odaklanılan bir diğer araştırmada ise English (2011; aktaran Şahin, 2014) ilkokul 2.sınıf öğrencilerinin istatistiksel akıl yürütme deneyimlerini ortaya çıkarmayı amaçladığı çalışmada öğrencilerin veri üzerinde farklı ve karmaşık davranışları tanıyabilme, verileri ayrıştırma ve sınıflandırma yollarını belirleyebilme ile verileri temsil eden modelleri oluşturup yorumlayabilme becerilerine odaklanmıştır. Avustralya'daki bir okulda üç yıl boyunca modelleme eğitimi alan 1. sınıf öğrencilerinden oluşan ve üç yıl süreli araştırmanın ikinci yılında çalışma grubundaki öğrencilere bir hikâye kitabından uyarlanan model oluşturma etkinliği uygulanmıştır. İki odak grupta yer alan öğrenciler farklı akademik başarı seviyelerinden seçilerek oluşturulmuş ve gruplar raporlarını etkinlik tamamlandıktan sonra sınıfta sunmuşlardır. Öğrencilerin etkinlik üzerindeki çalışmaları ses ve video kaydına alınarak analiz edilmiştir. Çalışmada sonunda ilkokul öğrencilerine kendi istatistiksel muhakeme yeteneklerini geliştirmek için veri modelleme etkinliklerinde

olduğu gibi zengin fırsatlar sunulmasının gerekliliği vurgulanmıştır. Bu tür etkinliklerde standart müfredatın sunduğu deneyimlerden farklı olarak öğrencilerin karmaşık özellikleri belirleme, bununla ilgili anlamlı olayları araştırma ve yorumlamalarını sağladığı; ayrıca veri modelleme etkinliklerinin, öğrencilere kendi tercih ettikleri yolla verilerini organize etme, yapılandırma, görselleştirme ve sunma olanağı sağladığı vurgulanmıştır.

English (2012; aktaran şahin, 2014) 1 ile 3. sınıfları kapsayan üç yıllık çalışmasının son yılında bir veri modelleme etkinliği olan *Oyun Alanlarının Araştırılması ve Planlanması Etkinliği* ile öğrencilerin verileri farklı şekillerde temsil etme yollarını incelemiştir. Öğrenciler bu etkinlikte önce yeni oyun alanları ile ilgili bir anket tasarlamışlar daha sonra da bu anketi uygulayarak veri toplamışlardır. Öğrencilerden topladıkları tüm verileri analiz ederek kendi seçtikleri temsil etme biçimleri ile sonuçlarını sunmaları istenmiştir. Bu süreçte öğrenciler özellikle bulgularını birden fazla şekilde temsil etmeleri yönünde teşvik edilmiştir. Bu süreçte öğrencilerin elde ettiği verileri yapılandırmaları, ortaya koyma biçimleri ve farklı şekilde temsil etme yeterlilikleri dikkate alınmıştır. Araştırmaya 1. sınıflardan üç şube ile başlanmış üçüncü yılın sonunda toplam iki sınıfta 39 öğrenci ile devam edilmiştir. Ayrıca çalışmanın ikinci yılında 7. sınıftan öğrenciler, uygulanan etkinliklerin birine katılarak model geliştirmiş ve 2. sınıf öğrencileriyle modellerini paylaşmışlardır. Etkinliğin tamamlanmasının ardından gruplar sınıf arkadaşlarına son veri modellerini açıklamışlardır. Seçilen odak gruplarda yer alan öğrencilerin çalışmaları video ve ses kaydına alınmış ve çalışma kâğıtları ile birlikte analiz edilmiştir. Çalışmanın sonunda sınırlı bir eğitim almalarına rağmen öğrencilerin toplanan verinin yapılandırılması ve sunumu için birden fazla temsil etme yolu geliştirmede başarılı oldukları vurgulanmıştır. Çalışmada öğrencilerin aynı veriyi farklı temsil biçimleri kullanarak sunabilecekleri yönünde bir anlayışı ortaya koydukları, bar grafiklerinde yatay ve dikey eksenleri isimlendirebildikleri ve daire grafiklerinde daire dilimlerini farklı renklerle ifade edebildikleri görülmüştür. Ayrıca araştırmanın sonunda öğrencilere araştırarak keşfedebilecekleri anlamlı etkinliklerin verilmesi ve farklı sınıf düzeyleri arasında beraber öğrenme ortamları yaratmanın gerekliliği belirtilmektedir.

English (2012; aktaran şahin, 2014) bir diğer çalışmasında ise ilkokul öğrencilerinin

istatistiksel deneyimlerini yorumlamayı amaçlamıştır. Üç yıl süren çalışmanın birinci yılına ait sonuçların yer aldığı bu çalışmada, öğrencilerin topladıkları verileri nasıl yapılandırdıkları, nasıl temsil ettikleri ve yeniden düzenleyerek birden fazla temsil etme yolları geliştirebilme yeterlilikleri ile öğrencilerin veri tablolarındaki değişiklikleri belirleme ve kayıp değerleri nasıl tahmin ettikleri incelenmiştir. Araştırmaya Avustralya'nın orta sosyo-ekonomik düzeyde bir okulun 1. sınıf öğrencilerinden oluşan üç şube ve onların öğretmenleri katılmışlardır. Araştırmacının öğretmenler ile iş birliği içinde yürüttüğü araştırmada öğrenciler ortalama 90 dakika süresince *Michael'le Geri Dönüşüm* ve *Çöp Böceği Doug* modelleme problemleri üzerinde 3'er ve 4'erli gruplar halinde çalışmışlardır. *Geri Dönüşüm Problemi*'nde öğrencilerden toplanan materyallerin geri dönüşüm, yeniden kullanılabilir veya atık çöp gibi özelliklerine odaklanmaları, *Çöp Böceği Doug Problemi*'nde ise tabloda sunulan verilerden informal çıkarımlarda ve tahminlerde bulunmaları istenmektedir. Etkinlikler tamamlandıktan sonra öğrenciler sınıf arkadaşlarına verileri nasıl temsil ettiklerini açıklamışlardır. Sonrasında ise öğrencilerden verilerini farklı şekilde temsil etmeleri istenmiş ve gruplar yeni temsillerini açıklayarak ilk temsillerinden farklı olan yanlarını sınıf arkadaşlarıyla paylaşmışlardır. Öğrencilerin grup çalışmaları, grup sunumları, tüm sınıf tartışmalarını içeren video kayıtları ile çalışma kâğıtları beraber incelenerek analiz edilmiştir. Çalışma sonunda öğrencilerin verilerin yeniden temsili noktasında farklı yollar ortaya koydukları görülmüştür. Nitekim *Michael'le Geri Dönüşüm Problemi*'nde öğrencilerin ilk denemelerinde verileri yapılandırmada ve temsil etmede başarılı oldukları belirtilirken ikinci denemelerinde grupların yarısından fazlasının verileri farklı şekilde temsil edebildiği ifade edilmiştir. Ayrıca araştırmada, öğrencilerin yeni temsillerini ağırlıklı olarak resimli grafikler şeklinde oluşturmaları; oluşturdukları bu grafiklerde satır ve sütunları etkili bir şekilde kullanmaları ve uygun çıkarımlarda bulunmaları öğrencilerin grafiklerin yapısı hakkındaki farkındalıklarını göstermesi açısından önemli olduğu vurgulanmıştır. Diğer taraftan araştırma sonuçları, *Çöp Böceği Doug Problemi*'nde öğrencilerin özellikle verilerdeki değişiklikleri belirleme ve tahmin noktasında informal çıkarımlarda bulunabildiklerini ortaya koymaktadır.

2.11.2 Ortaokulda (5 – 8) Matematiksel Modelleme ve Model Oluşturma Etkinlikleri

Ulusal literatür incelendiğinde ortaokul seviyesinde matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinlikleri kavramlarıyla ilgili yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu; son yıllarda ise matematik eğitiminde modellemeye ilginin artmasıyla beraber artarak devam ettiği görölmektedir. Ülkemizde ortaokul seviyesinde yapılan bu çalışmaların daha çok 6. ve 7. sınıf düzeyindeki öğrenciler çerçevesinde yoğunlaştığı görülürken; 5. ve 8. sınıf öğrencileriyle çalışılan sınırlı sayıda araştırmaya rastlanmıştır.

Matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinlikleri özelinde 5. sınıflar düzeyinde gerçekteştirilen araştırmalara bakıldığında; matematiksel modelleme yöntemi ile yapılan öğretimin öğrencilerin akademik durumlarındaki değişiminin incelendiği deneysel ya da öğrencilerin model oluşturma etkinlikleri esnasında ortaya çıkan davranışlarını ve bu etkinlikler sırasında yaşanılan güçlüklerin belirlenmesini amaçlayan nitel çalışmalar göze çarpmaktadır. Çalışmaların sonuçlarında ise model oluşturma etkinliklerinin öğrenciler üzerindeki olumlu katkılarına vurgu yapılmıştır (Dedebaş, 2017 ve Yıldırım ve Işık, 2015).

Yıldırım ve Işık (2015) yaptıkları araştırmada, matematiksel modelleme yöntemi ile yapılan öğretimin sonucunda öğrencilerin akademik durumlarındaki değişimini incelemişlerdir. Araştırma deneysel desen ile yürütölmüş olup 55 ortaokul 5. sınıf öğrencisi ile çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme ile öğrenim gördüklerinde akademik başarılarının daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Bir diğer araştırmada ise Dedebaş (2017) 5. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri esnasında ortaya çıkan davranışlarını ve bu davranışlarının nasıl değiştiğini incelemek ve öğrencilerin bu etkinlikler sırasında yaşadıkları güçlükleri belirlemeyi amaçlamıştır. Durum (örnek olay) çalışması yöntemi kullanılan araştırmada 31 5. sınıf öğrencisine üç farklı model oluşturma etkinliği beş hafta boyunca birer hafta arayla uygulanmıştır. Ayrıca öğrenci davranışlarının, öğrencilerin yaşadıkları güçlüklerin ve bunların nasıl değiştiğini belirlemek için video ve ses kayıtları, öğrencilerin yazılı çalışmaları ve alan notları veri toplama

aracı olarak kullanılmıştır. Araştırmacı bulgularını destekleyici davranışlar, engelleyici davranışlar ve güçlükler olmak üzere üç ana tema şeklinde kodlamış ve ayrıca bu ana temaları eldeki veriler yardımıyla alt temalara ayırmıştır. Bu bağlamda araştırmacı, destekleyici davranışları birlikte çözüm üretme ve iş yükünü bölüşme olarak; engelleyici davranışları onay isteme ihtiyacı, açıklama isteme ihtiyacı ve yalnız başına çalışma isteği; güçlükleri ise anlama güçlüğü ve zamanı yönetememe güçlüğü olarak alt temalara bölmüştür. Araştırma sonuçlarında model oluşturma etkinliklerinin sürekli uygulanmasıyla öğrencilerin yaşadıkları güçlüklerin giderek azaldığı; ayrıca bu tür etkinliklerin sürekli tekrarıyla destekleyici öğrenci davranışlarının arttığı ve engelleyici öğrenci davranışlarının ise azaldığı belirtilmektedir.

Ülkemizde matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinlikleri üzerinde ortaokul 6. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen çalışmalar ise daha çok karma ya da nitel araştırma yöntemi şeklindedir. Bu araştırmalarda matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerinin akademik başarılarına ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi ya da bilişsel modelleme yeterlikleri incelenmiştir (Dışbudak, 2014; Hıdıroğlu, 2017; Kal, 2013; Sandalcı, 2013; Tekin Dede, 2015 ve Yurtsever, 2018).

Söz konusu çalışmalardan; matematiksel problemleri çözerken matematiksel modellemenin kullanımında öğrencilerin görüş ve tutumlarını belirlemek amacıyla yapılan araştırmada Kal (2013), 48 6. sınıf öğrencisi ile çalışmasını yürütmüştür. Karma araştırma modeli kullanılan çalışmanın veri toplama araçları; tutum ölçeği ve görüşme formu iken veri analiz yöntemi betimsel analiz, içerik analizi ve t–testidir. Araştırmanın sonucunda elde edilen bulgulara göre matematiksel modelleme kullanılarak gerçekleştirilen öğretimde öğrencilerin problem çözmeye karşı olumlu tutum geliştirdikleri ve bu süreçten haz duydukları vurgulanmıştır.

Diğer bir araştırmada ise Sandalcı (2013), cebir öğretiminde matematiksel modellemenin işe koşulmasıyla öğrencilerin akademik durumunu ve matematiği gerçek dünya ile ilişkilendirme becerilerini incelemek amacıyla 6. sınıfta öğrenim gören 65 öğrenci ile çalışmasını yürütmüştür. İşlemler, mülakatlar ve çeşitli testlerden oluşturulan veriler t–testi ve betimsel analiz yöntemi ile çözümlenmiştir.

Karma desen ile yürütülen çalışmadan elde edilen bulgulara göre matematiksel modelleme ile cebir öğretiminin yapıldığı grubun akademik başarısı ve matematiği gerçek dünya ile ilişkilendirme seviyeleri daha yüksek bulunmuş, öğrencilerin model oluşturmada zorluklar yaşadıkları fakat modelleme uygulamaları kullanıldıkça bu güçlüklerin indirildiğinin farkına varılmıştır. Ayrıca öğrencilerin matematiksel modelleme ile öğretim yapılan derslere karşı olumlu tutum geliştirdikleri vurgulanmış ve matematik ders başarısı düşük olan öğrencilerin de modelleme etkinliklerine katıldıkları belirtilmiştir.

Dışbudak (2014) karma yönteminin kullanıldığı araştırmasında ise model oluşturma etkinlikleri kullanılarak gerçekleştirilen matematiksel modelleme ile öğretimin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve matematiğe karşı tutumlarına etkisini incelemiştir. Bu çalışmada 30'ar öğrencinin yer aldığı deney ve kontrol grubunda dersler on hafta boyunca deney grupları ile model oluşturma etkinlikleri ile yürütülürken, kontrol gruplarında ise müfredatın ön gördüğü etkinlikler kullanılmıştır. Açık uçlu ve çoktan seçmeli madde tiplerinden oluşan Matematik Başarı Testi, Matematik Tutum Ölçeği Testi, öğrencilerin modellemeyle ilgili düşüncelerine yönelik hazırlanan açık uçlu sorulardan oluşan bir değerlendirme anketi, model oluşturma etkinlikleri sırasında elde edilen işlem ve rapor kâğıtları ve öğrenci görüşmelerinden toplanan verilerin analiz edilmiştir. Çalışmanın sonunda model oluşturma etkinliklerinin, öğrencilerin matematiğe karşı tutumu açısından olumlu yönde katkı sağladığı belirtilmektedir. Ayrıca analiz edilen nitel verilere göre öğrencilerin model oluşturma etkinlikleri sırasında ise en çok değişkenleri seçmede zorlandıkları belirlenmiştir.

Diğer bir çalışmada ise matematik eğitiminde model oluşturma etkinliği geliştirmek amacıyla Tekin Dede (2015), 6.sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada 12 eylem planını öğrencilere uygulamıştır. Bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimini sağlamayı hedefleyen ve bu doğrultuda gelişimi sağlayacak bir uygulama önerisi sunmaya çalışan bu araştırmanın sonucunda öğrencilerde geliştirilmesi beklenen bilişsel modelleme yeterliklerinin istenen seviyede oluşturulduğu belirlenmiştir.

Hıdıroğlu (2017) yaptığı çalışmada, 6. sınıf öğrencilerinin matematiksel modellemeyle oluşturdukları gerçek yaşam problem durumu modellerini

incelemiştir. Temel nitel araştırma anlayışıyla yürütülen çalışmanın katılımcıları ortalama başarıya sahip, daha önce modelleme uygulaması yapılmamış üç ortaokulda öğrenim gören 64 6. sınıf öğrencisidir. Araştırmanın verileri öğrencilerin dört farklı matematiksel modelleme problemine (*Saman Balyası Problemi, Okul Mevcudu Problemi, Su Harcama Problemi, Otopark Problemi*) ilişkin çözümlerini içeren yazılı yanıt kâğıtlarından ve araştırmacıların çözüm sürecinde aldıkları gözlem notlarından derlenmiştir. Nitel veri analizinde içerik analizinden yararlanılmıştır. Gerçek modeller resim, şekil ve tablo/liste türündedir. Modelin oluşturulmasında deneyim, anlama, tahmin/ölçüm ve matematiksel bilgi etkilidir. Gerçek modeller matematiksel çözüm/sonuçlara ulaşma ve yorumlama amacıyla kullanılmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin, çözümde zihinsel modellerini gerçek yaşam problem durumu modellerine yansıtamadıkları, modellerinde çözüm için gereksiz çizimlere yer verdikleri, gerekli stratejik etkenleri belirleyemediklerinden dolayı nitelikli modeller oluşturamadıkları belirtilerek; öğrencilerin uzunluk, ağırlık gibi kavramları karıştırdıkları ve hatalı tahminlerde buldukları için gerçekçi bir model elde edemedikleri ifade edilmiştir. Ayrıca araştırma sonunda, öğrencilerin modelleri üzerinden yüzeysel işlem/yorumlar yapmalarının onların ilerleyen basamaklarda beklenen düzeyde başarılı olmalarını engellediği ve mikro düzeyde modelleme anlayışıyla, öğrencilerin modellemede gerçek modelleri oluşturma sürecindeki yeterliklerinin geliştirilebileceği vurgulanmıştır.

Yurtsever (2018) yaptığı araştırmasında, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemeyi, ayrıca öğrencilerin okulda almış oldukları matematik eğitimi doğrultusunda öğrenci başarılarının matematiksel modelleme yeterliği ve matematik başarısıyla da ilişkili olduğu varsayılan, matematik dersine yönelik tutum ile olan ilişkisini ortaya koymayı amaçlamıştır. Bunun yanı sıra araştırmada öğrencilerin matematik başarıları ile matematik dersine yönelik tutumları arasındaki ilişki de belirlenmiştir. Çalışma 6. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri durum çalışması yöntemi ile belirlenmiş, ortaokul matematik başarıları, matematik dersine yönelik tutumları ve modelleme yeterlikleri arasındaki ilişki ise ilişki araştırma yöntemlerinden korelasyonel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma hem nitel hem nicel verilerin bir arada incelendiği karma yöntemle bir devlet okulunda öğrenim gören 63 öğrenci ile yürütülmüştür. Veri toplama araçları

olarak, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemek için iki farklı model oluşturma etkinliği sonucu öğrenci grup çalışma kâğıtları, öğrenci sunumları, öğretmen gözlem notları doğrultusunda Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014) tarafından geliştirilmiş olan Modelleme Yeterliği Değerlendirme Rubriği (MYDR) puanları kullanılmıştır. Öğrencilerin okul matematik başarıları 6. sınıf birinci dönem kazanımlarını kapsayacak şekilde alt ve üst gruplar güvenilirlik belirleme yöntemiyle test edilmiş, uzman görüşü doğrultusunda hazırlanmış 40 sorudan oluşan çoktan seçmeli Matematik Başarı Testi (MBT) ile belirlenmiştir. Öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumları için Baykul (1990) tarafından geliştirilmiş, geçerlik ve güvenilirliği test edilmiş 15 olumlu 15 olumsuz 30 maddeden oluşan 5'li likert tipi Matematik Tutum Ölçeği (MTÖ) kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda elde edilen bulgulara göre modelleme yeterliklerini çok düşük düzeyde sergileyen bazı öğrencilerin süreç boyu etkinliklere yorum getirmekte güçlük çekmelerine karşın grup etkinliklerine katılmaktan zevk aldıkları belirtilmiştir. Ayrıca araştırma sonucunda öğrencilerin okul matematik başarıları ile matematiksel modelleme yeterlikleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu ve genel olarak öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin çok düşük düzeylerde olduğu belirlenmiştir.

Doruk (2010 ve 2014) yaptığı araştırmalarında 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematik dersinde öğrendiklerini günlük yaşama transfer etme becerileri ve bu etkinliklerin öğrencilerde iletişim becerilerinin gelişimine etkisini incelemiştir.

Söz konusu araştırmalardan birinde matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematik dersinde öğrendiklerini günlük yaşama transfer etme becerilerinin gelişimine etkisini inceleyen Doruk (2010) araştırmasını alt sosyo-ekonomik düzeyden öğrencilerin devam ettiği bir devlet okulunun 6. ve 7. sınıfları üzerinde, 116 öğrenciyle yürütmüştür. Sonuç olarak her iki sınıf düzeyinde de matematiksel modelleme etkinlikleri kullanılan grupların, günlük yaşam problem durumlarında matematikten yararlanma, günlük yaşamlarında matematik dilini kullanma ve matematikle günlük yaşamı ilişkilendirme düzeylerinin, bu etkinliklerin kullanılmadığı gruplardan yüksek olduğu belirlenmiştir. 6. sınıf deney grubu ile 7. sınıf deney grubunun matematiği günlük yaşama transfer edebilme düzeylerindeki

artışları arasında anlamlı bir fark bulunamamış, bu nedenle matematiksel modelleme etkinliklerinin okulda öğrenilen matematiği günlük yaşama transfer etmeye etkisinin sınıf düzeyine bağlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonunda matematiksel modelleme etkinliklerinin matematiği günlük yaşama transfer etme becerisi üzerinde pozitif yönde bir katkı sağladığı, öğrencilerin derse karşı tutumunu olumlu yönde etkilediği ve başarısı düşük öğrencilerin de bu etkinliklerde derse katılımlarının arttığı belirtilmektedir. Ayrıca araştırmanın sonunda modelleme etkinliklerinde öğrencilerin, modelleme süreçlerini yaşarken süreçlerin tamamında iletişim becerilerini geliştirecek yaşantılar içerisine girdikleri ifade edilmektedir.

Doruk (2014), bir diğer araştırmasında ise iletişim becerisinin matematik eğitimindeki önemi üzerinde durarak bu çalışmada model oluşturma etkinliklerini, bu etkinliklerle karşılaşan öğrencilerin iletişim becerilerinin gelişimine katkı sağlayacak süreçler açısından incelemiştir. Çalışmaya düşük sosyo-ekonomik düzeyde öğrencilerin bulunduğu bir devlet okulunun 6. sınıfından 19'u kız 15'i erkek olmak üzere toplam 34, 7. sınıfından ise 11'i kız 13'ü erkek toplam 24 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin çalışmaya seçilmesinde uygun örnekleme kullanılmıştır. Öğrencilerin bulunduğu okulun şartları esas alınarak hazırlanan sekiz adet modelleme problemi öğrencilere bir dönem boyunca her hafta ikişer saat olarak uygulanmıştır. Durum çalışmasının bir örneği olan bu çalışmada veri toplama aracı olarak etkinlikler sırasında elde edilen video kayıtları ve öğrencilerin etkinliklerle ilgili yazılı dokümanları kullanılmış ve bu veriler betimsel analiz yöntemleriyle analiz edilmiştir. Sonuç olarak model oluşturma etkinliklerinde öğrenciler, modelleme süreçlerini yaşarken süreçlerin tamamında iletişim becerilerini geliştirecek yaşantılar içerisine girdikleri ifade edilmiştir.

Matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerinin ortaokul 7. sınıf düzeyindeki uygulamalarıyla ilgili ulusal alanda yapılan diğer araştırmalara ise aşağıda kısaca yer verilmiştir (Çelikkol, 2016; Çora, 2018; İnan, 2018; Kalaycı, 2017; Karabörk, 2016 ve Tural Sönmez, 2019).

Matematiksel modelleme etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel sözel problemleri çözme başarılarına etkisini belirlemek amacıyla yapılan araştırmada Çelikkol (2016), çalışmasını karma yöntemle gerçekleştirmiştir. Araştırmacı,

çalışmasında 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleyici tiplerinin tespiti ve matematiksel modelleme etkinliklerinde ulaştıkları matematiksel modelleme basamaklarını, gösterdikleri matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın nitel boyutunda araştırmacı günlüğü, araştırmacı gözlemleri, öğrenci günlükleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeler veri toplama aracı olarak kullanılırken nicel boyutunda Ön Test–Son Test olarak bir Başarı Testi uygulanmıştır. Araştırma sonunda edilen bulgulara göre çalışma yapılan grubun matematik dersinde matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasıyla öğrencilerin cebirsel sözel problemleri çözme başarısının arttığı belirtilmektedir. Ayrıca öğrencilerin cebirsel sözel problemleri çözme başarısında matematiksel modelleme basamaklarını kullanmalarının etkili olduğu ve öğrencilerin farklı matematiksel modelleyici tiplerinde oldukları da vurgulanmıştır.

Karabörk (2016) tarafından aynı sınıf seviyesinde yapılan bir diğer çalışmada, model oluşturma etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları üzerine etkisi ve öğrencilerin etkinliklere yönelik görüşleri incelenmiştir. Araştırma, bir devlet okulunda 23’ü deney 24’ü kontrol olmak üzere toplam 47 öğrenci ile karma araştırma yöntemlerine göre yürütülmüştür. Araştırmanın nicel kısmında ön–son test kontrol gruplu yarı deneysel yöntem kullanılırken; araştırmanın nitel kısmında durum çalışması yapılmıştır. Çalışmanın nicel verileri standart başarı testi yardımıyla; nitel verileri ise öğrencilerin çalışma kâğıtları, gözlem formları, her etkinlik sonunda dağıtılan etkinlikle ilgili öğrenci görüş formları ve etkinliklerin sonunda yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmacı çalışmasında deney grubu ve kontrol grubunun normal öğretimle öğretimine devam ederken deney grubundaki öğrencilere ilgili kazanımlar derste işlendikten sonra ek olarak model oluşturma etkinlikleri sunulduğunu belirtmektedir. Araştırmanın sonuçları model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin standart başarı testlerindeki akademik başarıları üzerinde deney grubu lehinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca çalışmanın sonunda öğrencilerin model oluşturma etkinliklerini zor, çaba ve uğraşmayı gerektiren, eğlenceli ve zevkli etkinlikler olarak ifade ettikleri vurgulanmaktadır.

Modelleme ile ilgili yapılan bir diğerk çalışmada ise Kalaycı (2017), ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin bilişsel ve üst-bilişsel modelleme yeterliklerini incelemiştir. Başarı seviyesi “düşük” ve “yüksek” gruplarda modelleme yeterliklerinin nasıl olduğunun belirlenmesinin amaçlandığı araştırma, alt sosyo-ekonomik düzeyden öğrencilerin öğrenim gördüğü bir devlet okulunun 7. sınıf öğrencileriyle yürütülmüştür. Tek bir şubede yer alan 24 öğrenciye üç hafta boyunca grup çalışması şeklinde model oluşturma etkinlikleri uygulanarak ön çalışma süreci gerçekleştirilmiştir. Ön çalışmanın ardından çalışmada yer alacak 8 öğrenci 24 öğrenci arasından bir önceki yıl matematik dersi yılsonu başarı puanları ve ön çalışma sürecinde göstermiş oldukları yaklaşımlar dikkate alınarak ölçüt örnekleme yoluyla, matematik başarı seviyesi “düşük” ve “yüksek” olmak üzere dörder kişilik iki grup oluşturulmuştur. Oluşturulan iki grubun altı hafta boyunca toplam üçer adet model oluşturma etkinliği üzerinde çalışmaları istenmiş ve tüm çalışma süreçleri video ile kayıt altına alınmıştır. Daha sonra öğrencilerin model oluşturma süreçlerinde sergiledikleri modelleme yeterlikleri ve ortaya koydukları yazılı dokümanlar Biccadd’ın (2010) çalışmasından uyarlanan “Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği” kullanılarak bilişsel ve üst-bilişsel yeterlik bağlamında nitel olarak analiz edilerek incelenmiştir. Araştırma sonucunda gruplardan elde edilen bulgular doğrultusunda ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin modelleme sürecinde, genellikle her iki grubun da yorumlama ve doğrulama yeterlikleri bağlamında zorlandıkları belirlenmiştir. Bunlara ek olarak, başarı seviyesi düşük grubun problemi anlama, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma yeterliklerinde zorlandıkları ve yeterli yaklaşımlar sergileyemedikleri belirlenmiştir. Ayrıca başarı seviyesi düşük grubun çalışma süreci boyunca tartışma, matematikselleştirme, planlama ve izleme, yön bulma yeterlik düzeylerinde artış olduğu görülmüştür. Genel olarak başarı seviyesi yüksek grubun bilişsel ve üst-bilişsel yeterlik düzeylerinin yüksek olduğu belirlenmiş; başarı seviyesi düşük grubun ise, üst-bilişsel yeterlik düzeylerinin uygulama süreci sonunda artış gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada “düşük” seviyeli grupların bazı yeterlikler bazında en az “yüksek” seviyeli gruplar kadar modelleme yeterlik düzeylerinde artış olduğu belirlenmiştir. Grupların matematiğe yönelik görüşlerine ilişkin elde edilen sonuçlarda, özellikle matematik başarısı düşük grubun mantık kurarak matematiği yapabildikleri ve matematiği zor bir ders olmaktan

ziyade, eğlenceli olduğu yönündeki görüşlerinin ifade edildiği vurgulanmıştır. Ayrıca araştırmacı çalışma sonunda, öğrencilerin bilişsel ve üst-bilişsel yeterlik düzeylerinde istikrarlı bir artış sağlayabilmek adına; uzun süreli matematiksel modelleme çalışmalarının yapılması ve sınıf içi uygulamalarda model oluşturma etkinliklerine yer verilmesinin önemine değinmektedir.

Çora (2018) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin otantik matematiksel modelleme etkinlikleri ile problem çözme becerilerinin bireysel olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Nitel araştırma yaklaşımlarından durum çalışması yöntemi ile gerçekleştirilen bu çalışmadaki durumlar her bir öğrencinin bireysel olarak ayrı ayrı gerçek yaşam problemlerini çözme süreçlerinin araştırıldığı modelleme etkinlikleri ile oluşturulmuştur. Çalışmada veri toplama aracı olarak araştırmacı gözlemleri, yapılandırılmamış görüşmeler ve otantik matematiksel modelleme etkinlikleri kullanılmıştır. Gözlemci notları, yapılandırılmamış görüşmeler ve otantik matematiksel modelleme etkinliklerinin betimsel analizle incelenmesinden elde edilen bulgulara göre öğrencilerin ilk etkinliği çözerken olumsuz bir tavır sergiledikleri ve etkinliğe katılımın çok az olduğu ve öğrencilerin otantik matematiksel modelleme etkinliklerini çözerken sözel bir dil kullandıkları ve matematiksel sembolik bir dil kullanmadıkları belirtilmiştir. Ayrıca problemi anlama ve sadeleştirme becerisine sahip olan öğrencilerin, problemi informal olarak çözdükleri ve matematiksel modeller oluşturmadıkları tespit edilmiştir. Araştırmada elde ettiği bulgulara göre araştırma sürecinin başında öğrencilerin otantik matematiksel modelleme etkinliklerini çözmeye değer bulmadıkları ve matematik dersi ile ilişkilendiremedikleri; araştırma sonunda ise öğrencilerin otantik matematiksel modelleme problemleri ile problem algılarının değiştiği ve matematiksel kavramları gerçek yaşam durumlarında anlamlandırabildikleri belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarında öğrencilerin otantik matematiksel modelleme etkinlikleri ile problemleri bireysel olarak çözmelerinin yanında akran etkileşiminin de sağlandığını ve bu sayede modelleme etkinliklerindeki problemlerin daha iyi anlaşıldığı belirtilmiştir. Ayrıca araştırmacı çalışmasında öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişmesi için ders içinde otantik matematiksel modelleme etkinliklerine yer verilmesinin önemini vurgulamıştır.

İnan (2018) tarafından yapılan diğer bir araştırmada da matematiksel modelleme problemleri ile çalışan altı ortaokul 7. sınıf öğrencisinin matematiksel modelleme süreçleri incelenmiştir. Bir devlet ortaokulunun 7. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilen çalışma nitel bir durum çalışmasıdır. Bu araştırmanın gerçekleştirildiği derse katılan toplam öğrenci sayısı ise 24 olup, çalışma süresince öğrenciler üçer kişilik gruplar halinde çalışmışlardır. Araştırmaya katılan bu gruplardan iki tanesi amaçlı örneklem yöntemine göre odak grup olarak seçilmiştir. Bu çalışmanın katılımcılarını, seçilmiş olan odak gruplardaki toplam altı öğrenci oluşturmuştur. Öğrencilerin matematiksel modelleme süreçlerini incelemek amacıyla yapılan bu araştırmada literatürden seçilen “*Hava Durumu Problemi, Araba Problemi ve Çim Biçme Problemi*” adlı üç modelleme problemi uygulanmıştır. Öğrenciler her bir modelleme probleminin üzerinde yaklaşık 90 dakika (iki ders saati) çalışmıştır. Her bir uygulama sürecinin ardından grupların çözüm süreçleri ile ilgili ayrıntılı bilgi edinmek için araştırmacı tarafından iki gruba ayrı ayrı odak grup görüşmesi yapılmıştır. Bu çalışmanın verileri öğrenci çözümlerinin ses kayıtları, modelleme problemleri çözüm kâğıtları, odak grup görüşmeleri ve gözlem notları aracılığıyla toplanmıştır. Veriler nitel veri analiz yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Bu çalışmanın bulguları uygulanan üç modelleme probleminde, iki gruptaki öğrencilerin de doğrusal olmayan döngüsel bir süreçten geçerek kendi matematiksel fikirlerini geliştirdiklerini ve gerçek yaşam problem durumlarını modellediklerini ortaya koymuştur. Araştırmada yer alan iki grubun, üç matematiksel modelleme probleminde de genel olarak problem durumunu anlamaya çalıştıkları, matematiksel fikirler sundukları ve modellerini oluşturdukları belirtilmiştir. Aynı zamanda, modelleme süreçlerinde öğrencilerin sık sık problem durumuna dönerek problemi anlamaya çalıştıkları ve ortaya koydukları fikirlerini değerlendirdikleri görülmüştür. Fakat çalışmanın bulguları üç modelleme probleminde, her iki grup öğrencilerinin de problem durumunu içselleştirmeden matematiksel fikirler sunmaya geçtiklerini göstermiştir. Ayrıca, bulgular iki gruptaki öğrencilerin bu üç modelleme problemi için matematiksel fikir olarak puanlama yapmayı dile getirdiklerini, bu doğrultuda seçme, sınıflandırma, faktörleri sıralama, nicel ve nitel verileri nicelleştirme ve miktarların dönüşümünü içeren sistemler oluşturduklarını göstermiştir. Diğer taraftan, özellikle iki grubun da üzerinde çalıştıkları ilk modelleme probleminde birçok farklı matematiksel fikir sunarak

bunları denedikleri görülmüştür. Ancak ikinci modelleme problemi üzerinde çalışırken öğrencilerin sundukları farklı fikirlerin azaldığı, üçüncü modelleme problemi üzerinde çalışırken ise farklı matematiksel fikirler ortaya koymadıkları ve sadece puanlama fikrini kullanmış oldukları görülmüştür. Grup 1 ve Grup 2'deki öğrencilerin model oluşturma süreçleri karşılaştırıldığında ise bulgular, Grup 1'deki öğrencilerin problem durumlarında yer alan tablolardaki verileri inceleme, hangi verinin önemli olduğuna karar verme, verileri birbirleri ile ilişkilendirme ve verilerin nicelleştirilmesi yönündeki modelleme süreçlerinin Grup 2'deki öğrencilere göre daha güçlü ve geçerli olduğunu göstermiştir. Fakat bu iki grup öğrencinin modelleme süreçleri değerlendirildiğinde, üç problem durumunda da kabul edilebilir sistematik çözümler ortaya koyabildikleri ve karmaşık veri setlerinden oluşan çeşitli günlük yaşam problem durumu içeren bu modelleme etkinlikleri ile başarılı denilebilecek bir düzeyde çalışabildikleri görülmüştür. Çalışmanın bulguları, öğrencilerin çalışma boyunca iş birliği içinde çalışabildiğini ve gerçek yaşam bilgilerine dayalı olarak zaman zaman varsayımlarda bulunarak problem durumu ile verileri yorumladıklarını ortaya koymuştur. Ancak öğrencilerin genel olarak süreç içerisinde neyi neden yaptıklarını açıklamada ve gerekçelendirmede yetersiz kaldıkları ve matematiksel işlemlere yoğunlaştıkları görülmüştür. Diğer yandan ise, öğrencilerin çözüm süreçlerinde hatanın var olup olmadığının kontrolü için sadece matematiksel işlemlerin doğruluğunu test ettikleri ve geliştirdikleri matematiksel modellerini gerçek hayat bağlamı ile yorumlamadıkları görülmüştür. Ayrıca araştırmada matematik derslerinde düzenli olarak matematiksel modelleme problemlerinin uygulamalarına yer verilmesinin önemi vurgulanmaktadır.

7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanma süresinde orantısal ilişkileri ve öğrencilerde matematikselleştirme becerilerine etki eden faktörlerin araştırıldığı farklı bir çalışmada ise Tural Sönmez (2019), araştırmanın teorik çerçevesini matematiksel modelleme ve matematikselleştirmenin iki boyutu olan yatay ve dikey matematikselleştirmeyi (Treffers, 1987) temel alarak yapılandırmıştır. Çalışmaya matematik seviyeleri iyi olan altı 7. sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırmacı tarafından oran ve orantı ile ilgili 7. sınıf matematik dersi kazanımlarına uygun olarak etkinlikler geliştirilmiş ve öğrenciler üçerli gruplar halinde çalışmışlardır. Çalışmanın verileri, grupların sorunun çözümü sırasındaki

tartışmalarını ve sınıftaki sunumlarını içeren video–ses kayıtları, araştırmacı gözlem notları ve öğrenci çalışma dokümanlarından oluşmaktadır. Çalışmanın sonunda orantısal olan ve olmayan durumların ayırt edilebilmesi, tam sayı bulma beklentisi, çarpımsal ilişkileri kavramsal olarak ilişkilendirme, işlem hatalarının ardından günlük hayat durumundan dönüt alınamaması, günlük hayattan matematiğe aktarımlar, matematiksel sonuçlardan günlük hayata aktarımlar gibi bazı faktörlerin modelleme sürecini şekillendirdiği belirtilmiştir.

Model oluşturma etkinlikleri özelinde çalışmalarda öğrencilerin problem çözmeve akademik başarılarına etkisinin incelenmesinin yanı sıra çeşitli amaçlar doğrultusunda modellemenin bir araç olarak kullanıldığı farklı araştırmalara da rastlanmıştır (Güder ve Gürbüz, 2017 ve Sönmez, 2016).

Bu çerçevede Sönmez (2016) 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması sürecinde finansal kararlar verirken matematikselleştirme becerilerini nasıl kullandıklarını ve finansal okuryazarlıklarını incelemiştir. Araştırma deseni olarak durum çalışmasının kullanıldığı çalışmada, Gerçekçi Matematik Eğitimi teorik çerçevesi kapsamında matematikselleştirme süreci yatay ve dikey matematikselleştirme olarak iki boyutta yapılandırılırken finansal okuryazarlık ise Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programının (PISA) finansal okuryazarlık kavramsal çerçevesinde belirtilen içerik, süreç ve bağlam standartlarına göre incelenmiştir. Araştırmacı tarafından araştırmanın amacı ve 7. sınıf matematik kazanımlarına uygun beş etkinlik geliştirilmiştir. Geliştirilen bu etkinlikler matematik notu 80 ve üzeri olan altı 7. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Katılımcılar bu etkinlikler üzerinde üçerli iki grup olarak çalışmışlardır. Araştırmanın verilerini, süreci içeren video ve ses kayıtlarının yazılı dökümleri, araştırmacı tarafından tutulan gözlem notları ve öğrenci çalışma kâğıtlarından oluşturmaktadır. Elde edilen verilerin analizi öğrenme alanlarına göre öğrencilerin yatay ve dikey matematikselleştirme süreçlerinin farklılık gösterdiğini, öğrencilerin genellikle işlemlerde hatalı uygulama yapmadıklarını, yaptıkları hataların kavramlar arasındaki ilişkiyi kuramamalarından kaynaklı olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin finansal okuryazarlıkları incelendiğinde günlük hayatta karşılarına çıkan finansal durumları ve matematiksel ilişkileri daha iyi yorumlayabildikleri ortaya çıkmıştır.

Güder ve Gürbüz (2017) tarafından yapılan bir diğer araştırmada ise disiplinler arası modelleme problemi ile öğrencilerin model oluşturma süreçlerini izlerken bazı fen ve matematik terimlerini nasıl öğrendiklerini görmeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda beyaz eşya alımında dikkat edilmesi gereken özelliklerin verilip öğrencilerin gerçek yaşam problemleri ile bağlantı kurmalarını sağlayacak *Enerji Tasarrufu Problemi* geliştirilmiştir. Çok katmanlı öğretim deneyinin kullanıldığı nitel çalışmada dört hafta boyunca ısındırma amaçlı modelleme problemleri uygulanmıştır. Uygulama sonrasında *Enerji Tasarrufu Problemi* ile güç, motor gücü, güç birimleri ve bu birimlerin birbirine dönüşümü gibi kavramların öğretimini gerçekleştirmek için 30 7. sınıf öğrencisi üçer dörder kişilik gruplar şeklinde problem durumu üzerinde çalışmış ve süreç boyunca araştırmacılar tarafından gözlem raporları tutulmuştur. Bir grubun çözüm süreci ise var olan varsayımlar ve grupların birbirleri ile karşılaştırılmaları dikkate alınarak nitel analiz yapılarak incelenmiştir. Çalışmanın bulguları öğrencilerin matematiksel fikirlerini hem küçük gruplar halinde hem de sınıfça paylaşarak bir model ortaya koyabildiklerini, ayrıca Fen ve Teknoloji disiplini ile ilgili bazı kavramları öğrenmiş olduklarını göstermiştir.

Sönmez (2016) ile Güder ve Gürbüz'ün (2017) farklı konuları kapsayan araştırmalarının sonuçları birbiriyle benzerlik gösterirken; matematiksel modellemenin finansal okuryazarlık becerileri ve farklı disiplinlerde kavram öğretimini üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinlikleri üzerinde ortaokul 8. sınıf öğrencileriyle çalışılan sınırlı sayıda araştırmaya rastlanmıştır (Kant, 2011 ve Zihar, 2018).

Bu araştırmalardan birinde Kant (2011) ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri yardımıyla model oluşturma süreçlerini ve bu süreçlerde karşılaştıkları güçlükleri ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırmasını, alt sosyo–ekonomik düzeyden gelen öğrencilerin öğrenim gördüğü bir devlet okulunun 8. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirmiştir. İki şubede yer alan toplam 50 öğrenciye ayrı ayrı altı hafta süreyle grup çalışması şeklinde model oluşturma etkinliği uygulayarak ön çalışma sürecini gerçekleştirmiştir. Ön çalışmanın ardından çalışmada yer alacak altı öğrenciyi her şubeden üçer kişi olmak üzere ölçüt örnekleme yöntemiyle belirlenmiş;

bu iki grupta model oluşturma etkinliklerinden *Voleybol Problemi* üzerinde çalışılmış ve öğrencilerin çalışma süreçleri kayıt altına alınmıştır. Daha sonra öğrencilerin model oluşturma sürecinde geliştirdikleri matematiksel düşünceleri ve ortaya koydukları yazılı cevapları Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards'ın (2007) teorik çerçevesini kullanarak nitel olarak analizini elde etmiştir. Araştırmacı çalışmada, model oluşturma etkinliklerinin, öğrencilerin derinlikli düşünmesine, matematiksel fikirlerini ortaya koyup geliştirmesine ve düzenlemesine fırsat yaratarak onlara farklı bir öğrenme ortamı yarattığını vurgulamıştır. Ayrıca öğrencilerin bu etkinliklerde verilenlerle çözüm arasında bağlantı kurmak amacıyla kendi matematiksel fikir ve deneyimlerini paylaştıklarını ve matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin iletişim becerilerine katkı sağlayan çok güçlü bir yönü olduğu ve bu yönlerini geliştirmeleri için onlara fırsat sağladığını belirtmektedir. Araştırmacı 8. sınıf öğrencilerinin süreçte; problemi anlama ve nitel bileşenleri nicelleştirme, değişkenleri birbiriyle ilişkilendirme, ana değişkeni belirleme, varsayımlarda bulunma ve uygun modeli oluşturma, matematikleştirme ve gerçek hayatla matematik arasında bağlantı kurma, modelin geçerliliğini sağlama, gerçek duruma uygun alternatif modeller ve var olan modeli geliştirme noktasında bazı güçlüklerle karşılaştıklarını belirlemiştir.

