

**T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ORTAOKUL 7. ve 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN
MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

Yunus Emre OZULU

Danışman: Doç. Dr. Meryem ÖZTURAN SAĞIRLI

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI**

**ERZİNCAN
2021
Her Hakkı Saklıdır.**

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ORTAOKUL 7. ve 8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Yunus Emre OZULU

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Meryem ÖZTURAN SAĞIRLI

Bu araştırmada çalışma grubunun ilgi alanlarına yönelik hazırlanan farklı matematiksel modelleme problemleri aracılığıyla ortaokul 7.ve 8. sınıf öğrencilerinin modelleme yeterlikleri ile süreç içerisinde modelleme yeterliklerindeki değişimin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında bir devlet ortaokulunda 7. ve 8. sınıf öğrencileriyle yürütülmüştür. Öğrencilerin ilgi alanlarının belirlenmesi için önce bireysel görüşmeler, ardından da odak grup görüşmesi gerçekleştirilmiştir. İçerik analizine tabi tutulan görüşme verileri doğrultusunda yedi adet matematiksel modelleme problemi oluşturulmuştur. Öğrencilerin yapmış oldukları çalışmalar problemi anlama, sadeleştirme, matematiksel model oluşturma, matematiksel olarak çalışma, yorumlama, doğrulama ve raporlaştırma yeterlikleri açısından değerlendirilmiş; video kayıtları, Grup Çalışması Formu, Rapor Formu, öğrenci çözüm kâğıtları hazırlanan dereceli puanlama anahtarıyla betimsel analize tabi tutulmuştur. Öğrenciler, tüm modelleme problemlerini bir şekilde matematiksel olarak ifade edebilmelerine rağmen herhangi bir matematiksel model geliştirme arayışında bulunmamışlardır. Öğrencilerin yorumlama yeterlikleri başlangıçta Düzey 2 ve Düzey 3 seviyelerinde iken ilerleyen modelleme problemlerinde yorumlama becerilerini en üst düzeyde sergilemiş oldukları görülmüştür. Öğrencilerin doğrulama yeterliklerini en fazla Düzey 4 seviyesine kadar sergileyebilmeleri, bu aşamada ne kadar güçlük çektiklerini göstermektedir. Araştırmanın sonunda gelişime en dirençli yeterliklerin doğrulama ve raporlaştırma olduğu belirlenmiştir. Farklı sınıf düzeylerinde öğrenim gören öğrencilerin aynı matematiksel modelleme problemleri üzerinde ayrı ayrı çalışmaları sağlanarak modelleme yeterlikleri karşılaştırılabilir.

2021, 405 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Matematiksel modelleme, Matematiksel modelleme problemleri, Matematiksel modelleme yeterlikleri, Ortaokul öğrencileri

ABSTRACT

MSc Thesis

EXAMINING THE MATHEMATICAL MODELING COMPETENCIES OF SECONDARY SCHOOL 7th and 8th GRADE STUDENTS

Yunus Emre OZULU

Erzincan Binali Yıldırım University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mathematics and Science Education

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Meryem ÖZTURAN SAĞIRLI

This study aims to examine the change in modeling competencies of 7th and 8th grade students and modeling competencies in the process through different mathematical modeling problems prepared for the interests of the study group. The research was conducted with 7th and 8th grade students in a public secondary school in the 2020-2021 academic year. To determine the interests of the students, first individual interviews and then a focus group discussion were held. In line with the interview data subjected to content analysis, seven mathematical modeling problems were created. The work done by the students were evaluated in terms of a understanding the problem, simplification, creating a mathematical model, working mathematically, interpreting, verifying and reporting; video recordings, Group Work Form, Report Form and student solution papers were subjected to descriptive analysis with the prepared rubric. Although the students were able to express all the modeling problems mathematically, they did not make an effort to develop any mathematical model. While the interpretation competencies of the students were at Level 2 and Level 3 at the beginning, it was observed that they displayed their interpretation competencies at the highest level in the following modeling problems. Students' ability to demonstrate their verification competencies up to Level 4 shows how much difficulty they had at this stage. At the end of the study, the most resistant competencies to development were verification and reporting. The modeling competencies can be compared by having students studying at different grade levels work on the same mathematical modeling problems separately.

2021, 405 Pages

Keywords: Mathematical modeling, Mathematical modeling problems, Mathematical modeling competencies, Secondary school students

TEŞEKKÜR

Öncelikle tez danışmanlığımı üstlenerek beni onurlandıran ve bu çalışmaya yönlendiren, tüm süreç boyunca sorduğum her soruya sabırla cevap veren, çalışmanın en iyi şekilde gerçekleştirilebilmesi için yol gösterip sürekli beni motive eden ve cesaretlendiren, yoğun geçen vaktine rağmen bana zaman ayıran ve hem akademik bilgisi hem de tecrübelerinden faydalanma şansı bulduğum, öğrencisi olmaktan büyük gurur duyduğum, çok kıymetli danışman hocam sayın Doç. Dr. Meryem ÖZTURAN SAĞIRLI'ya en derin saygılarımla teşekkürü bir borç bilir, şükranlarımı sunarım.

Ders döneminde tanıştığım için çok memnun olduğum ve değerli bilgileriyle akademik gelişmemde büyük emekleri olan, Prof. Dr. Mehmet BEKDEMİR'e, Prof. Dr. Muzaffer OKUR'a, Doç. Dr. Meryem ÖZTURAN SAĞIRLI'ya, Doç. Dr. Fatih BAŞ'a, Doç. Dr. Ömer FARUK ÇETİN'e, Dr. Öğretim Üyesi Zeynep ÇAKMAK GÜREL'e ve Dr. Öğretim Üyesi Oben KANBOLAT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hazırlanan matematiksel modelleme problemlerini tasarım prensiplerine göre değerlendirerek sunmuş oldukları görüş ve öneriler doğrultusunda çalışmaya önemli ölçüde katkı sağlayan Prof. Dr. Mehmet BEKDEMİR'e, Dr. Öğretim Üyesi Zeynep ÇAKMAK GÜREL'e ve Dr. Öğretim Üyesi Demet DENİZ YILMAZ'a çok teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Tez savunma jürime katılarak beni onurlandıran, değerli fikirleriyle tezime önemli katkılar sağlayan saygıdeğer hocalarım Doç. Dr. Fatih BAŞ'a, Dr. Öğretim Üyesi Zeynep ÇAKMAK GÜREL'e, Dr. Öğretim Üyesi Demet DENİZ YILMAZ'a, Dr. Öğretim Üyesi Betül KÜÇÜK DEMİR'e teşekkür ederim.

Son olarak zorluklarla mücadele etme konusunda göstermiş olduğu azmi ve kararlılığıyla her zaman örnek aldığım, hayatımın her noktasında beni desteğinden mahrum etmeyen, kahrımı çeken biricik anneme ve varlığından büyük mutluluk duyduğum canım kardeşime en samimi duygularıyla sonsuz minnetlerimi sunarım.

Yunus Emre OZULU

Temmuz, 2021

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xvi
SİMGELER ve KISALTMALAR	xvii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	15
2.1. Yurt Dışında Yapılan Bazı Araştırmalar	15
2.1.1. Lisans düzeyindeki çalışmalar	15
2.1.2. Ortaöğretim düzeyindeki çalışmalar	17
2.1.3. Ortaokul düzeyindeki çalışmalar	20
2.1.4. İlkokul düzeyindeki çalışmalar	24
2.2. Yurt İçinde Yapılan Bazı Araştırmalar	25
2.2.1. Lisans düzeyindeki çalışmalar	25
2.2.2. Ortaöğretim düzeyindeki çalışmalar	32
2.2.3. Ortaokul düzeyindeki çalışmalar	35
2.2.4. İlkokul düzeyindeki çalışmalar	41
3. KURAMSAL TEMELLER.....	44
3.1. Model ve Modelleme.....	44
3.2. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme	50
3.3. Matematiksel Modelleme Yaklaşımları	54
3.3.1. Gerçekçi veya uygulamalı modelleme.....	55
3.3.2. Bağlamsal modelleme.....	55
3.3.3. Eğitimsel modelleme	56
3.3.4. Sosyo-kritik modelleme.....	56
3.3.5. Epistemolojik veya teorik modelleme	57
3.3.6. Bilişsel modelleme.....	57
3.4. Matematiksel Modelleme Süreci.....	59
3.5. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri.....	71