Zihar (2018) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise ortaokul matematik müfredatında sıkıntı çekilen, birçok konuya temel teşkil eden üslü ifadeler konusunun matematiksel modelleme yöntemi ile öğretiminin öğrenci başarısı ve öğrencilerin ders hakkındaki düşünceleri üzerinde anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığını tespit etmek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Bunun yanı sıra çalışmada matematiksel modelleme ile öğretimin konunun akılda kalıcılık düzeyine etkisini de incelemiştir. Araştırma bir eylem araştırması olarak var olan bir sorunun çözümüne yönelik hazırlanan bir eylem planı ile bir devlet okulunda 8. sınıfta öğrenim görmekte olan 25 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın nitel boyutunda araştırmacı günlüğü ve öğrenci görüş formu veri toplama aracı olarak kullanılırken nicel boyutunda Üslü İfadeler Bilgi Testi; Ön-Test, Son-Test ve Kalıcılık Testi olarak uygulanmıştır. Nicel bulgulara göre öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasından sonra son test puanlarında bir artış meydana gelmiş ve yapılan analizler sonucu matematiksel modelleme etkinliklerinin

üslü ifadeler konusunun öğreniminde olumlu yönde değişim sağladığı görülmüştür. Aynı zamanda yapılan kalıcılık testi ile matematiksel modelleme etkinliklerinin konunun akılda kalıcılık düzeyini artırdığı görülmüştür. Nitel boyutta ise uygulanan öğrenci görüş formu sonucunda matematiksel modelleme problemleri ile öğrencilerin matematik dersine karşı olan ilgileri pozitif yönde gelişme göstermiştir. Sonuç olarak, çalışma yapılan grubun matematik dersinde matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasıyla öğrencilerin üslü ifadeler konusunda başarısının ve derse olan ilgilerinin arttığı belirtilmiştir.

Diğer taraftan ülkemizde matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinlikleri özelinde ortaokul yaş grubu düzeyinde üstün yetenekli öğrencilerle gerçekleştirilen bazı araştırmalara da rastlanmıştır (Şengil Akar, 2017 ve Yıldırım ve Işık, 2015).

Söz konusu çalışmalardan Yıldırım ve Işık (2015) modelleme etkinliklerinin belirsiz, rutin olmayan, karmaşık problem durumları sunduğu ve böylece öğrencilerin farklı düşüncelerine olanak sağlayarak, matematiksel yaratıcılıklarını ortaya koyabildiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca araştırma sonucunda üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleriyle matematiksel yaratıcılıklarını ortaya koyacakları bilişsel süreçleri gösterdikleri de ifade edilmektedir.

Şengil Akar (2017) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise üstün yetenekli ortaokul öğrencilerinin ortak ve bireysel olarak sergiledikleri matematiksel yaratıcılıklarının modelleme etkinlikleri yoluyla incelenmesini ve öğrencilerin yaratıcılıklarını daha çok ortaya çıkartan modelleme etkinliklerinin özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Araştırmasında nitel araştırma desenlerinden çoklu durum çalışması desenini benimseyen araştırmacı bir Bilim Sanat Merkezi'nde (BİLSEM) eğitim alan altı üstün yetenekli öğrenci ile çalışmıştır. Katılımcıları amaçlı örnekleme yöntemi ile belirleyerek öğrencilerin grup olarak yaratıcılıklarını incelemek için, üçer öğrencinin birlikte çalıştığı iki odak gruba beşer modelleme etkinliği uygulamıştır. Ayrıca öğrencilerin bireysel olarak yaratıcılıklarını incelemek için ise tüm katılımcılara aynı modelleme etkinliğini uygulamıştır. Çalışmada öğrencilerin modelleme etkinlikleri süresindeki çalışmalarını video kayıt altına alınmış ve süreçte ortaya koydukları yazılı ürünler (günlükler, modeller, posterler...vb) araştırmanın nitel veri setine dahil edilmiştir. Bu araştırmanın sonucunda,

öğrencilerin farklı modelleme etkinliklerinde farklı düzeylerde matematiksel yaratıcılık ortaya koydukları, bunun yanı sıra öğrencilerin modelleme etkinlikleri süresince farklı matematiksel yapı ve kuralları keşfettikleri, daha önce bilmedikleri matematiksel bilgileri etkileşimli bir süreçte inşa ederek yeni bilgiler keşfettikleri görülmüştür. Öğrencilerin bazı modelleme etkinliklerinde ise diğer modelleme etkinliklerine göre daha çok ve farklı çözüm üretebildiği; akıcı ve esnek düşündüğü, diğer modelleme etkinliklerine göre daha çok aşamalı çözümler ürettiği, daha çok ilişkilendirme yaptığı gözlenmiştir. Çalışmanın önemli sonuçlarından bir diğeri ise öğrencilerin grup olarak çalıştıkları modelleme etkinlikleri sonucunda daha kaliteli ve özgün ürünler ortaya koymuş olmalarıdır. Araştırmada öğrencilerin bireysel olarak çözdükleri modelleme etkinlikleri süresince ve sonucunda yaratıcılıklarındaki bireysel farklılıkların tespit edildiği sonucu vurgulanmıştır. Ayrıca bu araştırmada, matematiksel yaratıcılığı daha çok ortaya çıkartan modelleme etkinliklerinin özelliklerini ortaya koyabilmek için iki odak gruptaki öğrencilerin beş modelleme etkinliğinde göstermiş oldukları yaratıcılıkları da karşılaştırılarak incelenmiştir. Araştırmanın bulgularından hareketle, problem durumunda verilerin doğrudan sunulmadığı, çok etken içermeyen, açık uçlu, öğrencilerin düzeyine göre daha zor olan modelleme etkinliklerinin yaratıcılığı ortaya çıkardığı ifade edilmektedir. Dolayısıyla her iki araştırmada elde edilen sonuçlar, matematiksel modelleme etkinliklerinin üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarını ortaya çıkardığını ortaya koymaktadır.

Uluslararası literatürde matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinlikleri ile ilgili araştırmalar incelendiğinde 5. ve 6. sınıflarda yapılan çalışmaların uluslararası çalışmalarda ilkökul düzeyinde yer almasına rağmen; ülkemizin eğitim sisteminin 1–4. sınıfların ilkökul, 5–8. sınıfların ortaokul olarak programlanması nedeniyle 5. ve 6. sınıflarla ilgili ulaşılan çalışmalara bu bölümde yer verilmiştir (Balakrishnan, Yen, Goh ve Eng, 2010; Blum ve Ferri 2009; English ve Watson, 2018; Greefrath, 2010; Mousoliudes, Pittalis, Christou ve Sriraman, 2010; Sol, Giménez ve Rosich, 2011, Wake, Foster ve Swan, 2015).

Blum ve Ferri (2009; aktaran Şahin, 2014) yaptıkları çalışmalarında günlük okul etkinliklerinde modellemenin hem öğrenciler hem de öğretmenler için zorluğundan

yola çıkararak öğretmen ve öğrencilerin modelleme etkinlikleriyle çalışırken gösterdikleri yaklaşımların belirlenmesini amaçlamışlardır. Bunun için ilk olarak 15 yaşındaki öğrencilerle çalışılmış ve öğrencilerin modelleme problemlerini çözerken modelleme sürecinin hangi aşamalarında zorluklar yaşadıkları ortaya konulmuştur. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin modelleme sürecinde; problemi yapılandırma, basitleştirme ve geçerliliğini sağlama aşamalarında zorlandıkları belirtilmiştir. Bundan yola çıkararak öğrencilere özel olarak öğrenme esnasında belirli nitelikli kurallarla ve öğretmenin rehberliği ile öğrencilerin bağımsızlığı arasındaki denge sağlandığında matematiksel modellemenin öğretilebilir olduğu üzerinde durulmuştur. Ardından öğretmenlerin sınıf içerisinde modelleme etkinlikleri çalışmalarında nasıl davranmaları gerektiği ve modellemenin nasıl öğretilebileceği ile ilgili yaklaşımlar belirtilmiştir.

Mousoliudes, Pittalis, Christou ve Sriraman (2010; aktaran Şahin, 2014) ise yaptıkları çalışmalarında 1 tane 6. sınıftan ve 1 tane 8. sınıftan iki öğrenci grubuyla modelleme problemlerinin çözümü esnasındaki benzerlik ve farklı yanlarını ortaya koymak amacıyla öğrencilerin modelleme ve matematikselleştirme süreçlerini inceleyerek analiz etmişlerdir. Verilerin analizleri sonucunda düşük seviyeli ortaokul öğrencilerinin modelleme etkinlikleriyle başarılı şekilde çalıştıkları görülmüştür. Ayrıca her iki grubun da verileri grafiksel ve sembolik şekilde ifade ettiği ayrıca farklı etkenleri sıralama için oranlar bulunduğu belirtilmiştir. Bunun yanı sıra 8. sınıf öğrencilerinin problemi tanımlamak ve anlamak için gerekli değişken ve ilişkileri daha kolay tanımladığı görülmüştür. Diğer bir farklılık ise fikir ve çözümlerini yeterli şekilde iletişim kurarak paylaşmalarına rağmen sadece 8. sınıf öğrencilerinin dinleyerek ayrıca diğer grup üyelerinin öneri ve modellerine karşılık vererek yapıcı bir araştırma içinde olduklarıdır. Buna karşın çalışmada 6. sınıf öğrencilerinin kendi kişisel fikirlerini tartışmaları içinde sergiledikleri, diğer grup üyelerinin fikir ve önerilerine karşılık vermedikleri vurgulanmıştır.

Singapur okul programına 2003 yılında giren modellemenin ilköğretim matematik öğretmenlerine matematiksel modelleme sürecinin yapısı hakkında ne kadar yeterli olduğunu görmek amacıyla Balakrishnan, Yen, Goh ve Eng (2010; aktaran Şahin, 2014) ilköğretim (6–8) öğrencilerinin model oluşturma etkinliği üzerinde

çalışmalarını sağlamışlardır. Sonuç olarak öğrencilerin model oluşturma sürecindeki yaklaşımları modelleme sürecinin matematikselleştirme, matematikle çalışma, yorumlama ve fikirlerin ortaya atılarak tartışmaların olduğu yansıma eylemleri olmak üzere dört başlıkta incelenmiştir. Çalışma sonunda ilköğretim öğrencilerinin model oluşturma etkinliklerinde süreci başarılı olarak tamamladığı sonucuna ulaşmışlardır. Çalışmada öğrencilerde matematiksel modelleme sürecine farkındalık kazandırılması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu amaçla öğretmenlerden sonra öğrencilere de modellemenin önemli olduğunun fark ettirilmesi ve gerekliliğine inandırılması konusunda çalışmalar yapılmasını tavsiye etmişlerdir. Öğrencilere model oluşturma etkinliklerinin geleneksel sözel problemlerden farkının hissettirilmesi ve matematiksel modellemenin günlük yaşamdaki karmaşık bir problemin matematik yardımıyla nasıl çözülebileceği noktasında tanıdığı imkânların anlaşılmasının sağlanması gerekliliği belirtilmiştir.

Bir başka çalışmada ise Greefrath (2010; aktaran Şahin, 2014) öğrencilerin model oluşturma süreçlerinin incelenmesi ve bu süreçlerdeki aşamalarda öğrencilerden beklenen davranışlarının yerine getirilip getirilemediği konusu üzerine 10–16 yaşları arasındaki öğrenciler ile çalışmıştır. Verilerin analizi sonucunda öğrencilerin gerçeklik ile matematik arasındaki planlamaların geçişleri olan aşamaları belirlenmiş ve bu aşamalarda öğrencilerin gerçek yaşam üzerinde basitleştirmeleri ayrıntılı olarak tartışmaları ve bunları planlamaları oldukça zaman aldıkları görülmüştür. Ayrıca tartışmalarda matematiksel modellerin tartışma olmadan çok hızlı ve sessiz şekilde ifade edildiği; bunun yanı sıra matematiksel terimlerin kullanılmadığı ve matematikselleştirme sürecinin oldukça kısa olduğu görülmüştür.

Benzer konuda Sol, Giménez ve Rosich (2011; aktaran Şahin, 2014) de araştırmalarında 12–16 yaş arasında öğrencilerle ikişer veya dörder kişiden oluşan gruplarla modelleme etkinlikleri üzerinde 4 haftalık çalışma yapmışlardır. Sonra bu etkinlikler esnasında öğrencilerin modelleme sürecindeki davranışlarını belirlemek için farklı araştırmacıların tanımladıkları model oluşturma sürecine ait aşamaları birleştirilerek yeni bir modelleme süreç çerçevesi oluşturulmuştur. Sonuç olarak öğrencilerin model oluşturma sürecinde birtakım güçlüklerle karşılaştıkları ve öğrencilerin modelleme esnasında problemi anlama, değişkenleri kullanma,

matematiksel ilişkileri keşfetme, modelin geçerliliğini sağlama ve iletişim kurma gibi güçlüklerle karşılaştıkları ortaya konmuştur. Araştırmanın sonunda bu güçlüklerin sebeplerinin öğrencilere işlevsel bir bakış açısı kazandıran ilköğretim programının eksikliği ve öğretmenler tarafından oluşturulan çözümler olabileceği üzerinde durulmuştur.

Wake, Foster ve Swan (2015) tarafından yapılan bir diğer araştırmada, matematiksel süreçlerin ve sınıflardaki yaygın modelleme yaklaşımları hakkındaki sorunların değerlendirilmesi amacıyla bu yaklaşımları PISA’da oluşturulmuş kavramsallaştırma ile karşılaştırmışlardır. Çalışmaya yaşları 13 ile 14 arasında değişen öğrencilerle birlikte 3 öğretmen de katılmıştır. Durum çalışmasının benimsendiği çalışmada veri toplama aracı olarak planlanan toplantıların, araştırma derslerinin, karşılıklı görüşmelerin ve ders sonu tartışmaların video ve ses kayıtları ile birlikte 30 saatlik gözlem raporları ve öğrencilerin etkinlik kâğıtları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda PISA modelleme süreci örneğinde olduğu gibi bir değerlendirmeye yönelik öğretimin, öğrencilere modellemenin zayıflatılmış bir deneyimini sağladığı ifade edilmiştir.

Farklı bir çalışmada ise English ve Watson (2018) 6. sınıf öğrencileri ile yaklaşan 2016 Olimpiyatları için yüzücülere ait verilerin kullanılarak bir yüzme takımının oluşturulmasını isteyen bir modelleme problemi üzerinde öğrencilerin modelleme süreçlerinin incelenmesini amaçlamışlardır. Bu araştırma kapsamında öğrencilere, matematik ve istatistik arasındaki ortak sorun alanlarında çalışma; problem bağlamlarını ve sorularını yorumlama ve yeniden yorumlama; model oluşturmada verileri yorumlama, düzenleme ve işleme ile resmi olmayan çıkarımlarda bulunma olmak üzere dört bileşen içeren bir modelleme çerçevesi önerilmiştir. Öğrencilerin model oluşturma süreçleri ile modellerini oluşturma ve belgeleme konusundaki problem verilerini nasıl yorumladıkları, düzenledikleri, işledikleri ve informal çıkarımsal akıl yürütme biçimlerini nasıl ele aldıkları incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre öğrenci cevaplarının matematiksel ve istatistiksel işlemleri uygulamayı, seçilen değişkenlere yönelik muhakeme yapmayı, yüzücülerin performanslarındaki değişim ve eğilimlerin model kurgusunu nasıl etkilediğini tanımlamayı, sadece bir performans değişkenini kullanmanın sınırlamalarını

açıklamayı içerdiği görülmektedir. Bunların yanı sıra, öğrencilerin sadece bir performans değişkenini kullanmanın sınırlamalarını kabul ederek, model oluşturma bilgisini onayladıkları ve çeşitlilik nedeniyle model oluşturma ile modeli uygulamadaki belirsizliği kabul ettikleri belirlenmiştir.

Özet olarak, matematik eğitiminde matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerinin ortaokul seviyesindeki uygulamalarıyla ilgili yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde araştırmaların sonuçlarında;

- Öğrencilerin matematiksel modelleme ile öğrenim gördüklerinde akademik başarılarının ve matematiği gerçek dünya ile ilişkilendirme seviyelerinin daha yüksek olduğu,
- Öğretim ortamlarında model oluşturma etkinliklerinin sürekli uygulanmasıyla öğrencilerin yaşadıkları güçlüklerin giderek azaldığı,
- Matematiksel modelleme kullanılarak gerçekleştirilen öğretimde öğrencilerin problem çözmeye karşı olumlu tutum geliştirdikleri ve bu süreçte haz duydukları,
- Öğrencilerin matematiksel modelleme ile öğretim yapılan derslere karşı olumlu tutum geliştirdikleri ve matematik ders başarısı düşük olan öğrencilerin de modelleme etkinliklerine katıldıkları,
- Model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerde bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimini sağladığı,
- Matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerde matematiği günlük yaşama transfer etme becerisi üzerinde pozitif yönde bir katkı sağladığı,
- Matematiksel modellemenin farklı disiplinlerde kavram öğretimi üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu,
- Model oluşturma etkinliklerinin, öğrencilerin derinlikli düşünmesine, matematiksel fikirlerini ortaya koyup geliştirmesine ve düzenlemesine fırsat vererek onlara farklı bir öğrenme ortamı yarattığı,
- Öğrencilerin model oluşturma etkinliklerinde verilenlerle çözüm arasında bağlantı kurmak amacıyla kendi matematiksel fikir ve deneyimlerini paylaştıklarını ve matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin

iletişim becerilerine katkı sağlayan çok güçlü bir yönü olduğu ve bu yönlerini geliştirmeleri için onlara fırsat sağladığı,

- Modelleme etkinliklerinin belirsiz, rutin olmayan, karmaşık problem durumları sunduğu ve öğrencilerin farklı düşüncelerine olanak sağlayarak, matematiksel yaratıcılıklarını geliştirdiği belirtilmektedir.

Ortaokul seviyesinde yapılan araştırmalar incelendiğinde öğrencilerin model oluşturma etkinlikleri çalışmalarını sırasında bazı noktalarda zorlandıkları da belirtilerek güçlük çekilen unsurlar aşağıda sıralanmıştır:

- Öğrenciler; problemi anlama, problemi yapılandırma ve basitleştirmede,
- Değişkenleri seçme ve kullanma, değişkenler arasındaki ilişkileri keşfetmede,
- Uygun varsayımlar geliştirmede,
- Gerçek yaşamla model arasındaki ilişkiyi sorgulama ve modelin geçerliliğini sağlamada,
- Matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma yeterliklerinde,
- Grup çalışmasında etkili iletişim kurmakta zorlanmışlardır.

Araştırmalarda, karşılaşılan bu zorlukların öğrencilerin matematiksel düşünme biçimlerinin, model oluşturma etkinliklerine bakış açılarının ve bunlarla ilgili deneyimlerinin, kendi yaşam tecrübelerinin ve matematiğe olan tutumlarının etkilediği belirtilmiştir.

Matematik eğitiminde matematiksel modelleme ve model oluşturma etkinliklerinin ortaokul seviyesindeki uygulamalarıyla ilgili Türkiye’de yapılan çalışmalara baktığımızda çalışmamıza en yakın Kalaycı’nın (2017) yaptığı araştırmaya rastlanmıştır. Söz konusu bu çalışmada Kalaycı (2017), ortaokul 7. sınıf öğrencileri üzerinde başarı seviyesi *düşük* ve *yüksek* gruplarda *modelleme yeterliklerini* incelemiştir. Dolayısıyla ülkemizde ortaokuldan liseye geçiş aşamasında bulunan 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarı düzeylerine göre model oluşturma süreçlerinin incelendiği ve olası farklılıkların nedenleriyle birlikte ortaya konduğu bir araştırmaya rastlanmamıştır.

2.12 Araştırma Soruları

İlgili araştırmalar ışığında bu çalışmanın esas amacı 8. sınıf ğrencilerinin akademik başarı düzeylerine göre model oluşturma süreçlerinin incelenmesidir. Bu amaca uygun olarak araştırma soruları şu şekilde belirlenmiştir:

- (1) 8. sınıf ğrencilerinin akademik başarı düzeylerine göre model oluşturma süreçlerinde farklılıklar var mıdır?
- (2) Eğer bu süreçlerde herhangi bir farklılık varsa bunlara neden olan faktörler neler olabilir?



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

III. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın türü ve deseni, araştırma grubu, araştırmada kullanılan veri toplama araçları, verilerin analizinde kullanılan yöntemler ile araştırmanın geçerlik ve güvenilirliği açıklanmıştır.

3.1 Araştırmanın Türü ve Deseni

Bu araştırma 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarı düzeylerine göre model oluşturma süreçlerinin incelenmesini amaçlayan nitel bir çalışmadır. Öğrencilerin model oluşturma sürecinde mevcut matematiksel bilgilerinin ne kadarını kullanabildiklerinin, akademik başarı düzeylerine göre bu süreçlerde ortaya çıkabilecek farklılıkların ve hangi durumlarda güçlükler yaşadıklarının belirlenmesinde etkili bir araç olarak kabul edilen model oluşturma etkinliklerinden faydalanılmıştır. Çalışmada öğrencilerin model oluşturma süreçleri, çoklu bilgi kaynakları yardımıyla (gözlemler, mülakatlar, görsel, işitsel materyaller, dokümanlar ve raporlar) derinlemesine incelenmiştir. Sınıf içindeki video-kayıtlı etkinlik uygulamaları ve gözlemler sonucu elde edilen veriler nitel yöntemlere uygun şekilde analiz edilmiştir. Bu nedenle bu araştırma en genel anlamda bir grup veya olayı kendi sınırları içinde bütüncül olarak derinlemesine inceleme ve analiz etme olarak tanımlanan *durum (case study) çalışmasıdır* (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

3.2 Araştırma Grubu

Araştırma Karadeniz bölgesinde bulunan büyük bir ilin ilçe merkezinde bulunan ve orta sosyo-ekonomik düzeydeki ailelerin çocuklarının eğitim gördüğü bir devlet ortaokulunda gerçekleştirilmiştir. Bu devlet ortaokulunda 26 derslik bulunmakta ve yaklaşık olarak 600 öğrenci öğrenim görmektedir. Toplamda 47 öğretmenin görev yaptığı bu okuldaki tüm sınıflarda MEB tarafından 2017 yılında yeniden yapılandırılan ve 5. sınıflardan başlanarak 2018-2019 eğitim-öğretim yılı itibarıyla tüm kademelerde uygulanan ilköğretim ve ortaokul matematik öğretim programı uygulanmaktadır.

Araştırmaya katılan öğrenci grubu 2017–2018 eğitim–öğretim yılındaki 8. sınıf öğrencileri arasından seçilerek oluşturulmuştur. Araştırma okulunda öğretmen olarak görev yapan araştırmacı tarafından çalışma grubu için 22 öğrenciden oluşan 8–D şubesi belirlenmiştir. Araştırma grubu için bu sınıfın seçilmesinde;

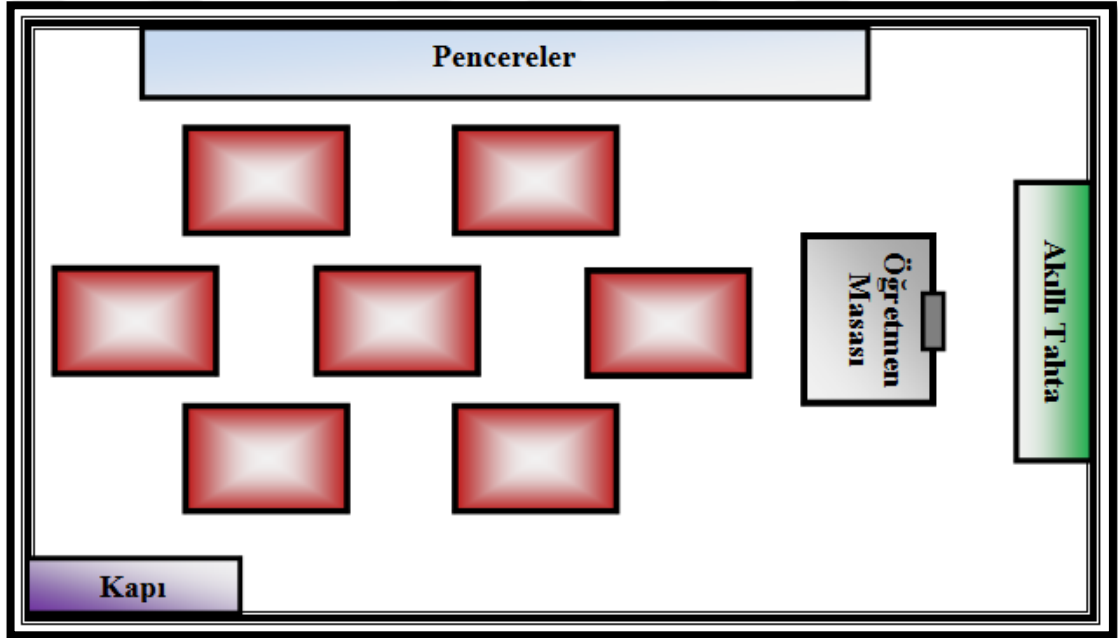
- (1) *Kolay ulaşılabilir olması (kolay ulaşılabilir durum örnekleme),*
- (2) Araştırmacının mevcut sınıfın hem “*Matematik*” (haftada 5 ders saati) hem de “*Seçmeli Matematik Uygulamaları*” (haftada 2 ders saati) dersi öğretmeni olması,
- (3) Sınıf mevcudunun *grup çalışmaları* için uygun olması,
- (4) Sınıftaki öğrencilerin *sorumluluk sahibi, takım çalışmasına uygun, kendini ifade edebilen, iletişim becerisine sahip ve özgüveni yüksek* olması gibi özellikler etkili olmuştur.

Seçilen sınıftaki öğrencilerin; “Millî Eğitim Bakanlığı E–Okul Not Sistemi” üzerinden, geçmiş son dört yılın (4, 5, 6 ve 7. sınıflar) *yılsonu not ortalamaları*, 2017–2018 eğitim–öğretim yılı *birinci yarıyıl dönemi matematik dersi dönem ortalamaları* ve *birinci yarıyıl dönemi genel not ortalamaları* alınmıştır. Daha sonra araştırmacı tarafından bu altı notun ortalaması alınarak her bir öğrencinin *genel başarı puanı ortalaması* hesaplanmıştır. Öğrenciler genel başarı ortalamalarına göre en yüksek puandan en düşük puana doğru sıralanmıştır. Sınıftaki tüm öğrenciler, 6 grup üçerli ve 1 grup da dört öğrenci olmak üzere akademik başarı düzeylerine göre toplam 7 gruba ayrılmıştır. Bu gruplardan ilk ikisi *üst–performans* ve son ikisi *alt–performans* grubu olarak belirlenmiştir.

3.3 Ön Çalışma ve Uygulama Süreci

Ön çalışmanın öncesinde araştırmacı tarafından öğrencilere, 1 ders saati (40 dakika) süresince, model oluşturma etkinliklerinin yapısı ve önemi hakkında ön bilgilendirme sunumu yapılarak uygulama esnasında öğretmenin rolü açıkça belirtilmiştir. Öğrencilere, modelleme problemlerinin matematik ile günlük yaşam arasındaki ilişkileri örneklendiren problemler olduğu ve dolayısıyla bu tür etkinliklerin diğer geleneksel sözel problem çözme aktivitelerinden farklı olduğu vurgulanmıştır.

Ön uygulamada ilk etkinlikle beraber öğrenci grupları kendi ilgi ve istekleri doğrultusunda bir grup ismi belirlemişlerdir. Sınıf ortamı grup çalışmasına uygun olacak şekilde yeniden düzenlenerek her bir grup için bir yer belirlenmiştir. Bu aşamalardan sonra öğrencilere her hafta seçmeli *Matematik Uygulamaları* dersinde ve 2 ders saati süresince (80 dakikalık) 6 hafta boyunca süren bir ön çalışma düzenli olarak uygulanmıştır. Ön çalışma sürecinde matematiksel modelleme deneyimi olmayan 8-D sınıfındaki tüm öğrenci gruplarına (7 grup) her hafta farklı bir model oluşturma etkinliği verilerek öğrencilerin bu etkinlikler üzerinde çalışmalarını istenmiştir. Bu ön çalışma süreci boyunca araştırmacı yönlendirme yapmaksızın öğrencilere rehberlik yapmıştır. Ön çalışma sınıfının yapısı aşağıda Şekil 20’de gösterilmiştir.



Şekil 20: Ön Çalışma Sınıfının Yapısı

Bir model oluşturma etkinliğinin tamamlanması için en az 60 ile 75 dakika zaman ayrılması gerektiği için (Eraslan, 2011) her bir model oluşturma etkinliği iki ders saati (80 dakika) planlanarak uygulanmıştır. Etkinlikler sırasında gerektiğinde öğrenciler tarafından kullanılmak üzere cetvel, mezura, hesap makinesi, kâğıt, renkli kalem, silgi... vb. gibi materyaller sınıf ortamında hazır bulundurulmuştur. Model oluşturma etkinliklerinin ön çalışmalar sırasında haftalara göre uygulanış sırası ve süresi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Ön Çalışmada Kullanılan Model Oluşturma Etkinliklerinin Uygulama Planı Çerçevesi

Uygulanma Haftaları	Model Oluşturma Etkinliği	Çalışmaya Ayrılan Süre
1. Hafta	Büyük Ayak Problemi (Lesh ve Doerr, 2003; aktaran Eraslan, 2011)	80 dakika
2. Hafta	Saman Balyası Problemi (Borromeo Ferri, 2007)	80 dakika
3. Hafta	Voleybol Problemi (Lesh ve Doerr, 2003)	80 dakika
4. Hafta	Yaz İşi Problemi (Johnson ve Lesh, 2003)	80 dakika
5. Hafta	Suç Problemi (Doerr ve English, 2003)	80 dakika
6. Hafta	Fasulye Problemi (Doyle, 2006)	80 dakika

Araştırmanın ön çalışmaları sürecinde uygulanan model oluşturma etkinliklerinin uygulama aşamaları sırasıyla *hazırlık aşaması*, *model oluşturma*, *rapor yazma* ve *sunum aşaması*dır. Her hafta çalışma gruplarındaki öğrencilere model oluşturma etkinliği verilmeden önce, dersin başında etkinliklerle ilgili video, resim, bir haber görüntüsü... vb. kullanılarak hazırlık aşaması gerçekleştirilmiştir. Sonrasında ise öğrencilerden grup çalışması yaparak bir model geliştirmeleri istenmiştir. Daha sonra da geliştirdikleri modelleri ve stratejilerini problemdeki ilgili kişiye bir mektup veya rapor yazarak anlatmaları istenmiştir. Bu şekilde model oluşturma ve rapor yazma aşamaları tamamlanmıştır. Sürecin sonunda ise sunum aşamasına geçilerek, her bir grup sırasıyla ortaya koydukları modelleri ve stratejilerini sınıftaki diğer gruplardaki arkadaşlarına anlatarak süreci tamamlamışlardır. Bu aşamalar için ayrılmış olan süreler aşağıda Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Grupların Model Oluşturma Etkinlikleri Üzerinde Aşamalara Göre Çalışma Süreleri

Uygulama Aşamaları	Uygulama Süresi (Toplam 80 Dakika)
Hazırlık	10 Dakika
Modelleme Aşaması ve Raporlaştırma	60 Dakika
Sunum	10 Dakika

Öğrencilere bu ön çalışma sürecinde örnek model oluşturma etkinlikleri uygulanarak, onların metin, resim ve tablo şeklinde sunulan matematiksel ve bilimsel bilgiyi okuma ve analitik düşünce çerçevesinde yorumlamaları istenmiştir. Bu etkinliklerde, öğrencilerin veri tablolarını okuma; verileri toplama, analiz etme ve temsil etme; analiz edilen verilerden yazılı rapor hazırlama, grup çalışması ve işbirliği yapabilme; çalışmanın sonunda ortaya koydukları özgün model ve stratejileri yazılı ve sözlü olarak diğer gruplardaki sınıf arkadaşları ile paylaşabilme becerilerini geliştirmeleri amaçlanmıştır.

3.3.1 Örnek Etkinlik 1: Büyük Ayak Problemi

Dersin girişinde öğrencilere karşılaşılan ayak izinin ne gibi ipuçları verebileceği hakkında soru sorularak öğrencilerin ayak izi takibiyle ilgili görüşleri alınmıştır. Öğrenciler ayak izinden bir canlının türünün ve bu ayak izine sahip canlının hangi yöne doğru gittiği hakkında fikirler verebileceğini söylemişlerdir. Devamında öğrencilere bir ayak izinden uzmanların kişinin boyu, cinsiyeti, kilosu, yavaş mı yoksa hızlı mı yürüdüğü... vb. gibi birçok ayrıntı hakkında tahminlerde bulunabildiğini ifade eden bilgilerin anlatıldığı kısa bir video izlettirilmiştir. Daha sonra öğrencilere benzer bir uygulamanın kendileri tarafından da yapılacağı ifade edilerek üzerinde *Büyük Ayak Problemi*'nin (Lesh ve Doerr, 2003; aktaran Eraslan, 2011) yer aldığı model oluşturma etkinliği tüm gruplara dağıtılmıştır (Ek-1.1). Ayrıca öğrencilere ihtiyaç duydukları takdirde kullanabilmeleri için cetvel, mezura, hesap makinesi, renkli kalem, kâğıt... vb. gibi araçlar çalışma ortamında hazır bulundurulmuştur.

Sınıfta üçer kişilik gruplara ayrılan öğrenciler öncelikle etkinlikte verilen ayak izine sahip böyle bir insanın gerçekte var olup olmadığını tartışmaya başlayarak problemi anlamlandırmaya çalışmışlardır. Böyle bir ayak izinin nasıl olabileceğini tartışan öğrenciler araştırmacıya bu ayak izinin gerçek bir insana ait olup olmadığını sormuşlardır. Araştırmacı da bu etkinlikteki ayak izinin gerçek bir insana ait olabileceğini ifade ederek dünyanın en uzun insanının boy uzunluğunu paylaşmıştır. Bunun üzerine gruplar bu ayak iziyle kendilerininkini karşılaştırmak için cetvel veya mezura kullanarak kendi gruptaki arkadaşlarının, kendisinin ve diğer gruptaki arkadaşlarının ayaklarının uzunluk ve genişliklerini ölçmeye başlamışlardır. Gruplardan bazılarının ise ayağa kalkarak ve duvara dayanarak boy uzunluklarını ölçtükleri ve buldukları sonuçları çalışma kâğıdına kaydettikleri gözlenmiştir. Gruplardan biri kişilerin topuk parmak ucu arası uzaklık ile en uzak genişliğin birbiriyle oranı ile boy uzunluğu arasında bir ilişki olduğunu savunmuştur. Bunun üzerine grup üyelerinden herhangi bir kişi için de aynı oranın bulunup ve boyu ölçülerek bu ikisinin oranının bu ayak izine sahip kişi için de geçerli olabileceği düşünülmüştür. Öğrenciler sırasıyla gruplarındaki her bir kişinin topuk parmak ucu arası uzaklığıyla ayak genişliğinin oranını ölçerek oranını elde etmiştir. Daha sonra kendi boy uzunlukları da ölçülerek orantı yardımıyla adamın boy uzunluğu hesaplanmıştır. Ayrıca grup üyeleri yaptıkları işlemlerden kişinin topuk parmak ucu arası uzaklığıyla ayak genişliğinin oranı azaldıkça boy uzunluğunun arttığını savunmuşlardır. Öğrenci gruplarından ikisi ise kişilerin ayak uzunluğu ile genişliğinin farkıyla boy uzunluğu arasında bir ilişki olabileceğini düşünmüşlerdir. Öğrenciler kendi ayak uzunlukları ile genişliklerini ölçerek bunların farkını elde edip boylarını da ölçerek çalışma kâğıdına not etmişlerdir. Daha sonra elde ettikleri ortalama fark ve uzunlukla problemde verilen ayak izine sahip kişinin de ayak uzunluğu ile genişliğinin farkını almışlardır. Öğrenciler sürecin sonunda orantı yardımıyla adamın boy uzunluğunu hesaplamışlardır. Diğer iki grup ise problemin çözümüne kişinin ayak genişliğinin boy uzunluğu ile bir ilişkisinin olmadığını düşündükleri bir varsayımla ulaşmıştır. Öğrenciler ayak genişliğini ihmal ettikleri modellerinde gruplarındaki her bir kişinin ayak uzunluklarını ve boy uzunluklarını sırasıyla ölçerek belirlemişlerdir. Öğrenciler yaptıkları ölçümlerin ortalamalarını alarak ayak uzunluklarının ve boy uzunluklarının ortalama değerlerini bulmuşlardır.

Sonuç olarak problemdeki ayak uzunluğu dikkate alınarak orantı yardımıyla adamın boy uzunluğu hesaplanmıştır. Diğer iki grubun ise model oluşturma etkinliğinin çözümüne yönelik herhangi bir yöntem geliştiremedikleri gözlenmiştir. Gruplardan birinin her bir kişinin boylarını sırasıyla ölçerek giydikleri ayakkabı numarası üzerinden yola çıkarak bir çözüm üretmeye çalıştıkları görülmüştür. Bir diğer grup ise boy uzunluğunu ayak uzunluğuna bölerek buradan bir çözüm yoluna gidilebileceğini savunmuştur. Burada öğrenciler gruplarındaki ve diğer gruplardaki birçok kişinin boylarını sırasıyla ölçüp ayak uzunluğuna böldüklerinde yaklaşık aynı değere ulaştıklarını belirtmişlerdir. Fakat öğrencilerin sonraki aşamada nasıl bir yol izleyeceklerine karar veremediklerinden dolayı bu düşüncelerini sonuçlandıramayıp vazgeçtikleri görülmüştür.

Süreç boyunca öğrencilerin tüm sınıfı kullandıkları, serbest hareket ettikleri ve eğlendikleri gözlemlenmiştir. Çalışma gruplarından bazılarının hemen problemi çözmeye odaklandığı bazı grupların ise sürecin başında grup çalışması yapmakta zorlandıkları, toplanan verileri ilişkilendirmede ve bireysel olarak çözüm getirmeye çalıştıklarından dolayı ortak çözüm oluşturma noktasında zorlandıkları gözlenmiştir.

Sunumlar sırasında öğrencilerin ilk deneyimlerinden dolayı heyecanlı ve motivasyonlarının yüksek olduğu görülmüştür. Grupların dikkatle her bir grubun yöntemini ve sonucunu merakla takip ettikleri gözlenmiştir. Ayrıca sadece iki grubun ayağın genişlik ve uzunluğunu beraber değerlendirmeye aldığı belirlenirken diğer grupların ayağın genişliğini önemsemediği ve sadece uzunluğuna dayalı oranlar kullandıkları veya model oluşturma etkinliğinin çözümüne yönelik herhangi bir yöntem geliştiremedikleri görülmüştür.

3.3.2 Örnek Etkinlik 2: Saman Balyası Problemi

Dersin girişinde öğrencilere saman balyası hakkında ön bilgilendirme yapma ve merak uyandırması açısından iki kısa video gösterilmiştir. Nitekim, öğrencilerden bazıları da günlük hayatta bazı tarım arazilerinde yılın belirli döneminde silindir veya dikdörtgenler prizması şeklinde saman balyaları ile karşılaştıklarını ifade etmişlerdir. Devamında öğrencilere üzerinde *Saman Balyası Problemi*'nin (Borromeo Ferri, 2007) yer aldığı model oluşturma etkinliği dağıtılmıştır (Ek-1.2). Öğrenciler, çalışma süresinin ilk saatinde saman balyası problemi üzerinde çalışmışlar; ikinci saatte ise

sunumlarını gerçekleştirmişlerdir. Bu problemde öğrencilerden saman balyasının yüksekliğini hesaplamaları istenmiştir. Problem ifadesinde en alt sırada 5 saman balyasının bulunduğu ve bir üst sıraya geçildiğinde her defasında bir saman balyasının eksildiği belirtilmektedir. Ayrıca problemde verilenler ise saman balyasının şeklini gösteren bir fotoğraf ve bu fotoğrafta saman balyalarının üstünde oturan bir kadındır. Dolayısıyla problem gerçek yaşamda karşılaşılabilecek bir durumu içermektedir. Ayrıca öğrencilerin ihtiyaç duymaları halinde kullanabilmeleri için cetvel, mezura, hesap makinesi... vb. çalışma ortamında hazır bulundurulmuştur.

Öğrenciler sürecin başında problemde hiçbir nicel verinin verilmemesinden şikâyet ederek saman balyasının yüksekliğinin nasıl bulunacağı hakkında bir düşünce geliştirememişler ve problemi anlamlandırmakta zorlanmışlardır. Daha sonra bazı gruptaki öğrenciler saman balyası probleminin fotoğrafta verilen bir kadının boy uzunluğu, gövde uzunluğu veya omuz ile kol (parmak ucu) arası uzunluğun yarıçap (çap) hakkında fikir verebileceğini düşünmüşlerdir. Çalışma gruplarının hepsi gerçek yaşamdan bu problemi matematik dünyasına taşımak için ilk varsayım olarak silindir şeklindeki saman balyalarının ön kesitten çevreleyen şekillerin birer çemberi temsil ettiğini düşünmüşlerdir. Beraberinde bu çemberlerin eş çemberler olduğunu ve en altta 5, üstünde 4, 3, 2 ve 1 tane ve birbirlerine dıştan teğet üst üste çemberler olacak şekilde çalışma kâğıtlarına bir model çizebilmişlerdir. Gruplardan biri saman balyası problemine gerçeğe uygun bir şekilde bir matematiksel model geliştirmiştir. Bu gruptaki öğrenciler oluşturdukları çember modellerinden içinde bir dik üçgen oluşturarak Pisagor bağıntısını kullanabilecekleri bir yöntemden yüksekliği hesaplayabileceklerini düşünmüşlerdir. Problemi matematiksel hale dönüştüren öğrenciler problemdeki değişkenleri ve nicelikleri belirlemeye çalışmışlardır. Bu varsayımlarında öğrenciler yüksekliğe götürecektir matematiksel modeli bulduktan sonra çemberlerin yarıçap uzunluğunu belirlemek ya da bu uzunluğa ilişkin kuvvetli tahminlerde bulunabilmek için gerçek yaşam sonucuna ulaşmaya çalışmışlardır. Öğrenciler yarıçap uzunluğu için saman balyalarında oturan kadını kullanmışlardır. Nitekim öğrenciler, problem resmindeki kadının saman balyasının çevresine yani etrafına eğri bir şekilde yattığında boy uzunluğunun çemberin çevresinin yarısına eşit olabileceğini ve buradan da çember şeklindeki saman balyasının yarıçapının bulunabileceğini savunmuşlardır. Bunun için öğrenciler problem resmindeki kadın

için ortalama bir boy uzunluğu belirlemişlerdir. Sonuç olarak geliştirdikleri yönteme göre gerekli matematiksel işlemler ve Pisagor bağıntısı kullanılarak yarıçapa ulaşıp buradan da saman balyasının yksekligi hesaplanmıştır. Gruplardan bir diğeri ise gruplarındaki her bir kişinin çene ve kalça arasındaki uzaklığını ölçüp bu uzunluğu da ortalama bir değer olarak bunu çapa uygulamışlardır. Devamında bir saman balyasının çapının ne olacağını elde eden grup yeleri üst üste beş saman balyası olduğundan buldukları çap uzunluğunun beş katını alarak saman balyasının yksekligi yaklaşık olarak hesaplamışlardır. Gruplardan bazıları problem resmindeki kadın için ortalama bir boy uzunluğu belirleyerek bunu çap olarak kabul edip yksekligin beş eş çember çapı uzunluğunda olacağını savunarak tahminde buldukları boy uzunluğunun beş katını alarak saman balyasının yksekligi hesaplamışlardır. Diğer bir grup yeleri ise yarıçapın alacağı değerlere bağlı olarak saman balyasının yksekligi hesaplayabilecekleri bir formül elde etme çalışarak alan ile ilişkilendirme yoluna gitmişlerdir. Fakat ğrenciler sonraki aşamada nasıl bir yol izleyeceklerine karar veremediklerinden dolayı bu düşüncelerinden matematiksel bir model ortaya koyamadıkları gözlenmiştir.