3.6. Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme	75
3.7. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri	79
3.7.1. Matematiksel modelleme etkinliklerinde olması gereken prensipler	81
3.7.1.1. Model yapılandırma prensibi	81
3.7.1.2. Gerçeklik (kişisel anlamlılık) prensibi	82
3.7.1.3. Öz-değerlendirme prensibi	83
3.7.1.4. Model dokümantasyon (yapı belgelendirme) prensibi	83
3.7.1.5. Model genelleme prensibi	84
3.7.1.6. Etkili prototip prensibi	84
3.7.2. Matematiksel modelleme etkinliklerinde grup çalışmasının önemi	85
3.7.3. Matematiksel modelleme etkinliklerinde öğretmenin rolü	86
4. MATERYAL ve YÖNTEM	89
4.1. Araştırmanın Türü ve Deseni	89
4.2. Çalışma Grubu	90
4.3. Veri Toplama Araçları ve Geliştirilmesi, Verilerin Toplanması	92
4.3.1. Görüşme formu	92
4.3.2. Bireysel görüşmeler	94
4.3.3. Odak grup görüşmesi	95
4.3.4. Matematiksel modelleme problemleri	98
4.3.5. Grup çalışmaları formu	101
4.3.6. Rapor formu	102
4.3.7. Araştırmacı gözlem notları	102
4.3.8. Öğrenci çözüm kâğıtları	103
4.3.9. Video kayıtları	103
4.4. Uygulama Aşaması	104
4.4.1. Pilot uygulama	104
4.4.1.1. Pilot uygulamadan elde edilen sonuçlar	108
4.4.2. Asıl uygulama	121
4.5. Verilerin Analizi	123
4.6. Çalışmanın Geçerlik, Güvenirliği ve Etiksel Durum	127
5. ARAŞTIRMA BULGULARI	132
5.1. “Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri ne düzeydedir?” Alt Problemine İlişkin Elde Edilen Bulgular	133
5.1.1. “Takım Kurmaca” problemine ilişkin elde edilen bulgular	133

5.1.1.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’na ait bulgular.....	133
5.1.1.2. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’na ait bulgular	142
5.1.2. “Hastamız İyileşecek mi?” problemine ilişkin elde edilen bulgular	151
5.1.2.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’na ait bulgular.....	151
5.1.2.2. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’na ait bulgular	160
5.1.3. “Gülten DAYIOĞLU ile Buluşmaya Ne Dersin?” problemine ilişkin elde edilen bulgular	170
5.1.3.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’na ait bulgular.....	170
5.1.3.2. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’na ait bulgular	184
5.1.4. “Muhteşem İnternet Paketleri Burada!” problemine ilişkin elde edilen bulgular.....	198
5.1.4.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’na ait bulgular.....	198
5.1.4.2. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’na ait bulgular	211
5.1.5. “Polis Soyguncunun Peşinde!” problemine ilişkin elde edilen bulgular ...	226
5.1.5.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’na ait bulgular.....	226
5.1.5.2. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’na ait bulgular	244
5.1.6. “Çıktık Bir Yola” problemine ilişkin elde edilen bulgular.....	263
5.1.6.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’na ait bulgular.....	263
5.1.6.2. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’na ait bulgular	276
5.1.7. “Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?” problemine ilişkin elde edilen bulgular	296
5.1.7.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’na ait bulgular.....	296
5.1.7.2. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’na ait bulgular	311
5.2. “Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin süreç içerisinde matematiksel modelleme yeterliklerindeki değişim nasıldır?” Alt Problemine İlişkin Elde Edilen Bulgular ..	325
5.2.1. Problemi anlama aşaması:	325
5.2.2. Problemi sadeleştirme aşaması:	326
5.2.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:	326
5.2.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:.....	327
5.2.5. Yorumlama aşaması:	327
5.2.6. Doğrulama aşaması:	328
5.2.7. Raporlaştırma aşaması:	329
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	331
KAYNAKLAR	345
EKLER.....	367