Sunum aşamasında tüm gruplar geliştirdikleri varsayımlarını ve matematiksel işlemlerini tahtaya yazarak diğer gruplardaki arkadaşlarına anlatmaya çalışmışlardır. Çalışma gruplarının çoğunluğu problemi çözmek için birtakım varsayımlar ortaya koyarak matematiksel açıdan çözüm getirmeye ve gerçek yaşam sonucunu bulmaya çalışmışlardır. Bu n çalışma uygulamasında dikkat çeken grup ise çember modellerinden içinde bir dik üçgen oluşturarak Pisagor bağıntısını kullanabilecekleri bir yöntemden yksekligi hesaplayabileceklerini düşünen çalışma grubu olmuştur. Bu grubun matematiksel olarak kusursuz gözüken bu varsayımlarında öğrenciler, saman balyalarının üstten alta doğru birbirlerine uyguladıkları basıncın artması ile matematiksel çözümle elde ettikleri yükseklikten kesinlikle daha az çıkacağı yorumunu dşnememişlerdir. Matematiksel açıdan işlemler yapabilmek için çemberleri eş yarıçaplı ve birbirlerine dıştan teğet alan öğrenciler bu çemberlerin birbirlerine uyguladığı basıncı göz ardı etmişlerdir. Bu durumun gerçek yaşam açısından ele alındığında mümkün gözükmediği ve problem için güzel bir yorum olacağı tüm öğrencilere sunumlarının sonunda araştırmacı tarafından ifade edilmiştir.

3.3.3 Örnek Etkinlik 3: Voleybol Problemi

Dersin girişinde öğrencilere voleybol sporunu tanıtmak, bu oyunun ne olduğu, nasıl oynandığı ve kuralları hakkında bilgilendirmek amacıyla kısa bir animasyon video gösterilmiştir. Ayrıca öğrencide merak uyandırmak ve etkinlikte yer alan voleybol terimlerini öğrencilerin uygulamalı olarak görebilmeleri için de servis, smaç, blok ve plase hareketlerinin yer aldığı bazı kısa videolar öğrencilere gösterilmiştir. Sürecin devamında ise *Voleybol Problemi* tüm öğrenci gruplarına dağıtılmıştır (Ek-1.3).

Voleybol Problemi bir model oluşturma etkinliği olup sunulan verilere uygun olarak birçok çözüm yolu ve buna bağlı farklı sonuçlara sahiptir (Lesh ve diğerleri, 2000). Ayrıca bu problem nicel ve nitel birtakım bilgilerin birlikte değerlendirilmesini gerektiren zengin bir modelleme problemidir (Lesh ve Doerr, 2003). Özellikle öğrencilerden istenen, oyuncuların voleybol oynama potansiyellerini etkileyen; boy uzunlukları, dikey sıçramaları, kırk metreyi koşma hızları, servis sonuçları ve smaç sonuçlarını içeren beş değişkeni birlikte değerlendirip ilişkilendirerek onları eşit güçte üç takıma ayıracak bir model geliştirmektir. Çözümler genellikle verilen bilgilerden yola çıkarak verileri toplamak, ortalamasını almak ve bunlar arasında bir takım işlevsel ilişkiler kurmak gibi yöntemleri içermektedir. Öğrenciler bu süreçte nitel bilgiyi sayısallaştırmalı ve veriler arasında yer alan servisler için elde edilen yüksek skorların ve ayrıca koşmadaki düşük skorların iyi olduğunu fark ederek oluşturacakları modelde hesaba katmalı ve buna bağlı olarak oyuncuları seçme yoluna gitmelidirler (Lesh ve Doerr, 2003).

Öğrencilerin sürecin başında problemi anlamaya çalıştıkları ve problemde yer alan değişkenleri birbirinden bağımsız olarak ele alarak bu beş farklı değişken arasında bağlantı kurup bunları ilişkilendirmeye çalıştıkları görülmüştür. Grupların bazılarında öğrenciler takımların ilk oyuncularını boyları en uzun olan oyuncuları sırasıyla dağıtarak, sonraki ikinci oyuncuları ise servis sonuçlarındaki başarılarına göre üçüncü oyuncuyu ise servis sonuçları en düşük olan oyuncu performansına göre ve kalan üç oyuncuları da antrenmandaki smaç sonuçlarına göre dağıtarak dengeli üç takım yapılabileceğini savunmuşlardır. Bir diğer grup ise ilk önce oyuncuları servis ve smaç denemelerine göre gruplandırarak dengeli bir şekilde üç takıma bölünebileceğini ve en son boy ve sıçrama uzunluklarını değerlendirerek kadronun

oluşturulabileceğini savunmuşlardır. Ayrıca öğrenciler takımları oluştururken voleybolda ortadaki libero için kısa olduğunu ifade ederek ortadaki libero oyuncusunu boyu kısa olanlardan seçtiklerini uzun oyuncularını ise servis atma ve blok için dikey sıçramalarını da dikkate alarak ön tarafa yerleştirdiklerini açıklamışlardır. Diğer bir grup her bir oyuncunun dikey sıçrama ile boy uzunluklarını toplayarak yükseklikleri en yüksek değerleri bulduklarını, smaçta ve serviste oyuncuları iyiden kötüye doğru sıraladıklarını belirterek ilk olarak smaçta en iyi olanları seçip bu oyuncuları gruplara dağıttıklarını; sonra liberoyu serviste en iyi üç oyuncuya göre seçtiklerini ve yanındaki oyuncuları ise grup düzeylerine göre sıçramaya göre, öndeki oyuncuları da smaç atışlarına göre takımlara yerleştirdiklerini ifade etmişlerdir. Gruplardan bir diğeri ise her değişken için eşit seviyede üç takımın oluşturulması amacıyla ilk dört değişkenin her biri için üç eşit seviyede grup oluşturma yoluna gitmişlerdir. Öğrenciler grupların oluşumu için her bir oyuncunun boylarını, dikey sıçramalarını, kırk metre koşusu, servis sonuçlarını en büyükten en küçüğe veya en iyiden en kötüye doğru sıraladıklarını ve sonra kaçınıcı olduklarını bulmak ortalamalarını hesaplayıp ortalamaya göre gruplar oluşturulmuştur. İlk dört değişken için gruplar oluşturulduktan sonra öğrenciler dengeli üç takım oluşturabilmek için diğer gruplardan farklı olarak bir kodlama sistemi geliştirmişlerdir. Çalışma kağıtlarında öğrenciler oyuncuların smaç sonuçlarını sayısallaştırma yoluna giderek, “plase sayısı ve hücum sayısı ise +” ; “plase geri geldi veya geri geldi ise 0”; “top dışarıda veya top filede ise -” şeklinde kodlayarak bu değerleri her bir oyuncuya atamışlardır. Bu kodlamalar yardımıyla matematiksel hesaplamalarla toplamsal sonuçlar elde etmişlerdir. Bu gruptaki öğrenciler diğer gruplardan farklı olarak nitel bilgi şeklinde verilen smaç sonuçları değişkeninin bileşenleri arasındaki ilişkiyi keşfetme yolunda farklı bir adım atmışlardır. Daha önce ortalamaya göre elde edilen gruplar smaç sonuçları değişkenine ait elde edilen nicel bilgiyle desteklenmiş ve eşit seviyedeki takımları oluşturmuşlardır. Ayrıca öğrenciler oluşturdukları takımların ortalamalarını toplayarak sonuçları karşılaştırmışlar ve birbirlerine yakın sonuçlar elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Öğrenciler nitel bilgi şeklinde verilen smaç sonuçları değişkenini yorumlamakta ve diğer değişkenleri ilişkilendirerek aralarında bağlantı kurmada zorlanmalarına karşın

sonuca ulaşıncaya kadar birçok yeni ve farklı fikir üretip çeşitli modeller geliştirebilmişlerdir.

Voleybol Problemi öğrencilerin; problemi yorumlama yollarını, kendi kavramsal gelişimlerini kendilerinin seçip ortaya koymalarını, matematiksel düşüncelerle çalışmalarını, yaratma, inşa etme, kullanma, biçimlendirme ve dönüştürme gibi eylemlerde bulunmalarını, nitel verileri nicelleştirmelerini, kendi geliştirdikleri modellere eleştirel bakmalarına olanak sağlamıştır (Lesh ve Doerr, 2003). Dolayısıyla öğrencilerin derinlikli düşünmesine, matematiksel fikirlerini ortaya koyup geliştirmesine ve düzenlemesine fırsat yaratarak onlara farklı bir öğrenme ortamı yaratmıştır.

3.3.4 Örnek Etkinlik 4: Yaz İşi Problemi

Dersin girişinde öğrencilere yaz tatillerini nasıl değerlendirdikleri ve herhangi bir işte çalışıp çalışmadıkları sorulmuştur. Gruplardaki bazı öğrenciler de yaz tatillerinde çeşitli işlerde çalıştıklarını ifade etmişlerdir. Devamında ise öğrencilere bir işyerinin sahibi olduklarını düşünmeleri ve çalışanlarını neye göre belirlemelerinin doğru olacağı sorusu sorulmuştur. Öğrencilerden ise güvenilir, iletişim becerisi yüksek, bilgili ve deneyimli, kazandırdıkları para ve ne kadar çalıştıkları gibi cevaplar alınmıştır. Çalışanları değiştirmek zorunda kalsaydınız bunların kim olduğuna nasıl karar verirdiniz sorusunda da öğrencilerden benzer cevaplar gelmiş ve ardından üzerinde *Yaz İşi Problemi*'nin (Johnson ve Lesh, 2003) yer aldığı model oluşturma etkinliği ile hesap makinesi tüm öğrenci gruplarına dağıtılmıştır (Ek-1.4).

Gruplar kendi aralarında bir süre tartışarak problemi anlamlandırmaya çalışmışlardır. Grup üyeleri arasında tartışmalar devam ederken tüm gruplar hesap makinesiyle işlemler yapmaya başlamıştır. Gruplardan biri çalışanların toplam kazandırdıkları parayı ve tüm çalışma saatlerinin hesaplanarak saat başına düşen para miktarına göre satış elemanlarının belirlenmesi gerektiğini savunarak verileri toplamaya başlamışlardır. Ardından toplam para miktarını toplam çalışma saatine oranlayarak her bir satış elemanının saat başına kazandırdıkları paraları büyükten küçüğe doğru sıralamışlar ve buna göre en iyi üç satış elemanını tam zamanlı sonra gelen diğer üç elemanı ise yarı zamanlı olarak seçmişlerdir. Diğer bir grup ise benzer mantıkla her bir satıcının üç aylık ortalama kazandırdıkları para miktarını ve ortalama çalışma

sürelerini belirleyerek saat başına kazandırdıkları para miktarlarını bulma yolunu tercih etmiştir. Bir diğer grup ise bu modeli çok yoğun, orta yoğun ve az yoğun şeklinde ayırarak bakmışlardır. Bu modelde öğrenciler her bir elemanın farklı yoğunluklarda saat başına ne kadar kazanç getirdiğini hesaplayarak bu varsayıma göre satış elemanlarını tam zamanlı ve yarı zamanlı olarak oluşturmuşlardır. Gruplardan bir diğeri ise her elemanın aylara ait toplam kazançları ve toplam çalışma sürelerini bularak aylara ait ortalamasını almışlardır. Daha sonra her bir ayın toplam kazanç ortalamasını çalışma süresine bölerek her bir elemanın saat başına kazandırdıkları ortalama para miktarını bulmuşlardır. Ayrıca bu gruptaki öğrenciler kazandırdıkları ortalama para miktarı yakın olan kişilerden her bir grubun tamamen erkek veya tamamen bayan olmaması için heterojen gruplar oluşturmuşlardır. Bunun nedenini ise lunaparkta çocukların daha çok yoğunlukta olacağını düşünerek özellikle bayan satıcı olmasına dikkat edilmesi gerektiğini savunarak ifade etmişlerdir. Bir diğer grup ise elemanların verilen aylarda toplam kazandırdıkları paraya bakarak karar vermenin daha doğru olacağını savunmuşlar; fakat daha sonra az zamanda çok para kazandıran satış elemanlarına bakmanın doğru olduğuna karar vermişlerdir. Öğrenci gruplarından bir diğeri ise tam zamanlı çalışacak satış elemanlarının belirlenmesinde tam gün çalışma kapasitesi olanların tercih edilmesi gerektiğini savunarak sadece çok yoğun oldukları bir zamanda kazandırdıkları paraların karşılaştırılması gerektiğini belirtmişlerdir. Öğrenciler yarı zamanlı çalışacak satış elemanlarının belirlenmesinde ise tüm verileri incelemek yerine yoğunluğun en düşük olduğu zamanda en fazla para kazandıran satış elemanlarının daha çalışkan ve ikna gücünün kuvvetli olacağını savunmuşlardır. Ayrıca bu koşullarda çok para kazandıran bir elemanın yoğun olan bir günde kesinlikle daha fazla kazandıracağını ifade ederek sadece bu yaklaşımı kullanarak çalışanları sıralama yolunu seçmişlerdir. Bir diğer öğrenci grubunun ise çalışanların toplam kazançlarının yer aldığı tabloyu satış elemanlarının aldıkları maaş olarak düşünmeleri onları farklı bir çözüm getirmelerine neden olmuştur. Nitekim öğrenciler önce her bir satış elemanının toplam çalıştıkları saati bularak daha sonra bir saatte aldıkları ortalama parayı bulmuşlardır. Devamında öğrenciler hem en çok saat çalışıp hem de az para alanları tam zamanlı daha az süre çalışıp da aldıkları paranın en az olduğu kişileri de yarı zamanlı çalışan yapmışlardır.

Sunum aşamasında ise tüm öğrenci grupları geliştirdikleri varsayımlarını problemde verilen tablolar üzerinden ayrıntılarıyla açıklamaya ve matematiksel işlemlerini tahtaya yazarak diğer gruplardaki arkadaşlarına anlatmaya çalışmışlardır. Çalışma gruplarının çoğunluğu problemi çözmek için birtakım varsayımlar ortaya koyarak matematiksel açıdan çözüm getirmeye ve gerçek yaşam sonucunu bulmaya çalışmışlardır. Kazandırdıkları ortalama para miktarı yakın olan kişilerden her bir grubun tamamen erkek veya tamamen bayan olmaması için heterojen gruplar oluşturan ve bunun nedenini ise lunaparkta çocukların daha çok yoğunlukta olacağını düşünerek özellikle bayan satıcı olmasına dikkat edilmesi gerektiğini savunan öğrenci grubunun bu yorumu dikkat çeken noktalardan biri olmuştur. Ayrıca çalışanların toplam kazançlarının yer aldığı tabloyu satış elemanlarının aldıkları maaş olarak düşünen öğrenci grubu ise sunum aşamasında problemi yanlış anladıklarının farkına varmış ve ortaya koydukları bu varsayımlarından vazgeçmişlerdir. Sonuç olarak öğrenciler, elemanların aylara ait toplam kazançları ve toplam çalışma sürelerinin verildiği tablolardaki nicel bilgileri yorumlayarak ağırlıklı olarak ortalama alma işlemiyle farklı fikirler üretip çeşitli modeller geliştirebilmişlerdir.

Sonuç olarak *Yaz İşi Problemi*, öğrencilerin tablolardaki nicel verileri biçimlendirme ve dönüştürme gibi eylemlerde bulunarak derinlikli düşünmesine, matematiksel fikirlerini ortaya koyup geliştirmesine ve düzenlemesine fırsat yaratarak onlara farklı bir öğrenme ortamı yaratmıştır.

3.3.5 Örnek Etkinlik 5: Suç Problemi

Dersin girişinde öğrencilere yaşanabilir bir şehrin ne gibi özelliklere sahip olması gerektiği sorulmuştur. Gruplardaki bazı öğrenciler de yaşamak istedikleri şehirlerin doğal güzellik, deniz, sosyal etkinlik ve spor alanları, güvenli bir yer olması... vb. gibi özelliklere sahip olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Devamında yaşanılabilir şehirlerin sıralandığı ve ülkemizden de bir şehrin yer aldığı kısa bir araştırma videosu öğrencilere gösterilerek ülkemizdeki bu şehrin hangisi olduğu sorusu yöneltilmiş; bazı öğrenciler de çeşitli tahminlerini ifade etmişlerdir. Hazırlık aşamasının ardından her bir çalışma grubuna model oluşturma etkinliği olan *Suç Problemi* verilerek üzerinde çalışmalarını istenmiştir (Ek-1.5).

Doerr ve English'in (2003) çalışmasından Türkçeye uyarlanan *Suç Problemi*'nde on iki şehirde meydana gelen farklı suçlara ait veriler tablo şeklinde yer almakta ve tablodaki altı suça ait yıllık ortalama suç oranları “şiddet içeren suçlar” ve “mülke (eşyaya) zarar veren suçlar” şeklinde ayrılmıştır. Ayrıca bu problemde son 5 yıl içinde görülen suç oranındaki artış veya azalış eğilimlerini gösteren bir başka sütun da yer almaktadır. Öğrencilerden istenen ise tablodaki verileri kullanarak içinde yaşadıkları ilin bu şehirlerin arasında en güvenli şehir olup olmadığına karar vermelerine yardım edecek bir model geliştirmeleri ve bu modele nasıl ulaştıklarını açıklayan bir mektup yazmalarınıdır.

Çalışma grupları kendi aralarında bir süre tartışarak problemi anlamlandırmaya çalışmışlar ve hesap makinesiyle işlemler yapmaya başlamışlardır. Öğrenci gruplarından ikisi, kişilere karşı yapılan şiddet suçları daha düşük toplam oranlarına sahip olsa da güvenlik ile ilgili alınacak kararda mülke zarar veren suçlara göre daha önemli olduğunu kabul ederek değerlendirilmesi gerektiğini savunmuşlardır. Öğrenciler bu önem farkını her bir şehir için verilen suç oranlarından; “cinayete 6, gaspa (güç kullanarak soygun) 4, darpa (saldırı-şiddet-taciz) 5, ev hırsızlığına 3, otomobil hırsızlığına 2 ve hırsızlığa (kapkaç) 1” olmak üzere yeni bir katsayı vermişlerdir. Devamında ise öğrenciler her bir şehrin suç oranlarını verdikleri katsayılar ile çarparak toplamışlar ve tablodaki şehirlerin ayrı ayrı suç puanlarını atamışlardır. Öğrenciler, elde ettikleri suç puanlarına göre ve son beş yıldaki suç eğilimlerini de dikkate alarak şehirleri en güvenli den en güvensize doğru sıralamış ve yaşadıkları ilin bu şehirlerin arasında en güvenli şehir olup olmadığına karar vermelerini sağlayacak genellenebilir bir model oluşturabilmişlerdir. Geriye kalan diğer öğrenci grupları ise daha basit bir yöntemle her bir şehrin ayrı ayrı suç oranlarını toplayıp ortalamasını alarak güvenlik açısından sıralama yapılması gerektiğini savunmuşlardır. Ayrıca tabloda verilen şehirlerin son beş yıldaki suç oranlarındaki artış veya azalış değişimlerini de göz önünde bulundurarak şehirleri en güvenli den güvensize doğru sıralama yoluna gitmişlerdir.

Sunum aşamasında tüm öğrenci grupları ortaya koydukları varsayımlarını problemde verilen tablolar üzerinden ayrıntılarıyla açıklamaya ve matematiksel işlemlerini tahtaya yazarak diğer gruplardaki arkadaşlarına anlatmaya çalışmışlardır. Özetle

modelleme probleminde öğrenciler; nicel olarak verilen verileri basite indirgeme, yorumlama, sıralama yapma, analiz ederek birleştirme ve nitel veriyi nicel veri ile ilişkilendirebilmişlerdir.

Suç Problemi model oluşturma etkinliği; öğrencilerin verileri farklı temsil formatlarında sunmalarına, farklı varsayımlar ile genellenebilir ve yeni durumlarda da kullanılabilir bir model oluşturmalarına, analiz edilen verilerden yazılı bir rapor hazırlamalarına, grup çalışması yapabilmelerine ve çalışmanın sonunda ulaştıkları çözümleri yazılı ve sözlü paylaşabilme becerilerini kullanmalarına fırsat sağlayan bir etkinlik olmuştur.

3.3.6 Örnek Etkinlik 6: Fasulye Problemi

Dersin girişinde öğrencilere ailesinden veya tanıdıklarından çiftçilik, seracılık... vb. gibi bahçe işleri ile uğraşan kişilerin olup olmadığı sorulmuştur. Bunun üzerine sınıftaki bazı öğrencilerden ailesinden veya yakınlarından herhangi birinin çiftçilikle uğraştıklarını ve çeşitli tarım ürünleri yetiştirdiklerini ifade eden cevaplar alınmıştır. Hazırlık aşamasının ardından üzerinde *Fasulye Problemi*'nin yer aldığı model oluşturma etkinliği tüm öğrenci gruplarına dağıtılmıştır (Ek-1.6).

Doyle M.'nin (2006) çalışmasından Türkçeye uyarlanan *Fasulye Problemi* bir model oluşturma etkinliği olup iki bölümden oluşmaktadır. Problem bir çiftçinin kuru fasulye yetiştirmek istemesi üzerine çiftçiler birliğine başvurması ile başlamakta ve çiftçiler birliği de çiftçiye farklı ışık koşullarında (gün ışığında ve gölgede) kuru fasulye bitkisini dörder sıralar halinde yetiştirmeleri sonucunda 6, 8 ve 10. haftalardaki fasulye ağırlıklarını içeren bir veri tablosu sunmaktadır. Problemin birinci görevinde öğrencilerden “gün ışığında” ve “gölgede” tablolarını kullanarak çiftçinin kuru fasulye yetiştirirken en çok ürünü alabilmesi için tercih etmesi gereken en uygun ışık koşulunu seçmelerini ve kararlarını mektupla açıklamaları istenmiştir. Problemin ikinci görevinde ise öğrencilerden veri tablosunda yer almayan 12. haftaya ait fasulye ağırlıklarını tahmin etmeleri ve bu tahminlerini nasıl yaptıklarını açıklayan bir mektup yazmaları istenmiştir.

Sürecin devamında çalışma grupları kendi aralarında bir süre tartışarak problemi anlamaya ve hesap makinesi ile çeşitli işlemler yapmaya başlayarak onları çözüme

götürecek stratejileri geliştirmeye çalışmışlardır. Öğreci gruplarından biri ilk görevde kuru fasulye yetiştirirken en çok ürünü alabilmek için tercih edilecek en uygun ışık koşulunu genel olarak belirlemek yerine, her sıra için en uygun ışık koşulunun ayrı ayrı belirleneceğini düşünmüşlerdir. Bir diğer öğrenci grubu ise problemde yer alan gün ışığında ve gölgede yetiştirilen 4 sıra kuru fasulye bitkisinin farklı tür fasulyeler olup olmadığını sormuşlardır. Bu durum öğrenci gruplarından bazılarının başlangıçta problemi anlama noktasında zorlandıklarını ortaya koymaktadır. Öğrenci gruplarından ikisi ise her bir sıradaki kuru fasulye bitkisinin gün ışığında ve gölgede ayrı ayrı 6. hafta ile 10. hafta arasındaki (4 haftada) ağırlık artış miktarlarına bakarak toplamışlar ve 2 haftadaki ağırlık artış miktarını (12. haftadaki ağırlığını tahmin etmek için) bulmak için ikiye bölmüşlerdir. Devamında öğrenciler geliştirdikleri bu çözümü gün ışığında ve gölgede yetiştirilen her bir kuru fasulye bitkisi sırası için uygulayarak 12. haftadaki tahmini ağırlık miktarlarını toplayarak 4 sıra olduğundan dörde bölmüşler ve ortalama ağırlık değeri bulmuşlardır. Sonuç olarak gölgede ortalama ağırlık değerinin daha yüksek olacağını savunan grup bu ışık koşulunun daha verimli olacağını belirtmiştir. Diğer iki öğrenci grubu ise benzer şekilde hangi ışık koşulunun daha verimli olacağını bulmak için her bir sıradaki kuru fasulye bitkisinin gün ışığında ve gölgede ayrı ayrı 6. hafta ile 10. hafta arasındaki (4 haftada) ağırlık artış miktarlarına bakarak bütün artış miktarlarını toplamışlardır. Öğrenciler geliştirdikleri yöntemle göre kuru fasulye bitkisinin gölgedeki ağırlık artış miktarları toplamının gün ışığa göre daha fazla olduğunu belirleyerek en uygun ışık koşulunun gölgede olması gerektiğini savunmuşlardır. Ayrıca bu gruptaki öğrenciler her bir sıradaki kuru fasulye bitkisinin gün ışığında ve gölgede ayrı ayrı 6. hafta ile 10. hafta arasındaki (4 haftada) ağırlık artış miktarlarına bakarak toplamışlar ve 2 haftadaki ağırlık artış miktarını bulmak için ikiye bölmüşlerdir. Sonuç olarak kuru fasulye bitkisinin her iki ışık koşulunda 12. haftadaki ağırlıklarını tahmin etmişlerdir. Öğrenci gruplarından bir diğeri ise her bir sıradaki kuru fasulye bitkisinin iki farklı ışık koşulunda 12. haftadaki ağırlıklarını tahmin etmek için her bir sıradaki kuru fasulye bitkisinin gün ışığında ve gölgede ayrı ayrı 6. hafta ile 10. hafta arasındaki (4 haftada) ağırlık artış miktarlarına bakarak toplamışlardır. Öğrenciler 10. haftadan 12. haftaya elde ettikleri ağırlık ortalaması kadar artış olacağını savunarak kuru fasulye bitkisinin her iki ışık koşulunda 12. haftadaki ağırlıklarını tahmin etmişlerdir.

Ayrıca öğrenciler ilk görev için de 12. hafta ile beraber her iki ışık koşulunda üretilen bütün kuru fasulye bitkisinin ağırlıklarını toplayarak gün ışığında daha verimli olacağını savunmuşlardır. Bir diğer grup ise problemin çözümü için diğer gruplardan farklı olarak her bir sırada yetiştirilen kuru fasulye bitkisinin gün ışığında ve gölgedeki ağırlıklarının haftalara göre değişimini gösteren grafikleri çizerek bu model üzerinden sonuca ulaşmaya çalışmışlardır. Sürecin devamında öğrenciler grafiklerinde sıra-1 ve sıra-2' de yetiştirilen kuru fasulye bitkisinin ağırlıklarının haftalara göre değişimini gölgede daha iyi olduğunu; diğer sıralarda ise bu değişimin gün ışığında daha iyi olduğunu elde etmişlerdir. Fakat öğrenciler gölgedeki ağırlık artışı değişiminin iyi olduğu grafiklerde gün ışığının hemen arkasından geldiğini fark ettiklerini ve bu nedenle ilk görev için gün ışığının daha verimli olması gerektiğini savunmuşlardır. Öğrenciler ikinci görevde her bir sıradaki kuru fasulye bitkisinin her iki ışık koşulunda 12. haftadaki ağırlıklarını tahmin etmek için yine oluşturdukları grafiklerden yola çıkarak gün ışığı ve gölgedeki ağırlık artışı arasındaki farka bakıp bu farkın aynı kalması şartıyla ağırlıklarını arttırıp tahminde bulunmuşlardır. Farklı bir model üzerinden problemi çözmeye çalışan bir diğer grup ise ilk görev için her iki ışık koşulunda (gün ışığında ve gölgede) her bir sıradaki kuru fasulye bitkisinin ayrı ayrı 6., 8. ve 10. haftadaki ağırlıklarını geçen süreye bölerek bir haftadaki ağırlık artışını bulmuşlardır. Devamında ortalama hesaplayarak gün ışığının ortalaması daha yüksek çıktığından bu ışık koşulunun daha verimli olacağını savunmuşlardır. Öğrenciler her bir sıradaki kuru fasulye bitkisinin her iki ışık koşulunda 12. haftadaki ağırlıklarının tahmin edilmesini isteyen ikinci görevde ise ilk görevden elde ettikleri haftalık ağırlık artışı miktarı ile 12'yi çarparak (12. hafta olduğu için) sonuca ulaşmışlardır.

Sunum aşamasında problem akıllı tahtadan gösterilmiş ve öğrenci çalışma grupları geliştirdikleri modellerini problemde verilen tablolar üzerinden ayrıntılarıyla açıklamaya ve matematiksel işlemlerini tahtaya yazarak diğer gruplardaki arkadaşlarına anlatmaya çalışmışlardır. Her bir grup problemi çözmek için birtakım varsayımlar ortaya koymuş; matematiksel açıdan çözüm getirmeye ve gerçek yaşam sonucunu bulmaya çalışmıştır.

Sonuç olarak *Fasulye Problemi* öğrencilerin metin ve tablo şeklinde sunulan

matematiksel ve bilimsel bilgiyi yorumlama; basit veri tablolarını okuma; verileri analiz etme ve temsil etme; varsayımda bulunma, analiz edilen verilerden yazılı rapor hazırlama; grup çalışması yapabilme ve çalışmanın sonunda ulaştıkları çözümleri yazılı ve sözlü paylaşabilme becerilerini kullanmasına fırsat sağlamıştır.

3.4 Asıl Uygulama ve Odak Grupların Seçimi

Ön çalışma süreci tamamlandıktan sonra araştırmacının sınıf içi gözlemleri, grup raporları ve öğrenci sunumları sonrasında çalışmada yer alacak bir *üst-performans* ve bir *alt-performans* grubu *amaçlı örnekleme yöntemi* ile belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme yöntemleri, tam anlamıyla nitel araştırma geleneği içinde ortaya çıkmıştır ve zengin bilgiye sahip olduğu düşünülen durumların derinlemesine çalışılmasına olanak vermektedir (Patton, 2002; aktaran Glesne, 2013). Bu anlamda, amaçlı örnekleme yöntemleri pek çok durumda, olgu ve olayların keşfedilmesinde ve açıklanmasında yararlı olur (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

Amaçlı örnekleme yöntemlerinden *ölçüt örnekleme* ise önceden belirlenmiş bir dizi ölçütü karşılayan bütün durumların çalışılmasıdır. Burada sözü edilen ölçüt veya ölçütler araştırmacı tarafından oluşturulabilir ya da daha önceden hazırlanmış bir ölçüt listesi kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu bağlamda araştırmacının çalışmaya yön verebilecek ölçütleri belirlemesi ve bu ölçütlere uygun katılımcıları seçmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmada 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarı düzeylerine göre model oluşturma süreçlerinin incelenmesi hakkında derinlemesine çalışılıp bilgi edinmek amacıyla, her biri üçer öğrenciden oluşan bir *alt-performans* ve bir *üst-performans* iki odak grup şu ölçütler doğrultusunda belirlenmiştir. Aday gruplardaki öğrencilerin;

- (1) Birlikte uyum içinde çalışabilmesi,
- (2) Probleme grup olarak çözüm getirebilmesi,
- (3) Düşüncelerini özgürce ifade edebilen, konuşkan ve özgüveni yüksek olmasına dikkat edilmiştir.

Üst-performans ve *alt-performans* grup üyelerinin gerçek isimleri yerine farklı isimler kullanılmış olup bu öğrencilerin akademik başarı düzeylerini gösteren bilgiler Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4: Araştırma Gruplarına Ait Bilgiler

Gruplar	Öğrenci İsimleri	Cinsiyet	4.Sınıf	5.Sınıf	6.Sınıf	7.Sınıf	8.Sınıf	8.Sınıf	Genel Ortalama
			A.Y. S.O.	A.Y. S.O.	A.Y. S.O.	A.Y. S.O.	Yy.S. A.N.O.	Yy.S. M.N. O.	
Üst Performans Grubu	Betül	Kız	97,29	97,83	98,77	99,12	98,89	99,16	98,51
	Işıl	Kız	95,01	98,45	98,61	99,13	99,30	100	98,42
	Zehra	Kız	97,67	98,00	98,27	98,10	99,21	99,16	98,40
Alt Performans Grubu	Utku	Erkek	91,43	95,54	93,65	95,98	98,5	96,16	95,21
	Okan	Erkek	93,10	93,18	92,46	93,62	98,25	100	95,10
	Nisa	Kız	91,82	91,68	92,07	94,98	96,41	98,66	94,27

A.Y.S. O. : Ağırlıklı Yıl Sonu Ortalaması

Yy.S. A.N. O. : Yarıyıl sonu Ağırlıklı Not Ortalaması

Yy.S. M. N. O. : Yarıyıl sonu Matematik Dersi Not Ortalaması

3.5 Veri Toplama Araçları

3.5.1 Model Oluşturma Etkinliği: Atatürk Anıtı Problemi

Atatürk Anıtı Problemi (EK-2) bir model oluşturma etkinliği olup problem iki bölümden oluşmaktadır. Tekin Dede'nin (2015) çalışmasından revize edilerek yeniden yapılandırılan problemde İzmir'in Buca ilçesinde bulunan, kayalıklar üzerine püskürtme beton tekniğiyle üç yılda yapımı tamamlanan, ülkemizin en büyük dünyanın ise 10. büyük anıt projesi olan *Atatürk Anıtı* (gerçek uzunluğu 40 metre) resmi yer almaktadır. Ayrıca problemde zamanla yağmur ve güneşin etkisiyle yıpranan anıt üzerinde özel dağcılık ekibince yapılan bakım çalışmalarından resimler yer almaktadır.

Problemin “*birinci görevinde*” öğrencilerden, verilen resimler ışığında *Atatürk Anıtı'nın yüksekliğini hesaplamaları* ve bunu nasıl bir yöntem kullanarak yaptıklarını açıklamaları istenmiştir. “*İkinci görevde*” ise bu anıtın heykeltıraşının (Harun Atalayman) bir sonraki projesinde gerçek anıtın boyutlarına uygun olarak devasa bir Atatürk heykeli (ayaklarından başına kadar tüm vücudu içine alan) yapmak istediği ifade edilmiştir. Bu noktada öğrencilerden bu *heykelin tüm boyunun uzunluğunu* bulmamıza yarayan bir yöntem veya modeli geliştirmeleri ve kullanılan bu yöntemi bir mektupla ayrıntılı bir şekilde yazarak açıklamaları istenmiştir. *Atatürk Anıtı Problemi*;

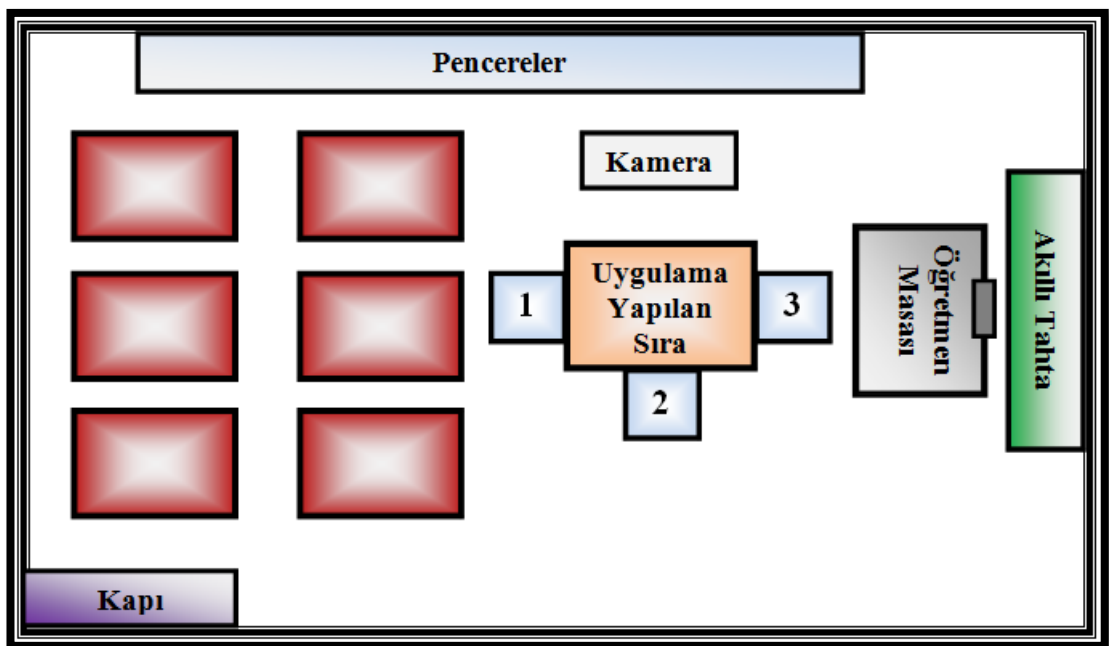
- Öğrencilerin metin ve resim şeklinde sunulan bilgiyi okuma ve yorumlama,
- Verilen resimleri analiz etme,
- Ölçme işlemi yapma,
- Varsayımda bulunma,
- Karşılaştırma yapma ve oranlama,
- Elde edilen verilerden model oluşturma,
- Grup çalışması yapabilme ve çalışmanın sonunda ulaştıkları çözümleri yazılı ve sözlü paylaşabilme becerilerini kullanmalarına olanak sağlayan bir model oluşturma etkinliğidir.

Çalışmanın başında odak grup çalışmasında yer alan öğrencilere, problemi tanıtmak amacıyla gökyüzünden drone kamera ile çekilmiş *Atatürk Anıtı* görselinin yer aldığı

kısa bir video izlettirilerek modelleme probleminde istenen görevlerin ne olabileceği hakkındaki düşünceleri sorulmuş ve öğrenciler de anıtın yüksekliğinin istenebileceği tahmininde bulunmuşlardır. Bu aşamadan sonra öğrencilere “Atatürk Anıtı Problemi” model oluşturma etkinliği dağıtıldıktan sonra öğrencilerden problem üzerinde beraber çalışarak görevleri yerine getirmeleri istenmiştir.

3.6 Veri Toplama Yöntemi

Bir durum çalışması olan bu araştırmada veriler odak grup görüşmesi yöntemiyle toplanmıştır. Altı hafta süren ön çalışma süreci tamamlandıktan sonra ilgili sınıftan amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilen ve üçer öğrenciden oluşan iki grup Şekil 21’de gösterilen sınıf ortamında 1, 2 ve 3 numaralı yerlerde oturmuşlardır. Uygulama, öğrencilerin programdaki matematik ders saati içinde, kendi sınıfları yerine o ders saatlerinde boş olan fen laboratuvarında gerçekleştirilmiş ve gruplar arka arkaya ve sırayla uygulamaya alınarak Atatürk Anıtı Problemi model oluşturma etkinliği üzerinde çalışmalarını istenmiştir. Odak grup görüşmesine başlamadan önce öğrencilere yapılacak olan çalışmanın ortaokul matematik eğitimine katkısı vurgulanarak, gerçek isimlerinin kullanılmayacağı belirtilmiş ve sürecin sonunda herhangi bir not ile puanlandırmanın yapılmayacağı ifade edilmiştir. Grupların çalışmalarının her ikisi de yaklaşık 40 dakika sürmüş olup tüm süreç video ve ses kaydına alınmıştır. Ayrıca öğrencilerin çalışma kâğıtları ve raporları diğer veri kaynakları olarak toplanmıştır.



Şekil 21: Veri Toplanan Sınıfın Yapısı ve Oturma Düzeni

Video ve ses kayıtları yazılı olarak çözümlenmiş ve öğrencilerin çalışma kâğıtlarıyla beraber nitel olarak analiz edilmiştir. Veri toplanan sınıfın yapısı ve oturma düzeni Şekil 21’de gösterilmiştir.

Araştırmada veri toplama yöntemi olarak, bir grubun herhangi bir konuyu nasıl tartıştığını ve süreç içerisinde çoklu bakış açılarının nasıl ortaya koyduğunu anlamak amacıyla *odak grup görüşmesi* kullanılmıştır (Glesne, 2013). Birebir yapılan görüşmelerin tersine odak grup görüşmesi sürecinde kişiler bir taraftan grubun diğer üyelerinin düşüncelerini öğrenirken onlara ilave yorumlar yapmak suretiyle yeni düşünce ve fikirlerin ortaya çıkmasına sağlamaktadır. Buradaki amaç, katılımcıların olaylara başka birinin penceresinden de bakabileceği yeni durumlar yaratarak sağlıklı ve yeni verilere ulaşmaktır (Patton, 2002; aktaran Merriam, 2013). Odak grup çalışmalarında Eraslan (2011) öğrencilerin oturma pozisyonu olarak bir sırada çizgi şeklinde bir oturma biçiminden ziyade birbirlerinin yüzünü görecek şekilde bir masanın (iki sıra birleştirilerek oluşturulabilir) üç yanında yer almaları sağlanarak oturtulması gerektiğini vurgulamıştır.

3.7 Verilerin Analizi

Bu araştırmada *bütüncül çoklu durum (multiple case study)* deseni kullanılmıştır. Bu desende her bir durum kendi içerisinde bütüncül olarak ele alınır ve daha sonra birbiriyle karşılaştırılarak incelenir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu çalışmadaki çoklu durum ise 8. sınıf öğrencilerinden akademik başarı düzeylerine göre oluşturulan üçer kişilik *alt-performans* ve *üst-performans* gruplarıdır. Bir durum çalışmasında analiz, durumun ve ortamın detaylı bir şekilde betimlenmesine bağlıdır (Cresswell, 2013; aktaran Şahin, 2014). Bu nedenle akademik başarı düzeylerine göre çalışmada yer alan 8. sınıf öğrencilerinin *Atatürk Anıtı Problemi*’nin çözümü sırasında geliştirdikleri matematiksel düşünceler ve ortaya koydukları cevapların yazılı raporları *betimsel analiz* yöntemiyle çözümlenmiştir. Betimsel analizde elde edilen veriler daha önceden belirlenen temalara göre özetlenir ve yorumlanır. Veriler araştırma sorularının ortaya koyduğu temalara göre düzenlenebileceği gibi görüşme ve gözlem süreçlerinde kullanılan sorular ya da boyutlar ele alınarak da sunulabilir. Bireylerin görüşlerini yansıtmak amacıyla doğrudan alıntılara sık sık yer verilir. Bu tür analizde amaç elde edilen bulguları düzenlenmiş ve yorumlanmış biçimde okuyucuya sunmaktır. Bu amaçla elde edilen veriler önce sistematik ve açık biçimde

betimlenir daha sonra yapılan bu betimlemeler açıklanır ve yorumlanır. Neden–sonuç ilişkileri irdelenir ve birtakım sonuçlara ulaşılır. Betimsel analiz dört aşamadan oluşur:

- (1) *Betimsel analiz için bir çerçeve oluşturma,*
- (2) *Tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi,*
- (3) *Bulguların tanımlanması ve*
- (4) *Bulguların yorumlanması (Yıldırım ve Şimşek, 2016).*

Bu amaçla odak grup görüşmesinde yer alan ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinliği üzerindeki düşünme süreçleri Eraslan (2011) tarafından Türkçeye adapte edilen, Blum ve Ferri (2009) tarafından geliştirilen modelleme oluşturma süreci kullanılarak analiz edilmiştir (Şekil14). Bu süreç *problemi anlama, model oluşturma, matematik kullanımı ve sonucun raporlaştırılmasını* içeren dört aşamayı içermektedir (Eraslan, 2011). Analizlerin sürecinde her bir odak grubun matematiksel modelleme süreçleri incelenmiş, grupların model oluşturma sürecindeki aşamaları sırasıyla belirlenmiş ve akademik başarı düzeylerine göre grupların model oluşturma süreçleri karşılaştırılarak farklılıkları nedenleriyle birlikte ortaya konulmuştur.