EK- 1. Tez Çalışması Süresince Yapılan Çalışmalar	368
EK- 2. Etik Kurul Kararı	369
EK- 3. Çalışma İzni	371
EK- 4. Bilgilendirilmiş Gönüllü Veli Olur Formları.....	374
EK- 5. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formları.....	378
EK- 6. Bireysel ve Odak Grup Görüşme Formu	382
EK- 7. Uzman Görüşü Alma Formu	383
EK- 8. Araştırmada Kullanılan Matematiksel Modelleme Problemleri.....	393
EK- 9. Grup Çalışmaları Formu	400
EK- 10. Rapor Formu	401
EK- 11. Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesi İçin Dereceli Puanlama Anahtarı.....	402
EK- 12. "Takım Kurmaca" problemin ilişkin Muhteşem Dörtlü Grubu'nun çalışmaları	404
EK- 13. "Takım Kurmaca" problemine ilişkin Muhteşem Dörtlü Grubu'nun çalışmaları	405
EK- 14. "Hastamız İyileşecek mi?" problemine ilişkin Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun çalışmaları.....	406
EK- 15. "Hastamız İyileşecek mi?" problemine ilişkin Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun çalışmaları.....	407
EK- 16. "Gülten DAYIOĞLU ile Buluşmaya Ne Dersin?" problemine ilişkin Muhteşem Dörtlü Grubu'nun çalışmaları	409
EK- 17. "Gülten DAYIOĞLU ile Buluşmaya Ne Dersin?" problemine ilişkin Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun çalışmaları	410
EK- 18. "Muhteşem İnternet Paketleri Burada!" problemine ilişkin Muhteşem Dörtlü Grubu'nun çalışmaları.....	411
EK- 19. "Muhteşem İnternet Paketleri Burada!" problemine ilişkin Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun çalışmaları	412
EK- 20. "Polis Soyguncunun Peşinde!" problemine ilişkin Muhteşem Dörtlü Grubu'nun çalışmaları.....	413
EK- 21. "Polis Soyguncunun Peşinde!" problemine ilişkin Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun çalışmaları	414
EK- 22. "Çıktık Bir Yola" problemine ilişkin Muhteşem Dörtlü Grubu'nun çalışmaları	415
EK- 23. "Çıktık Bir Yola" problemine ilişkin Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun çalışmaları.....	416
EK- 24. "Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?" problemine ilişkin Muhteşem Dörtlü Grubu'nun çalışmaları.....	417

EK- 25. "Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?" problemine ilişkin Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun çalışmaları	418



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1. 21. yüzyıl becerileri	3
Şekil 1.2. PISA 2003 ile PISA 2018 uygulamaları arasında Türkiye'nin matematik performansındaki değişim	6
Şekil 3.1. Modelleme sisteminin modellenmesi	50
Şekil 3.2. Matematiksel Modelin Basit Bir Görünümü	52
Şekil 3.3. Matematiksel modelleme döngüsü	60
Şekil 3.4. Modelleme Sürecinin Yapısı	60
Şekil 3.5. Matematiksel modelleme sürecinin yapısı	61
Şekil 3.6. Matematiksel Modelleme Diyagramı	62
Şekil 3.7. Matematiksel modelleme sürecinin basit bir görünümü	62
Şekil 3.8. Modelleme süreci	64
Şekil 3.9. Modelleme Süreci	65
Şekil 3.10. Matematiksel modelleme döngüsü	65
Şekil 3.11. Matematiksel modelleme süreci	66
Şekil 3.12. Matematiksel modelleme süreci	67
Şekil 3.13. Matematiksel modelleme döngüsü	67
Şekil 3.14. Matematiksel modelleme diyagramı	68
Şekil 3.15. Modelleme sürecinin basamakları	69
Şekil 3.16. Matematiksel modelleme sürecinin temel yapısı	70
Şekil 3.17. Kesişen matematiksel yeterlikler kümesi	72
Şekil 3.18. Geleneksel ve modelleme bakış açılarına göre problem çözme	78
Şekil 3.19. Model Oluşturma Etkinliklerinin Özellikleri	80
Şekil 4.1. Modelleme problemlerinin değerlendirilmesinde kullanılan formdan bir kesit	100
Şekil 4.2. Araştırmacı gözlem notlarından bir kesit	103
Şekil 4.3. Pilot uygulama sınıfının oturma planı	106
Şekil 4.4. Pilot Uygulama Süreci	107
Şekil 4.5. Matematik Dehaları Grubu'nun "Takım Kurmaca" etkinliğine ait varsayımları	109
Şekil 4.6. Rafadan Tayfa Grubu'nun "Hastamız İyileşecek mi" problemine ait oluşturdukları matematiksel model	111

Şekil 4.7. Yıldızlar grubunun “Gülten Dayıoğlu ile Buluşmaya Ne Dersin?” problemine dair gerçekleştirmiş oldukları matematiksel işlemler ve yapmış oldukları ölçümden bir kesit	113
Şekil 4.8. Yıldızlar Grubunun “Muhteşem İnternet Paketleri Burada” problemine ait oluşturdukları varsayımlar ve matematiksel model	114
Şekil 4.9. Matematik Dehaları ve Rafadan Tayfa gruplarının “Polis Soyguncunun Peşinde!” problemine dair gerçekleştirmiş oldukları ölçümler	116
Şekil 4.10. Rafadan Tayfa Grubu’nun “Çıktık Bir Yola” probleminde oluşturdukları model ve çözümüne ait bir kesit.....	117
Şekil 4.11. Matematik Dehaları Grubu’nun “Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?” problemine dair oluşturmuş oldukları matematiksel model.....	119
Şekil 4.12. Asıl Uygulama Süreci	123
Şekil 4.13. Modelleme süreci.....	125
Şekil 5.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’nun “Takım Kurmaca” problemine ait grup çalışmaları formundan bir kesit.....	134
Şekil 5.2. Muhteşem Dörtlü Grubu’nun dair verilenleri matematikselleştirmelerinden bir kesit.....	137
Şekil 5.3. Muhteşem Dörtlü Grubu’nun gerçekleştirmiş oldukları matematiksel çalışmalardan bir kısmı	138
Şekil 5.4. Muhteşem Dörtlü Grubu’nun Anadolu Efes takımının Banvit takımını yenme ihtimalini hesaplamada gerçekleştirdikleri matematiksel çalışmalar.....	139
Şekil 5.5. Muhteşem Dörtlü grubu öğrencilerinin oluşturduğu takımlar	139
Şekil 5.6. Muhteşem Dörtlü Grubu’nun yapmış oldukları araştırma sonrası oluşturdukları varsayımlar.....	141
Şekil 5.7. Muhteşem Dörtlü Grubu’nun “Takım Kurmaca” problemine ait matematiksel modelleme yeterli düzeyleri	141
Şekil 5.8. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun “Takım Kurmaca” problemini anlamak için araştırma sonrası elde ettiği verilerden bir kısmı.....	142
Şekil 5.9. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun yapmış oldukları araştırma sonrası oluşturdukları varsayımlar.....	144
Şekil 5.10. Abdurrahman’ın önerdiği ve Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu tarafından reddedilen matematiksel ifadeler	146
Şekil 5.11. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun gerçekleştirdikleri matematiksel hesaplamalar.....	148
Şekil 5.12. Anadolu Efes takımının Banvit takımını yenme ihtimalini bulma aşamasında Geleceğin Parlayan Yıldızları öğrencileri tarafından gerçekleştirilen matematiksel çözümler.....	148
Şekil 5.13. Öğrencilerin pozisyonlarına göre oyuncuları belirleme ve Anadolu Efes takımının rakip takımı yenme ihtimalini bulma aşamalarında ulaştıkları sonuçlar	149