3.8 Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Merriam (2013) nitel araştırmaların veri toplama ve analiz aşamalarının başlıca aracını insan olarak gördüğünü ifade ederek; araştırmacının gözlem ve görüşmeler aracılığıyla gerçek hakkındaki yorumlara doğrudan ulaşabileceğini belirtmektedir. Okuyucu, araştırmanın verilerine yorum katılmamış haliyle okuma fırsatı elde ederse daha sonra araştırmacının ulaştığı sonuçları bu verilere göre değerlendirme fırsatı elde edebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu nedenle Creswell (2013) nitel bir çalışmada geçerlilik ve güvenilirlik ölçütlerinin bilimsel bir çalışma için edebi bir biçimde ifade edilmiş ikna edici anlatı olarak ortaya koymak olduğunu belirtmiştir (Merriam, 2013). Ayrıca Lincoln ve Guba (1985) ise bulguların araştırmacı ve katılımcılar arasında nakledilebilir olduğuna emin olmak için yoğun bir betimlemeye ihtiyaç duyulduğunu, araştırmacının verinin değerini belirlerken objektifliğinden ziyade onaylanabilirliğe önem verdiğini ifade ederek hem güvenilebilirlik hem de onaylanabilirliğin araştırma sürecinin denetlenmesi yoluyla belirlendiğini açıklamıştır (Cresswell, 2013). Doğru bilgiye ulaşma konusunda gereken önlemlerin

alınması (geçerlilik) ve araştırma sürecini ve verileri açık ve ayrıntılı bir biçimde; bir başka araştırmacının değerlendirmesine olanak verecek biçimde tanımlaması (güvenirlilik), nitel bir araştırmanın karşılaması gereken önemli beklentilerindedir (Merriam, 2013). Nitel araştırmada araştırmacı için önem teşkil eden asıl durum çalışmanın güvenilir ve geçerli olduğuna okuyucuyu ikna ederek araştırmacının objektif davrandığına inandırmaktır. Nitel araştırmaların “doğruyu ve gerçeği” yakalayamayacakları bilinen bir şey olmasına rağmen nitel bir araştırmacı olarak, bulguların “inanırlılığını” arttırmak için kullanılacak bir dizi strateji mevcuttur” (Merriam, 2013). Ancak bu önerileri nicel araştırmada geleneksel olarak kabul gören ve önemli değer ölçütleri olarak ön plana çıkarılan geçerlik ve güvenilirlik kavramları çerçevesinde değil nitel araştırmanın doğasına uygun olabileceğini düşündükleri alternatif kavramlarla yapmaktadırlar (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Lincoln ve Guba’nın (1985), *iç geçerlik* yerine *inandırıcılık*, *dış geçerlik* yerine *aktarılabirlik* kavramlarını, *iç güvenilirlik* yerine *tutarlılık* ve *dış güvenilirlik* (tekrar edilebilirlik) yerine ise *teyit edilebilirlik* kavramlarını kullanmayı tercih etmektedirler (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Erlandson, Harri, Skipper ve Allen (1933);

- *İçgeçerliliği (inandırıcılık)*; uzun süreli etkileşim, derinlik odaklı veri toplama, çeşitleme (triangulation), uzman incelemesi,
- *Dış geçerliliği (aktarılabirlik/transer edilebilirlik)*; ayrıntılı betimle ve amaçlı örnekleme seçimi,
- *İç güvenilirliği (tutarlılık)*; tutarlılık incelemesiyle ve
- *Dış güvenilirliği (teyit edilebilirlik)* ise; teyit incelemesi yöntemleri ile sağlanabileceğini belirtmişlerdir (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

Creswell (1998) ise güvenilirliği sağlamak amacıyla dikkat edilmesi gereken sekiz özelliğın olduğunu belirtmiştir. Bu sekiz özelliğın; (1) uzun süreli etkileşim ve sürekli gözlem, (2) çeşitleme (üçgenleme), (3) akran incelemesi ve sorgulaması, (4) olumsuz durum analizi, (5) araştırmacının önyargılarının açıklaması, (6) katılımcı teyidi, (7) zengin ve ayrıntılı betimleme, (8) dış denetim (incelemesi) şeklinde tanımlamıştır. Nitel bir araştırma için yukarıda belirtilen özelliklerden en az ikisinin sağlanması durumunda yapılan çalışmanın güvenilir ve geçerli olduğu belirtilmiştir (Creswell, 1998). Yapılan bu çalışmada yukarıda belirtilen sekiz özellik için yapılan güvenilirlik ve geçerlilik işlemleri aşağıda sunulmuştur:

Veri toplama aşamasına uygun ve yeterli katılım olarak araştırmacı uzun süreli etkileşimde bulunarak alan içerisinde katılımcılar ile güven oluşturmayı, kültürü öğrenmeyi, araştırmacılar ve bilgi veren kişiler tarafından ortaya konan saptamalardan kaynaklanan yanlış bilgilerin kontrol edilmesini sağlamak *inandırıcılığı* artırma yollarından biridir (Creswell, 2013). Bu çalışmada araştırmacı 2017–2018 eğitim–öğretim yılında çalışmanın yapıldığı 8–D sınıfının matematik dersi öğretmeni olduğundan veri toplama sürecine kadar zaten öğrenciler ile etkileşim içinde bulunmuştur. Ayrıca odak grup çalışması öncesinde öğrenciler ile altı hafta boyunca her hafta farklı model oluşturma etkinliklerinin uygulandığı bir ön çalışma yapılmış ve bu süreçte katılımcılar ile güven ortamı oluşturulmuştur. Ortaya konan bulguların doğruluk ve gerçekliğinin kontrolü için birden fazla araştırmacı, çoklu veri kaynağı ya da çoklu veri toplama yönteminin kullanılması olarak tanımlanan *çeşitleme (triangulation)* inandırıcılığı artırmanın bir diğer yoludur (Merriam, 2013). Bu amaçla ön çalışma ve odak grup görüşmesi süresince sınıf içi gözlemleri, öğrenci çalışma sayfaları, video ve ses kayıtları şeklinde çeşitli veri kaynaklarına başvurulmuştur. Literatür taraması yapılarak elde edilen kaynaklar incelenmiş ve doküman analizi yapılmıştır. Ön çalışma süresince ise sınıf içi gözlemler yapılarak gözlem notları elde edilmiş ve uygulanan model oluşturma etkinliği sonucunda elde edilen grup raporları incelenmiştir. Ayrıca asıl çalışmada odak grup görüşmesi yapılarak öğrencilerin model oluşturma etkinliği üzerindeki düşünme süreçleri ses ve video kaydına alınmış, çözümlenmiş ve raporlaştırılmıştır. Süreç esnasındaki öğrenci çalışma kâğıtları, video ve ses analizleri ve sonuç raporları *veri çeşitlemesi* yoluna gidilerek analiz edilmiştir. Araştırmanın deseninden toplanan verilere, bunların analizine ve sonuçların yazımına kadar olan süreçlere eleştirel bir gözle bakma ve araştırmacıya geri bildirimde bulunma olarak tanımlanan *uzman incelemesi* inandırıcılığı arttıracak bir diğer stratejidir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu nedenle araştırma süresince alan eğitimcisi ve nitel çalışma konusunda deneyimli bir uzmanla düzenli olarak haftalık değerlendirme toplantıları yapılmıştır. Asıl uygulama öncesinde model oluşturma etkinliklerinin uygulandığı ön çalışmalar sırasında karşılaşılan aksaklıklar tartışılarak giderilmiş, çalışma raporları incelenmiş, değerlendirilmiş ve gerekli yerlerde yeniden düzenlemeler yapılmıştır. Bu şekilde bir başka bakış açısı ile geri bildirimde bulunularak araştırma deseni, veri toplama ve analizi, sonuçlara ulaşma ve yorum aşamalarında araştırmanın geçerli ve tutarlı

olunmasına katkıda bulunulması sağlanarak araştırmanın inandırıcılığı arttırılmaya çalışılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

Nitel çalışmada dış geçerlilik (genellenebilirlik) yerine kullanılan *aktarılabirlik* (*transfer edilebilirlik*), araştırma sonuçlarının doğrudan benzer ortamlara genellenemeyeceği; ancak bu tür ortamlara sonuçların uygulanabilirliğine ilişkin geçici yargılara ulaşılması ve test edilecek denenceler anlamına gelmektedir. Nitel araştırmanın sorumluluğu olan elde ettiği sonuçların benzer ortamlara aktarılabirlik değerini ortaya koymak amacıyla *ayrıntılı betimleme* ve *amaçlı örnekleme* yöntemi kullanılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Aktarılabirliği sağlamak amacıyla *ayrıntılı betimleme* stratejisi kullanılması; zengin ve yoğun tanımlama, ortamın ve katılımcıların tanımlanması kadar katılımcı görüşmelerinden, araştırma notlarından ve dokümanlardan yapılan alıntılar biçiminde sunulan uygun kanıtlarla desteklenen bulguların detaylı tanımlanması anlamına da gelmektedir (Merriam, 2013). Bu çalışmada aktarılabirliği sağlamak amacıyla ayrıntılı betimleme stratejisi kullanılmış, zengin ve derinlikli olarak ortam ve katılımcılar tanımlanmıştır. Öğrencilerin çalışma süresince model oluşturma etkinliğinde, model oluşturma süreçlerine yönelik düşünce ve yaklaşımları, araştırma notlarından ve çözümlenmelerden doğrudan alıntılarla desteklenerek bulgular ortaya konulmuş ve öncelikle gerçekleştiği şekilde özetlenerek açıklanmış, daha sonra Şekil 14'teki Blum ve Ferri'nin (2009) modelleme döngüsü kullanılarak analiz edilmiş ve betimlenerek yorumlanmıştır. Ayrıca ön ve asıl çalışmanın gerçekleştiği ortam sırasıyla Şekil 20 ve Şekil 21'de gösterilerek ortam hakkında bilgi verilmiştir. Bu sayede verilerin elde edildiği ortamın okuyucunun zihninde daha iyi canlandırılması ve bu ortamda elde edilen verilere göre oluşan sonuçları benzer ortamlardaki çalışma sonuçlarına genellenebilmesi sağlanmıştır. Aktarılabirliği arttırmak amacıyla kullanılan bir diğer strateji ise çoğunluk hakkında genel doğrunun ne olduğunu bulmak yerine, dikkatli ve titiz bir biçimde belirli ya da özgün olanı, derinliğine anlamak amacıyla tek durum veya küçük tesadüfi olmayan, maksatlı bir örnekleme seçme olarak tanımlanan *amaçlı örnekleme* yöntemidir (Merriam, 2013). Çalışmaya katılan üçer kişilik iki odak gruptaki öğrencilerin seçimi amaçlı örnekleme yöntemiyle yapılarak benzer ortamlara ve süreçlere ilişkin anlayış oluşturulması ve araştırmacıların kendi uygulamalarına daha deneyimli ve bilinçli yaklaşımları sağlanmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

IV. BULGULAR

Bu bölümde akademik başarı düzeylerine göre *alt-performans* ve *üst-performans* grubu olarak belirlenen ve odak grup çalışmasında görev alan 8. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinliği üzerindeki, matematiksel düşünce ve yazılı işlem yoluyla ortaya koydukları bilişsel aktiviteleri, model oluşturma sürecindeki aşamalar göz önüne alınarak incelenmiştir. Bu amaçla her bir grubun model oluşturma süreci Blum ve Ferri'nin (2009) Şekil 14'te gösterilen modelleme döngüsü kullanılarak analiz edilmiştir.

4.1 Alt Performans Grubuna İlişkin Bulgular

Alt-performans grubu olarak belirlenen odak grup çalışmasında yer alan öğrencilerin, matematiksel düşünce ve yazılı işlem yoluyla ortaya koydukları model oluşturma süreçleri ve bu süreçlerin her bir aşaması gerçekleştiği sırayla aşağıda sunulmuştur. Grup içinde yer alan öğrencilere gerçek olmayan Nisa, Utku ve Okan isimleri verilmiştir.

4.1.1 Model Oluşturma Süreçleri

4.1.1.1 Problemi Anlama (1. Görev)

Öğrencilere izletilen kısa videonun ardından üzerinde *Atatürk Anıtı Problemi*'nin yer aldığı model oluşturma etkinliği dağıtılmıştır. *Alt-performans* grubu öğrencileri problemi bireysel olarak okuduktan sonra aralarında ilk olarak şu şekilde konuşmaya ve tartışmaya başlamışlardır:

Utku: Yani!... Şu insanlara göre yap[a]ca[ğ]ı zence.

Okan: Bence alttan geçen metroya göre yapabiliriz... Şur[a]da gördüğümüz... Metronun boyu var...

Nisa: Ama bu resme göre diyo[r]... Or[a]daki resme göre demiyo[r]...

Okan: Bak metronun boyu...

Utku: Ama hiç metronun boyunu bilmiyoruz ki...

Nisa: Hı!...

Okan: Kanka... Metronun boyu ne kadar olabilir en fazla... İki araba...

Utku: Yaa!... Şu adam 1.70 olsa... Şur[a]dan ölçelim işte...

Okan: Araba senin boyun...

Utku: Şu adam 1.70'se... Yani!... (sol alt görseldeki dağcı ekibindeki insan)

Okan: Kanka bak... İki tane araba üst üste koyunca bi[r] metro ediy[o]r] zaten...

Utku: Kaç adam var bur[a]da...

Nisa: Bi[r] adam var görmüyo[r] musun?

Utku: Tamam... Bur[a]dan sayalım işte...

Nisa: Nası[l] say[a]ca[k]sı[n]?

Utku: Şu adam bu kadar mı? (sol alt görseldeki dağcı ekibindeki insanı kalemiyle işaretleyerek görsele bundan kaç tane sığabileceğini kalemiyle çizerek sayıyor)

Okan: O kadar az olabilir mi?

Nisa: Bence yanlış...

Okan: Bence şey yapmalıyız dediğim gibi metrodan... İki tane arabayı üst üste koyunca... Az dur az dur...

Nisa: Metro bur[a]da yok ki... Bu resme göre diyo[r]lar... (Problem kâğıdındaki görselleri göstererek).

Utku: 13 çarpı 1.70' i buldum...

Okan: Eee! ... Gösterdi ya... Boşuna mı gösterdi ya...(Videoyu kastederek).

Nisa: Ama bu resme göre diyo[r]lar...

Okan: Or[a]daki, yanındaki evlerden falan...

Yukarıdaki alıntılardan anlaşılacağı üzere öğrenciler ilk önce problemi anlamaya çalışmışlardır. Bu noktada anıtın yüksekliğine ulaşabilmek için “insanlara göre” mi yoksa sürecin başında gösterilen videodaki “metroya göre” mi bir çözüm olması gerektiğini tartışmaktadırlar. Gruptaki öğrencilerden Nisa, grup arkadaşının “Bence alttan geçen metroya göre yapabiliriz” fikrine karşı “Metro bur[a]da yok ki... Bu resme göre diyo[r]lar” ifadesiyle problemin çözümünün uygulamanın başında gösterilen videoya göre değil problem kâğıdındaki verilen bilgilerin ve görsellerin kullanılarak yapılması gerektiğine vurgu yapmıştır. Ayrıca üstteki konuşmalardan öğrencilerden Utku, dağcı ekibindeki insanın boyunu tahmini olarak “Şu adam 1.70’si” şeklinde ifade ederek bu insan boyunu bir birim olarak kullanmış ve devamında ise dağcı ekibindeki insandan anıtta kaç tane olduğunu “bur[a]dan sayalım işte” diyerek bulmaya çalışarak “13 çarpı 1.70' i buldum” şeklinde ifade etmiştir. Problemi anlama süreci öğrenci grubunun aşağıdaki konuşmaları ile devam etmiştir:

Nisa: Aaa! ... Bayrak direğinin uzunluğu... Ne kadar olabilir ki?

Okan: Tamam bak[ay]im...Ben bunu okumuştum ya...Hım!...

Nisa: Az bi[r] ver...

Utku: 22,1 olabilir mi ya?... (çalışma kağıdına işlem yaparak).

Nisa: Nası[l] yaptın?...

Utku: 1,70’le 13’ü çarptım...

Okan: 1,70’den mi hesapladın? ... (dağcı ekibindeki insanın boyunu kastederek).

Utku: Hı hı...

Okan: Ama adam dik durmuyo[r] ki or[a]da... Böyle duruyo[r] ... (sol alt görseldeki dağcı ekibindeki insanın anıt üzerindeki duruş şeklini kastederek grup arkadaşlarına gösteriyor).

Utku: Olsun... Sonuçta tutunuyo[r] ya oraya...

Okan: *Ne bi[ley]lim...*

Yukarıdaki alıntılardan, başlangıçta gruptaki öğrencilerden Nisa'nın "bayrak direğinin uzunluğu" ifadesi ile anıtın yüksekliğine ulaşabilmek için bayrak direğine dikkat çektiği görülmektedir. Fakat sürecin devamında gruptaki öğrencilerden Utku'nun "22,1 olabilir mi ya?" ifadesiyle problemi bireysel olarak çözme çabası içerisinde olduğu ve buna karşılık grup arkadaşlarından Nisa'nın da "Nası[l] yaptın?" sorusuna karşılık Utku'nun "1,70'le 13'ü çarptım" diyerek yaptığı matematiksel işlemi arkadaşına ifade etmeye çalıştığı anlaşılmaktadır. Devamında ise gruptaki öğrencilerden Okan "1,70'den mi hesapladın?" sorusuyla arkadaşına, dağcı ekibindeki insanın boyunu kastederek, bu şekilde mi tahmin ettiğini sormuş ve arkadaşı Utku da "Hı hı" diyerek arkadaşının bu sorusunu olumlu anlamda cevaplamıştır. Grup arkadaşının bu cevabı karşısında Okan'ın "Ama adam dik durmuyo[r] ki or[a]da... Böyle duruyo[r]" ifadesiyle, sol alt görseldeki dağcı ekibindeki insanın anıt üzerindeki duruş şeklini göstererek, arkadaşının bu tahminini sorguladığı ve Okan'ın bu düşüncesine karşılık Utku'nun ise "Olsun... Sonuçta tutunuyo[r] ya oraya" diyerek tahmininin doğru olabileceğini ifade etmeye çalıştığı anlaşılmaktadır. Arkadaşının bu cevabı karşısında Okan ise "Ne bi[ley]lim" diyerek bu süreçte arkadaşının, dağcı ekibindeki insanın boyu için kullandığı tahmini değerden emin olamadığını grup arkadaşlarına açıklamaya çalışmaktadır. Bundan sonra ilerleyen süreçte ise *alt-performans* grubu öğrencileri arasındaki konuşmalar şu şekilde devam etmiştir:

Nisa: *Bence bayrak direğinin uzunluğundan yapabiliriz...*

Utku: *Ner[e]den bil[e]ce[ksi]n bayrak direğinin şeyini... (uzunluğunu kastederek).*

Nisa: *Okuldaki bayrak direğinin uzunluğu ne kadar? Hı!...*

Okan: *Kaçıncı kata geliyo[r]?... 2' nin üstüne geliyo[r]...*

Nisa: *Gidip ölçelim mi?*

Okan: *Ooo!... Uğraş şimdi...*

Yukarıdaki alıntılar gösteriyor ki gruptaki öğrencilerden Nisa, "Bence bayrak direğinin uzunluğundan yapabiliriz" diyerek anıtın yüksekliğine ulaşabilmek için tekrar bayrak direğine dikkat çekmiştir. Ayrıca bu öğrencinin "Ne kadar olabilir ki" ifadesinden direğin uzunluğunu sorguladığı ve bu aşamada grup arkadaşları ile problemi çözmek için bayrak direğinin uzunluğunu kullanıp kullanamayacaklarını tartıştıkları anlaşılmaktadır.

Utku: *Bence bu adamlara göre yap[a]ca[ğı]z...*

Nisa: *Bence de... Çünkü bi[r] tane saman şeyi vardı... Or[a]daki bi[r] şeye göreyapmıştık...*

Okan: *Neye?...*

Nisa: *Or[a]da kız vardı ona göre...*

Okan: *He! Doğru... Kıza göre...*

Utku: *Adamın boyuna göre yapalım ilk başta...*

Okan: *Dur bi[r]de... Kullanabileceğimiz şeylere bakalım mı önce?...*

Nisa: *Hiç bi[r] şey kullanamıyoruz ki...*

Üstte verilen alıntılarda ise gruptaki öğrencilerden Nisa, “*Bi[r] tane saman şeyi vardı... Or[a]daki bi[r] şeye göre yapmıştık... Or[a]da kız vardı ona göre*” ifadeleri ile ön hazırlık eğitimi aşamasında kullanılan örnek etkinliklerde yapılan *Saman Balyası Problemi*’nden elde ettiği deneyimi kullanarak görsellerdeki insanlardan sonuca ulaşabilecekleri fikrini ortaya koymaya çalışmıştır. Ayrıca bu süreçte aynı öğrencinin “*Hiç bi[r] şey kullanamıyoruz ki*” ifadesi, problemde nicel bir verinin olmamasından dolayı, öğrencilerin problemi anlama noktasında başlangıçta zorluk yaşamalarına neden olduğunu da ortaya koymaktadır.

Yukarıda verilen alıntılar genel olarak değerlendirildiğinde öğrencilerin model oluşturma sürecinin başında problemi anlamlandırmaya çalıştıkları görülmektedir. Söz konusu aşamada öğrenciler anıtın yüksekliğine ulaşabilmek için özellikle dağcı ekibindeki “*insanlara göre*” mi ya da videoda gösterilen “*metroya göre*” mi yoksa problemdeki görselde verilen “*bayrak direğinin uzunluğu*” na göre mi bir çözüm olması gerektiğine karar vermeye çalışmışlardır. Daha sonra öğrencilerden Utku “*Adamın boyuna göre yapalım ilk başta*” ifadesiyle problemde yer alan görsellerdeki dağcı ekibindeki insanlardan yola çıkarak çözüme başlamaları gerektiğini ifade etmektedir.

4.1.1.2 Model Oluşturma (1. Görev – 1. Varsayım)

Model oluşturma aşamasında problemi çözmeye odaklanan *alt-performans* grubu öğrencileri sürece aşağıdaki konuşmalar ile başlamaktadır:

Utku: *Tamam... Şu adamın boyundan hesaplayalım...*

Nisa: *Adamın boyunu tahmin ed[e]lice[ği]z ama...*

Utku: *Tamam 1.70 işte... Normal bir ortalama bi[r] insan boyu...*

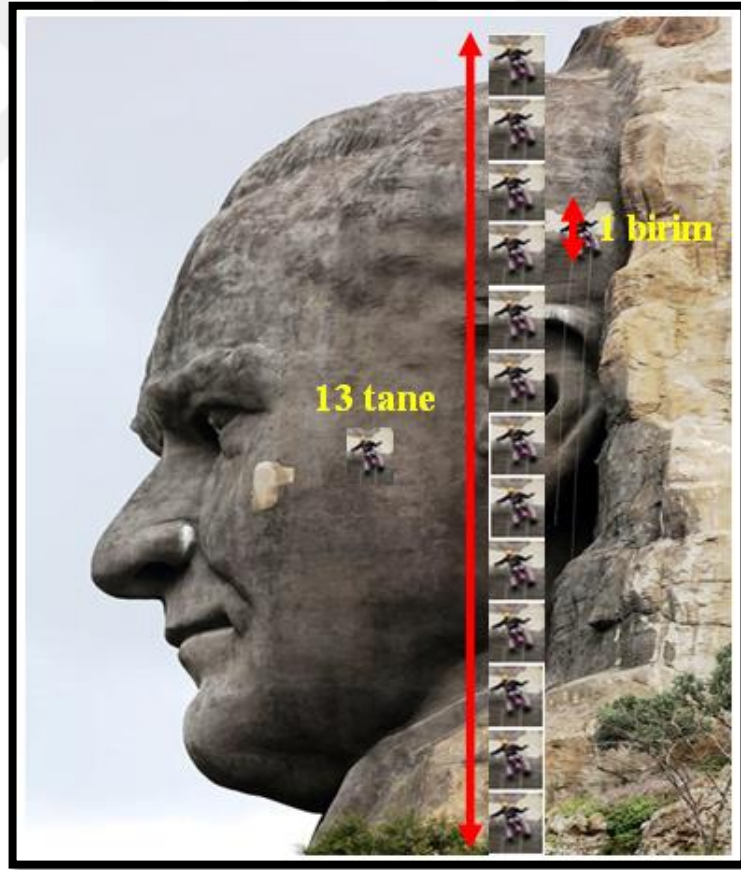
Okan: *Benim boyum 1.53...*

Utku: *Normal bi[r] insan boyu... Sen daha küçüksün...*

Okan: *Sen normal bi[r] insan mısın?... Tamam, 1.70'den hesapla o zaman...*

Utku: *13... Bu adamın boyundan kaç tane oluyo[r] burada... (Sol alt görselde anıtın boyunda kalemle birimler çizerek)... Şur[a]da 1 desek...13...*

Yukarıdaki alıntılar gösteriyor ki *alt-performans* grubu öğrencileri birinci görevde istenen anıtın yüksekliğine ulaşabilmek için görsellerde verilen dağcı ekibindeki insanlar üzerinden bir model geliştirmeye çalışmaktadırlar. İlk önce gruptaki öğrencilerden Utku “*Şu adamın boyundan hesaplayalım*” diyerek süreci başlatmıştır. Devamında ise grup arkadaşlarından Nisa, “*adamın boyunu tahmin ed[e]ice[ği]z ama*” diyerek ortalama bir insan boyunu tahminde bulunmaları gerektiğini belirtmekte ve öğrencilerden Utku ise “*Tamam... 1.70 işte... Normal bir ortalama bi[r] insan boyu*” diyerek tahminlerini ortaya koymuşlardır. Ayrıca yine öğrencilerden Utku görseldeki dağcı ekibindeki insanı bir birim olarak kabul edip “*Bu adamın boyundan kaç tane oluyo[r] burada*” diyerek saymış ve devamında “*Şurda 1 desek...13*” ifadesiyle de problem kâğıdında verilen görselde anıtın tamamında yani boydan boya kaç tane insan yerleştirebileceğini bulmaya çalışmaktadır (Şekil 22).



Şekil 22: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Birinci Varsayımı (Araştırmacı Tarafından Çizilmiştir.)

4.1.1.3 Model Oluşturma (1. Görev – 2. Varsayım)

Model oluşturma aşamasında birinci görev için öğrencilerin ikinci bir varsayım geliştirdikleri süreçte ğrenci grubu arasında aşağıdaki konuşmalar gerçekleşmektedir:

Okan: Full boyu... Az dur az dur... (Sağ alt görselde cetvelle lme işlemi yaparak)... Adamın full boyu 0,9... Anıtın tüm boyu 9,1 arp...

Utku: Böl[e]eğiz mi çarp[a]a[đı]z mı?...

Nisa: Böl[e]e[ksi]n...

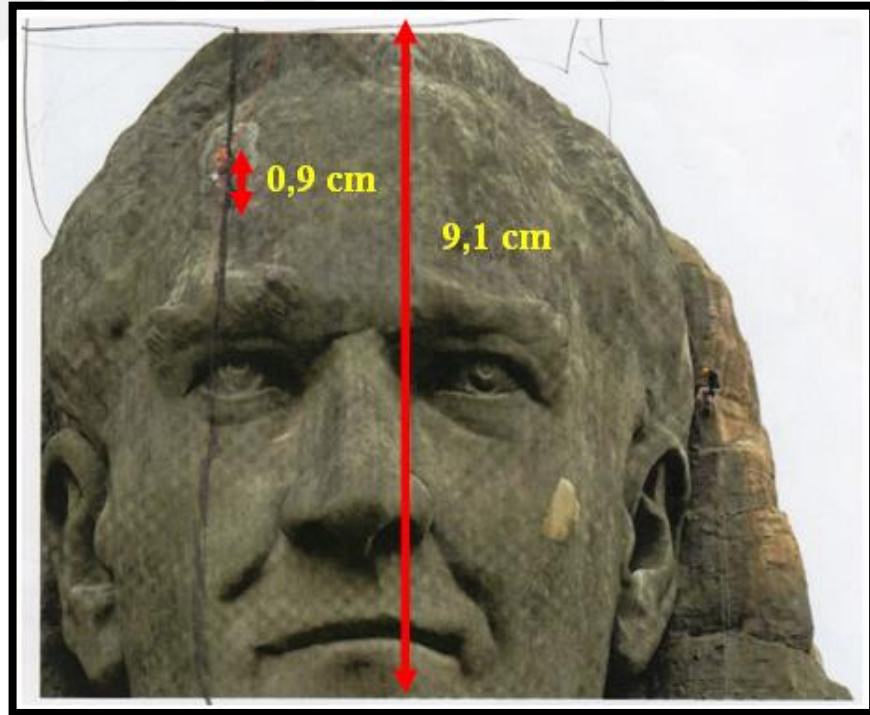
Utku: Adamın boyunu bilmek için... Adamın boyunu bulmak için çarp[a]a[đı]z...

Okan: Adamın boyu 0,9 zaten...

Utku: Eee!... Tamam... Katı bunun boyu (sağ alt görseli göstererek)...

Okan: 9,1...

Yukarıdaki alıntılardan anlaşılacağı üzere bu süreçte gruptaki öğrencilerden Okan problem kâğında verilen sağ alt görselde cetvelle lme işlemi yapmıştır. Bu ğrenci dağcı ekibindeki insanın uzunluğunu “adamın full boyu 0,9” ve görselin tüm uzunluğunu kastettiği “Anıtın tüm boyu 9,1” ifadeleriyle belirlediği iki lme oranından elde edecekleri sonuca göre bir model geliştirerek anıtın yksekliliğine ulaşabilecekleri fikrini ortaya koymaya çalışmaktadır (şekil 23).



şekil 23: Alt–Performans Grubu ğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait İkinci Varsayımı (Araştırmacı Tarafından izilmiştir.)

4.1.1.4 Matematik Kullanımı (1. Görev – 2. Varsayım)

Alt–performans grubu öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi'nin ilk görevi olan anıtın yüksekliğine karar verme noktasında geliştirdikleri ikinci varsayım üzerinden yaptıkları matematiksel işlemleri aşağıdaki konuşmaları ortaya koymaktadır:

Nisa: *N[e][y]apıyo[ru]z şimdi... Ben anlamadım ki?...*

Okan: *Bur[a]daki adama göre ama bak... Bur[a]daki...0,9 eşittir...1,70... 20,7 yok... 9,1 bölü x... x şey bur[a]da şunun uzunluğu... Kanka çarp... 1,70 ile 9,1'i çarp...*

Utku: *1,70 ile...*

Okan: *Eee!...9,1...*

Utku: *15,47... Ne[dir] ki bu?...*

Okan: *15,47 eşittir... Eee... 0,9 ile neyi çarp[a]ca[ksı]n işte çarpılm[aya]ıcak...*

Utku: *Al bak şu sonuç... Bak... (hesap makinesinde elde ettiği sonucu arkadaşına göstererek)*

Okan: *0,9'u... 0,9'u 15,47'ye böl; 15,47'yi 0,9'a böl...*

Utku: *17,18 gibi...*

Nisa: *Adamın boyu 0,9 [i]ken bunun boyu ne kadar oluyo[r]du?...(sağ alt görselin uzunluğunu göstererek)...*

Okan: *9,1...*

Nisa: *Bura[sı] 0,9...(sağ alt görseldeki insanı göstererek)*

Okan: *Evet...*

Nisa: *Burası 9,1...*

Okan: *Evet...Tamam oranla...*

Nisa: *Adamın boyunu 1,70 alırsak...*

Okan: *1,70'e x...x ol[a]cak...*

Yukarıdaki alıntılardan ve çalışma yaprağındaki matematiksel işlemlerden anlaşılacağı üzere öğrenciler problem kâğıdındaki sağ alt görselde verilen adamın boyunu 0,9 cm ve verilen görseli boydan boya ölçtüğünde ise 9,1 cm ölçtükleri görülmektedir. Sürecin devamında ise öğrenciler yaptıkları ölçme işleminin sonuçlarından görselde verilen adamın boyunun; görselin boyuna oranına odaklanmışlar ve ortalama bir insan boyunu da 1,70 m alarak bu uzunluğa göre sağ alt görselin gerçekte 17,18 m gibi bir uzunluk olacağını bulmuşlardır. Dolayısıyla *alt–performans grubu öğrencileri* bu varsayımlarının çözümünü “*oran*” işleminden faydalanarak sonuçlandırmışlardır. Fakat gruptaki öğrencilerden Nisa'nın bu matematiksel işlemi çalışma yaprağına yazarken işlem hatası yaparak sonucu 16,38 olarak yazdığı görülmekte daha sonra ise yanlış yaptığını fark ederek bu işlemin üzerine çarpı attığı ve cevabı sözel olarak ifade ettiği gözlenmektedir. *Alt–performans grubu öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi* model oluşturma etkinliğinin ilk görevine ait ikinci varsayım için kullandıkları matematiksel işlemler Şekil 24'te gösterilmiştir.

$$\frac{0,9}{9,1} = \frac{1,70}{X}$$

$$1,8 \overline{) 1,70}$$

$$15,47 = 0,9X$$

$$\boxed{16,38}$$

Şekil 24: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait İkinci Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler

4.1.1.5 Matematik Kullanımı (1. Görev – 1. Varsayım)

Sürecin devamında gruptaki öğrencilerin *Atatürk Anıtı Problemi*'nin ilk görevi olan anıtın yüksekliğine karar verme noktasında geliştirdikleri birinci varsayım üzerinden yaptıkları matematiksel işlemleri ise aşağıdaki konuşmaları ortaya koymaktadır:

Utku: 22,1 çıktı...

Nisa: Sen yaptın mı?...

Utku: Bak! 13 tane adamdan var şur[a]da... (sol alt görsel üzerinden göstererek)... Bur[a]da 13 tane adamdan var...

Okan: 1,70...

Utku: 22 yazsana şuraya...

Nisa: Nası[1] 13 tane adamdan var?...

Utku: Şur[a]da 13 tane adam var... Şur[a]da... Bu adamdan 13 tane var... Bu adamın boyu 1,70 ise 22,1 oluyo[r]... Buranın uzunluğu (sol alt görseldeki anıtın boyunu göstererek)... Bunun uzunluğu...

Atatürk Anıtı boyu

$$13 \cdot 1,70 = 22,1$$

$$\underline{\underline{22,1}}$$

Şekil 25: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Birinci Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler

Yukarıdaki alıntılardan gruptaki öğrencilerden Utku'nun problemi bireysel olarak çözmeye çalıştığı anlaşılmaktadır. Öğrencinin sol alt görsele odaklanarak burada verilen dağcı ekibindeki adamı birim olarak kabul edip “Şur[a]da 13 tane adam var” ifadesiyle görselde anıtın boyunun 13 tane adamın boyuna eşdeğer olacağını ifade etmektedir. Öğrenci “Bu adamın boyu 1,70 ise” ifadesiyle de ortalama bir insan boyunu 1,70 m kabul edip *Atatürk Anıtı*'nda Atatürk'ün kafasının boyunun bu şekilde hesaplanabileceğini savunmaktadır (Şekil 25).

4.1.1.6 Sonucu Açıklama (1. Görev)

Grup üyelerinden Utku ve Okan ulaştıkları sonuçlar hakkındaki bireysel düşüncelerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

Okan: *Tamam işte ya!... 17,18 ile 22,1 arasında olduğunu biliyoruz...*

Nisa: *Çok küçük oluyo[r] bizim yaptığımız...*

Utku: *Yaa... 20,7 nası[l] oluyo[r]?...*

Okan: *17.18 ile 22.1... Yaa!... Utku bi[r] kalk...Sen kaç boyundasın? ...*

Utku: *1,76...*

Okan: *Bi[r] kalksana...*

Utku: *Yaa!... Kalkınca n[e]oluyo[r]?... Öyle bi[r] şey saçma oluyo[r] ...*

Okan: *Kanka... Az dur ya... Merak ettim işte...Hocam... Size... Siz buraya gitseniz...*

Utku: *Abi onlar minyatürü... Fotoğraf o... Resim o abi...*

Okan: *Şu kadar fazla kalırsınız... Şu fotoğrafta şey gibi... Hayır yani... Şeye bakmaya çalışıyorum...*

Utku: *Bak işte...*

Okan: *20 metreden...*

Utku: *Yasin hocayı şur[a]da düşün...Yasin hoca şur[a]da...*

Okan: *Hayır... şur[a]da az dur şu... Şur[a]da olduğunu düşünelim yakasında tam...*

Utku: *He!... Bi[r] de yakası var... Biz sadece kafasını bulduk... Bizden ne istiy[o]du ya... Ner[e]deydi o?...*

Okan: *Hocam boyunuz kaç?...*

Araştırmacı: *Benim boyum 1,78.*

Okan: *1,78... 21,36...*

Utku: *Tamam ya!... 20 işte kafa... Gövdeyle ortalama 22 diyelim...*

Yukarıdaki alıntılar gösteriyor ki sonuç hakkındaki düşüncelerini ifade eden grup üyelerinden Okan, birinci görevde istenen anıtın yüksekliğinin *model oluşturma* sürecinde düşündükleri iki varsayımdan elde ettikleri sonuçların arasında bir değer olacağını belirtmektedir. Öğrencinin arkadaşının boyu ve araştırmacının boyu ile buldukları değerler arasında zihninde çeşitli sorgulamalar ve karşılaştırmalar yaptığı fark edilmiştir. Sürecin sonunda grup üyelerinden Utku “20 işte kafa... Gövdeyle ortalama 22 diyelim” ifadesiyle anıtın yüksekliğinin 22 m olabileceğine karar vermektedirler.

4.1.1.7 Model Oluşturma —————> Matematik Kullanımı (2. Görev)

Atatürk Anıtı Problemi'nin ikinci görevi olan anıtın boyutlarına uygun olarak devasa bir Atatürk heykeli (ayaklarından başına kadar tüm vücudu içine alan) yapılacak olduğunda boyunun tahmin edilmesi sırasında *alt-performans* grubu öğrencilerinin aralarındaki tartışma şu şekilde gelişmiştir.

Okan: Ayaklardan... Bu ayaktan... Heykel yapılırsa kaç metre olur?... İşte ayaktan başa kadar kaç metre olur?

Nisa: Bence bunu sana uyarlayalım... (grup arkadaşı Utku'ya bakarak)

Okan: Kafayla gövdemizin oranını bulup oranlayalım...

Yukarıdaki alıntılardan anlaşıldığı üzere öğrencilerden Nisa, “Bence bunu sana uyarlayalım” ifadesiyle grup arkadaşı Utku'ya uyarlayarak bir çözüm yapmaları gerektiğini ifade etmeye çalışmakta ve problemin ikinci görevi için varsayımını vurgulamaktadır. Devamında grup arkadaşlarından Okan ise “Kafayla gövdemizin oranını bulup oranlayalım” ifadesi ile de gövde uzunluğunun bulunabilmesi için çözüm stratejisini kararlaştırmıştır. Sürecin devamında ise anıtın gövdesinin uzunluğunun bulunabilmesi için *alt-performans* grubu öğrencileri arasında aşağıdaki gibi bir konuşma gerçekleşmiştir:

Nisa: Şimdi kafası 20...

Utku: Tamam kafasını 20 alalım...

Nisa: Vücuduna x diyelim... Tamam, vücuda x dedik... Ne orantısı kur[a]ca[ğ]ı z ki bur[a]da... Ne orantısı kurabiliriz?...

Utku: Ya!... Normal bi[r] insanın kafası... Az gelsene... (Grup arkadaşını işaret ederek)

Nisa: Utku senin... Bence senin...

Utku: Az dur bi[r] dak[i]ka şimdi...

Okan: Boydan al... Niye yatay alıyo[rsu]n? ... Bur[a]dan alsana boyunu ölçüyo[ru]z adamın...

Utku: Gövden kaç ...

Okan: 41,50... Ya!...Şurası mı... Ver bak[al]im...Toplam ya kafam... Şu kafamı ölçsene şunu...

Nisa: 17...

Utku: Ya!...17 d[e]iğil işte...

Nisa: 14... 15...

Okan: Ya!... 15... Gövden...

Utku: 15 cm mi kafan?...

Okan: Her yerimi ölçüyorum bu nası[l] bi[r] gün ya!...

Utku: Tamam 15 bölü kaç?...

Nisa: 50...

Utku: 15 bölü 50 mi?...Kaç çıkıyo[r]?...

Okan: Çok büyük kafam var yalnız benim...

Utku: Şimdi bur[a]da oranı 15'i sadeleştirsene... 15 bölü 50'yi sadeleştir...

Nisa: 3 bölü 10...

Utku: 3 bölü 10 mu?...Tamam 3 bölü 10'dan şey yapalım o zaman...

Nisa: 3 bölü 10 ile mi orantılı[aya]ıca[ğı]z?...

Utku: Hı hı! ...200 bölü 3 mü?...

Nisa: Ney?...

Utku: 66, 6... 6 devirli... Tamam 66 metre... Bulduk biz...

Nisa: Hayır... Gövdesini 66 bulduk.

Yukarıdaki alıntılar incelendiğinde *alt-performans* grubu öğrencileri, grup arkadaşlarından Okan'ın kafasının boyunu ve gövdesinin boyunu ölçerek bu iki niceliği karşılaştırma yoluna gitmişlerdir. Söz konusu aşamada öğrencilerden Okan'ın “*kafamı ölçsene*” ifadesiyle kendisi üzerinden bir ölçme işleminin yapıldığı ve öğrencilerin bu ölçme işlemi neticesinde bir oran elde ettikleri ortaya çıkmaktadır. Ayrıca gruptaki öğrencilerden Utku'nun *Atatürk Anıtı Problemi*'nde kafanın boyu için “*Kafasını 20 alalım*” ifadesinden de anlaşıldığı üzere birinci görevden elde ettikleri veriyi kullanma yoluna gittikleri ve birinci görevdeki anıtın omuz uzunluğunu ihmal ettikleri; dolayısıyla sadece kafa uzunluğunu aldıkları anlaşılmaktadır. Sürecin devamında ise öğrenciler cetvelle grup arkadaşları Okan'ın kafasının boyunu ölçerek bunu öğrencilerden Utku, “*15 cm mi kafan*” şeklinde ifade etmiş gövdesinin boyunu da yine grup arkadaşlarından Nisa “*50*” diyerek belirtmiştir. Devamında öğrencilerden Utku'nun “*15 bölü 50'yi sadeleştir*” ifadesiyle bu iki ölçme sonucunu oranladıkları görülmektedir. Gerekli sadeleştirmeler ile elde ettikleri oranı öğrencilerden Nisa, “*3 bölü 10*” diyerek anıtın kafasının boyunu gövdesine oranlayarak yazdıkları anlaşılmakta ve bu orantıdan gerekli matematiksel işlemleri yaptıktan sonra gövde uzunluğunu, yine öğrencilerden Nisa, “*gövdesini 66 bulduk*” diyerek ifade etmektedir. Aşağıda *alt-performans* grubu öğrencilerinin bu süreçteki matematiksel işlemleri verilmiştir (Şekil 26).

The image shows handwritten mathematical work. On the left, the fraction $\frac{15}{50}$ is written, followed by an equals sign and the simplified fraction $\frac{3}{10}$. In the center, the fraction $\frac{20}{x}$ is written, followed by a multiplication sign and the fraction $\frac{3}{10}$. To the right of this, there is a handwritten note: "Atatürk için gövdesinin boyu". Below this, the equation $200 = 3x$ is written, followed by the result $66,6 = x$.

Şekil 26: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İkinci Görevine Ait Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler

İkinci görevdeki süreçte öğrenciler yapılabilecek heykelin kafa ve gövdesinin uzunluğunun ne olabileceğine karar verdikten sonra tüm heykelin boyuna ulaşabilmek için bacaklarının uzunluğunu bulmaya çalışmışlardır. Bu aşamada *alt-performans* grubu öğrencileri arasında aşağıdaki konuşmalar gerçekleşmiştir:

Utku: Bacakları da mı var bi[r]de?...

Nisa: Valla çok büyük olur...

Okan: 66 bak...66 gövdesi var... 20... Kaç kafası... Kafası kaçtı ya?...

Nisa: 20...

Okan: 20 de o kafası var... 86...

Nisa: Ya!... Kaç metrelik yap[a]ıcak bunlar bu koca betonu...

Okan: Ya dur ya!... Şu gövde... Bi[r] de bacağı var...

Nisa: Ayakları... Daha ayaklarını katmadık...

Okan: Sen Suudi Arabistan'daki gökdelenleri görmedin her[h]alde?...

Utku: Tamam... Kafanla bacağını ölç[el]im... Kafan 15'di... Bacağın?... Ölçelim az...

Nisa: Hayır... Sadece bacağını ölç[e]cek...

Okan: Yapar mıyız?... Yapılır yani...

Utku: Tamam ölç bacağını...

Okan: Bi[r] de yapılmasa nası[l] ölç[ey]im ben?...

Nisa: Bence şu an çok saçma bi[r] yoldan gidiyoruz...

Utku: Bence or[a]dan bulaca[ğ]ız... Ama Okan'a göre yaptık...

Okan: Kendine göre yap[a]caktın oğlum... Sen 1,70'sin...

Nisa: Bencede sana göre yap[a]caktık...

Okan: Sen normal bi[r] insan boyundasın...

Utku: Kaç çıkıyo[r] or[a]dan?...

Okan: Ayaklarımı da al[a]ca[k]sı'n...

Nisa: Hee!... Aldım...

Okan: Kaç?...

Nisa: 78... Dur n[e] [y]ap[a]ca[ğ]ız şimdi?...

Okan: 15 bölü 78...

Utku: Kafanla mı oranlıyo[rsu]n?...

Okan: Nerem[i]le oranl[aya]ca[ğ]ım?...

Utku: Doğru evet 15 bölü 78...

Okan: Allah Allah... Gövdem[i]le mi oranl[ayay]ım...

Nisa: Şey!... N[e] oluyo[r]du Atatürk'te... Kafası 20...

Okan: Bölü x...

Utku: Ama gövdesi değil mi?...

Okan: 78 çarpı 20...

Nisa: 15x eşittir...

Okan: 78 çarpı 20 yapsana...

Utku: Bi[r] dak[i]ka kaç çıkıyo[r]?...

Nisa: 1560... Böl...

Utku: 15 bölü...

Okan: 140 mı çıkıyo[r]?... Kaç çıkıyo[r]?...

Nisa: Hayır... 1560 bölü 15...

Utku: Hee!... 15 mi çıktı?...

Okan: 140 çıkıyo[r]...

Utku: 1560 bölü...

Nisa: 15...

Utku: 104...

Nisa: 104...

Okan: Tamam tamam...

Utku: Tamam... Bacak... Normal 104 olması...

Yukarıdaki alıntılar incelendiğinde *alt-performans* grubu öğrencilerinin *Atatürk Anıtı Problemi*'nin ikinci görevi olan yapılabilecek heykelin uzunluğunu bulmak için kafanın ve gövdenin uzunluğunu bulduktan sonra bacak uzunluğunun ne olabileceğini hesaplamaya çalıştıkları modellerinde grup arkadaşlarından Okan'ın kafasının boyunu ve bacaklarının boyunu ölçerek bu iki niceliği karşılaştırmışlardır. Gruptaki öğrencilerin cetvelle grup arkadaşlarının kafasının boyunu 15 cm ve bacaklarının boyunu 78 cm ölçerek oran aldıkları görülmektedir. Elde ettikleri oranı gruptaki öğrencilerden Okan, “15 bölü 78” diyerek anıtın kafasının boyunu bacaklarına oranlayıp bu orantıdan bacak uzunluğunu hesaplamışlardır. Sonuç olarak yine gruptaki öğrencilerden Nisa ise “1560 bölü 15...104” ifadesiyle de yapılacak olan heykelin bacak uzunluğunun 104 olabileceğini ifade etmiştir. Aşağıda öğrencilerin bu süreçteki matematiksel işlemleri verilmiştir (Şekil 27).

Atatürk'ün bacaklarının boyu

$$\frac{15}{78} \times \frac{20}{x}$$
$$15x = 1560$$
$$x = 104$$
$$\frac{78}{156} = \frac{1}{2}$$

Şekil 27: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İkinci Görevine Ait Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler

4.1.1.8 Sonucu Açıklama (2. Görev)

Atatürk Anıtı Problemi'nin ikinci görevi olan anıtın boyutlarına uygun olarak devasa bir Atatürk heykeli (ayaklarından başına kadar tüm vücudu içine alan) yapılacak olduğunda boyunun tahmini ile ilgili *alt-performans* grubu öğrencileri bir model geliştirmişler ve buldukları sonucu aşağıdaki konuşmalarla ifade etmişlerdir:

Okan: Yani 104... 66...20...

Utku: Tamam...

Nisa: Bu ne ya 104... 66 daha...

Okan: 20 de var...

Nisa: 190... 190 neee!...

Okan: Olabilir olabilir... Yalnız biz gerçek boyunu bulduk...

Nisa: Zaten gerçek boyunu bul[a]ca[ğ]ız...

Okan: Hee!... Tamam...

Yukarıdaki alıntılar gösteriyor ki gruptaki öğrencilerden Okan'ın "104... 66...20" ifadesiyle problemin ikinci görevi için geliştirdikleri modele göre yaptıkları matematiksel işlemlerin sonuçlarını toplamışlar ve yapılacak olan heykelin boyunu da Nisa "190" şeklinde ifade ederek sonucun 190 metre olabileceğini belirtmektedirler. Sonucu açıklama aşamasının devamında ise yine öğrencilerden Nisa "190 neee!" diyerek buldukları sonucun çok büyük olduğu düşüncesinde olduğunu ifade etmekte buna karşılık grup arkadaşı Okan ise "Olabilir olabilir... Yalnız biz gerçek boyunu bulduk" diyerek bu sonucun doğru bir sonuç olabileceğini savunduğu anlaşılmaktadır. Sonuç olarak gruptaki öğrenciler önceki süreçlerde ayrı ayrı hesapladıkları heykelin kafasının, gövdesinin ve bacaklarının uzunluklarını toplayarak sonuca gitmişlerdir. Aşağıda *alt-performans* grubu öğrencilerinin bu süreçteki matematiksel işlemleri verilmiştir (Şekil 28).



Şekil 28: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İkinci Görevine Ait Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler

4.1.1.9 Sonucu Açıklama

Sürecin sonunda *alt–performans* grubu öğrencileri *Atatürk Anıtı Problemi*'ne ait çözüm yöntemlerini ve modelleme sürecini rapor yazma işlemiyle tamamlamışlardır. Bu aşamada raporu yazan öğrencilerden Nisa ve grup arkadaşları arasında rapor yazma sürecinde aralarında aşağıda verilen konuşmalar gerçekleşmiştir:

Nisa: *Sen bana söyle ben yaz[ay]im...*

Okan: *Adamın boyunu 1.70 alıp 13 ile çarptık... Kafasının boyunu bulduk... Sonra gövdesini bulmak için Atatürk'ün kafasını gövdesiyle oranlayıp gövdesini bulduk... Sonra bacaklarını bulmak için Atatürk'ün kafasının boyunu bacaklarına oranlayıp Atatürk'ün bacaklarını bulduk... Sonra topladık... Alın size büyük heykel...*

Nisa: *Kafasının boyunu bacaklarına uyarlayıp Atatürk'ün bacaklarının uzunluğunu bulduk... Bacaklarının boyu 104 metre çıktı... Sonra bulduğumuz bütün işlemlerin sonucunu topladık... En sonunda 190 metre olabileceğini bulduk...*

Araştırmacı: *Bur[a]da şu adamı mı kullandınız (sol alt görseldeki insanı göstererek)...*

Okan: *Evet...*

Araştırmacı: *Bundan kaç tane var ona baktın?...*

Utku: *Evet...*

Araştırmacı: *Adamın boyunu ortalama 1,70 yazdınız?...*

Utku: *Eee!... Hocam izci yani...*

Araştırmacı: *İzci yani diyof[r]sun...*

Utku: *Hocam kafasını bulduk... Sonra Okan'ın kafasıyla gövdesini oranladık...*

Okan: *Aynen... Benim kafamla gövdeyi oranlayarak yaptık hepsini...*

Utku: *Gövdesini 66 bulduk... Kafası 20'ydi... Gövdesi 66 çıktı... Sonra yeniden kafasıyla bacağı oranladık... Bacağı kaç çıktı ya...*

Nisa: *Bacağı 78 çıktı...*

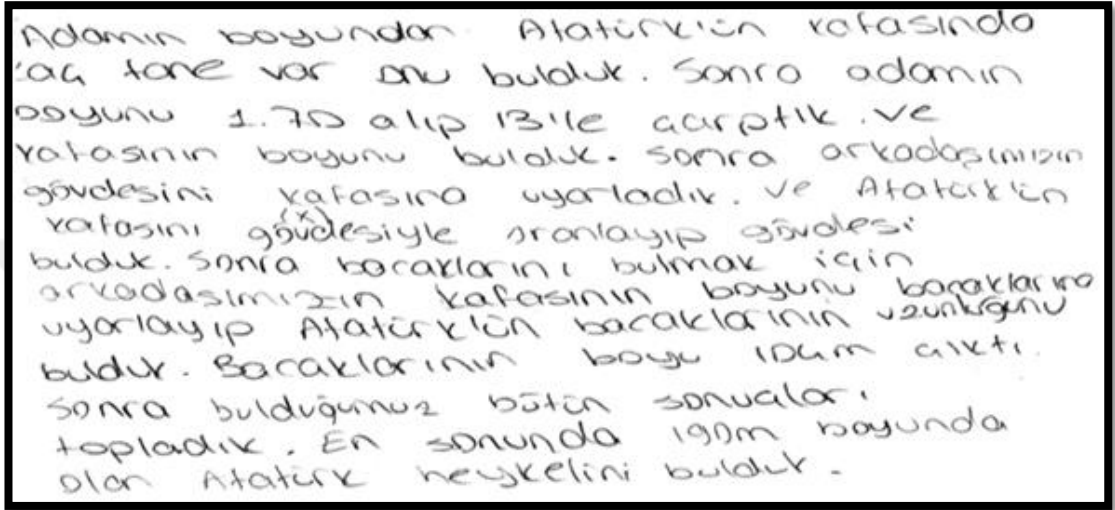
Utku: *Bacağı 78 çıktı... Hepsini topladık 190 bulduk... Kafasına 2 metre ekledik... 20 çıkmadı çünkü... Tamamı 192 metre...*

Araştırmacı: *Bu şekilde yaptınız?...*

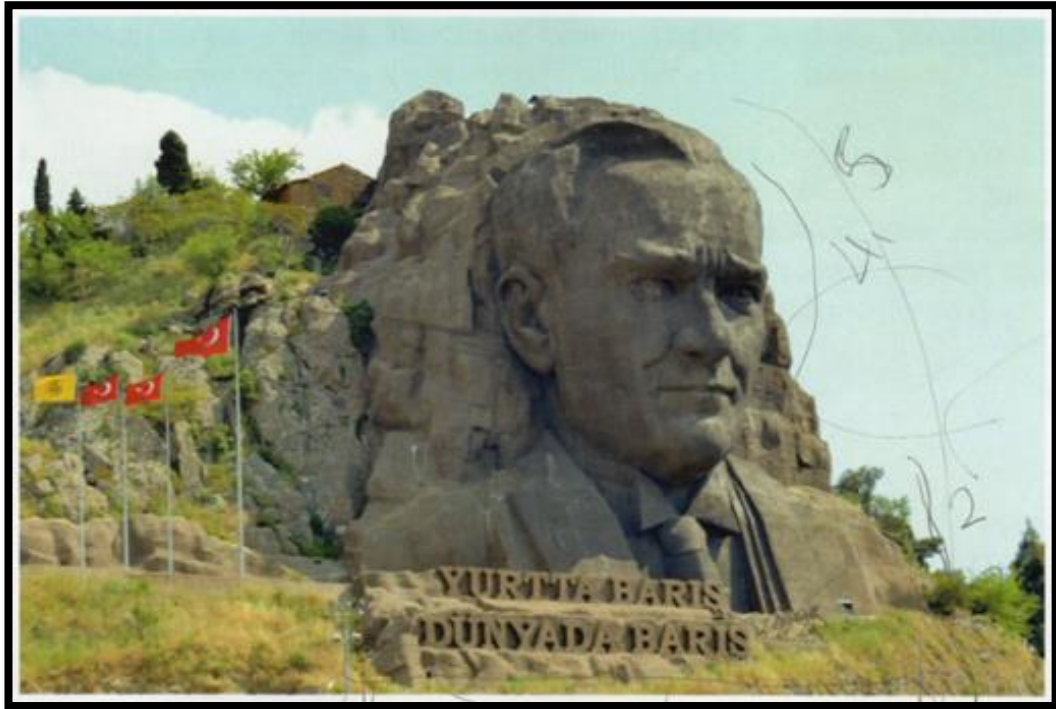
Okan: *Evet hocam...*

Yukarıdaki alıntılar *alt–performans* grubu öğrencilerinin *Atatürk Anıtı Problemi* model oluşturma etkinliğindeki matematiksel modelleme sürecini ifade ettikleri açıklamaları ve yazılı raporlama sürecini göstermektedir. Yukarıdaki alıntılar gösteriyor ki gruptaki öğrencilerden Okan geliştirdikleri modeli, “*Adamın boyunu 1.70 alıp...13 ile çarptık... Kafasının boyunu bulduk... Sonra gövdesini bulmak için Atatürk'ün kafasını gövdesiyle oranlayıp gövdesini bulduk... Sonra bacaklarını bulmak için Atatürk'ün kafasını boyunu bacaklarına oranlayıp Atatürk'ün bacaklarını bulduk sonra topladık alın size büyük heykel*” ifadesiyle tüm süreci araştırmacıya kısaca açıklamaktadır. Rapor yazma aşamasında ise *alt–performans* grubu öğrencilerinden Utku'nun,“*Kafasına 2 metre ekledik... 20 çıkmadı çünkü... Tamamı 192 metre*” ifadesi ile yaptıkları matematiksel işlemlerde *Atatürk Anıtı*'nın

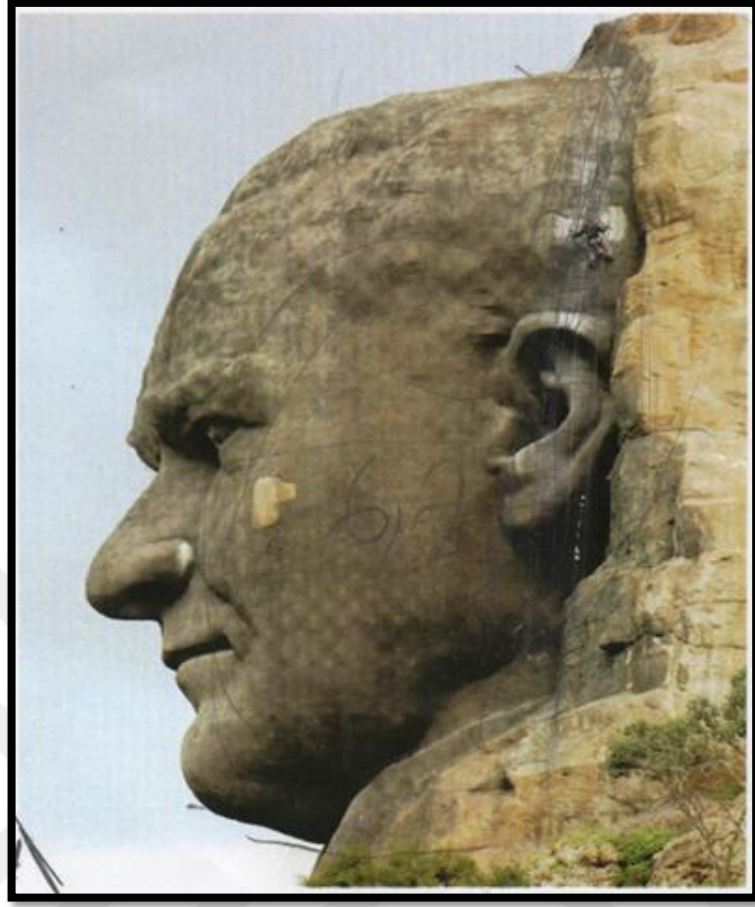
kafasının boyunu 20 m olarak aldıklarını fakat gerçekte birinci görevden 22 m bulduklarını bu yüzden de en son 190 m'ye 2 m ekleyerek ikinci görevde istenen, yani yapılacak olan heykelin boyunun gerçekte 192 m olması gerektiğini açıklamaya çalıştığı anlaşılmaktadır. Aşağıda *alt-performans* grubu öğrencilerinin *Atatürk Anıtı Problemi* model oluşturma etkinliğine ait raporları ve çalışma kâğıtlarından görseller verilmiştir.



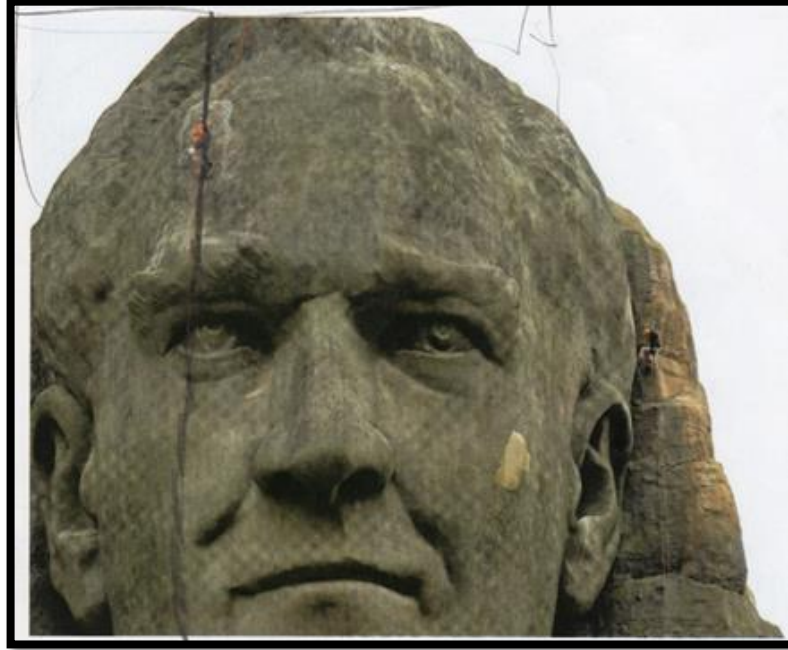
Şekil 29: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Raporları



Şekil 30: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Çalışma Kâğıtları (Üst Görsel)



Şekil 31: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Çalışma Kâğıtları (Sol Alt Görsel)



Şekil 32: Alt-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Çalışma Kâğıtları (Sağ Alt Görsel)

4.1.2 Alt Performans Grubuna Ait Süreç Analizi

8. sınıf öğrencilerinden Okan, Utku ve Nisa'dan oluşan *alt-performans* grubu öğrencileri *Atatürk Anıtı Problemi*'nin ilk görevi üzerindeki matematiksel modelleme sürecinde öncelikle *problemi anlamaya* çalışmışlardır. Bununla birlikte öğrenciler, *anıtın yüksekliğine* ulaşabilmek için problem kâğıdındaki görsellerde yer alan dağcı ekibindeki “*insanlara göre*” mi ya da araştırmacı tarafından uygulama sürecinin başında problemi tanıtmak amacıyla gösterilen kısa videoda anıtın önündeki yoldan geçen “*metroya göre*” mi bir çözüm olması gerektiğini tartışmışlardır.

Problemde nicel bir verinin olmaması başlangıçta öğrencilerin *problemi anlama* noktasında zorlanmasına neden olmuştur. Devamında ise bu fikirleri kendi aralarında tartışan öğrenciler problem kâğıdındaki verilen bilgilerin ve görsellerin kullanılarak çözümün yapılması gerektiğini beraber kararlaştırmışlardır. Daha sonra öğrenciler görsellerde verilen dağcı ekibindeki insanın ortalama boyu üzerine bir tahminde bulunmuştur.

Model oluşturma aşamasında ise problemi çözmeye odaklanan öğrenci grubu birinci görevde istenen anıtın yüksekliğine ulaşabilmek için görsellerde verilen dağcı ekibindeki insanlar üzerinden bir model geliştirmeye çalışmışlardır. Sürecin devamında öğrenciler anıtın yüksekliğine ulaşabilmek için bayrak direğinin uzunluğunu kullanıp kullanamayacakları çerçevesinde bir model üzerinde de tartışmışlardır. Grup üyeleri bu fikirleri kendi aralarında tartıştığı sırada ön uygulama eğitimi aşamasında örnek etkinliklerde yapılan *Saman Balyası Problemi*'ndeki deneyimlerini hatırlayıp kullanma yoluna gitmişlerdir. Öğrenciler sözü edilen problemde yer alan kıza göre bir sonuca ulaştıklarını belirterek burada da problemin birinci görevi olan anıtın yüksekliğine ulaşmak için aynı varsayımı düşünerek görsellerdeki insanlardan sonuca ulaşabilecekleri fikrini ortaya koyup çözüm yolunu kararlaştırmışlardır.

Matematik kullanımı aşamasında öğrenciler, ortalama bir insan boyunu belirleyerek dağcı ekibindeki insanı bir birim olarak kabul edip problem kâğıdında verilen görselde anıtın tamamına yani boydan boya kaç tane insan yerleştirebileceğini düşünmüşlerdir. Sürecin devamında *alt-performans* grubu öğrencileri öncelikle düşündükleri ikinci varsayımlarından yola çıkarak problem kâğıdındaki sağ alt

görselde verilen dağcı ekibindeki adamın boyunu ve görseli boydan boya ölçerek yaptıkları ölçme işlemlerinin ardından, “*adamın boyunu görselin boyuna oranlamışlar*” ve sağ alt görselin uzunluğunu hesaplamışlardır (17,18 m). Fakat gruptaki öğrencilerin bu matematiksel işlemi çalışma kâğıdına yazarken işlem hatası yaparak sonucu 16,38 olarak yazdıkları görülmekte daha sonra bu yanlışın öğrenciler tarafından fark edilerek bu işlemin üzerinin çizildiği ve cevabı sözel olarak ifade ettikleri görülmüştür. İlerleyen süreçte ise *alt-performans* grubu öğrencileri problemin ilk görevi olan anıtın yüksekliğine ulaşmak için başlangıçta düşündükleri birinci varsayımlarını kullanarak sol alt görsele odaklanarak burada verilen dağcı ekibindeki adamı birim olarak kabul edip görselin tamamına bu adamdan kaç tane sığabileceğini düşünmüşlerdir (13 tane). Öğrenciler belirledikleri ortalama bir insan boyu ile bu değeri çarparak *Atatürk Anıtı*’nın kafasının boyunu hesaplamışlardır (22,1 m).

Sonucu açıklama aşamasında *alt-performans* grubu öğrencileri sonuç olarak birinci görevde istenen anıtın yüksekliğinin model oluşturma aşamasında düşündükleri iki varsayımdan elde ettikleri sonuçların arasında bir değer olacağını belirtmişlerdir. Öğrenci grubu, arkadaşlarının ve araştırmacının boyu ile buldukları değerler arasında çeşitli zihinsel sorgulamalar ve karşılaştırmalar yaparak anıtın yüksekliğini ortalama bir değer olarak hesaplamışlardır (22 m).

Atatürk Anıtı Problemi’nin ikinci görevi olan anıtın boyutlarına uygun olarak devasa bir Atatürk heykeli (ayaklarından başına kadar tüm vücudu içine alan) yapılacak olduğunda boyunun tahmin edilmesi sırasında ise *alt-performans* grubu öğrencileri çözüm için ilk varsayım olarak insana uyarlamayı düşünmüşlerdir.

Öğrenciler, kendilerinden yola çıkarak varsayımlarını gruptaki arkadaşları üzerinde uyarlayıp bir insanın kafa uzunluğu ile gövde uzunluğunu karşılaştırarak bunların ölçülmesi ile elde edecekleri bir oran yardımıyla yapılacak olan heykelin gövde uzunluğunun kaç metre olabileceğini hesaplayabileceklerini belirterek çözüm stratejilerini belirlemişlerdir. Sürecin devamında ise öğrenciler anıtın gövdesinin uzunluğunun bulunması için geliştirdikleri modeli, grup arkadaşlarına göre uyarlamışlar ve arkadaşlarının kafasının boyunu ve gövdesinin boyunu ölçerek bu iki niceliği karşılaştırmışlardır. Gruptaki öğrenciler *Atatürk Anıtı Problemi*’nde anıtın

kafasının boyunu 20 m olarak birinci görevden elde ettikleri sayısal veriyi kullanma yoluna gitmişler ve birinci görevdeki anıtın omuz uzunluğunu ihmal ederek sadece kafa uzunluğunu aldıkları görülmüştür. Sürecin devamında cetvelle grup “arkadaşlarının kafasının boyunu” ve “gövdesinin boyunu” ölçerek elde ettikleri bu oran ile “anıtın kafasının boyunun” yapılacak olan “heykelin gövdesinin boyuna” oranını kullanarak bu orantıdan “gövde uzunluğunu” yaklaşık olarak hesaplamışlardır (66 m).

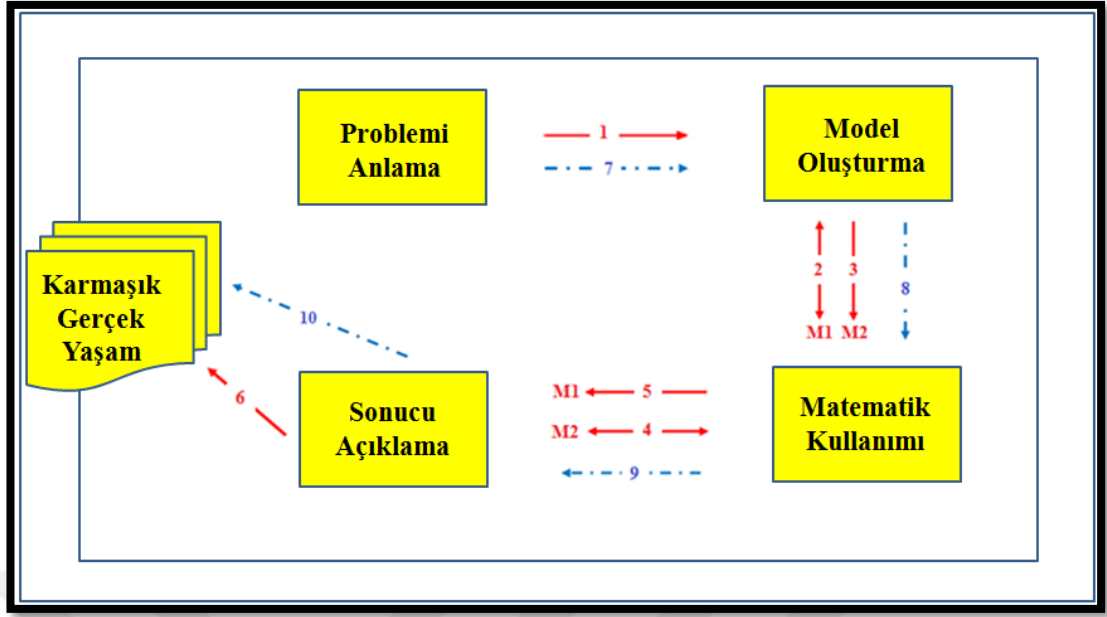
İkinci görevdeki süreçte öğrenciler yapılabilecek heykelin kafa ve gövdesinin uzunluğunun ne olabileceğine karar verdikten sonra tüm heykelin boyuna ulaşabilmek için bacaklarının uzunluğunu bulmaya çalışmışlardır. Öğrenciler yine bu varsayımlarına göre “grup arkadaşlarının kafasının boyunu” ve “bacaklarının boyunu” ölçerek elde ettikleri bu oran ile “anıtın kafasının boyunu” yapılacak “heykelin bacaklarının uzunluğuna” oranlayarak oluşturdukları orantıdan “bacak uzunluğunu” da hesaplamışlardır (104 m).

Sonuç olarak öğrenciler bütün bu süreçlerde hesapladıkları “heykelin kafasının”, “gövdesinin” ve “bacaklarının uzunluklarını toplayarak heykelin boyunu” hesaplamışlardır (190 m).

Alt-performans grubu öğrencileri ayrıca yaptıkları matematiksel işlemlerde *Atatürk Anıtı*’nın kafasının boyunu 20 m olarak aldıklarını fakat gerçekte birinci görevden 22 m bulduklarını belirtmişlerdir. Bu yüzden en son 190 m’ye 2 m ekleyerek, ikinci görevde isteneyen yapılacak olan heykelin boyunun 192 m olması gerektiğini ifade ederek modelleme sürecini rapor yazma süreciyle tamamlamışlardır.

Öğrencilerin süreç boyunca problem üzerinde beraber çalıştıkları ve her bir grup üyesinin problemin çözümüne katkı sağlayacak fikir veya model ortaya koymaya çalıştıkları görülmüştür.

Alt-performans grubu öğrencilerinin *Atatürk Anıtı Problemi* model oluşturma etkinliği süreci boyunca takip ettiği aşamalar Şekil 33’te gösterilmiştir.



Şekil 33: Alt-Performans Grubu Öğrencilerine Ait Model Oluşturma Sürecinde Takip Edilen Aşamalar

- : 1. Görev sırasında öğrencilerin düşünme süreçleri
 - - - - - : 2. Görev sırasında öğrencilerin düşünme süreçleri

4.2 Üst Performans Grubuna İlişkin Bulgular

Üst-performans grubu olarak belirlenen odak grup çalışmasında yer alan öğrencilerin *Atatürk Anıtı Problemi* model oluşturma etkinliği üzerindeki, geliştirdikleri matematiksel düşünceler ve ortaya koydukları yazılı işlemler, gerçekleştiği sırayla aşağıda sunulmuştur. Grup içinde yer alan kız öğrencilere gerçek olmayan Zehra, Betül ve Işıl isimleri verilmiştir.

4.2.1 Model Oluşturma Süreçleri

4.2.1.1 Problemi Anlama (1. Görev)

Modelleme problemi özelinde öğrencilerden Zehra ve Betül genel olarak problem çözme sürecinde daha fazla için sorumluluk almışlardır. Diğer grup arkadaşlarından Işıl ise bu süreçte arkadaşlarına sınırlı seviyede katkı sağlamıştır.

Öğrencilere iki kısımdan oluşan model oluşturma etkinliğidağıtıldıktan sonra daha çok Zehra ve Betül arasında geçen problem çözme sürecinde, öğrenciler problemi

bireysel olarak okumuşlar ve daha sonra aralarında aşağıda verilen şekilde bir konuşma gerçekleşmiştir:

Zehra: *Bu adam (görsellerde verilen dağcı ekibindeki insanı göstererek)...*

Ortalama bi[r] insanın boyu ne olabilir?...

Betül: *İkincisi (problemde istenen ikinci görevi kastederek) için şey mi yapsak hani... Hımm!... Başın vücuda oranı ne kadardır?...*

Zehra: *Hıu!...Tamam onu ona göre bi[r]şey yaparız da... Önce bun[un]la buna bakalım (alttaki iki resmi göstererek).... Adamın boyu 1,75'se...*

Yukarıdaki alıntılardan anlaşılacağı üzere grup üyeleri problemi okumuş ve anlamlandırmaya çalışmışlardır. Öğrencilerden Zehra, “*Bu adam*” diyerek problem kâğıdında yer alan dağcı ekibindeki insana odaklanmış ve “*Ortalama bi insanın boyu ne olabilir*” ifadesiyle de ilk görevde istenen anıtın yüksekliğine dağcı ekibindeki insanın boyundan yola çıkılarak ulaşabileceklerini tahmin etmektedir. Gruptaki diğer öğrencilerden Betül ise “*İkincisi için şey mi yapsak hani*” ifadesiyle problemin ilk etapta ikinci görevine odaklanarak ve devamında “*başın vücuda oranı ne kadardır*” diyerek ikinci görevde istenen sonuca ulaşmak için baş ve vücut arasında bir oran olabileceğine işaret etmiştir.

Sürecin devamında ise öğrencilerden Zehra, “*Tamam onu ona göre bi[r]şey yaparız da... Önce bun[un]la buna bakalım*” ifadeleriyle arkadaşının bu düşüncesine katıldığını belirterek modelleme problemindeki alt görselleri gösterip ilk önce birinci göreve odaklanmaları gerektiğini vurgulamış ve devamında “*Adamın boyu 1.75'se*” diyerek görsellerde verilen dağcı ekibindeki insanın ortalama boyunu tahminde bulunmuştur.

Daha sonra *üst-performans* grubu öğrencileri problem kâğıdında verilen görselleri incelemiş ve araştırmacıya da soru yönelttikleri aşağıdaki konuşmaları gerçekleşmiştir:

Zehra: *Adamın boyu 1,75'se (dağcı ekibindeki insanın boyunu ortalama 1,75 m olarak çalışma kağıdına not alıyor) ...Bu şey gittikçe yükseliyo[r] zaten de aynı anda... (sol alt görselde cetvelle ölçme işlemi yaparak) Başın yüksekliğiBur[a]dan yükseklik...*

Betül: *Hı hı!...*

Zehra: *Bur[a]da yüzü buldum...*

Betül: *Buldun bura[sı] işte...(modelleme etkinliğindeki üst görseli göstererek)*

Zehra: *Bulduğum sadece başı için...*

Betül: *(Araştırmacıya yönelip soru sorarak).... Başının yüksekliği d[eğ]i[l] mi hani o şey var ya takım?...*

Arastirmaci: *Problemi tekrar okuyarak görselleri inceleyin çocuklar...*

Zehra: *Tüm hepsinin ama... Bur[a]da adam sadece bunu istiyo[r] yakınlaştırılmış... (arkadaşına sol alt görselde verilen resmin anıtının sadece kafasını gösterdiğini işaret ederek)*

Betül: *Tamam...*

Yukarıdaki alıntılardan öğrencilerin problem kâğıdında verilen görselleri birbirleriyle ilişkilendirmeye çalıştıkları anlaşılmaktadır. Öğrencilerden Zehra, “*Bulduğum sadece başı için*” ifadesiyle sol alt görselde yaptığı ölçme işleminin sadece anıtın baş uzunluğunu gösterdiğini ifade etmeye çalışmaktadır. Buna karşın grup arkadaşı Betül ise araştırmacıya dönerek “*Başının yüksekliği d[eğ]i[l] mi hani o şey var ya takım?*” şeklinde soru yöneltmesi öğrencinin ilk görevde istenen anıtın yüksekliğinden sadece başının yüksekliğini anladığını ortaya koymaktadır. Sürecin devamında ise araştırmacı öğrencilerden problemi tekrar okumalarını ve görselleri incelemelerini isteyerek karşılık vermiştir.

4.2.1.2 Model Oluşturma → Matematik Kullanımı (1. Görev – 1. Varsayım)

Model oluşturma aşamasında ise problemi çözmeye odaklanan *üst-performans* grubu öğrencileri bu sürece aşağıdaki konuşmalar ile başlamaktadırlar:

Zehra: *Yani 7,5 falan... (sol alt görseli boydan boya ölçerek) ... Bu adam 0,5 (sol alt görseldeki dağcı ekibindeki adamın boyunu cetvelle ölçerek)... (çalışma kâğıdında bu iki niceliği oranlayarak)... 15 tane tamamı 15 tane... Sadece kafası ama...*

Betül: *Çarp[ay]ım mi... (önceki süreçten adamın boyunu ortalama 1,75 m alarak)*

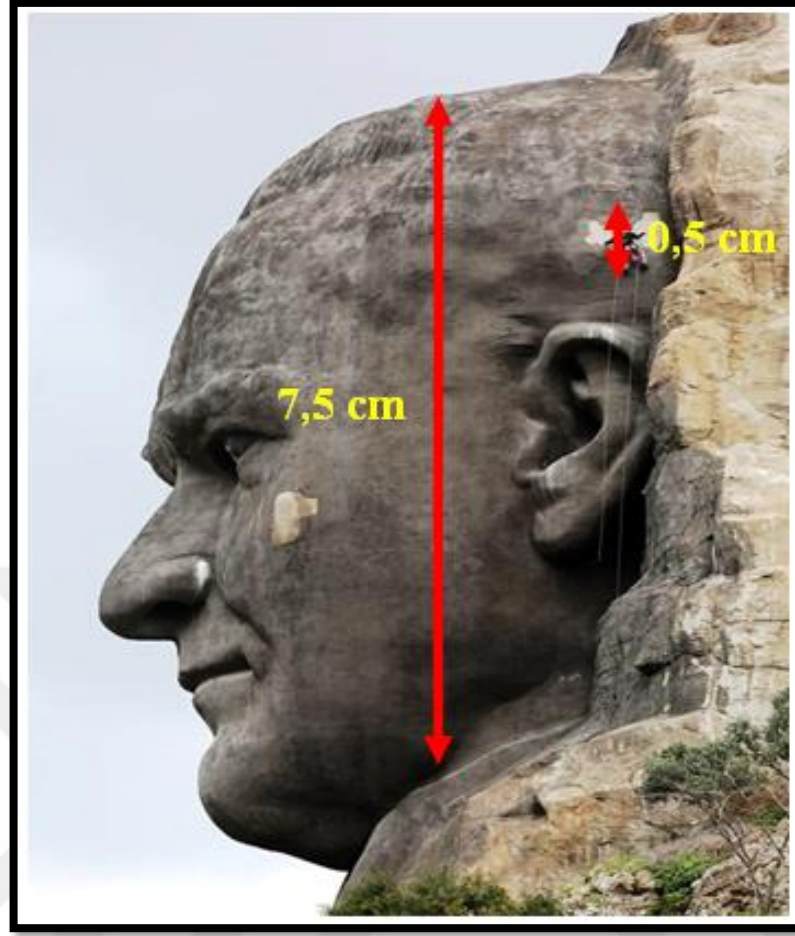
Zehra: *Çarpsana...*

Betül: *2625 çıkıyo[r]...*

Zehra: *Kaç?...*

Betül: *2625 cm...*

Yukarıdaki alıntılar gösteriyor ki *üst-performans* grubu öğrencileri modelleme probleminin ilk görevi olan *Atatürk Anıtı*'nın yüksekliğine ulaşabilmek için problem kâğıdında verilen sol alt görseli kullanma üzerine bir model geliştirmişlerdir (Şekil 34). Bu varsayımlarında öğrencilerden Zehra, sol alt görseli “*Yani 7,5 falan*” ve görseldeki adamın boyunu “*Bu adam 0,5*” şeklindeki ifadeleriyle burada cetvelle yaptıkları ölçme işlemlerinin sonuçlarını anlatmaya çalışmaktadır.



Şekil 34: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Birinci Varsayımı (Araştırmacı Tarafından Çizilmiştir.)

İlerleyen süreçte ise yine öğrencilerden Zehra, çalışma kâğıdında bu elde ettiği iki ölçme sonucunu oranlayarak “*Tamamı 15 tane... Sadece kafası ama*” ifadeleriyle dağcı ekibindeki insanı yarım birim olarak almış ve oran sonucunda sol alt görselin tamamında sadece anıtın kafasının boyu olduğunu da vurgulayarak 15 tane adam olacağını ifade etmektedir.

Bu varsayımlarında öğrenciler, devamında dağcı ekibindeki adamın boyunu ortalama 1,75 m alarak çarpmışlar ve anıtın kafasının uzunluğunu 2625 cm yani 26,25 m bulmuşlardır. Şekil 35’te *üst-performans* grubu öğrencilerinin bu süreçteki matematiksel işlemleri verilmiştir.

Şekil 35: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Birinci Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler

Öğrencilerin *Atatürk Anıtı Problemi*'nin ilk görevi olan anıtın yüksekliğine karar verme noktasında geliştirdikleri birinci varsayım üzerinden yaptıkları bu matematiksel işlemlerin ardından süreç aşağıdaki konuşmalar ile devam etmiştir:

Zehra: Şimdi kafa[sını]yı vücut[un]a oranl[aya]ıca[ğ]ım (görünen omuz kısmını kastediyor)... Benim kafamı (göstererek) ... Şurası sadece omuzun[un] şura[ya] ... Kafayı şuraya oranl[aya]ıca[ğ]ım... (resimdeki omuz kısmına kadar kendi vücudunda göstererek)... Eee!... Kafası bu kadarsa (görselde olduğu gibi kendisinde göstererek)...

Betül: Ölç[ey]im mi?...

Zehra: Benimkini mi ölç[e]ceksin? ... Bence Yasin hocayı ölçelim?...

Betül: Bencede...

Araştırmacı: Beni mi ölç[e]ceksiniz? ... Tamam ölçün bak[al]im...

Betül: Kafadan omuza kadar...

Zehra: Hayır önce kafasını...

Araştırmacı: Kafadan mı ölç[e]ceksiniz? ...

Zehra: Önce kafa[sı] sonra kafa[sın]dan omuz[un]a kadar... (üst kısımda verilen anıtın görselinde olduğu gibi kendisinde göstererek)

Araştırmacı: Tamam ben dik dur[ay]ım o zaman...

Zehra: Boyum yetmiyo[r] benim ya... Ya hayır buraya kadar (sol alt görseldeki gibi verilen sınırlara kadar mezura yardımıyla ölçerek) ... Eee!... 25...

Betül: 25 gibi bi[r] şey...

Zehra: Tamam... Bi[r] de omuzu? ... Omuzdan tamamen şur[a]dan (üstte verilen anıtın görselinde olduğu gibi mezura yardımıyla ölçerek) ... Yani 39... 40 falan...

Betül: 40...

Araştırmacı: Ne yaptınız şimdi... Kafam mı bu benim?...

Zehra: Şimdi kafa[sı]nın yüksekliği bu...

Araştırmacı: 25 santim[etre] mi kafam?...

Zehra: Hayır sadece kafa[sı] değil şur[a]dan şur[a]daki şeyden (sol alt görselde verilen sınırlara kadar olan kısmı göstererek)...

Araştırmacı: Hee!... O kadar büyük değildir benim kafam yani...

Zehra: Anaa!... Bunun boynunu almamışlar ki ya! (problemdaki sol alt görseli göstererek)...

Betül: Bizde almalıyım...

Zehra: Ne ise o kadar girmeyelim... Kafası bu kadar oranı da (iki ölçme sonucunu oranlayarak)... Burasını... Şimdi 25... Tamam (hesap makinesini alarak)... İçler-dışlar çarpımı yap[a]ca[ğ]ız...

Betül: Hı hı!...

Zehra: Çarp...

Betül: (Hesap makinesini alarak)... Kaç 8 mi?...

Zehra: 8...26,25...

Betül: 210...

Zehra: Santimetreyle de[ğil] mi? ... O zaman 210 bölü ... Böl 5'e...

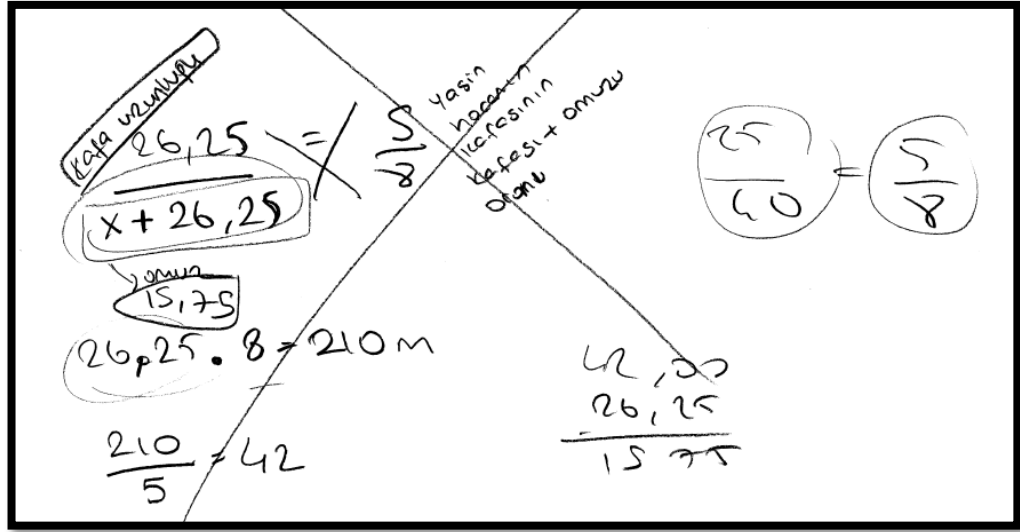
Betül: Hı hı!...42...

Zehra: Şu[rası]nın 42 olması lazım o zaman sadece om[u]zu...

Betül: Çıkart[ay]ım mi... 15,75...

Yukarıdaki alıntılar *üst-performans* grubu öğrencilerinin bir önceki işlemde elde ettikleri sol alt görseli ve bu görselde yer alan dağcı ekibindeki insanı kullanarak anıtın kafasının boyunu 26,25 m buldukları modellerini devam ettirerek buradan elde ettikleri sonucu kullanma yoluna gittiklerini göstermektedir. Öğrencilerden Zehra, “Kafayı şuraya oranl[aya]ca[ğ]ız” diyerek üst görselde yer alan resimdeki anıtın yüksekliğinin bulunabileceğini belirtmektedir. Bu ifadesini resimdeki omuz kısmına kadar kendi vücudunda göstererek arkadaşına göstermektedir. Sürecin devamında ise öğrencilerden Zehra, “Bence Yasin hocayı ölçelim” ifadesiyle araştırmacıyı bu aşamada sürece dahil ederek “Önce kafa[sı] sonra kafa[sın]dan omuz[un]a kadar” diyerek araştırmacı üzerinde mezura yardımıyla araştırmacının kafasının boyunu (sol alt görselde olduğu gibi) “Buraya kadar ... Eee!... 25” diyerek ve kafadan omuza kadar olan uzunluğu ise (üstteki anıtın görselinde olduğu gibi) yine mezura yardımıyla ölçerek “omuzdan tamamen şur[a]dan yani... 39 ... 40 falan” ifadesiyle 40 ölçümünü yaptıklarını belirtmişlerdir. Öğrenciler elde ettikleri bu ölçme sonuçları ile yani araştırmacının kafasının boyunun, kafası + omzunun boyuna oranlayarak 25 bölü 40 tan 5 bölü 8 oranını elde etmişlerdir.

Sürecin devamında ise öğrenciler, buldukları 5 bölü 8 oranı ile bir önceki aşamadan elde ettikleri anıtın kafasının boyunu, kafa + omzunun boyuna oranı olacak şekilde (omuz boyuna x yazarak) bir orantı kullanmışlardır. Daha sonra ise gruptaki öğrencilerden Zehra, “İçler dışlar çarpımı yap[a]ca[ğ]ız” diyerek anıtının omuz uzunluğunun yaptıkları matematiksel işlemler sonucunda 15,75 m olarak bulduklarını ifade etmektedir. Aşağıda *üst-performans* grubu öğrencilerinin bu süreçteki matematiksel işlemleri verilmiştir (Şekil 36).



Şekil 36: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Birinci Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler

4.2.1.3 Sonucu Açıklama (1. Görev – 1. Varsayım)

Üst-performans grubu öğrencileri *Atatürk Anıtı Problemi*'nin birinci görevi olan anıtın yüksekliğine ulaşma noktasında geliştirdikleri birinci varsayımlarından yola çıkarak ortaya koydukları matematiksel işlemlerin ardından elde ettikleri sonuçları aşağıda verilen konuşmalarla açıklamaya çalışmaktadırlar:

Zehra: Şimdi kafası 26,25... Artı 15,75 (omuz yüksekliğini kastederek)... Ya sadece şu kadarı işte 42...