Şekil 5.14. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu tarafından yazılan rapor.....	151
Şekil 5.15. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun "Takım Kurmaca" problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri.....	151
Şekil 5.16. Muhteşem Dörtlü Grubu öğrencilerinin durumu matematikselleştirmeleri	154
Şekil 5.17. Muhteşem Dörtlü Grubu'nun problem durumunun modellenmesi sürecinde gerçekleştirdikleri matematiksel hesaplamalar	155
Şekil 5.18. Muhteşem Dörtlü Grubu'nun "Hastamız İyileşecek mi?" problemine ait yazmış oldukları tavsiye mektubu.....	159
Şekil 5.19. Muhteşem Dörtlü Grubu'nun "Hastamız İyileşecek mi?" problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri.....	160
Şekil 5.20. Öğrencilere sunulan etkinlik kâğıdından bir kesit	161
Şekil 5.21. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu öğrencilerinin oluşturdukları matematiksel ifade.....	164
Şekil 5.22. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun "Hastamız İyileşecek mi?" etkinliğinin çözümüne yönelik gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler.	167
Şekil 5.23. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun hazırladığı rapor	169
Şekil 5.24. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun "Hastamız İyileşecek mi?" problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri	169
Şekil 5.25. Okul bahçesinin büyüklüğünü bulmak için gerçekleştirilen çizim.....	174
Şekil 5.26. Öğrencileri bir kişinin ne kadar yer kapladığını bulmaya yönelik yaptıkları matematiksel çözümler.....	177
Şekil 5.27. Öğrencilerin bahçenin kenar uzunluklarını bulmaya yönelik matematiksel çözümleri.....	177
Şekil 5.28. 1 numaralı bölgede oluşan bahçenin alanını bulmaya yönelik gerçekleştirilen işlemler	178
Şekil 5.29. 2 numaralı bölgede oluşan bahçenin alanını bulmaya yönelik gerçekleştirilen işlemler	179
Şekil 5.30. 3 numaralı bölgede oluşan bahçenin alanını bulmaya yönelik gerçekleştirilen işlemler	179
Şekil 5.31. Öğrencilerin bahçeye kaç kişinin sığabileceği sorusuna yönelik yaptıkları matematiksel işlemler.....	180
Şekil 5.32. Muhteşem Dörtlü Grubu öğrencileri tarafından yazılan rapor	183
Şekil 5.33. Muhteşem Dörtlü Grubu'nun "Gülten DAYIOĞLU ile Buluşmaya Ne Dersin?" problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri	183
Şekil 5.34. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun öğrencileri bahçeye nasıl yerleştirecekleri konusunda gerçekleştirdikleri çizim.....	187
Şekil 5.35. Grup üyelerinin bir öğrencinin bahçede ne kadar yer kaplayacağı sorusuna ilişkin oluşturdukları matematiksel model	189