Betül: Bur[a]dan burası (üst görseldeki anıtı göstererek)...

Zehra: Hı hı!...Bu 42... 42 metreden daha yüksek durmuyo[r] mu? ... Şimdi... Dağ kadar...

Betül: Ya tamam da... Yani ne bil[ey]im?...

Zehra: Tamam 42 metre ama yüksek duruyo[r] 42 metreden... Yani şu[rası] bir,iki,üç,dört, beş (sol alt görselde verilen resimde sayarak)... 15 şuraya denk geliyo[r] (sol alt görselde anıtın baş kısmından çene kısmına kadar olan sınırı göstererek)...

Betül: Ya tamam kafası işte... He yüzü...

Zehra: Yüzü[nü] de 15 bulduk zaten... 15 tane bu adamdan...

Betül: Hı hu!...

Zehra: Baya[ğı] büyükmüş...

Yukarıdaki alıntılar gösteriyor ki üst-performans grubu öğrencilerinden Zehra önceki süreçlerde yaptıkları matematiksel işlemlerden *Atatürk Anıtı*'nin kafasının yüksekliğini “Şimdi kafası 26,25” ile omuz yüksekliğini kastettiği “Artı 15,75” diyerek buldukları sonuçları toplamıştır. Sürecin devamında ise öğrenci “Ya sadece

şu kadarı işte...42” ifadesiyle de problemin birinci görevi olan *Atatürk Anıtı*’nın yüksekliğinin 42 m olabileceğini açıklamaya çalışmaktadır. Aşağıda *üst-performans* grubu öğrencilerinin çalışma kâğıdı raporunda yer alan bu süreçteki matematiksel işlemi gösterilmiştir (Şekil 37).

Kafa 26,25
OMU2 = 15,75
42,00

Şekil 37: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Birinci Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler

Gruptaki öğrencilerden Zehra’nın devam eden süreçte ise “42 metreden daha yüksek durmuyo[r] mu?... Şimdi... Dağ kadar” ifadelerinden ortaya koydukları varsayımdan elde ettikleri bu sonuçtan emin olamadıkları anlaşılmaktadır. Aynı öğrenci daha sonra sol alt görselde verilen dağcı ekibindeki insanı bir birim olarak almıştır. Öğrenci sol alt görselden anıtın baş kısmından çene kısmına kadar olan sınırı göstererek, “Yani şu[rası] bir, iki, üç, dört, beş” şeklinde saymış ve “15 şuraya denk geliyo[r]” ifadesiyle de anıtın çene kısmına kadar olan kısmını belirtmektedir. Devamında ise bu uzunluğu “Yüzü[nü] de 15 bulduk zaten...15 tane bu adamdan” diyerek aldıklarını ifade etmeye çalışmaktadır. Öğrencilerin bu ifadeleri geliştirdikleri birinci modelden elde ettikleri sonuçtan emin olamadıkları sonucu ortaya koymaktadır.

4.2.1.4 Model Oluşturma → Matematik Kullanımı (1. Görev – 2. Varsayım)

Üst-performans grubu öğrencileri bir önceki süreçte ortaya koydukları modellerinden elde ettikleri sonuçtan emin olamadıkları için ilerleyen süreçte bu varsayımlarını yeniden gözden geçirmiş ve revize etmişlerdir. Söz konusu süreçte gruptaki öğrenciler arasındaki aşağıda verilen konuşmalar gerçekleşmiştir:

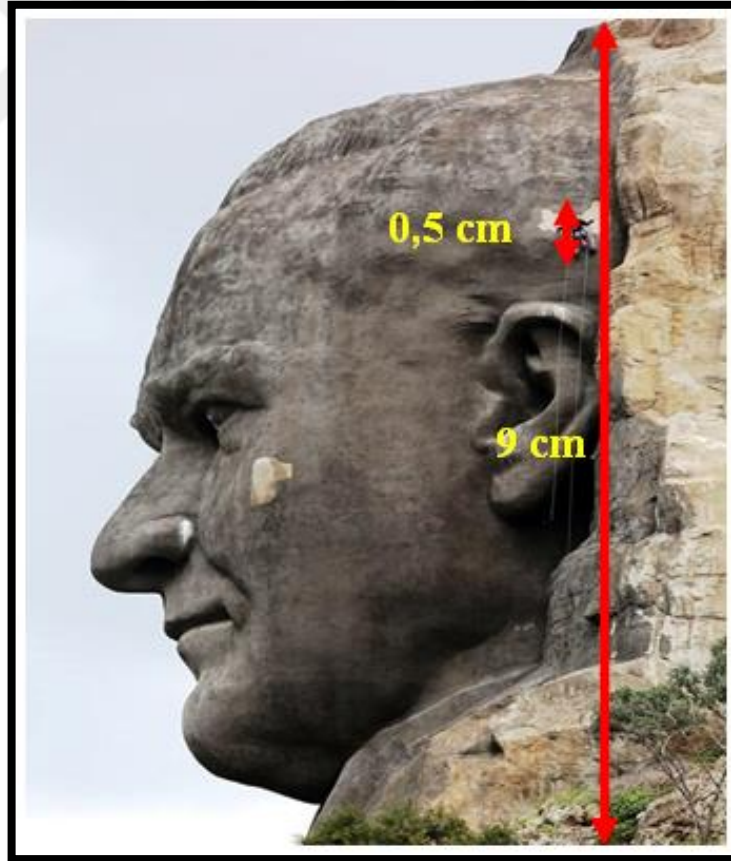
Zehra: Şurası da sayılıyo[r]... Mesela şu[rayı]nu ölç (cetvelle sol alt görseli boydan boya ölçerek)... 9'da yarım... 18 tane insan (insanı yarım cm olarak ölçerek)...

Betül: O dursun da...

Zehra: 18 çarpı 1,75...

Betül: 3150...

Yukarıdaki alıntılar ve aşağıda yer verilen çalışma kâğıdı gösteriyor ki öğrenciler bir önceki modellerini yeniden düzenleyerek problemin birinci görevi olan anıtın yüksekliğine ulaşmak için doğrudan matematiksel çözüme odaklanmışlardır. Öğrenciler birinci varsayımlarında sol alt görselde Atatürk Anıtı'nın kafasını çene hizasına kadar cetvelle ölçerek bu ölçümü 7,5 cm almışlardır. Buna karşın öğrenciler, araştırmacı üzerinde ölçme yaparken araştırmacının kafasının uzunluğunu boyun hizasına kadar ölçtüklerinden; bu varsayımlarında anıt için de aynı şekilde ölçme işlemi yapılması gerektiğini düşünmüşlerdir. Dolayısıyla bu süreçte *üst-performans* grubu öğrencileri ilk varsayımlarını revize ettikleri ikinci bir model ortaya koymuşlardır (Şekil 38).



Şekil 38: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait İkinci Varsayımı (Araştırmacı Tarafından Çizilmiştir.)

İkinci varsayım sürecinde öğrencilerden Zehra, “Şurası da sayılıyo[r]... Mesela şu[rayı]nu ölç” ifadesiyle cetveli alarak sol alt görseli, boyun hizasına kadar aldığını düşünerek, boydan boya 9 cm ölçmüş ve ilk varsayımlarında olduğu gibi dağcı insanı 0,5 cm alarak “9’da yarım... 18 tane insan “ ifadesiyle de dağcı ekibindeki insanı bir birim olarak kullanıp bu görselin uzunluğunu 18 insan boyu olarak belirtmişlerdir. Sonrasında ise öğrenciler yine modelleme problemini çözme sürecinin başında ortalama bir insan boyunu 1,75 m aldıkları aynı tahmini burada da kullanmışlar ve “18 çarpı 1,75 ” ifadesiyle de sol alt görselin gerçekte kafa uzunluğunun “ 31,50 ” metreolabileceğini hesaplamışlardır. Sürecin devamında gruptaki öğrencilerden Zehra bir önceki modellerindeki benzer orantı işlemini kullanarak yani araştırmacıdan elde ettikleri ölçme işlemlerinden buldukları, araştırmacının kafasının boyunun, kafası + omzunun boyuna oranlayarak, 25 bölü 40’tan 5 bölü 8 oranını yine kullanmışlardır. Sürecin devamında ise buldukları 5 bölü 8 oranı ile yeni varsayımlarında yaptıkları yeni ölçme sonuçlarını kullanarak elde ettikleri anıtın kafasının boyunu, anıtın yüksekliğine oranı olacak şekilde (anıtın yüksekliğine x yazarak) bir orantı kullanmışlardır. Aşağıdaki üst-performans grubu öğrencilerinin bu süreçteki matematiksel işlemleri verilmiştir (Şekil 38).

Handwritten mathematical work showing a proportion problem. It includes the equation $18 \times 1,75 \text{ m}$, a fraction $\frac{5}{8}$, and a proportion $\frac{3150}{x} = \frac{5}{8}$. The number 18 is circled, and the number 5 is also circled. The text "x 31,50 m kafa" is written below the first equation.

Şekil 39: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait İkinci Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler

4.2.1.5 Sonucu Açıklama (1. Görev – 2. Varsayım)

Üst-performans grubu öğrencileri Atatürk Anıtı Problemi’nin birinci görevi olan anıtın yüksekliğine ulaşma noktasında geliştirdikleri ikinci varsayımlarından yola çıkarak ortaya koydukları matematiksel işlemlerin ardından elde ettikleri sonuçları aşağıda verilen konuşmalarla açıklamaya çalışmaktadırlar:

Zehra: Bura[sı] x oluyo[r] (anıtın yüksekliğini x değişkeni olarak ifade etmektedirler)... 5 bölü 8... Eee!... Şun[un]la 8’i çarp (3150x 8’i kastederek)...

Betül: 25200...

Zehra: Tamam 5'e böl...

Betül: 5'e böldüm... 50,40... Çıkart!...

Zehra: Omzunu buldum (omuz uzunluğunu bulmak için 50,40'tan 31,50'yi çıkartıyor)... Tamam... Toplamı 50,40 ise... Toplamını soruyo[r]sa... Eee!... Toplamı daha?...

Betül: Söyle ben topl[aya]yım işte...

Yukarıdaki alıntılar ve çalışma kâğıdında yer alan matematiksel işlem gösteriyor ki *üst-performans* grubu öğrencileri yukarıda ifade ettikleri matematiksel işlemlerden anıtın yüksekliğine yaptıkları orantıdan ulaşımlardır. Gruptaki öğrencilerden Zehra, “Tamam toplamı 50,40” diyerek problemin birinci görevi olan *Atatürk Anıtı*'nın yüksekliğinin 50,40 m olabileceğini ifade etmektedir. Aşağıda *üst-performans* grubu öğrencilerinin çalışma kâğıdı raporunda yer alan bu süreçteki matematiksel işlemleri gösterilmiştir (Şekil 40).

Handwritten mathematical work on a grid background. On the left, a division problem is shown: $252 \text{ m} \div 5 = 50,40$ (the result 50,40 is circled). Below this, $31,50$ is written and subtracted from $50,40$, leaving a remainder of $18,90$. To the right, another division problem is shown: $25200 \div 5 = 50400$. The number $31,50$ is written above the second division problem. The text "omzunu" is written next to the remainder $18,90$.

Şekil 40: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait İkinci Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler

4.2.1.6 Model Oluşturma → Matematik Kullanımı (2. Görev)

Atatürk Anıtı Problemi'nin ikinci görevi olan anıtın boyutlarına uygun olarak devasa bir Atatürk heykeli (ayaklarından başına kadar tüm vücudu içine alan) yapılacak olduğunda boyunun tahmin edilmesi sırasında *üst-performans* grubu öğrencilerinin bu süreçte çözüme ulaşma noktasında aralarında geçen konuşmalar aşağıda verilmiştir.

Zehra: Tamamını bulmaya çalışıyoruz... Birinci hedefi bulduk zaten... İkincisi tamamını bulma[k]...

Betül: Hı hu!... Vücut[un]a oranla[yalım]... Ölç[ey]im mi seninkini?... Kafasını vücuduna oranlarsak...

Zehra: Ya ben kısayım ama (araştırmacıya yönelerek)

Araştırmacı: Bana bakış attığına göre şöyle geç[ey]im... Boyumu mu ölçeceksiniz?...

Betül: İlk kafanızı ölç[e]ceğiz de...

Araştırmacı: Kafamı mı? ... Tamam...

Betül: *Gel (arkadaşına dönerek)...*

Yukarıdaki alıntılardan anlaşılacağı üzere gruptaki öğrencilerden Betül, grup arkadaşı Zehra'ya “Ölç[ey]im mi seninkini ” diyerek bu aşamada ölçme işlemi yapmaları gerektiğini ayrıca devamında ise “Kafasını vücuduna oranlarsak “ ifadesiyle de problemin ikinci görevine ulaşmak için varsayımını vurgulamak istemektedir. Devamında öğrencilerden Zehra ise “Ya ben kısayım ama” diyerek kendine göre bir ölçme işlemi yerine bir yetişkin olarak araştırmacı üzerinde bir ölçme işlemi yapma tercihinde bulunmuşlardır. Öğrencilerden Betül, “İlk kafanızı ölç[e]ceğiz” diyerek araştırmacının kafa uzunluğunu ölçmek için yardım istemiş ve bu süreçte gruptaki öğrenciler araştırmacıyı da sürece dâhil etmişlerdir. Üst–performans grubu öğrencilerinin yapılacak olan heykelin boyunun tahmin edilmesi noktasında aralarındaki konuşmaları aşağıda gösterildiği şekilde devam etmiştir:

Zehra: *Bi[r] dak[i]ka ya!... Hocam kafanız ne kadar çıkmıştı ya... Heee! 25...*

Betül: *Yine 25 çıkıyo[r]...*

Zehra: *Boyunla beraber...*

Betül: *O boyutta yani...*

Araştırmacı: *Tamam ölçün o zaman siz nası[l] ölçüyo[r]sanız...*

Betül: *Ya boyunu sorsak yeter...*

Zehra: *Hocam boyunuz kaç[tır]?...*

Yukarıdaki alıntılardan anlaşılacağı üzere üst–performans grubu öğrencileri araştırmacı üzerinde ölçme işlemi yapmışlardır. Öğrencilerden Zehra'nın “Hocam kafanız ne kadar çıkmıştı” ve “Boyunla beraber” ifadeleri öğrencilerin araştırmacının kafasını boynu ile beraber ölçtüklerini ortaya koymaktadır. Diğer grup arkadaşı Betül ise “Yine 25 çıkıyo[r]” diyerek araştırmacı üzerinde yaptıkları ölçme işlemi sonucunu ifade etmektedir. Sürecin devamında öğrencilerden yine Betül'ün “Boyunu sorsak yeter” ve Zehra'nın ise “Hocam boyunuz kaç?” ifadeleriyle öğrencilerin araştırmacının kafasının uzunluğu ile boy uzunluğunu ortaya koymuş oldukları bu iki niceliği karşılaştırarak yapılabilecek olan heykelin uzunluğunu buradan tahmin etmeye çalıştıkları anlaşılmaktadır.

Üst–performans grubu öğrencilerinin problemin ikinci görevi için oluşturdukları varsayımın ardından matematiksel çözüm aşamasına geçtikleri ilerleyen süreçte aralarındaki konuşmalar aşağıdaki gibi devam etmiştir:

Araştırmacı: *1,78...*

Zehra: *Tamam...25 ... 1,78...*

Betül: Kafası kaçtı?...

Zehra: Bölünmüyo[r] de[ğil]mi?...

Betül: Bölsene kafası kaçtı?...

Zehra: 25...

Betül: Hayır şeyin... Metre cinsinden...

Zehra: N[e] [y]apiyo[rsu]n... Hayır... 25'i... İşte böyle çıkıyo[r]... Heee!

Bun[unl]a da şeyi eşitlememiz lazım... Onun tamamı... Kafası...

Betül: Sadece kafası mı?...

Zehra: Evet sadece kafası...

Betül: Ne kadardı?...

Zehra: 31 buçuk... Bu metre ama 31 metre... O zaman şimdi dur... Şöyle... Tüm bedene x de[r]sek... Tüm bedeni bulmamız lazım... Tamam... Dur Betül... 25x eşittir...

Yukarıdaki alıntılar ve çalışma kâğıdı incelendiğinde öğrencilerin araştırmacıyı sürece dâhil ederek yaptıkları gerekli matematiksel işlemlerde araştırmacının boyunu öğrenip 178 cm olarak aldıkları ve öğrencilerden Zehra'nın "Tamam... 25... 1.78" ifadesiyle araştırmacının kafasının uzunluğu ile tüm boyunun uzunluğu karşılaştırarak bu iki niceliğin oranı ve "31 buçuk" ve "Tüm bedene x de[r]sek... Tüm bedeni bulmamız lazım... 25x eşittir" ifadeleriyle de birinci görev aşamasında elde ettikleri anıtının kafasının uzunluğunu 31,50 metre olarak bu uzunluk ve yapılacak olan tüm heykelin uzunluğuna da x değişkenini vererek bu iki orandan orantı oluşturdukları ve içler-dışlar çarpımını kullanarak gerekli matematiksel işlemlerden heykelin uzunluğunu bulmaya çalıştıkları anlaşılmaktadır. Aşağıda üst-performans grubu öğrencilerinin bu süreçteki matematiksel işlemleri verilmiştir (Şekil 41).

Yasin #

Kafa = 25
Tüm = 1,78

Heykeli

Kafas = 31,50
Tüm = x

$\frac{25}{1,78} = \frac{31,50}{x}$

Şekil 41: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İkinci Görevine Ait Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler

4.2.1.7 Sonucu Açıklama (2. Görev)

Atatürk Anıtı Problemi'nin ikinci görevi olan anıtın boyutlarına uygun olarak devasa bir Atatürk heykeli (ayaklarından başına kadar tüm vücudu içine alan) yapılacak

olduğunda boyunun tahmini ile ilgili üst-performans grubu öğrencileri bir model ortaya koyarak buldukları sonucu aşağıdaki konuşmalarla ifade etmişlerdir:

Betül: Çarp[ay]ım mi? (hesap makinesini alarak)...

Zehra: Çarp[sana]...

Betül: 560,700...

Zehra: 25'e böl[e]ce[ksi]n bunu...

Betül: 22428 çıktı...

Zehra: Tamam... Gerçi bu şey d[eğ]i[l]mi? (sayıyı yuvarlayarak 224,3 alıyorlar)...

Bu santimetre... 224,3 metre olsun... Eeee! Bulduk biz... Bu kadar basit olmaması lazım... Bulduk ama?... Tamam ya bence bunun tamamı 224'tür... Düşünsenize bu boyutta... Kafası bu boyuttayken tüm bedeni yap[a]caklar ve sadece 224 metre...

Yukarıdaki alıntılar ve çalışma kâğıdı gösteriyor ki gruptaki öğrenciler önceki süreçlerde elde ettikleri araştırmacının kafasının uzunluğu ile boy uzunluğunun oranı ve anıtının kafasının uzunluğunu 31,50 metre alarak bu uzunluk ve yapılacak olan tüm heykelin uzunluğuna oranından bir orantı oluşturmuşlardır.

Handwritten mathematical work showing a division problem and a multiplication problem. The division problem is $25 \div 1,78 = 14,04$. The multiplication problem is $25 \times 22,43 = 560,75$. The final result is $x = 224,3 \text{ m}$.

Şekil 42: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İkinci Görevine Ait Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler

Geliştirdikleri bu varsayımlarına göre yaptıkları matematiksel işlemlerin ardından modelleme probleminin ikinci görevine ait sonuca ulaşmışlardır. Gruptaki öğrencilerden Zehra, “224,3 metre olsun... Tamam ya bence bunun tamamı 224'tür” ve “Düşünsenize, bu boyutta... Kafası bu boyuttayken tüm bedeni yap[a]caklar ve

sadece 224 metre” diyerek yapılacak olan heykelin tahmini boyunun 224,3 metre olabileceğini ifade etmektedir. Şekil 42’de *üst-performans* grubu öğrencilerinin bu süreçteki matematiksel işlemleri verilmiştir.

4.2.1.8 Model Oluşturma → Matematik Kullanımı (1. Görev – 3. Varsayım)

Üst-performans grubu öğrencileri geçen süreçte *Atatürk Anıtı Problemi* model oluşturma etkinliğinin ikinci görevine ait elde ettikleri sonucu ortaya koyduktan sonra bu sonuç çerçevesinde tartıştıkları bu aşamada probleme farklı bir açıdan yeni bir varsayım geliştirebilmek için odaklanmışlardır. Gruptaki öğrencilerin yeni bir model arayışına girdikleri bu süreci aşağıdaki konuşmaları ortaya koymaktadır:

Zehra: *Hımm! (bir süre bekledikten sonra üst görseldeki bayrak direklerine odaklanarak)... Direklerin de boyu var (grup arkadaşlarına bakarak)... Mesela dışarıdaki direğin boyu kaç metre acaba?*

Betül: *Ne bil[ey]im...Ama dışar[ı]daki direğin bunlardan hangisinden olduğunu nasıl bil[e]ceksin ki?...*

Zehra: *İşte yaklaşık n[e] olur ona göre düşün... Tamam dur (cetveli alıp üst görselde anıtın yüksekliğini ölçerek) 7 çıktı tamamı... Direğinki de (cetvelle soldan dördüncü bayrak direğinin yüksekliğini ölçerek) 4... (araştırmacıya dönerek)...Bur[a]dan çıkamıyo[r] muyuz?...*

Araştırmacı: *Efendim...*

Zehra: *Dışarı[ya]...*

Araştırmacı: *Nası[l] yani?...*

Zehra: *Direğin boyuna bak[a]ıca[ğ]ı m da... Direğe bakamıyo[r] muyuz?*

Araştırmacı: *Bakamıyoruz!...*

Zehra: *Bur[a]dan çıkamıyoruz yani...Hıı! Dışar[ı]da direk var aslında... Var işte ama bu kadar yüksek d[e]iğildir ki (grup arkadaşlarının yanından ayrılarak sınıfın penceresine yönelip dışarıya bayrak direğine bakarak) 1,2,3,...8 falan...*

Betül: *50 metre olabilir mi? (araştırmacıya dönerek)*

Araştırmacı: *Efendim...*

Betül: *Yüksekliği... Yani çok mu küçük olur?...*

Araştırmacı: *Hangisi... Bayrak direği mi?...*

Zehra: *Tüm heykelinki...*

Betül: *Hayır tüm heykelin d[e]iğil sadece kafası...*

Zehra: *Şu (üst görselde anıtın yüksekliğini göstererek)... Tamam o zaman 7’de 4 (üst görselde direği 4 cm gerçekte tahminini 8 m olarak yazarak)...*

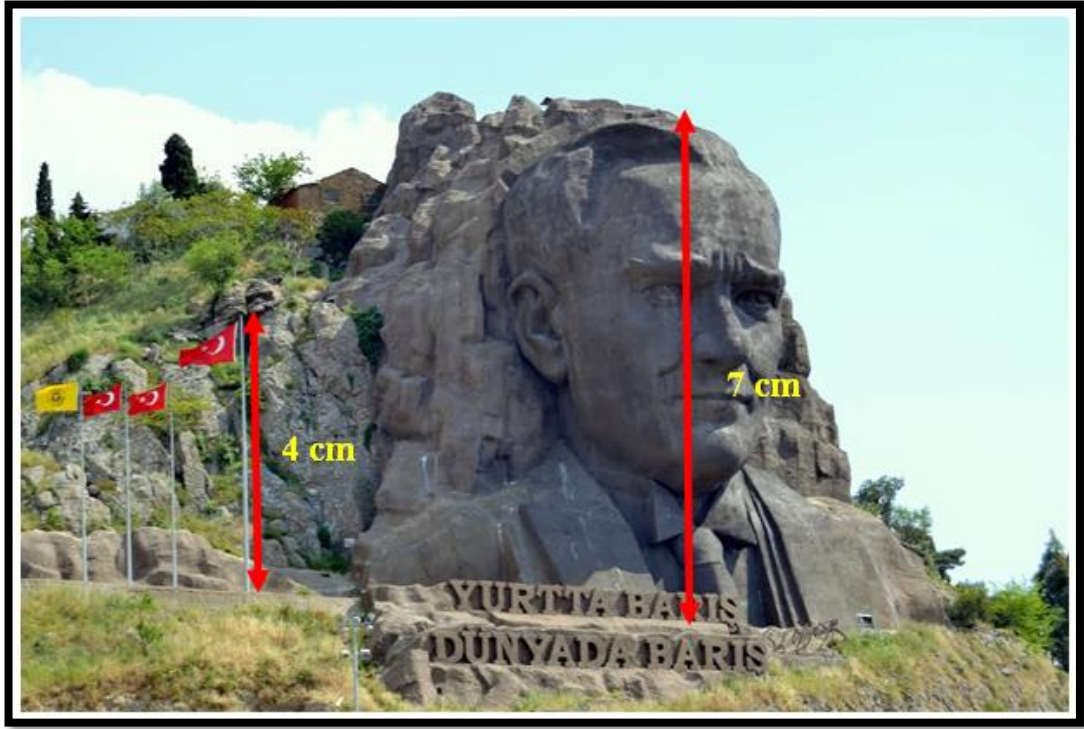
Betül: *Ama bu metre bu santimetre...*

Zehra: *Tamam bu santim[etre] (resimdeki bayrak direğinin yüksekliğini göstererek)...*

Betül: *Tamam...*

Yukarıdaki alıntılardan ve çalışma kâğıdından anlaşılacağı üzere yeni bir model ortaya koymaya çalışılan bu süreçte gruptaki öğrencilerden Zehra bir süre bekledikten sonra üst görselde verilen *Atatürk Anıtı*’nın sol tarafındaki bayrak direklerine odaklanmıştır. Devamında ise Zehra, “*Direklerin de boyu var*” ve

“Mesela dışarıdaki direğin boyu kaç metre acaba?” ifadeleriyle problemin birinci görevinde istenen anıtın yüksekliğine ulaşmak için bayrak direklerini bir birim olarak kullanıp bundan faydalanarak bir çözüm yapılabileceğini önermektedir. Grup arkadaşının bu önerisine Betül ise “Ne bilim... Ama dışarı[ı]daki direğin bunlardan hangisinden olduğunu nasıl bil[e]ceksin ki?” diyerek okullarındaki bayrak direğinin boyu ile problemin üst görselinde verilen bayrak direklerinin aynı uzunlukta olup olmadığını ifade etmiştir. Dolayısıyla gruptaki öğrencilerden Betül arkadaşına bayrak direklerinin standart bir ölçüsü olup olmadığını bilmediklerini anlatmaya çalışmaktadır. Buna karşılık gruptaki öğrencilerden Zehra ise “İşte yaklaşık n[e]olur ona göre düşün” diyerek arkadaşı Betül’e yaklaşık, yani tahmini bir değer olarak bu değer üzerinden bir sonuca ulaşabileceklerini düşündüğünü ifade etmeye çalışmaktadır.



Şekil 43: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Üçüncü Varsayımı (Araştırmacı Tarafından Çizilmiştir.)

Sürecin devamında öğrencilerden Zehra, “7 çıktı tamamı” diyerek cetvelle üst görselde anıtın yüksekliğini ve “Direğinki de 4 ” ifadesiyle de cetvelle soldan dördüncü bayrak direğinin yüksekliğini ölçerek bu ölçüm sonuçlarını ifade etmektedir (Şekil 43). İlerleyen süreçte ise öğrencilerden Zehra’nın araştırmacıya

yönelerek; “Bur[a]dan çıkamıyo[r] muyuz?”, “Direğin boyuna bak[a]ıca[ğ]ı m da” ve “Direğe bakamıyo[r] muyuz?” ifadelerinden çalışma yapılan sınıftan dışarıya çıkıp okulun bayrak direğine bakmak istediği anlaşılmaktadır. Araştırmacının gruptaki öğrencinin bu isteğinin olamayacağını belirtmesinin ardından öğrencilerden Zehra’nın grup arkadaşlarının yanından ayrılarak sınıfın penceresine yönelip dışarıya bayrak direğine bakması ve “Bur[a]dan çıkamıyoruz yani... Hui! Dışar[ı]da direk var aslında... Var işte ama bu kadar yüksek d[e]iğildir ki... 1, 2, 3, ... 8 falan ” diyerek tahmini bir ölçme işlemi yapmaya çalıştığı anlaşılmaktadır. Üst–performans grubundaki öğrencilerden Zehra sürecin bu aşamasında bayrak direklerinden bir çözüm bulmaya odaklanırken grup arkadaşı Betül ise araştırmacıya yönelerek “50 metre olabilir mi?” diyerek ikinci varsayımdan elde ettikleri sonucun anıtın gerçek yüksekliğinden küçük mü olabileceğini anlatmak için “Yüksekliği... Yani çok mu küçük olur?” diyerek araştırmacıya soru yöneltmiştir. Bu ifadeler gruptaki öğrencilerin buldukları sonuçlar üzerine düşündüklerini ve doğrulama isteklerini göstermektedir. Gruptaki öğrencilerden Zehra çalışma kâğıdında belirttiği gibi üst görselde yaptığı ölçümlerle bayrak direğinin boyunu 4 cm ve anıtın yüksekliğini 7 cm ölçmüştür. Aşağıda üst–performans grubu öğrencilerinin bu süreçteki matematiksel işlemleri verilmiştir (Şekil 44).

<u>Direk</u> 4cm	<u>Heykelle oran</u> $\frac{4}{7}$
<u>Gerçek</u> 8 m 200cm	$\frac{8}{x}$

Şekil 44: Üst–Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Üçüncü Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler

İlerleyen süreçte yine öğrencilerden Zehra, “*Tamam o zaman...7’de 4*” diyerek bu iki niceliği karşılaştırmış ve çalışma kâğıdında anlaşılacağı üzere bulduğu bu orana karşılık gerçekte bayrak direğinin uzunluğunu “8m” (800 cm) yaklaşık değerini alıp “anıtın yüksekliğine de x değişkenini vererek” bu iki niceliği karşılaştırmışlardır. Gruptaki öğrenciler varsayımlarından elde ettikleri bu oran ile orantı oluşturarak çözüme ulaşmaya çalışmışlardır.

4.2.1.9 Sonucu Açıklama (1. Görev – 3. Varsayım)

Üst-performans grubu öğrencileri modelleme probleminin birinci görevi olan anıtın yüksekliğine ulaşma noktasında geliştirdikleri üçüncü varsayımlarından yola çıkarak ortaya koydukları matematiksel işlemlerin ardından elde ettikleri sonuçları aşağıda verilen konuşmalarla açıklamaya çalışmaktadırlar:

Zehra: *Bu metre (çalışma kâğıdında gerçek bayrak direğinin yüksekliğini yazdığını göstererek) 800 işte (8 m’yi 800 cm’ye çevirip 4 bölü 7 eşittir 800 bölü x yazarak elde ettikleri orantıdan içler–dışlar çarpımını hesaplayarak).*

Betül: 5600...

Zehra: Bölü 4... Demek ki ...

Betül: 900 mü ora[sı] 1400 olmuyo[r] mu (hesap makinesi ile işlemi kontrol ederek)...

Zehra: Heee! 1400 oluyo[r]... 1400 çıkmadı mı ya...1400 ya... 1400 cm 14 metre oluyo[r]du 14 metre (direğin uzunluğunun heykelin uzunluğuna oranı olan 4 bölü 7 yi kullanarak gerçek bayrak direğini 8 m olabileceğini tahmin edip anıtın yüksekliğinin 14 metre olabileceğini yazarak)...

Yukarıdaki alıntılar ve çalışma kâğıdı gösteriyor ki gruptaki öğrenciler *Atatürk Anıtı Problemi*’nin birinci görevi olan anıtın yüksekliğine ulaşma noktasında geliştirdikleri üçüncü varsayımlarından yola çıkarak ortaya koydukları matematiksel işlemleri ifade etmektedirler. Öğrencilerden Zehra, “800 işte” diyerek çalışma kâğıdında gerçek bayrak direğinin tahmini yüksekliğini ifade etmeye çalıştığı anlaşılmaktadır. Bu aşamada gruptaki öğrenciler 8 metreyi 800 santimetreye çevirip “4 bölü 7 oranı” ile 800 ile de “anıtın gerçek yüksekliğine x değişkenini verdiği 800 bölü x oranını” yazarak elde ettikleri orantıdan içler–dışlar çarpımını kullanarak hesaplamışlardır. Sürecin devamında öğrencilerden Zehra gerekli matematiksel işlemleri yaptıktan sonra ulaştıkları sonucu “1400 cm” ve bu birimi de dönüştürme işlemi yaparak “14 metre oluyo[r]du 14 metre” diyerek problemin birinci görevi olan *Atatürk Anıtı*’nın yüksekliğinin ortaya koydukları bu varsayımlarına göre yaklaşık 14 m olabileceğini

ifade etmiştir. Aşağıda *üst-performans* grubu öğrencilerinin bu süreçteki matematiksel işlemleri verilmiştir (Şekil 45).

The image shows handwritten mathematical work. At the top, the equation $\frac{5}{7} \neq \frac{800}{x}$ is written and crossed out with a large 'X'. Below this, a system of equations is written: $\begin{cases} x = 5600 \\ x = 800 \end{cases}$. To the right of the system, there is a vertical line with a '5' above it and '16000' below it, possibly representing a calculation or a result.

Şekil 45: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğinin İlk Görevine Ait Üçüncü Varsayımları İçin Kullandıkları Matematiksel İşlemler

4.2.1.10 Sonucu Açıklama

Model oluşturma süreçleri sonunda *üst-performans* grubu öğrencilerinin *Atatürk Anıtı Problemi*'nin birinci görevi olan anıtın yüksekliğinin hesaplanması noktasında düşündükleri üçüncü varsayımdan vazgeçtiklerini ortaya koyan konuşmaları aşağıda gösterilmiştir:

Betül: Değil...

Zehra: (Grup arkadaşlarına bakarak) Değil... Tamam, bizim ilk başta yaptığımız iyi... Biz onu yazalım en iyisi...

Yukarıdaki alıntıdan anlaşılacağı üzere gruptaki öğrencilerden Betül'ün "Değil" ayrıca yine öğrencilerden Zehra'nın ise "Değil... Tamam, bizim ilk başta yaptığımız iyi... Biz onu yazalım en iyisi" ifadelerinden buldukları bu sonucun önceki süreçlerde elde ettikleri sonuca göre tutarsız olduğunu düşünmektedirler. Dolayısıyla *üst-performans* grubu öğrencileri bayrak direklerini kullanarak geliştirdikleri bu üçüncü varsayım üzerinden elde ettikleri sonucu gerçek yaşamla ilişkilendirdiklerinde bu modelin uygun olmadığına karar vererek oluşturma süreçlerini rapor yazma aşamasıyla tamamlamışlardır.

Aşağıda üst-performans grubu öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi model oluşturma etkinliğine ait raporları ve çalışma kâğıtlarından görseller verilmiştir.

Bir insanın boyunu 1,75 olarak resime göre tüm heykelin yüksekliği (9cm) insanın (0,5 cm) oranladık. $\left(\frac{9}{0,5}\right)$ 18 de 1 oluyor.

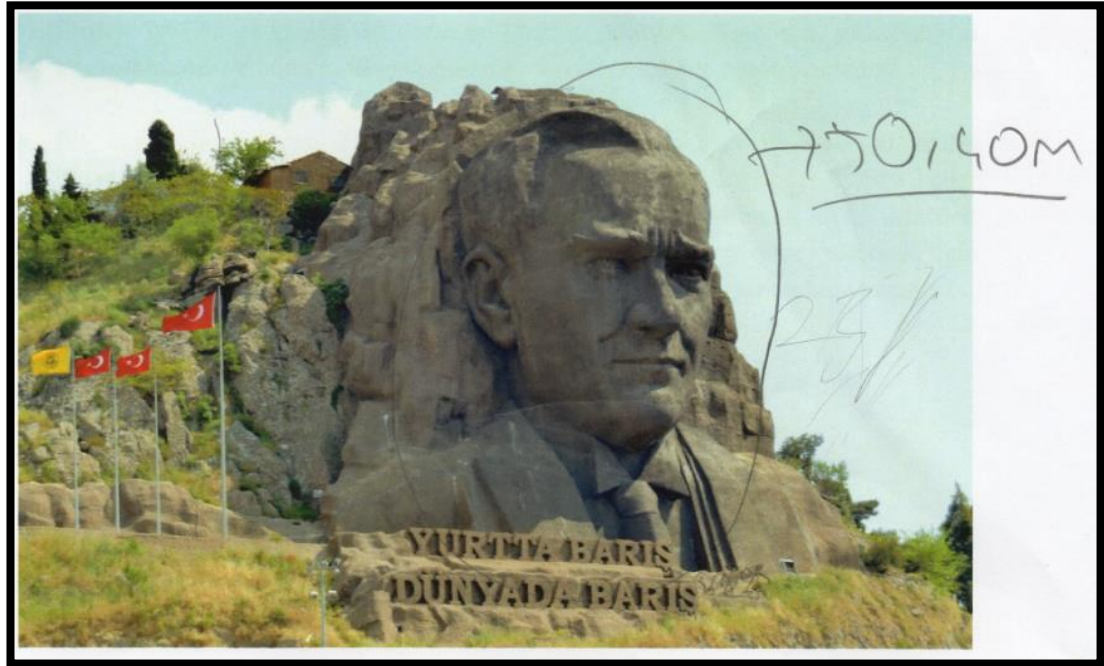
sonra 1,75 : 18 ile yaptık tüm heykelin uzunluğunu 31,50 cm yani 31,50 m bulduk (omuz hacic), sonra Yasin Hocanın kafa uzunluğunu (25 cm) omuz + kafa ile (40 cm) oranladık.

$\frac{5}{8}$ çıktı. $\frac{31,50}{(kafa)} \times \frac{5}{8} =$ Buradan tüm heykelin uzunluğu $\boxed{50,40\text{ m}}$ çıktı.

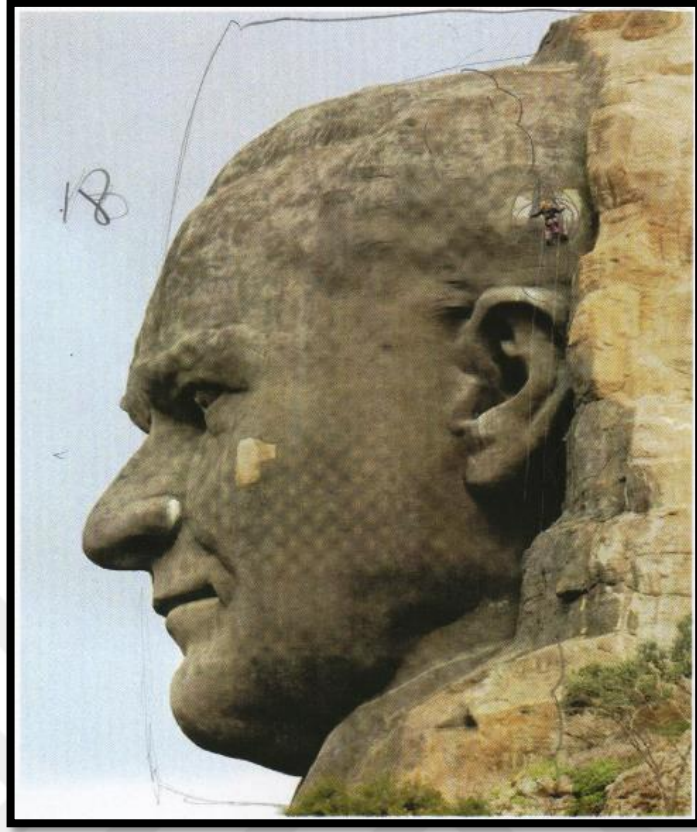
Tamamını bulmak için Yasin hocanın kafa uzunluğu (25 cm) ile tüm boyunu oranladık = $\frac{25}{178} \times \frac{31,50}{x}$ (heykel kafa) / (cm) tamamı

Buradan tüm heykelin uzunluğu (x) = $\boxed{224,3\text{ m}}$ çıktı

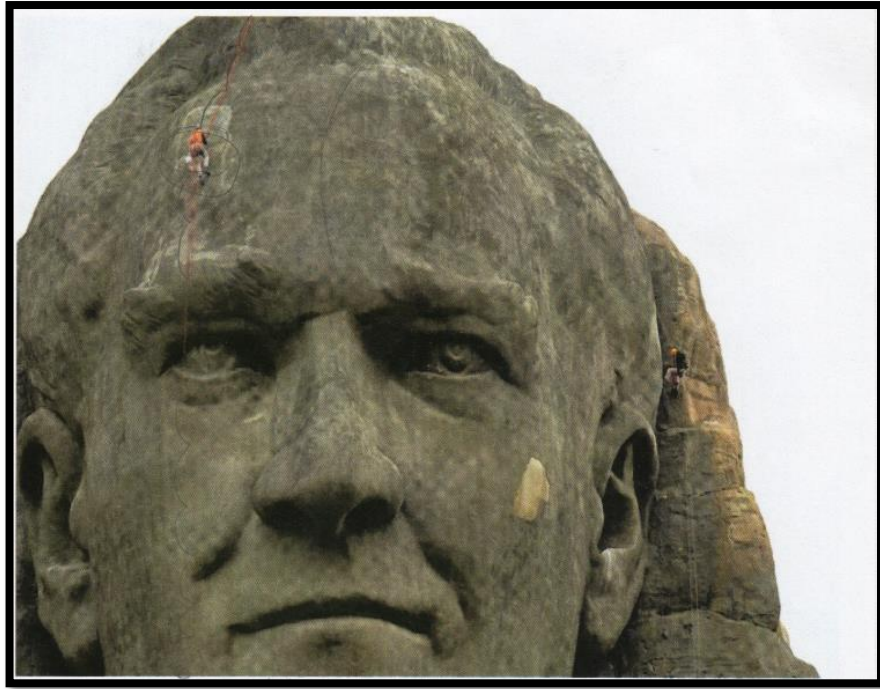
Şekil 46: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Raporları



Şekil 47: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Çalışma Kâğıtları (Üst Görsel)



Şekil 48: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Çalışma Kâğıtları (Sol Alt Görsel)



Şekil 49: Üst-Performans Grubu Öğrencilerinin Atatürk Anıtı Problemi Model Oluşturma Etkinliğine Ait Çalışma Kâğıtları (Sağ Alt Görsel)

4.2.2 Üst Performans Grubuna Ait Süreç Analizi

8. sınıf öğrencilerinden Zehra, Betül ve Işıl'ın oluşturulan *üst-performans grubuna*, *Atatürk Anıtı Problemi* verildikten sonra öğrenciler ilk olarak problemi bireysel olarak okumuşlar ve anlamaya çalışmışlardır. Grup üyelerinden Zehra, problem kâğıdında yer alan dağcı ekibindeki insana odaklanarak ilk görevde istenen anıtın yüksekliğine dağcı ekibindeki insanın boyundan yola çıkılarak ulaşabilecekleri varsayımını ortaya koymuştur. Betül ise ilk aşamada problemin ikinci görevine odaklanarak baş ve vücut arasında bir oran olabileceğine işaret etmiştir. Sürecin devamında Zehra, arkadaşının bu düşüncesini onaylamakla beraber ilk önce birinci göreve odaklanmaları gerektiğini vurgulamış ve görsellerde verilen dağcı ekibindeki insanın ortalama boyu üzerine bir tahminde bulunmuştur (1,75 m). Daha sonra öğrenciler problem kâğıdında verilen görselleri inceleyerek *araştırmacıya* birinci görevde istenen anıtın yüksekliğinin tam olarak neyi ifade ettiğini anlamadıklarına ilişkin sorular yönelterek yardım talebinde bulunmuşlar, araştırmacı ise öğrencilere problemi tekrar okumalarını ve görselleri incelemeleri gerektiğini ifade etmiştir.

Model oluşturma aşamasında grup üyeleri model oluşturma etkinliğinin ilk görevi olan *Atatürk Anıtı*'nın yüksekliğine ulaşabilmek için birinci varsayım olarak problem kâğıdında verilen sol alt görseli kullanma üzerine bir model geliştirmişlerdir. Burada gruptaki öğrencilerden Zehra, cetveli kullanarak sol alt görselde yer alan *Atatürk Anıtı*'nin kafasını ve dağcı ekibindeki "*insanınuzunluğunu*" ölçerek bunları birbiri ile oranlama yoluna gitmiştir (15 kat). Sonrasında öğrenciler dağcı ekibindeki insana '*ortalama bir insan boyu*' olarak belirli bir değer vererek "*anıtın boyunu*" hesaplamışlardır (26,25 m). Sürecin devamında öğrenciler araştırmacının vücut ölçülerini de "*(kafa ile kafa+omuz arası uzunluk)*" çalışmaya dâhil ederek araştırmacının "*kafasının uzunluğu*" ile "*kafa+omuz*" uzunluğunu "*anıtın kafa*" uzunluğu ile "*kafa+omuz*" uzunluğuna oranlamışlardır. Yapılan matematiksel işlemler sonucunda "*anıtın omuz uzunluğunu*" hesaplamışlardır (15,75 m.). Son olarak grup üyeleri "*anıtın kafasının*" uzunluğu ile "*omuz uzunluğunu*" toplayarak problemin birinci görevi olan *Atatürk Anıtı*'nin yüksekliğini hesaplamışlardır (42 m).

İlerleyen süreçte gruptaki öğrencilerden Zehra, anıtın yüksekliğinin 42 m'den daha yüksek olabileceğini düşünerek modellerini yeniden düzenlemek istemiştir. *Üst-performans* grubu öğrencileri birinci varsayımlarında sol alt görselde *Atatürk*

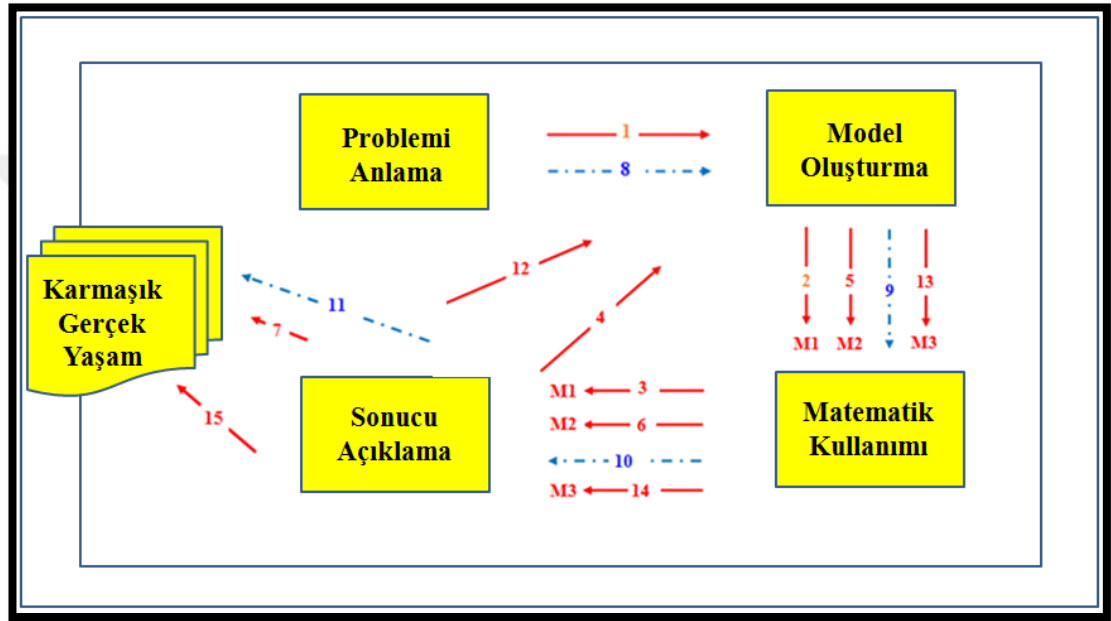
Anıtı'nın kafasını "çene hizasına" kadar cetvelle ölçerken örnek olarak kullandıkları araştırmacının kafasının uzunluğunu "boyun hizasına" kadar ölçtüklerini fark edip anıt için de aynı şekilde ölçme yapmaları gerektiğini düşünmüşlerdir. Devamında ise gruptaki öğrenciler, sol alt görselde verilen dağcı ekibindeki insanı "bir birim" olarak alıp sol alt görselden Atatürk Anıtı'nın "baş kısmından çene kısmına kadar olan uzunluğun" seçtiği birimi kullanarak bu birimden kaç tane olduğunu bulmaya çalışmışlardır. Öğrenciler bir önceki modellerini revize ettikleri bu süreçte "anıtın yüksekliğine" ulaşmak için doğrudan matematiksel çözüme odaklanmışlardır. Bu şekilde "geliştirdikleri ikinci varsayım sürecinde" anıtın uzunluğundaha fazla olduğu tespit etmişler (18 kat) ve yine aynı ortalama bir insan boyunu kullanarak "anıtın kafa uzunluğunu" hesaplamışlardır (31,50 m). Sürecin devamında grup üyeleri birinci varsayımlarındaki benzer orantı işlemini tekrar ederek Atatürk Anıtı'nın yüksekliğini yeniden hesaplamışlardır (50,40 m).

Atatürk Anıtı Problemi'nin ikinci görevinde ise grup üyelerinden Betül, anıtın kafasının uzunluğunun tüm vücuda oranlanması gerekliliğine dayanan bir varsayım ortaya atarak örnek yetişkin olarak da araştırmacı üzerinde bir ölçme işlemi yapmaları konusunda ortak karar almışlardır. Devamında üst-performans grubu öğrencileri "araştırmacının kafa uzunluğu" ile "tüm boyunun uzunluğu arasındaki oranı" tüm anıtın uzunluğunun bulunması noktasında kullanılması yönünde bir varsayım ortaya atmışlardır. Atatürk Anıtı'nın kafa uzunluğu daha önceden bulunduğu için (31,50 m) tüm heykelin uzunluğunun da orantı kullanılarak hesaplanması yoluna gidilmiş ve heykelin tahmini boyu bulunmuştur (224,3 m).

Daha sonra grup üyeleri arasında Zehra'nın görselde yer alan bayrak direklerini bir birim olarak kullanıp Atatürk Anıtı'nın yüksekliğini bulma önerisi sorgulanmıştır. Bu yeni varsayım üzerine üst görselde bayrak direğinin boyu ile anıtın yüksekliğinin uzunluğunun cetvelle ölçme işlemi sonucunda elde edilen nicelikleri oranlanarak hesaplanmıştır. Orantıda gerçek bayrak direğinin uzunluğu rastgele bir biçimde tahmini bir değer alındıktan sonra matematiksel işlem yapılmış ve öğrenciler Atatürk Anıtı'nın yüksekliğini ortaya koydukları bu üçüncü varsayıma göre yeniden hesaplamışlardır (14 m).

Sürecin sonunda öğrenciler, *Atatürk Anıtı Problemi*'nin birinci görevi olan anıtın yüksekliğinin hesaplanması noktasında bayrak direklerini kullanarak geliştirdikleri üçüncü varsayımdan elde ettikleri sonucu gerçek yaşamla ilişkilendirdiklerinde bu modelin uygun olmadığına karar vererek model oluşturma süreçlerini rapor yazma aşamasıyla tamamlamışlardır.

Üst-performans grubu öğrencilerinin *Atatürk Anıtı Problemi* model oluşturma etkinliği süreci boyunca takip ettiği aşamalar Şekil 50'de gösterilmiştir.



Şekil 50: Üst-Performans Grubu Öğrencilerine Ait Model Oluşturma Sürecinde Takip Edilen Aşamalar

→ : 1. Görev sırasında öğrencilerin düşünme süreçleri

- - - - - → : 2. Görev sırasında öğrencilerin düşünme süreçleri

4.3 Alt ve Üst Performans Gruplarının Karşılaştırılması

Atatürk Anıtı Problemi 8. sınıf öğrencilerinden *alt-performans* ve *üst-performans* grubu olmak üzere oluşturulan üçerli iki gruba ayrı ayrı uygulanmış ve grup üyelerinin matematiksel düşünme ve yazılı işlem yoluyla ortaya koydukları model oluşturma süreçleri incelenmiştir.

Atatürk Anıtı Problemi'nin ilk görevinde *problemi anlama* aşamasında, *alt-performans* grubu öğrencileri “*anıtın yüksekliğine*” ulaşabilmek için problem

kâğıdında verilen görsellerdeki “*dağcı ekibindeki insanlara*” göre mi yoksa araştırmacı tarafından uygulama sürecinin başında problemi tanıtmak amacıyla gösterilen kısa videoda anıtın önündeki yoldan geçen “*metroya*” göre mi bir çözüm olması gerektiğini tartışmışlardır. Net bir karara varamayan öğrenciler bu süreçte anıtın yüksekliğine ulaşabilmek için “*bayrak direğinin uzunluğunu*” kullanıp kullanamayacaklarını da sorgulamışlardır. Öğrenciler kendi aralarında tartıştıktan sonra “*metroya*” göre değil; problem kâğıdındaki verilen bilgilerin ve görsellerin kullanılarak çözümün yapılması gerektiği ortak kararına varmışlardır. Aynı süreçte *üst-performans* grubu öğrencileri ise problemi bireysel olarak okumuşlar ve anlamlandırmaya çalışmışlardır. *Atatürk Anıtı Problemi*’nde nicel bir verinin olmaması her iki gruptaki öğrencileri için de başlangıçta *problemi anlama* aşamasında güçlük yaşamalarına sebep olmuştur.

Model oluşturma aşamasında *alt-performans* grubu öğrencileri örnek etkinliklerdeki *Saman Balyası Problemi*’nden yola çıkarak problemde yer alan kıza göre sonuca ulaştıklarını hatırlayıp “*anıtın yüksekliğine*” ulaşabilmek için görsellerde verilen dağcı ekibindeki “*insanlar*” üzerinden bir model geliştirmeye çalışmışlar ve dağcı ekibindeki “*insanın boyunu*” tahminde bulunmuşlardır (1,70 m). Sürecin devamında ise öğrenciler sol alt görselde verilen dağcı ekibindeki “*insanı*” bir birim olarak kullanarak anıtın tamamına yani boydan boya kaç tane “*insan*” yerleştirebilecekleri varsayımını düşünmüşlerdir. Bununla beraber *alt-performans* grubu öğrencileri ilerleyen süreçte sağ alt görseli kullanabilecekleri ikinci bir model üzerinde de çalışmışlardır. Aynı süreçte *üst-performans* grubu öğrencileri ise sol alt görseli odaklanarak “*anıtın yüksekliğine*” dağcı ekibindeki “*insanın*” boyundan yola çıkarak ulaşabilecekleri iki model ile “*bayrak direklerinin uzunluğunu*” kullandıkları üçüncü bir varsayım üzerinde çalışmışlardır. Ayrıca bu süreçte *üst-performans* grubu öğrencileri de dağcı ekibindeki “*insanın ortalama boyunu*” tahminde bulunmuşlardır (1,75 m).

Matematik kullanımı aşamasında ise *alt-performans* grubu öğrencileri *Atatürk Anıtı Problemi*’nin ilk görevinde “*anıtın yüksekliğine*” ulaşabilmek için ilk varsayım olarak problem kâğıdındaki sağ alt görselde verilen dağcı ekibindeki insanın boyunu (0,9 cm) ve sağ alt görseli boydan boya (9,1 cm) ölçmüşlerdir. Daha sonra ise öğrenciler yaptıkları ölçme işleminin sonuçlarından görselde verilen “*adamın*

boyunu/görselin boyuna” oranlayarak sağ alt görselin gerçek uzunluğunu tahmini olarak hesaplamışlardır (17,18 m). *Alt–performans* grubu öğrencileri geliştirdikleri ikinci modelde sol alt görsel odaklanarak burada verilen dağcı ekibindeki “*insanı*” bir birim olarak alıp görselin tamamına kaç tane sığabileceğini düşünmüşlerdir (13 tane). Sürecin devamında bu değeri tahminde buldukları ortalama insan boyu ile çarparak “*anıtın kafasının*” boyunu hesaplamışlardır (22,1 m). Aynı süreçte *üst–performans* grubu öğrencileri ise anıtın yüksekliğine ulaşabilmek için ortaya koydukları birinci varsayımlarında, sol alt görselde yer alan “*anıtın kafasının*” uzunluğunu (7,5 cm) ve dağcı ekibindeki “*insanın*” boyunu (0,5 cm) ölçmüşlerdir. Sürecin devamında ise dağcı ekibindeki insanı yarım birim olarak alıp bu iki ölçme sonucunu çalışma kâğıdında oranlayarak “*anıtın kafasının*” boyunun dağcı ekibindeki “*insanın*” boyunun kaç katına eşdeğer olacağını bulmuşlardır (15 kat). Devamında öğrenciler bu değeri başlangıçta tahminde buldukları ortalama insan boyu ile çarparak “*anıtın kafasının*” uzunluğunu hesaplamışlardır (26,25 m). İlerleyen süreçte ise *üst–performans* grubu öğrencileri elde ettikleri bu sonucu kullanarak ilk görevde istenen anıtın yüksekliğine ulaşmak için araştırmacıyı da bu aşamada sürece dâhil etmişlerdir. Öğrenciler mezura yardımıyla araştırmacının “*kafasının*” uzunluğunu (25 cm) ve “*kafa + omuz*” uzunluğu (40 cm) ölçmüşlerdir. Devamında öğrenciler bu ölçme sonuçlarıyla birlikte araştırmacının “*kafasının uzunluğunun/kafası+omuz uzunluğuna*” oranı ile anıtın “*kafasının uzunluğunun/kafa+omuz uzunluğuna*” oranından elde ettikleri orantı yardımıyla “*anıtın omuz uzunluğunu*” hesaplamışlardır (15,75 m). Daha sonra *üst–performans* grubu öğrencileri “*anıtın kafasının uzunluğu*” ile “*omuz uzunluğunu*” toplayarak *Atatürk Anıtı’nın yüksekliğini* geliştirdikleri birinci modele göre hesaplamışlardır (42 m). İlerleyen süreçte *üst–performans grubu* öğrencileri birinci varsayımlarında sol alt görselde *Atatürk Anıtı’nın* kafasını çene hizasına kadar ölçtüklerini; fakat araştırmacı üzerinde yaptıkları ölçme işleminde araştırmacının kafasının uzunluğunu boyun hizasına kadar ölçtüklerini fark etmişlerdir. Bundan dolayı anıt için aynı şekilde ölçme yapmaları gerektiğini düşünmüşler ve birinci varsayımlarını yeniden düzenleyerek ikinci bir model üzerinde çalışmışlardır. Öğrenciler bir önceki modellerini revize ettikleri *model oluşturma* aşamasından sonra problemin birinci görevi olan anıtın yüksekliğine ulaşmak için doğrudan *matematiksel çözüme* odaklanmışlardır. Öğrenci grubu ikinci modellerinde tekrar ölçme işlemi yaparak sol

alt görseli boyun hizasına kadar ölçmüşlerdir (9 cm). Devamında ise öğrenciler ilk varsayımlarında olduğu gibi dağcı ekibindeki insanı yarım birim (0,5 cm) olarak alıp bu iki ölçme sonucunu oranladıklarında bu görselin uzunluğunun kaç insan boyuna eşdeğer olacağını bulmuşlardır (18 tane). Sonrasında ise ilk varsayımlarındaki benzer matematiksel işlemleri yapan öğrenciler sol alt görselde “*anıtın kafasının*” uzunluğunu (31,50 m) tekrar hesaplamışlardır. Üst-performans grubu öğrencileri sürecin devamında birinci varsayımlarındaki benzer orantı işlemini kullanarak *Atatürk Anıtı*’nın yüksekliğini yeniden hesaplamışlardır (50,40 m). *Üst-performans* grubu öğrencileri ilerleyen süreçte ise “*anıtın yüksekliğine*” ulaşmak için “*bayrak direklerini*” bir birim olarak kullanabilecekleri varsayımını düşünerek üçüncü bir model üzerinde çalışmışlardır. Öğrenciler, okullarındaki bayrak direğinin boyu ile problemin üst görselinde verilen bayrak direklerinin aynı uzunlukta olup olmadığını bilmediklerini; yani standart bir ölçüsünün olamayabileceğini ifade etmelerine karşın; yaklaşık olarak bir sonuca varabileceklerini düşünmüşlerdir. Devamında gruptaki öğrenciler, cetvelle üst görselde “*anıtın yüksekliğini*” (7 cm) ve soldan dördüncü “*bayrak direğinin yüksekliğini*” (4 cm) ölçtükten sonra okullarındaki bayrak direğinin yüksekliğine de tahmini bir değer vermişlerdir (8 m). Daha sonra öğrenciler üst görselden elde ettikleri “*bayrak direğinin boyu*” ile “*anıtın yüksekliğini*” karşılaştırarak oran yazmışlar ve gerekli matematiksel işlemlerin ardından problemin birinci görevi olan *Atatürk Anıtı*’nın yüksekliğini ortaya koydukları bu üçüncü varsayıma göre yaklaşık olarak hesaplamışlardır (14 m).

Atatürk Anıtı Problemi’nin ilk görevinde *sonucu açıklama* aşamasında ise *alt-performans* grubu öğrencileri anıtın yüksekliğinin, *model oluşturma* aşamasında düşündükleri iki varsayımdan elde ettikleri sonuçların arasında ortalama bir değer olacağını tartıştıktan sonra tahmini bir karar vermişlerdir (22 m). Aynı süreçte *üst-performans* grubu öğrencileri *Atatürk Anıtı Problemi*’nin ilk görevi olan anıtın yüksekliğinin hesaplanması noktasında ortaya koydukları üçüncü varsayımdan elde ettikleri sonucu (14 m) gerçek yaşam ilişkilendirdiklerinde bu modelin uygun olmadığına karar vermişlerdir. Sonuç olarak *üst-performans* grubu öğrencileri ilk varsayımlarını revize ederek yeniden ortaya koydukları ikinci modelin ardından *Atatürk Anıtı*’nın yüksekliğine karar vermişlerdir (50,40 m).

Atatürk Anıtı Problemi'nin ikinci görevi olan “anıtın boyutlarına uygun olarak devasa bir Atatürk heykeli (ayaklarından başına kadar tüm vücudu içine alan) yapılacak olduğunda boyunun tahmin edilmesi” sırasında problem üzerinde yoğunlaşan her iki grup öğrencileri de *problemi anlama* basamağının ardından hemen *model oluşturma* aşamasına geçmişlerdir.

Problemin ikinci görevinde *model oluşturma* aşamasında, *alt-performans* grubu öğrencileri ilk olarak varsayımlarını insana uyarlamayla ilişkilendirerek problemin ikinci görevi için düşüncelerini ifade etmişlerdir. Devamında ise öğrenciler, kendilerinden yola çıkarak bir insanın “*kafa uzunluğu*” ile “*gövde uzunluğunu*” karşılaştırarak bunların ölçülmesi ile elde edecekleri bir “*oran*” yardımıyla yapılacak olan heykelin gövde uzunluğunun kaç metre olabileceğini hesaplayabileceklerini belirterek çözüm stratejilerini açıklamışlardır. Sürecin devamında öğrenciler “*anıtın gövdesinin uzunluğunun*” bulunması için geliştirdikleri modellerini, grup arkadaşlarına göre uygulamışlar ve arkadaşlarının “*kafasının boyunu*” ve “*gövdesinin boyunu*” ölçerek bu iki niceliği karşılaştırmışlardır. İkinci görevdeki süreçte öğrenciler yapılabilecek heykelin kafa ve gövdesinin uzunluğunun ne olabileceğine karar verdikten sonra tüm heykelin boyuna ulaşabilmek için “*bacaklarının uzunluğunu*” bulmaya çalışmışlardır. Gruptaki öğrenciler, *Atatürk Anıtı Problemi*’nin ikinci görevi olan yapılabilecek heykelin uzunluğunu bulmak için kafanın ve gövdenin uzunluğunu bulduktan sonra bacak uzunluğunu bulmak için ortaya koydukları modellerinde grup arkadaşlarının kafasının boyunu ve bacaklarının boyunu ölçerek bu iki niceliği karşılaştırmışlardır. *Atatürk Anıtı Problemi*’nin ikinci görevinde *üst-performans* grubu öğrencileri ise problemi anladıktan sonra *alt-performans* grubu öğrencileri gibi sürece *model oluşturma* aşamasıyla devam etmişlerdir. Öğrenci grubu bu aşamada ölçme işlemi yapmaları gerektiğini belirterek, devamında ise problemin ikinci görevine ulaşmak için anıtın kafasının uzunluğunun tüm vücuda oranlanması gerektiğini belirttikleri varsayımlarını açıklamışlardır. Devamında öğrencilerden kendilerinin boyunun kısa olduğunu düşünerek, kendilerine göre bir ölçme işlemi yerine bir yetişkin olarak araştırmacı üzerinde bir ölçme işlemi yapmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla öğrencileri problemin ikinci görevi için araştırmacıyı yine sürece dâhil ederek “*araştırmacının kafasının uzunluğunu boynu ile beraber*” ölçmüşlerdir (25 cm). Öğrenciler “*araştırmacının*

kafasının uzunluğu” ile *“boy uzunluğunu”* ortaya koyarak elde edecekleri bu orandan *“yapılabilecek olan heykelin uzunluğunu”* bulmaya çalıştıkları bir varsayım üzerine odaklanmışlardır.

Alt–performans grubu öğrencileri problemin ikinci görevi için *model oluşturma* aşamasının ardından *matematiksel çözüme* geçmişlerdir. Öğrenci grubu *Atatürk Anıtı Problemi*’nde anıtın kafasının boyunu 20 m alarak birinci görevden elde ettikleri sayısal veriyi kullanma yoluna gitmişlerdir. Sürecin devamında öğrenciler cetvelle *“grup arkadaşlarının kafasının boyunu”* (15 cm) ve *“gövdesinin boyunu”* (50 cm) ölçmüşlerdir. Elde ettikleri bu ölçme sonuçlarının oranı ile *“anıtın kafasının boyunun”* yapılacak olan *“heykelin gövdesinin boyuna”* oranını kullanarak bu orantıdan gövde uzunluğunu hesaplamışlardır (66 m). Devamında ise öğrenciler benzer şekilde *“grup arkadaşlarının kafasının boyunu”* (15 cm) ve *“bacaklarının boyunu”* (78 cm) ölçmüşlerdir. Benzer şekilde bu ölçme sonuçlarının oranı ile *“anıtın kafasının boyunun”* yapılacak olan *“heykelin bacaklarının uzunluğuna”* oranından heykelin bacak uzunluğunu hesaplamışlardır (104 m). Aynı süreçte *üst–performans* grubu öğrencileri de problemin ikinci görevi için oluşturdukları modelin ardından *matematiksel çözüm* aşamasına geçmişlerdir. Çözüm aşamasında öğrenciler araştırmacıyı sürece dâhil ederek araştırmacının boy uzunluğunu kullanmışlardır (1,78 m). Devamında öğrenciler *“araştırmacının kafasının uzunluğunun/tüm boyunun uzunluğuna”* oranı ile *“Atatürk Anıtı’nın kafasının uzunluğunun (31,50 m) /yapılacak olan tüm heykelin uzunluğuna”* oranını kullanarak elde ettikleri orantıdan *“heykelin tahmini boyunu”* hesaplamışlardır (224,3 m).

Problemin ikinci görevinde *sonucu açıklama* aşamasında *alt–performans* grubu öğrencileri, önceki süreçlerde hesapladıkları *“heykelin kafasının, gövdesinin ve bacaklarının uzunluklarını”* toplayarak (192 m); aynı süreçte *üst–performans* grubu öğrencileri ise *“Atatürk Anıtı’nın kafasının uzunluğu”* ile *“yapılacak olan tüm heykelin uzunluğuna”* oranından (224,3 m) sonuca gitmişlerdir.

Her iki grup öğrencileri de *Atatürk Anıtı Problemi* için model oluşturma süreçlerini rapor yazma aşamasıyla tamamlamışlardır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

V. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

5.1 Sonuç ve Tartışma

Yapılan bu çalışma 8. sınıf öğrencilerinin *Atatürk Anıtı Problemi* model oluşturma etkinliği üzerinde, akademik başarı düzeylerine göre model oluşturma süreçleri hakkında önemli sonuçlar ortaya koymaktadır. Modelleme problemi üçerli iki gruba ayrı ayrı ve art arda uygulanarak onları sonuca götüren model oluşturma süreçleri nitel olarak incelenmiştir. Öğrenciler tüm bu süreçte, bilişsel ve üst-bilişsel düşünme süreçlerini doğrusal olmayan bir döngü içinde kullanmışlardır.

Etkinliğin birinci görevinde *model oluşturma* aşamasında *alt-performans* grubu öğrencileri sol alt ve sağ alt görseldeki dağcı ekibindeki insanı birim ölçü olarak kullandıkları iki farklı varsayım üzerinden problemi çözmeye çalışmışlardır. Bu noktada *üst-performans* grubu öğrencileri ise anıtın yüksekliğine ulaşmak için sol alt görseldeki dağcı ekibindeki insanı birim ölçü olarak kullandıkları iki farklı varsayım ve bayrak direklerini ölçü olarak kullandıkları üçüncü bir varsayım üzerinden model oluşturmaya çalışmışlardır.

Matematik kullanımı aşamasında etkinliğin ilk görevi sırasında *alt-performans* grubu öğrencileri anıtın yüksekliğini bulmak için sol ve sağ alt görsellerdeki dağcı ekibindeki insanı bir birim olarak kullanıp bunun üzerine iki farklı matematiksel işlem yapmışlardır. *Üst-performans* grubu öğrencileri ise yine dağcı ekibindeki insanı bir birim olarak kabul edip, araştırmacı üzerinde yaptıkları ölçme sonuçları ile yani araştırmacının kafasının uzunluğunu *kafası+omuz* uzunluğuna ve anıtın kafasının uzunluğunu *kafa+omuz* uzunluğuna oranlayarak orantı işleminden faydalanmışlardır.

Sonucu açıklama aşamasında *alt-performans* grubu öğrencileri anıtın yüksekliğini ortaya koydukları iki varsayımın sonuçlarından hareket ederek yaklaşık olarak ifade etmişlerdir. *Üst-performans* grubu öğrencileri ise anıtın yüksekliği için geliştirdikleri birinci varsayımdan elde ettikleri sonuç üzerinde tartışarak modellerini revize edip

yeni bir sonuç elde etmişlerdir. Ayrıca *üst-performans* grubu öğrencileri, bayrak direklerini kullanarak ortaya koydukları üçüncü varsayımlarını gerçek yaşamla ilişkilendirdiklerinde bu modelin uygun olmadığına karar vermişlerdir. Benzer şekilde Kant'ın (2011) çalışmasında da öğrenciler; sonuca ulaşmaya kadar birçok fikri ortaya atıp tartışmışlar, çeşitli varsayımlar üzerinde çözümlerini test etmişler ve sonuçlarını gerçek durumlarla karşılaştırıp bunların uygun olup olmadığına karar vermişlerdir.

Her iki performans grubu öğrencileri de ikinci görevde, yapılacak olan Atatürk heykelinin boyunu tespit etmek için modelleme problemini gerçek dünya ile ilişkilendirerek insana uyarlamaları gerektiğini düşünmüşlerdir. *Model oluşturma* aşamasında her iki grup öğrencileri de farklı modeller geliştirerek başarılı olmuşlardır. *Alt-performans* grubu öğrencileri yapılacak olan heykelinin boyuna ulaşmak için gruptaki bir arkadaşları üzerinde ölçme işlemi yapmaları gerektiğini düşünmüşlerdir. Öğrenciler, grup arkadaşlarının kafasının uzunluğu ile gövdesi ve bacak yüksekliğini karşılayacakları iki farklı oranı kullanarak heykelin *gövde yüksekliği* ve *bacak yüksekliğini* bulabilecekleri bir model ortaya koymuşlardır. Aynı süreçte *üst-performans* grubu öğrencileri ise sonuca ulaşmak için bir yetişkin üzerinde ölçme işleminin yapılmasının daha doğru sonuç vereceğini düşünerek araştırmacı üzerinde ölçme işlemi yapıp *kafa yüksekliği* ve *boy yüksekliğini* karşılaştırdıkları oran üzerinden bir model oluşturmuşlardır.

Matematik kullanımı aşamasında ise her iki grup öğrencileri de farklı varsayımlar üzerinden orantı işlemleri kullanmışlardır. Bu aşamada *alt-performans* grubu öğrencileri yapılacak olan heykelin tahmini boyunu bulmak için heykelin gövdesinin ve bacaklarının uzunluklarını ayrı ayrı orantı işlemiyle hesaplamışlardır. *Üst-performans* grubu öğrencileri ise *Atatürk Anıtı*'nın kafasının uzunluğunun yapılacak olan tüm heykelin uzunluğuna oranı ile araştırmacının kafasının uzunluğunun boy uzunluğuna oranından bir orantı oluşturarak problemin ikinci görevi olan heykelin tahmini boyunu hesaplamışlardır. Kalaycı'nın (2017) çalışmasının aksine *üst-performans* ve *alt-performans* grubu öğrencileri, *Atatürk Anıtı Problemi* model oluşturma etkinliği sürecinde problem üzerinde matematiksel olarak çalışma noktasında zorlanmayarak yeterli yaklaşımlar ortaya koyabilmişlerdir.

Sonucu açıklama aşamasında her iki performans grubu öğrencileri, düşündükleri

varsayımlardan elde ettikleri sonuçları yorumlayarak gerçek yaşamla ilişkilendirmeye ve modellerini anlamlı hale getirmeye çalışmışlardır. Benzer şekilde Doruk (2010 ve 2014) da araştırmalarında, model oluşturma etkinliklerinin öğrencilere matematiği günlük yaşama transfer etme becerisi üzerinde olumlu bir katkı sağladığını belirtmektedir.

Model oluşturma sürecinde her iki performans grubu öğrencilerinin; anıtın yüksekliğine ulaşmak için görsellerdeki dağcı ekibindeki insana odaklanmaları, insanın boyunu birim ölçü olarak kullanarak buna göre varsayımlar ortaya koymaları, ölçme işlemi yapmaları, matematiksel olarak oran-orantı işleminden faydalanmaları ve elde ettikleri sonuçları gerçek yaşam bağlamında yorumlamaya çalışmaları açısından benzerlik göstermiştir.

Araştırma sonuçlarında her iki performans grubunun ortaya koyduğu modeller kullanılan yöntem bakımından farklılık göstermiştir. *Alt-performans* grubu öğrencileri, anıtın yüksekliği için iki farklı varsayım ortaya koyup sonucu yaklaşık olarak ifade ederken; *üst-performans* grubu öğrencileri üçvarsayımlarında da planlı bir şekilde ölçme işlemi ve matematiksel hesaplamalar yaparak sonuca ulaşmışlardır. Aynı zamanda her iki grup öğrencileri görsellerde verilen dağcı ekibindeki insanın boyu için farklı tahminlerde bulunmuşlardır. Diğer taraftan *alt-performans* grubu öğrencileri, yapılacak olan heykelin boyunun tahmin edilmesi noktasında grup arkadaşları üzerinde ölçme işlemi yaparken; *üst-performans* grubu öğrencileri ise daha doğru ve gerçekçi bir sonuç elde etme düşüncesiyle bir yetişkin olan araştırmacı üzerinde ölçme işlemi yapmışlardır. Ayrıca bu süreçte *alt-performans* grubu öğrencileri yapılacak olan heykelin boyu için kafa, gövde ve bacak uzunluklarını ayrı ayrı toplayarak sonuca ulaşırken; *üst-performans* grubu öğrencileri ise sadece kafa uzunluğu ile boy uzunluğu arasında bir ilişki olabileceği varsayımıyla hesaplamalar yapmışlardır. Dolayısıyla modelleme probleminin ikinci görevinde Atatürk heykelinin yüksekliğinin bulunması için her iki performans grubu öğrencileri de farklı modeller geliştirmişlerdir. Ortaya çıkan bu farklılıklara; (a) *alt-performans* ve *üst-performans* grubu öğrencilerinin akademik başarı düzeyleri, matematiksel ön bilgileri ve hazırbulunuşluk seviyeleri, asıl uygulama sırasında modelleme problemine bakış açıları, geçmiş informal ve formel deneyimleri, ilgi ve motivasyonları arasındaki farklılıklar ve (b) çalışmada kullanılan *Atatürk Anıtı*

Problemi model oluşturma etkinliğinin yapısı ve kapsamının neden olduğu söylenbilir.

Araştırma sonuçları farklı akademik başarı düzeylerine sahip 8. sınıf ğrencilerinin model oluşturma süreci boyunca bazı güçlüklerle karşılaştıklarını da ortaya koymaktadır. Problemden nicel bir verinin olmamasından dolayı her iki performans grubu öğrencileri de başlangıçta problemi anlama, metin ve resim şeklinde sunulan bilgiyi okuma ve yorumlama noktasında güçlük yaşayarak modelleme sürecinin ilk basamağı olan *problemi anlama* aşamasında zorlanmışlardır. Benzer şekilde Dışbudak (2014), Blum ve Ferri (2009) ile Sol, Gimenez ve Rosich (2011) de çalışmalarında öğrencilerin model oluşturma etkinliği sırasında problemi anlama ve yapılandırma, anahtar değişkenleri belirleme ve kullanma, matematiksel ilişkileri keşfetmede güçlüklerle karşılaştıklarını ortaya koymuşlardır.

Modelleme sürecinde her iki grup öğrencileri problemde anlayamadıkları veya elde ettikleri sonuçları değerlendirme noktasında grup içerisinde tartışmak ve çözüm getirmek yerine öğrenciler doğrudan araştırmacıya sorular yneltilmişlerdir. Bu durum öğrencilerin modelleme problemleriyle daha önceki eğitim kademelerinde karşılaşmadıkları veya daha çok çoktan seçmeli teste dayalı sınav odaklı bir eğitim sürecinde olmaları nedeniyle buldukları sonuçları kendilerinin değerlendirmesi ve düşünmesi yerine öğretmene doğrulatma isteklerinin bir sonucu olarak yorumlanabilir. Benzer şekilde Kalaycı (2017) ve İnan (2018) de çalışmalarında, öğrencilerin modelleme sürecinde, genellikle sonuçları yorumlama ve doğrulama yeterlikleri bağlamında zorlandıklarını ve geliştirdikleri matematiksel modellerini gerçek hayat bağlamı ile derinlemesine yorumlamadıklarını ortaya koymuştur.

Çalışmada yer alan *alt-performans* grubu öğrencileri birbirlerine sorular sorarak problemi beraber anlamaya çalışmış ve problemde yer alan görselleri analiz ederek birbirleriyle ilişkilendirirken hangi noktaların dikkate alınacağına yönelik ortak bir karar vermek için tartışma ortamı oluşturarak iş birliği içerisinde çalışmışlardır. Benzer şekilde Doruk (2014) ve İnan (2018) alışmalarında model oluşturma etkinliklerinde öğrencilerin modelleme süreçlerini yaşarken, süreçlerin tamamında iletişim becerilerini geliştirecek yaşantılar içerisine girdiklerini, öğrencilerin çalışma boyunca iş birliği içinde çalışabildiğini ve gerçek yaşam bilgilerine dayalı olarak

zaman zaman varsayımlarda bulunarak problem durumu ile verileri yorumladıklarını ifade etmişlerdir. Sol, Giménez ve Rosich'in (2011) çalışmalarında olduğu gibi *üst-performans* grubu öğrencileri ise model oluşturma sürecinde iletişim kurmada birtakım gibi güçlüklerle karşılaşmışlardır. Öyle ki çoğunlukla gruptaki iki öğrencinin sorumluluk alarak süreci yönlendirdiği diğer öğrencinin ise tartışmalara sınırlı seviyede katkı sağladığı ve daha çok dinlemeyi tercih ettiği gözlemlenmiştir. Ayrıca her iki grubun çalışma sürecinde araştırmacı zaman zaman araya girerek öğrencilerin probleme beraber odaklanmalarının, birlikte çalışarak fikir üretmelerinin ve beraberce bir sonuca ulaşmanın önemini vurgulamış, öğrencilerden süreç sırasında düşüncelerini açık bir şekilde ifade etmeleri ve yazarak açıklamaları yönünde teşvik etmiştir.

Çalışma sonuçları öğrencilerin başlangıçta *problemi anlama* noktasında zorlanmalarına rağmen; her iki grup da metin ve resim şeklinde sunulan bilgiyi okuma ve yorumlama, varsayımda bulunma, elde edilen verilerden model oluşturma, grup çalışması yapabilme ve çalışmanın sonunda ulaştıkları sonuçları yazılı ve sözlü paylaşabilme becerilerini başarılı bir şekilde ortaya koyabilmişlerdir. Kant (2011), Şahin (2014) ve İnan (2018) da çalışmalarında modelleme probleminde, çalışma gruplarındaki öğrencilerin doğrusal olmayan döngüsel bir süreçten geçerek problem durumunu anlamaya çalıştıkları, kendi matematiksel fikirlerini üretip geliştirdiklerini, problemle ilgili faktörleri seçip denediklerini, oluşturdukları modeli test edip yeniden gözden geçirdiklerini ve gerçek yaşam problem durumlarını modelleyebildiklerini ortaya koymuşlardır.

Atatürk Anıtı Problemi; öğrencilerin metin ve resim şeklinde sunulan bilgiyi okuma ve yorumlama, ölçme işlemi yapma, derinlemesine düşünme ve tahminde bulunma, karşılaştırma yapma ve oranlama, elde edilen verilerden model oluşturma, yeni matematiksel fikirler öne sürme ve bu fikirleri grup üyeleri ile tartışarak geliştirmelerine fırsat vermiştir. Benzer şekilde Yıldırım ve Işık (2015) ile Şengil Akar (2017), model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin farklı düşüncelerine olanak sağlayarak onların matematiksel yaratıcılıklarını ortaya koyabilmeleri için yeni fırsatlar yarattığını belirtmişlerdir. Ayrıca seçilen modelleme problemi, çalışma sonunda öğrencilerin ulaştıkları çözümleri yazılı ve sözlü paylaşabilme becerilerini kullanmalarına ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmelerine imkân yaratarak

öğrencilere yeni bir öğrenme ortamı sağlamıştır. Kant (2011) ve Şahin (2014) de çalışmalarında model oluşturma etkinliklerinin; öğrencilerin derinlikli düşünmesine, matematiksel fikirlerini ortaya koyup geliştirmesine ve düzenlemesine fırsat vererek onlara farklı bir öğrenme ortamı sunduğunu ve öğrencilerin bu etkinliklerde verilenlerle çözüm arasında bağlantı kurmak amacıyla kendi matematiksel fikir ve deneyimlerini paylaştıklarını belirtilmektedir. Bu çalışmanın sonuçları bir devlet ortaokulunun 8. sınıfında öğrenim gören üçerli iki grupta yer alan toplam altı öğrencinin *Atatürk Anıtı Problemi* üzerindeki düşünme süreçleri ve çalışmada kullanılan model oluşturma etkinliği ile sınırlıdır.

5.2 Öneriler

Araştırma sonuçları, farklı akademik başarı düzeylerine sahip 8. sınıf öğrencilerinin model oluşturma süreçlerinin değişik aşamalarında zorlandıklarını ortaya koymaktadır. Bu süreçte öğrenciler, model oluşturma etkinliğinde nicel bir veri olmaması nedeniyle başlangıçta problemi anlama, metin ve resim şeklinde verilen bilgiyi okuma ve yorumlama, görselleri birbiriyle ilişkilendirme, varsayımlardan hareketle uygun modeli oluşturma ve modelin geçerliliğini sağlayarak gerçek yaşamla matematik arasında bağlantı kurma noktasında zorlanmışlardır. Karşılaşılan bu güçlüklerin ortadan kaldırılabilmesi için aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

- Problemi anlama, metin ve resim şeklinde verilen bilgiyi okuma ve yorumlamada karşılaşılan zorluğun ortadan kaldırılabilmesi için öncelikle öğrencilerin iyi bir okuma ve anlama becerisine sahip olmaları gerekmektedir. Bu noktada okullarda özellikle Türkçe ve Matematik zümre öğretmenleri iş birliği içerisinde çalışarak, öğrencilere kitap okumanın önemini anlatmalı ve bu konuda öğrencileri teşvik etmelidirler.
- Öğrencilerin model oluşturma süreçlerinin farklı aşamalarında yaşadıkları zorluklara yönelik öğretmenler tarafından sadece ilgili aşamaya özel olarak etkinlikler geliştirilebilir.
- Model oluşturma sürecinde öğrencilerin karşılaşılabilecekleri zorlukların öğretmenler tarafından bilinmesi oldukça önemlidir. Bu şekilde öğretimin planlanmasında, anahtar ve kritik aşamaların belirlenip bunlar için hazırlık yapılmasında ve öğrenme yöntemlerinin düzenlenmesinde kullanılabilir.

- Karşılaşılan güçlüklerin ortadan kaldırılması için öğrencilerin gerçek yaşam durumlarını yorumlamasına olanak sağlayan model oluşturma etkinlikleriyle okulun ilk yıllarından itibaren tanıştırılarak bu konuda daha fazla deneyim sahibi olmalarını sağlayacak öğretim ortamları oluşturulmalıdır.
- Öğrencilerde model oluşturma etkinliklerinin faydaları ve önemine dair farkındalık oluşturulmalıdır. Öyle ki; öğrencilere modelleme problemlerinin geleneksel sözel problemlerden farklı olduğu, matematiksel modellemenin onlara günlük yaşamdaki karmaşık bir problemin matematik yardımıyla nasıl çözülebileceği noktasında imkân tanıdığı ve problem çözme becerilerinin gelişime daha fazla katkıda bulunduğu vurgulanarak gerekliliğine inandırılmalıdır.
- Ortaokullarda seçmeli *Matematik Uygulamaları* dersi; öğrencilerin üst düzey düşünme, matematiksel model oluşturma, akıl yürütme, problem çözme, matematiği diğer disiplinler ve günlük hayatla ilişkilendirme becerilerinin gelişimine katkı sağlamaktadır. Bu yüzden öğrencilere seçmeli olarak sunulan bu ders zorunlu hale getirilmelidir.
- Seçmeli *Matematik Uygulamaları* dersinde model oluşturma etkinliklerinin amacına uygun ve verimli bir şekilde uygulanabilmesi için öğretmenlerin de bu konuda gerekli bilgi ve deneyime sahip olmaları gerekmektedir. YÖK (Yükseköğretim Kurumu) 2018–2019 yılından itibaren eğitim fakültelerinde matematiksel modelleme dersini zorunlu hale getirirken bu dersi 2022 yılına kadar kademeli olarak mezun olacak tüm öğretmen adayları alacaktır. Bu yüzden modelleme dersi almayan veya deneyimi olmayan ortaokul matematik öğretmenlerine model oluşturma etkinliklerini sınıf içinde amacına uygun ve etkin bir şekilde uygulayabilmeleri için özellikle yaz tatili ve seminer dönemlerinde uygulamalı olarak hizmet içi eğitimler verilebilir.

Gelecekte yapılacak olan çalışmaları için aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Bu araştırmada her iki performans grubunun akademik başarı seviyeleri farklı oldukça birbirine yakın olmasından dolayı öğrenciler, model oluşturma süreçlerinin bazı aşamalarında benzer düşünce ve varsayımlarda

bulunmuşlardır. Dolayısıyla gelecekte başarı seviyeleri farkı daha büyük olan gruplarla bir çalışma yapılarak, öğrencilerin akademik başarı düzeylerinin model oluşturma süreçlerine etkisi daha net ortaya konabilir.

- Öğrenme güçlüğü çeken veya akademik başarı düzeyleri çok düşük olan öğrencilerin modelleme becerilerinin incelenmesi üzerine bir çalışma yapılması, bu özellikteki öğrencilerin gerçek hayat durumlarını anlama, yorumlama ve bu durumu matematiksel olarak ne kadar modelleyebileceklerinin belirlenmesi açısından faydalı olabilir.



KAYNAKÇA

- Abrams, J. P. (2001). Mathematical modeling: Teaching the open-ended application of mathematics. In A. A. Cuoco ve F. R. Curcio (Eds.), *The Teaching Mathematical Modeling and the of Representation, 2001 Yearbook* (pp. 1–36). NCTM.
- Altun, M. (2002). *İlköğretim ikinci kademe (6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi*. Bursa: Alfa Yayıncılık.
- Altun, M. (2015). *Ortaokullarda (5, 6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi*. Bursa: Aktüel Yayıncılık.
- Antonius, S., Haines, C. R., Jensen, H. T. ve Niss, M. (2006). Classroom Activities and the Teacher. In W. Blum, P. Galbraith, H.–W. Henn, M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14. ICMI Study* (s. 295–306). New York: Springer.
- Asempapa, R. S. (2015). Mathematical modeling: Essential for elementary and middle school students. *Journal of Mathematics Education*, 8 (1), 16–29.
- Aydın, İ. ve Özgürtaş, T. (2007). Bilim ve modelleme. *Türk Biyokimya Dergisi*, 32 (4), 185–189. Erişim adresi: [http://www.turkjbiochem.com/2007/185–189.pdf](http://www.turkjbiochem.com/2007/185-189.pdf).
- Balakrishnan, G., Yen, Y. P., Goh, E. ve Eng, L. (2010). Mathematical Modelling in The Singapore Secondary School Mathematics Curriculum. In B. Kaur ve J. Dindyal (Eds.), *Mathematical Applications And Modelling: Year Book 2010*. (247– 257). Singapore: National Institute of Education.
- Berry, J. ve Davies, A. (1996) Written reports. In C.R. Haines ve S. Dunthorne (Eds.), *Mathematics Learning and Assessment: Sharing Innovative Practices* (pp. 3.3–3.11). London: Arnold.
- Berry, J. ve Houston K. (1995). *Mathematical modelling*. Bristol: J. W. Arrowsmith Ltd.
- Blomhoj, M. ve Jensen T. (2006). What’s all the fuss about competencies? Experiences with using a competence perspective on mathematics education to develop the teaching of mathematical modelling. In W. Blum, P.L. Galbraith ve M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 45–56). New York: Springer.
- Blomhoj, M. (2008). Different perspectives on mathematical modelling in educational research–Categorising the TSG21 papers. Electronic Proceedings of the Eleventh International Congress on Mathematical Education ICME 11 (pp. 1–13). Mexico.
- Blum, W. (1996). Anwendungsbezüge im mathematik unterricht – Trends und perspektiven. In G. Kadunz (Ed.), *Trends und Perspektiven. Schrift enreihe Didaktik Der Mathematik*, 23 (pp. 15–38). Vienna: Holder–Pichler–Tempisky.
- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education–Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, 51, 149–171.
- Blum, W. ve Ferri, B. R. (2009). Mathematical Modeling: Can It Be Taught and Learnt? *Journal of Mathematical Modeling and Applications*, 1 (1), 45–58.
- Blum, W. ve Leiss, D. (2005). How do students and teachers deal with Mathematical modelling problems? The example “Sugarloaf”. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum ve S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics* (pp. 222–231). Chichester: Horwood Publishing.

- Blum, W. ve Niss, M. (1989). Mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects—State, trends and issues in mathematics instruction. In M. Niss, W. Blum ve I. Huntley (Eds.), *Modelling Applications and Applied Problem Solving* (pp. 1–19). England: Halsted Press.
- Blum, W. ve Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, application, and links to other subjects—state, trends, and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22 (1), 37–68. Erişim adresi: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00302716>.
- Borromeo Ferri, R. (2007). Personal experiences and extra–mathematical knowledge as an influence factor on modelling routes of pupils. In D. Pitta–Pantazi ve G. Philippou (Eds.), *Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME 5* (pp. 2080–2089). Larnaca, Cyprus.
- Borromeo Ferri, R., Kaiser, G. ve Blum, W. (2011). Mit dem taxi durch die welt des mathematischen modellierens. In T. Krohn, E. Malitte, G. Richter, K. Richter, S. Schoneburg ve R. Sommer (Eds.), *Mathematik für Alle. Wege zum Öffnen von Mathematik—Mathematik didaktische Ansätze* (pp. 35–47). Franzbecker: Hildesheim.
- Brookhart, S. M. (2010). *Assess higher–order thinking skills in your classroom*. Alexandria, VA: ASCD.
- Bukova Güzel, E. (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme*. Ankara: Pegem Akademi.
- Chamberlin Scott, A. ve Chamberlin, M. T. (2001). *On–time Arrival*, Yayınlanmamış metin.
- Chamberlin Scott, A. ve Moon Sidney, 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.cimplymouth.ac.uk/journal/chamberlin.pdf>.
- Cheng, C. M. E. (2010). Tracing primary 6 pupils’ model development with in the mathematical modelling process. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1 (3), 40–57.
- Clement, J., Lockhead, J. ve Monk, G. S. (1981). *Translation difficulties in learning mathematics*. *American Mathematical Monthly*, 88, 286–290.
- Clement, J. (1982). Algebra word problem solutions: Thought processes underlying a common misconception. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13, 16–30.
- Creswell, J. W. (1998). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Traditions*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W. (2013). *Nitel araştırma yöntemleri* (M. Bütün ve S. B. Demir. Çev.), Ankara: Siyasal Kitapevi (orijinal çalışma basım tarihi 2013).
- Çelikkol, Ö. (2016). *7. sınıf öğrencilerine cebirsel sözel problemlerde matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması: bir eylem araştırması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Çora, A. (2018). *Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin otantik matematiksel modelleme etkinlikleri ile problem çözme becerilerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Dedebaş, E. (2017). *5. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinliklerinin çoklu uygulamaları esnasında ortaya çıkan davranışlarının ve güçlüklerinin*

- incelenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Dewey, J. (1936). *Experience and education*. New York, NY: Collier.
- Dışbudak, K. (2014). *Model oluşturma etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Dindyal, J. (2010). Word Problems and Modelling In Primary School Mathematics. In B. Kaur ve J. Dindyal (Eds.), *Mathematical Applications and Modelling* (94–111). Singapore: World Scientific.
- Doerr, H. M. (1997). Experiment, simulation and analysis: An integrated instructional approach to the concept of force. *International Journal of Science Education*, 19, 265–282.
- Doerr, H. M. ve English, L. D. (2003). A Modeling Perspective on Students Mathematical Reasoning About Data. *Journal of Research in Mathematics Education*, 34 (2), 110–136.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi* (Doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Doruk, B. K. (2014). İletişim Becerisinin Gelişimi İçin Etkili Bir Araç: Matematiksel Modelleme Etkinlikleri. *Matematik Eğitimi Dergisi*, 1 (1), 1–12.
- Doyle, K. M. (2006). *Mathematical Modelling Through Top Level Structure*. Masters by Research thesis, Queensland University of Technology. Australia.
- English, L. D. ve Lesh, R. A. (2003). Ends in view Problems. In R. A Lesh ve H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: A models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving*, (297–316). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum and Associates.
- English, L. D. ve Watters, J. J. (2004). Mathematical Modelling With Young Children. *28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 335–342.
- English, L. D. ve Watters, J. J. (2005). Mathematical Modeling in Third Grade Classrooms. *Mathematics Education Research Journal*, 16, 59–80.
- English, L. D. (2006). Mathematical modeling in the primary school. *Educational Studies in Mathematics*, 63 (3), 303–323. doi: 10.1007/s10649-005-9013-1.
- English, L. D. (2009). Promoting Interdisciplinarity Through Mathematical Modelling. *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik*, 41 (1–2), 161–181.
- English, L. D. (2010). Young Children's Early Modelling with Data. *Mathematics Education Research Journal*, 22 (2), 24–47.
- English, L. D. (2010). Promoting Student Understanding Through Complex Learning. In Brosnan, P., Erchick, D. B, ve Flevares, L (Eds.) *Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Psychology of Mathematics Education, North American Chapter, Columbus, Ohio (33–42).
- English, L. D. (2011). Complex Modelling in The Primary/Middle School Years. In Stillman, Gloria ve Brown, Jill (Eds.) *ICTMA Book of Abstracts*, Australian Catholic University, Australian Catholic University, Melbourne, VIC.
- English, L. D. (2011). Data Modelling in The Beginning School Years. In Sullivan, Peter ve Goos, Merrilyn (Eds.) *Proceedings of the 34th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australia (MERGA)*, MERGA Inc., Alice Springs, NT (226–234).

- English, L. D. (2012). Young Children's Metarepresentational Competence in Data Modelling. In Dindyal, Jaguthsing, Cheng, Lu Pien, ve Ng, Swee Fong (Eds.) *Mathematics Education: Expanding Horizons: Proceedings of The 35th Annual Conference of The Mathematics Education Research Group of Australasia*, MERGA INC, Singapore (266–273).
- English, L. D. (2012). Data Modelling with First Grade Students. *Educational Studies In Mathematics*, 81, 15–30.
- English, L. D. (2013). Surviving an Avalanche of Data. *Teaching Children Mathematics*, 19 (6), 364–372.
- English, L. D. ve Watson, J. (2018). Modelling with authentic data in sixth grade. *ZDM*, 50 (1–2), 103–115.
- Eraslan, A. (2011). Bir Matematiksel Modelleme Etkinliği: Büyük Ayak Problemi, *Eğitimci–Öğretmen Dergisi*, 6, 25–27.
- Eraslan, A. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüşleri. *Elementary Education Online*, 10 (1), 364–377. Erişim adresi: <http://ilkogretim-online.org.tr/vol10say1/v10s1m29.pdf>
- Eraslan, A. (2012). Prospective Elementary Mathematics Teachers' Thought Processes on a Model Eliciting Activity. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12 (4), 2953–2968.
- Facione, P. A., Facione, N. C. ve Giancarlo, C. A. (2000). The disposition toward critical thinking: It's character, measurement, and relationship to critical thinking skill. *Informal Logic*, 20 (1), 61–84.
- Fox, J. (2006). A justification for mathematical modelling experiences in the preparatory classroom. In P. Grootenboer, R. Zevenbergen ve M. Chinnappan (Eds.), *Identities, Cultures and Learning Spaces, Proceedings of the 29th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Canberra*, (Vol. 1, pp. 221–228). Adelaide: MERGA.
- Galbraith, P. ve Stillman, G. (2006). A framework for Identifying student blockages during transitions in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik–ZDM*, 38 (2), 143–162.
- Galbraith, P., Stillman, G., Brown, J. ve Edwards I. (2007). Facilitating middle secondary modelling competencies. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum ve S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics* (pp. 130–140). Chichester: Hollywood.
- Glesne, C. (2013). *Nitel Araştırmaya Giriş* (A. Ersoy ve P. Yalçınoğlu, Çev.) Ankara: Anı. (orijinal basım tarihi 2011.)
- Gravemeijer, K., Stephan, M., Julie, C., Lin, F. L., ve Ohtani, M. (2017). What mathematics education may prepare students for the society of the future? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15 (1), 105–123.
- Greefrath, G. (2010). Analysis of Modelling Problem Solutions with Methods of Problem Solving. In R. A. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines ve A. Hurford (Eds.), *Modelling Student's Mathematical Modelling Competencies: The 13. ICTMA Study* (265–271). New York: Springer.
- Güder, Y. ve Gürbüz, R. (2017). Teaching concepts through interdisciplinary modeling problem: Energy Conservation Problem. *Elementary Education Online*, 16 (3), 1101–1119.
- Haladyna, T. M. (1997). *Writing test item to evaluate higher order thinking*. USA: Allyn and Bacon.

- Hıdıroğlu, Ç. N. (2012). Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: Yaklaşım ve düşünme süreçleri üzerine bir açıklama (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2017). Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modellemede Oluşturdukları Gerçek Yaşam Problem Durumu Modelleri. *Elementary Education Online*, 16 (4), 1702–1731. [Online]: <http://ilkogretim-online.org.tr/doi:10.17051/ilkonline.2017.342986>.
- Işık, N. (2016). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim 4. sınıfta sayılar öğrenme alanına ilişkin zorluk algısı ve başarıya etkisi* (Doktora tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- İnan, M. (2018). *7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Johnson, T. ve Lesh, R. A. (2003). A Models and Modelling Perspective on Technology-Based Representational Media. In R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching* (s. 265–278). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kaiser, G. (1995). Realitätsbezüge im mathematikunterricht–Ein überblick über die aktuelle und historische diskussion. In Graumann, G. et al. (Eds.), *Materialien für einen Realitätsbezogenen Mathematikunterricht*. (pp. 66–84). Bad Salzdetfurth: Franzbecker.
- Kaiser, G. (2005). Introduction to the working group “Applications and Modelling”. In M. Bosch (Ed.), *Proceedings of the 4th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME 4* (pp. 1611–1622). Spain: FUNDEMI IQS–Universitat Ramon Llull.
- Kaiser, G. ve Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik –ZDM*, 38 (3), 302–310.
- Kal, F. M. (2013). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin matematik problemi çözme tutumlarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Kalaycı, Ö. (2017). *Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin bilişsel ve üst bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bartın Üniversitesi, Bartın.
- Kant, S. (2011). *İlköğretim 8.sınıf öğrencilerinin model oluşturma süreçleri ve karşılaşılan güçlükler* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Kapur, J. N. (1982). The art of teaching the art of mathematical modeling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 13 (2), 185–192.
- Karabörk, M. A. (2016). *Model oluşturma etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersi başarılarına etkisi ve öğrencilerin etkinliklere yönelik görüşleri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.

- Kylonen, P. C. (2012). *Measurement of 21st century skills within the common core state standards*. Paper presented at the Invitational Research Symposium on Technology Enhanced Assessments, May 7–8.
- Lesh, R. A. ve Amit, M. ve Schorr, R. Y. (1997). Using “Real–Life” Problems to Prompt Students to Construct Conceptual Models for Statistical Reasoning. From Gal, I. ve Garfield, J. B. (editors). *The Assessment Challenge in Statistics Education*. IOS Press, 1997 (on behalf of the ISI). Pages 65–83. <http://iase-web.org/documents/book1/chapter06.pdf>
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A. ve Post, T. (2000). Principles for developing thoughtrevealing activities for students and teachers. In A. Kelly ve R. Lesh. (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* (pp. 591–645). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R. A. ve Doerr, H. (2003). Foundations Of Model And Modelling Perspectives On Mathematic Teaching And Learning. In R. A. Lesh, and H. Doerr (Ed.), *Beyond Constructivism: A models and Modelling Perspectives on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving* (3–33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. Erişim adresi: <http://blog.ncue.edu.tw/sys/lib/read-attach.php?id=4311>.
- Lesh, R. A. ve Lehrer, R. (2003). Models and modelling perspectives on the development of students and teachers. *Mathematical Thinking and Learning*, 5 (2–3), 109–130. doi: 10.1080/10986065.2003.9679996.
- Lesh, R., Surber, D. ve Zawojewski, J. (1983). Phases in modelling and phase–related processes. In J. C. Bergeron ve N. Herscovics. (Eds.), *Proceedings of the Fifth Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (pp. 129–36).
- Lesh, R. A. ve Zawojewski, J. S. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (763–804). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Lester, F. K. ve Kehle, P. E. (2003). From Problem Solving to Modelling: The Evolution of Thinking About Research on Complex Mathematical Activity. In R. A. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching* (501–517). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lincoln, Y. S. ve Gruba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Lingefjard, T. (2000). Mathematical modeling by prospective teachers using technology. *Electronically published doctoral dissertation*, University of Georgia. Erişim adresi: (<http://ma-serv.did.gu.se/matematik/thomas.htm>).
- Lingefjard, T. (2006). Faces of Mathematical Modeling. *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik*, 38 (2), 96–112.
- Mason, J. (1988). Modelling: What do we really want pupils to learn? In D. Pimm (Ed.), *Mathematics, Teachers and Children* (pp. 201–215). London: Hodder ve Stoughton.
- Merriam, S.B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber* (Selahattin Turan, Çev.). Ankara: Nobel. (Orijinal çalışma basım tarihi 2009).
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2010). *PISA 2009 projesi ulusal ön raporu*. MEB Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı. Erişim adresi: <http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2013/07/PISA-2009-Ulusal-Ön-Rapor.pdf>

- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *PISA 2012 ulusal ön raporu*. MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. Erişim adresi: <http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2013/12/pisa2012-ulusal-on-raporu.pdf>
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Ortaöğretim matematik dersi öğretim programı (9, 10, 11 ve 12. sınıflar)*. Erişim adresi: <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=329>.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 1-8. sınıflar)*. Erişim adresi: <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=329>.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *PISA 2015 Ulusal Raporu*. MEB Ölçme Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Erişim adresi: <http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/12/pisa2015-ulusal-raporu.pdf>
- Mousoulides, N. (2007). *A Modeling Perspective in the Teaching and Learning of Mathematical Problem Solving*. Unpublished Doctoral Dissertation. University of Cyprus.
- Mousoulides, N., Christou, C. ve Sriraman, B. (2006). *From problem solving to modelling a meta analysis*. Erişim adresi: <http://www.umd.edu/math/reports/srireman/MousoulidesChristouSriraman.pdf>.
- Muller, G. N. ve Wittmann, E. (1984). *Der Mathematik unterricht in der Primarstufe*. Braunschweig: Vieweg.
- Niss, M., Blum, W. ve Galbraith, P. L. (2007). Introduction. In M. Niss, W. Blum, H. Henn, ve P. L. Galbraith (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (3-32). New York: Springer.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework*. Erişim adresi: <http://www.oecd.org/edu/school/programmeforinternationalstudentassessmentpisa/33694881.pdf>.
- Partnership for 21st Century Learning (P21). (2007). *Framework for 21st century learning*. Erişim adresi: <http://www.p21.org/our-work/p21-framework> adresinden alındı.
- Partnership for 21st Century Learning (P21). (2015). *P21 Framework Definitions*. Erişim adresi: <http://www.p21.org/our-work/p21-framework> adresinden alındı.
- Patton, M. (2002). *Qualitative Research and Evaluation Methods*, 2nd ed. Newbury Oaks, CA: Sage Publications.
- Pollak, H. (1979). The Interaction between Mathematics and other School Subjects. UNESCO (Ed.). *New Trends in Mathematics Teaching IV*. Paris.
- Pollak, H. (2007). Mathematical modeling—A conversation with Henry Pollak. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W., Henn ve M. Niss, (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study* (pp. 109-120). New York, NY: Springer.
- Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton, USA, Princeton University Press.
- Sandalcı, Y. (2013). *Matematiksel modelleme ile cebir öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmelerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando: Academic Press, Inc.

- Shell Centre (1985). Swan, M., Pitts, J., Eraser, R., ve Burkhardt, H. with the Shell Centre Team. *Problems with Patterns and Numbers*, Joint Matriculation Board, Manchester.
- Sol, M., Giménez, J. ve Rosich, N. (2011). Project Modelling Routes in 12–16 Year Old Pupils. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri, G. Stillman (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: The 14. ICMTA Study* (231–240). New York: Springer.
- Sönmez, M. T. (2016). *7. Sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleriyle matematikselleştirme süreçlerinin ve finansal okuryazarlıklarının incelenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Spandaw, J. ve Zwaneveld, B. (CERME 6, 2009). Mathematical Modelling in Teacher Education experiences from a modelling seminar. Working group 11. Modelling in Mathematics' Teachers' Professional Development (2076–2085). Erişim adresi: http://www.sciencemath.ph-gmuend.de/Download/CERME_papers.pdf.
- Sriraman, B. (2005). Conceptualizing the notion of model eliciting. *Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. Spain: Sant Feliu De Guíxols. Erişim adresi: <http://fractus.uson.mx/Papers/CERME4/Papers%20definitius/13/sriraman.pdf>.
- Sriraman, B. ve Lesh, R. A. (2006). Beyond Traditional Conceptions of Modeling. *Zentralblatt fuer Didaktik der Mathematik*, 38 (3), 247–254.
- Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J. ve Edwards, I. (2007). A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. *Mathematics: Essential Research, Essential Practice*, 2, 688–697.
- Swetz, F. ve Hartzler, J. S. (1991). Mathematical modeling in the secondary school curriculum. *The National Council of Teachers of Mathematics*: Reston, Virginia. ISBN 0–87353–306–2.
- Şahin, N. (2014). *İlkokul 4.sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri üzerindeki düşünme süreçleri* (Yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2016). İlkokul Öğrencilerinin Modelleme Süreçleri: Suç Problemi. *Eğitim ve Bilim*, 41 (183), 47–67.
- Şengil Akar, Ş. (2017). *Üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının matematiksel modelleme etkinlikleri sürecinde incelenmesi* (Yayımlanmış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Taşkaya Alim, H. N. (2018). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin model oluşturma süreçlerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Tekin Dede, A. (2015). *Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: bir eylem araştırması* (Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Tekin Dede, A. ve Bukova Güzel, E. (2014). Model Oluşturma Etkinlikleri: Kuramsal Yapısı ve Bir Örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33 (1), 95–111.
- Trelinski, G. (1983). Spontaneous mathematization of situations outside mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 14, 275–284.
- Trilling, B. ve Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Francisco: Jossey Bass. Web: PARCC Prototyping Project, http://www.ccsstoolbox.com/parcc/PARCCPrototype_main.html adresinden alındı.

- Tural Sönmez, M. (2019). Yedinci Sınıf Öğrencilerin Matematiksel Modelleme Sürecinde Orantısal Akıl Yürütmelerini Etkileyen Faktörler. *Elementary Education Online*, 18 (2), 734–759.
- Ubuz, B. ve Haser, Ç. (2002). “Matematik öğretiminde rol yapılarının değişimi”.V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 16–18 Eylül 2002, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Ulu, M. (2017). Examining the mathematical modeling processes of primary school 4th grade students: Shopping problem. *Universal Journal of Educational Research*, 5 (4), 561–580.
- Van–Eijndhoven, S. (2014). Mathematical models in industrial context. Lecture notes for Design of Mathematical Models. Technical University Eindhoven.
- Verschaffel, L., Greer, B. ve De Corte, E. (2002). Everyday knowledge and mathematical modeling of school word problems. In K. P. Gravemeijer, R. Lehrer, H. J. Van Oers, and L. Verschaffel (Ed.), *Symbolizing, Modeling And Tool Use In Mathematics Education* (s. 171–195). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. doi: 10.1007/978-94-017-3194-2-16.
- Wake, G., Foster, C. ve Swan, M. (2015). *Understanding issues in teaching mathematical modelling: Lessons from lesson study*. Paper presented at the CERME 9 Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Prague.
- Wollman, W. (1983). Determining the sources of error in a translation from sentence to equation. *Journal for Research in Mathematics Education*, 14, 169–181.
- Voskoglou, M. G. (2006). The use of mathematical modelling as a tool for learning mathematics. *Quaderni di Ricerca in Didattica*, 16, 53–60.
- Yalçın, S. (2018). 21. Yüzyıl Becerileri ve Bu Becerilerin Ölçülmesinde Kullanılan Araçlar ve Yaklaşımlar. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 51 (1), 183–201. doi: 10.30964/auebfd.405860.
- Yıldırım, Z. ve Işık, A. (2015). Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin 5. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Dersindeki Akademik Başarılarına Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23 (2), 581–600.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yu Shih–Yi ve Chang Ching–Kuch (2009). *What Did Taiwan Mathematics Teachers Think of Model Eliciting Activities And Modeling?* Trends In Teaching And Learning Of Mathematical Modelling International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling, Eds: Gabriele Kaiser, Werner Blum, Rita Borromeo Ferri ve Gloria Stillman, New York: Springer. s. 147–156.
- Yurtsever, A. (2018). *6. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri, matematik başarıları ve tutumları arasındaki ilişki* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Zawojewski, J. S., Lesh, R. ve English, L. (2003). A models and modeling perspective on the role of small group learning activities. In R. Lesh ve H. Doerr (Ed.). *Beyond constructivism: Models and modeling perspective on mathematics problem solving, learning, and teaching* (337–358). Mahwah, NJ: Erlbaum. ISBN: 9780805838213.
- Zihar, M. (2018). *Matematiksel modelleme yöntemiyle 8. sınıf üslü ifadeler konusunun öğretimine yönelik bir eylem araştırması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

EKLER

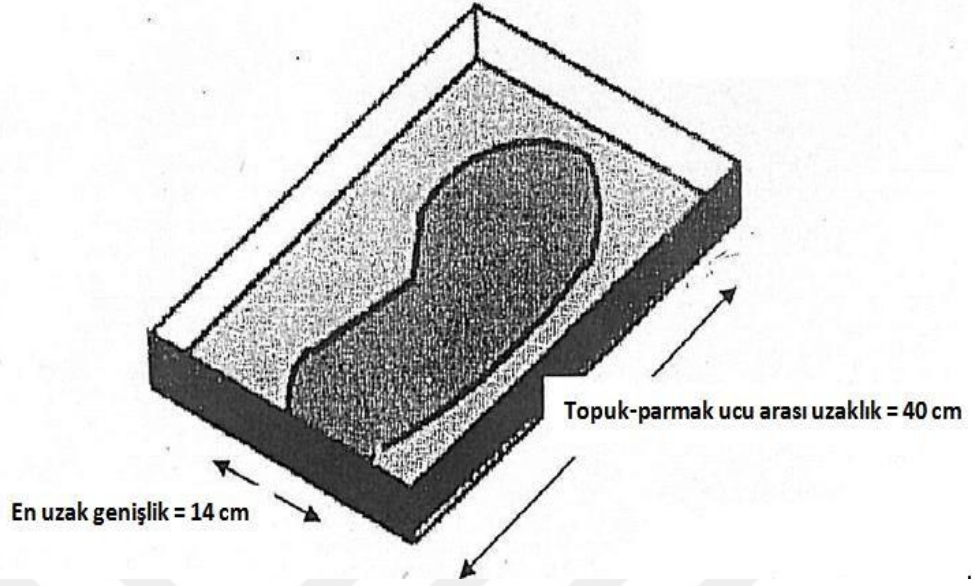
EK-1: Ön Çalışma Sürecinde Uygulanan Model Oluşturma Etkinlikleri

Ek-1.1: Büyük Ayak Problemi

BÜYÜK AYAK PROBLEMİ



Bir kış günü sabah okula gelen öğrenciler hiç de beklemedikleri bir durumla karşılaşır. Okulun bahçesinde polis ve olay yeri inceleme ekibinin bulunduğunu görürler. Polis, dün gece bazı insanların okulun bahçesine çok sayıda kitap bıraktığını belirlemiştir. Okul yönetimi ve öğrenciler bunu yapan insanlara teşekkür etmek isterler fakat hiç kimse bunu kimin yaptığını görmemiştir. Polis olay yerinde birçok ayak izine rastlar. Ayak izlerinin birisi aşağıda görülmektedir. Bu kişiyi ve arkadaşlarını bulmak için bu ayak izinin sahibinin boyunu belirlememiz faydalı olabilir.



SİZİN GÖREVİNİZ

Sizin göreviniz polise ayak izi bulunan kişinin boyunun uzunluğunu belirlemede kullanmak üzere bir araç geliştirmek ve bir mektupla bu aracın nasıl geliştirildiğini ve kullanıldığını polise anlatmak.

NOT: Unutmayınız ki geliştirdiğiniz bu araç buradaki ayak izi için işe yaradığı gibi diğer ayak izleri için de işe yaramalıdır.



Ek-1.2: Saman Balyası Problemi

SAMAN Balyası PROBLEMİ



Şekilde en alt sırada 5 saman balyası bulunmaktadır. Bir üst sıraya geçildiğinde ise her defasında bir saman balyası eksilmektedir yani alttan üste doğru 5, 4, 3, 2 ve 1 tane saman balyası sıralanmaktadır.

SİZİN GÖREVİNİZ

Sevgili öğrenciler sizden istenen görev verilen bilgiler ışığında tüm yığının yüksekliğini yaklaşık olarak hesaplayabileceğiniz bir model geliştirmeniz ve geliştirdiğiniz bu modeli bir mektupla arkadaşlarınıza açıklamanızdır.

Ek-1.3: Voleybol Problemi

VOLEYBOL PROBLEMİ

Türkiye Voleybol Federasyonu yaz kampı düzenleyicilerinin kamptaki oyuncularını eşit takımlara ayırmak için bir yöntem ihtiyacı var. Bunu kampın ilk günü yapılan deneme aktivitelerindeki verileri kullanarak yapmaya karar verirler. Aşağıdaki tablo oyuncuların deneme aktivitelerinden elde edilen bir takım verilerini göstermektedir.

DENEMELERDEKİ VERİLER									
<u>İsim</u>	<u>Oyuncunun boyu(m)</u>	<u>Dikeysi cıraması (cm)</u>	<u>40 metredeki koşusu(sn)</u>	<u>Servis Sonuçları(10 sevisten başarılı olanların sayısı)</u>	<u>Smac Sonuçları (5 deneme için)</u>				
Bahar	1.85	51	6.21	8	Plase geri geldi	Plase sayısı	Hücum sayısı	Top filede	Geri geldi
Pelin	1.57	64	5.98	7	Hücum sayısı	Geri geldi	Top dışarıda	Plase geri geldi	Hücum sayısı
Elif	1.78	61	6.44	8	Top dışarıda	Geri geldi	Geri geldi	Hücum sayısı	Top filede
Neslihan	1.78	69	6.01	9	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Plase sayısı	Hücum sayısı	Geri geldi
Güliden	1.68	64	6.95	10	Top dışarıda	Top filede	Geri geldi	Geri geldi	Plase geri geldi
Nihan	1.73	43	7.12	6	Hücum sayısı	Plase sayısı	Hücum sayısı	Geri geldi	Hücum sayısı
Özlem	1.60	53	6.34	5	Top dışarıda	Hücum sayısı	Top filede	Top filede	Plase geri geldi
Aysun	1.65	58	7.34	8	Top filede	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Plase sayısı
Eda	1.65	61	6.32	9	Top filede	Top dışarıda	Top filede	Top dışarıda	Geri geldi
Nisa	1.70	48	8.18	10	Plase sayısı	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Top dışarıda	Geri geldi
Duygu	1.75	58	6.75	7	Plase geri geldi	Hücum sayısı	Geri geldi	Top dışarıda	Hücum sayısı
Nalan	1.73	38	5.87	8	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Plase sayısı	Top filede
Gözde	1.63	53	6.72	8	Hücum sayısı	Geri geldi	Top dışarıda	Top filede	Plase geri geldi
Esra	1.70	48	6.88	9	Top dışarıda	Top filede	Top filede	Hücum sayısı	Geri geldi
Seda	1.55	61	6.27	6	Plase sayısı	Plase geri geldi	Plase geri geldi	Hücum sayısı	Top dışarıda
Deniz	1.78	58	6.54	8	Top dışarıda	Hücum sayısı	Top dışarıda	Plase geri geldi	Top dışarıda
Gül	1.60	66	7.01	9	Plase sayısı	Top filede	Hücum sayısı	Hücum sayısı	Hücum sayısı
Çiğdem	1.75	46	6.78	10	Top filede	Top dışarıda	Hücum sayısı	Plase geri geldi	Hücum sayısı

Smaç Sonuçları İçin Anahtar Kelimeler

Hücum sayısı: Diğer takım topu geri döndüremedi ve hücum eden takım sayı kazandı.

Top dışarıda: Smaçör topu hucüm alanının dışına attı ve takım sayı kaybetti.

Geri geldi: Diğer takım smaçı geri çevirdi ve oyun devam etti.

Plase sayısı: Smaçör smaç atar gibi yaparak topu filenin üstünden hafifçe vurdu ve takım sayı kazandı.

Plase geri geldi: Smaçör smaç atar gibi yaparak topu filenin üstünden hafifçe vurdu fakat diğer takım topu kurtardı ve oyun devam etti.

Top filede: Smaçör topu filenin üstünden geçirmekte başarısız oldu ve takım sayı kaybetti.

SİZİN GÖREVİNİZ

Sizden istenen tabloda verilen 18 bayan oyuncuyu eşit seviyedeki 3 takıma ayırmanız ve bu yöntemi bir mektupla kamp düzenleyicilerine göndermeniz çünkü kamp yetkilileri gelecek yıllarda düzenlenecek kamplarda oyuncu sayısının 200'den fazla olması durumunda sizin önereceğiniz yöntemi kullanarak oyuncuları takımlara ayıracaktır.

Ek-1.4: Yaz İşi Problemi



YAZ İŞİ PROBLEMİ



Levent bir iş yeri sahibi olup, seyyar satıcılara halka açık yerlerde dolaşarak balon, patlamış mısır ve dondurma satışı yaptırmaktadır. Geçen yaz lunaparkta büyük bir parkta iş almıştır. Tekrar aynı yerden iş teklifi alan Levent' in, gelecek yaz hangi elemanlarını tekrar çalıştırmaya karar verebilmesi için yardımınıza ihtiyacı vardır.

Geçen yaz Levent' in 9 satış elemanı vardı. Bu yaz ise 3'ü tam gün, 3'ü yarım gün olmak üzere 6 satış elemanı çalıştırmayı istemektedir. Levent geçen yaz çalıştırdığı elemanlardan kendisine **en çok gelir getirecek** olanları tekrar işe almak istemektedir. Fakat onları nasıl kıyaslayabileceğini bilmemektedir. Çünkü geçen yılki kayıtlara göre satış elemanlarının günlük çalışma saatleri farklıdır. Bunun yanında parkın yoğunluk durumu da satışta önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin kalabalık bir Cuma gecesi satış yapmak, yağmurlu bir öğleden sonra satış yapmaya göre çok daha kolaydır. Levent geçen yılki kayıtlarını inceleyerek, parkın yoğunluk durumuna göre her satış elemanının çalışma süresini ve kazandığı para miktarını gösteren aşağıdaki tabloları oluşturmuştur (Tablo 1 ve 2).



SİZİN GÖREVİNİZ

Satış elemanlarının geçen yılki performanslarını inceleyerek 3 tane “tam gün (full time)” 3 tane de “yarım gün (part-time)” çalıştırmak üzere **iki grup** satış elemanı belirleyiniz. Levent'e sonuçlarınızı bir mektupla bildirin. Teklifinizin kullanılabilir olup olmadığına karar verilebilmesi için mektupta satıcıları nasıl değerlendirip seçtiğinizi **ayrıntılı** bir şekilde açıklayınız.

TABLO 1: GEÇEN YAZ AYLIK TOPLAM ÇALIŞMA SÜRELERİ (saat olarak)

ÇALIŞANLAR	HAZİRAN			TEMMUZ			AĞUSTOS		
	ÇOK YOĞUN	ORTA YOĞUN	DÜŞÜK YOĞUN	ÇOK YOĞUN	ORTA YOĞUN	DÜŞÜK YOĞUN	ÇOK YOĞUN	ORTA YOĞUN	DÜŞÜK YOĞUN
GIZEM	12.5	15	9	10	14	17.5	12.5	33.5	35
KAAN	5.5	22	15.5	53.5	40	15.5	50	14	23.5
TARIK	12	17	14.5	20	25	21.5	19.5	20.5	24.5
JALE	19.5	0.5	34	20	31	14	22	19.5	36
CAN	19.5	26	0	36	15.5	27	30	24	4.5
CANAN	13	4.5	12	33.5	37.5	6.5	16	24	16.5
RIZA	26.5	43.5	27	67	26	3	41.5	58	5.5
ALI	7.5	16	25	16	45.5	51	7.5	42	84
AYTEN	0	3	4.5	38	17.5	39	37	22	12

TABLO 2: GEÇEN YAZ AYLIK TOPLAM KAZANÇLARI (TL)

ÇALIŞANLAR	HAZİRAN			TEMMUZ			AĞUSTOS		
	ÇOK YOĞUN	ORTA YOĞUN	DÜŞÜK YOĞUN	ÇOK YOĞUN	ORTA YOĞUN	DÜŞÜK YOĞUN	ÇOK YOĞUN	ORTA YOĞUN	DÜŞÜK YOĞUN
GIZEM	690	780	452	699	758	835	788	1732	1462
KAAN	474	874	406	4612	2032	477	4500	834	712
TARIK	1047	667	284	1389	804	450	1062	806	491
JALE	1263	1188	765	1584	1668	449	1822	1276	1358
CAN	1264	1172	0	2477	681	548	1923	1130	89
CANAN	1115	278	574	2972	2399	231	1322	1594	577
RIZA	2253	1702	610	4470	993	75	2754	2327	87
ALI	550	903	928	1296	2360	2610	615	2184	2518
AYTEN	0	125	64	3073	767	768	3005	1253	253

Ek-1.5: Suç Problemi



SUC PROBLEMİ



Samsun Emniyet Genel Müdürlüğü bu yılki bütçenin arttırılmasına ihtiyaç olmadığını söyleyerek tüm dikkatleri üstüne çekmiştir. Emniyet müdürü Samsun'un, Türkiye'nin en güvenli şehirleri arasında olduğunu ve elindeki verilerin bunu kanıtladığını bildirmiştir. Emniyet müdürünün yorumları pek inandırıcı gelmemiş olacak ki Maliye Bakanlığı Samsun'un bütçesini geçen yılki bütçeye oranla arttırmıştır. Maliye Bakanlığı Samsun'un diğer şehirlere göre daha güvenli olmadığını düşünmektedir. Emniyet Müdürlüğü verileri aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Tabloda on iki şehrin, 6 ciddi suça ait yıllık ortalama oranları yer almaktadır. Bu oranlar ortalama 100.000 kişiye düşen verilerdir. Bu 6 suç şekli şiddet içeren suçlar ve mülke (eşyaya) zarar veren suçlar şeklinde ayrılmıştır. En sağdaki sütun son 5 yıl içinde görülen suç oranındaki artış veya azalış eğilimlerini göstermektedir.

SİZİN GÖREVİNİZ

Maliye Bakanlığı Samsun'un Türkiye'nin en güvenli şehri olup olmadığına karar vermek için sizden yardım istiyor. Bu yardım Samsun'un güvenliği hakkında Maliyenin karar vermesine yardımcı olacak bir yöntem geliştirmektir. Bu yöntemi ve nasıl bulduğunuzu açıklayan bir mektup yazınız.



ŞEHİRLER	ŞİDDET İÇEREN SUÇLAR			MÜLKE (EŞYAYA) ZARAR VEREN SUÇLAR			SUÇ EĞİLİMİ	
	Cinayet	Gasp (Güç Kullanarak Soygun)	Darp (Saldırı-şiddet- taciz)	Ev Hırsızlığı	Hırsızlık (Kapkaç)	Otomobil Hırsızlığı	Artan ↑	Azalan ↓
Rize	4	3	6	56	304	14	↑	
Eskişehir	2	2	7	134	498	32	↑	
Aydın	1	2	20	50	299	16	↓	
Trabzon	18	32	92	186	497	67	↓	
Antalya	2	4	16	90	325	23	Değişmedi	
Malatya	4	16	20	60	162	58	↑	
Samsun	3	10	16	83	257	16	↑	
Sivas	9	53	44	103	367	95	↑	
Kayseri	5	8	79	125	177	26	↓	
Van	2	3	22	62	271	13	↓	
Diyarbakır	15	23	61	185	421	61	↓	
Adana	24	107	78	131	315	152	↑	

Ek-1.6: Fasulye Problemi



FASULYE PROBLEMİ



Çiftçi Ahmet Amca kuru fasulye yetiştirirken hangi ışık koşulunun daha iyi bir tercih olduğuna karar vermeye çalışmaktadır. Çiftçi Ahmet Amca karar verirken yardımını olacağını düşündüğü için **kuru fasulye bitkisi** yetiştiren **Çiftçiler Birliğini** ziyaret etmiş ve **iki farklı ışık koşulu** kullandıklarını görmüştür. İki farklı ışık koşulu;

- (1) Fasulyeleri açık havada **gün ışığında** yetiştirme.
- (2) Fasulyeleri sadece **gölge altında** yetiştirme.

Çiftçiler Birliği **on hafta** sonunda, kuru fasulyelerin **ağırlığını** ölçmüş ve kayıt etmişlerdir. **Gün Işığında** ve **Gölgede** olmak üzere 4 sıra fasulye yetiştirmişlerdir.

GÜN IŞIĞINDA			
Kuru Fasulye Bitkisi	6. Hafta	8. Hafta	10.Hafta
Sıra 1	9 Kg	12 Kg	13 Kg
Sıra 2	8 Kg	11 Kg	14 Kg
Sıra 3	9 Kg	14 Kg	18 Kg
Sıra 4	10 Kg	11 Kg	17 Kg

GÖLGEDE			
Kuru Fasulye Bitkisi	6. Hafta	8. Hafta	10.Hafta
Sıra 1	5 Kg	9 Kg	15 Kg
Sıra 2	5 Kg	8 Kg	14 Kg
Sıra 3	6 Kg	9 Kg	12 Kg
Sıra 4	6 Kg	10 Kg	13 Kg



SİZİN GÖREVİNİZ

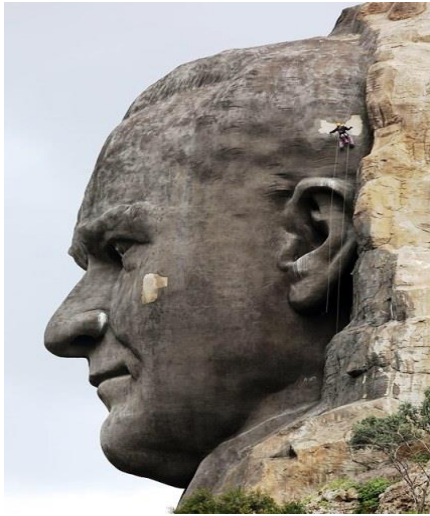
1. Yukarıdaki verileri kullanarak kuru fasulye yetiştirirken **en çok ürünü alabilmek için** tercih edilecek **en uygun ışık** koşulunu seçiniz ve neden bunu tercih ettiğinizi Ahmet amcaya bir mektupla **açıklayınız.**
2. **Gün ışığında** ve **Gölgede** fasulyelerin **12. Hafta** sonunda ağırlıklarını tahmin ediniz ve bu tahmini nasıl yaptığınızı Ahmet amcaya bir mektupla **açıklayınız.**

EK-2: Atatürk Anıtı Problemi

ATATÜRK ANITI PROBLEMİ



Türkiye'nin en büyük dünyanın ise 10. büyük anıt projesi olan Atatürk Anıtı, İzmir'in Buca ilçesinde bulunmaktadır. Kayalıklar üzerine püskürtme beton tekniğiyle yapılan anıt 3 yılda tamamlanmıştır. Aşağıda zamanla yağmur ve güneşin etkisiyle yıpranan anıt üzerinde özel dağcılık ekibince yapılan bakım çalışmalarından resimler yer almaktadır.



SİZİN GÖREVİNİZ

1. Sizden istenen yukarıda ilk resimde verilen **Atatürk Anıtı'nın yüksekliğini hesaplamanız** ve bunu nasıl yaptığınızı ayrıntılı bir şekilde açıklamanızdır.
2. Bu anıtın heykeltıraşı Harun Atalayman bir sonraki projesinde, bu anıtın boyutlarına uygun olarak devasa bir Atatürk heykeli (ayaklarından başına kadar tüm vücudu içine alan) yapmak istemektedir. **Sizce yapılacak olan Atatürk heykelinin boyu kaç metre olabilir?** Elde ettiğiniz sonuca ulaşmak için kullandığımız yöntem veya modeli ayrıntılı şekilde açıklayan bir mektup yazınız.

EK-3: Araştırma İzni



T.C.
BAFRA KAYMAKAMLIĞI
İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 37203712-821.01-E.4203707
Konu: Yasin DUMAN Hk.

27.02.2018

ORTAOKULU MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nün 27/02/2018 tarih ve 821.01-E.4126851 sayılı yazısı.

İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nün ilgi yazısı gereği Samsun Ondokuzmayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Yasin DUMAN'ın okunuz 8/D sınıfında öğrenim gören öğrencilere yönelik "**Ortaokul 8. Sınıf Öğrencilerinin Performans Seviyelerine göre Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi**" konulu tez uygulama çalışması yapma isteği ile ilgili yazısı ilişikte gönderilmiştir.

Yazının incelenerek gerekli işlemlerin yapılması hususunda;

Gereğini rica ederim.

Yüksel AYDIN
Müdür a.
Şube Müdürü

Ek:
1- Yazı ve ekleri (9 Sayfa)
2- 22/02/2018 tarihli komisyon kararı (1 Sayfa)

Yasin DUMAN
Yasin DUMAN

Gazipaşa Mah. Şeh.Adem YILDIZ Sokak No:16/1
Elektronik Ağ: www. meb.gov.tr
e-posta: @meb.gov.tr

SAMSUN

Ayrıntılı bilgi için: C. ÖĞÜTCÜ Memur
Tel: (0 362) 543 10 97 (119)
Faks: (0 362) 542 55 06

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evrak.sorumu.meb.gov.tr> adresinden 8534-22a5-33f2-b02c-9e8b kodu ile teyit edilebilir.

EK-4: Etik Kurul Onay Kararı



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURUL KARARLARI

KARAR TARİHİ	TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI
27.12.2017	12	2017/ 272-322

KARAR NO: 2017 – 278
Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans öğrencisi Yasin DUMAN'ın Doç. Dr. Ali ERASLAN 'ın danışmalığında “ Ortaokul 8. Sınıf Öğrencilerinin Performans Seviyelerine Göre Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi” konulu yüksek lisans tezine ilişkin mülakat, gözlem, Video/Film kaydı, ses kaydı ve model oluşturma etkinlikleri çalışmalarını okunarak görüşüldü.

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans öğrencisi Yasin DUMAN'ın Doç. Dr. Ali ERASLAN 'ın danışmalığında “ Ortaokul 8. Sınıf Öğrencilerinin Performans Seviyelerine Göre Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi” konulu yüksek lisans tezine ilişkin mülakat, gözlem, Video/Film kaydı, ses kaydı ve model oluşturma etkinlikleri çalışmalarının kabulüne oybirliği ile karar verilmiştir.

ASLI GİBİDİR.