Şekil 5.36. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu tarafından bir öğrencinin ne kadar yer kaplayacağı üzerine gerçekleştirilen ölçümler	193
Şekil 5.37. Bir kişinin kapladığı alanın büyüklüğünü hesaplamaya yönelik gerçekleştirilen matematiksel çözümler	193
Şekil 5.38. Grup üyelerinin öğrencileri bahçe içerisine yerleştirdikleri bölgelerin alanlarını hesaplamaya yönelik gerçekleştirdikleri matematiksel çözümler	194
Şekil 5.39. Bahçenin içerisine kaç kişinin sığabileceği sorusuna karşılık öğrencilerin gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler.....	195
Şekil 5.40. Öğrencilerin okul müdürüne yazmış oldukları rapor	197
Şekil 5.41. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun “Gülten DAYIOĞLU ile Buluşmaya Ne Dersin?” problemine ait matematiksel modelleme yeterli düzeyleri	198
Şekil 5.42. Öğrencilerin tabloda verilen kullanım miktarlarını yuvarlayarak büyükten küçüğe doğru yapmış oldukları sıralama	206
Şekil 5.43. Öğrencilerin ilk internet paketini oluşturmaya yönelik gerçekleştirdikleri matematiksel çözümler.....	207
Şekil 5.44. Öğrencilerin ikinci internet paketini oluşturmaya yönelik gerçekleştirdikleri matematiksel çözümler.....	208
Şekil 5.45. Öğrencilerin matematiksel sonuçlarına göre gerçek yaşam bağlamında yaptıkları yorumlamalar	209
Şekil 5.46. Öğrencilerin yazmış oldukları rapor	210
Şekil 5.47. Muhteşem Dörtlü Grubu’nun “Muhteşem İnternet Paketleri Burada!” problemine ait matematiksel modelleme yeterli düzeyleri	211
Şekil 5.48. 2018 ve 2019 yıllarındaki toplam kullanım miktarının hesaplanması aşamasında gerçekleştirilen çözümler	219
Şekil 5.49. Oluşturulan yıllık paketin kullanım miktarının ne kadar olacağı sorusuna ilişkin öğrencilerin gerçekleştirdikleri matematiksel çalışmalar.....	220
Şekil 5.50. Grup üyelerinin mevcut paketteki aylık ortalama kullanım miktarının ne kadar artırılması gerektiğine ilişkin gerçekleştirmiş oldukları matematiksel çalışmalar	221
Şekil 5.51. Grup üyelerinin yazmış oldukları rapor	225
Şekil 5.52. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun “Muhteşem İnternet Paketleri Burada!” problemine ait matematiksel modelleme yeterli düzeyleri.....	226
Şekil 5.53. Grup üyelerinin parke taşı ölçülerine ulaşmak için internetten yaptıkları araştırmaya ait ekran görüntüsü	230
Şekil 5.54. Parke taşına ait buldukları ölçüleri nasıl kullanacaklarına ilişkin grup üyelerinin yaptıkları çizim	231
Şekil 5.55. Öğrencilerin yaptıkları çizimde dikey ve yatay kenar uzunluklarını hesaplamaya yönelik gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler.....	237

Şekil 5.56. Öğrencilerin hırsızın gölge boyuna ulaşmak için gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler.....	238
Şekil 5.57. Öğrencilerin Tuba'nın gölge boyu ile boy uzunluğundan yararlanarak hırsızın boy uzunluğunu hesaplamaya yönelik gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler.....	239
Şekil 5.58. Öğrenciler tarafından yazılan rapor	243
Şekil 5.59. Muhteşem Dörtlü Grubu'nun "Polis Soyguncunun Peşinde!" problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri.....	243
Şekil 5.60. Parke taşlarının sayılması şeklinde oluşturulan varsayıma yönelik öğrenciler tarafından gerçekleştirilen ilk çizim.....	246
Şekil 5.61. Parke taşlarının sayılması şeklinde oluşturulan varsayıma yönelik öğrenciler tarafından gerçekleştirilen ikinci çizim.....	247
Şekil 5.62. Mücahit'in yaptıkları çizimi telefon ekranından büyüterek gerçekleştirmiş olduğu ölçüm.....	248
Şekil 5.63. Grup üyelerinin parke taşının ölçülerini bulmak için internetten yapmış oldukları araştırma sonucuna ait ekran görüntüsü.....	249
Şekil 5.64. Hümeysra'nın Pisagor Bağıntısı'nı tam olarak hatırlayamaması üzerine incelediği ders notu	252
Şekil 5.65. Öğrencilerin hırsızın kameradaki gölge boyuna ulaşmak için gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler.....	258
Şekil 5.66. Grup üyelerinin kameradaki gölge boyundan yararlanarak hırsızın boy uzunluğuna ulaşmak için yaptıkları matematiksel hesaplamalar	259
Şekil 5.67. Öğrenciler tarafından hazırlanan rapor	262
Şekil 5.68. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun "Polis Soyguncunun Peşinde!" problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri	263
Şekil 5.69. Öğrencilerin Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın teklifine göre belirledikleri reklam sürelerine karşılık gelen ücretleri bulabilmek için gerçekleştirdikleri hesaplamalar.....	271
Şekil 5.70. Öğrencilerin Süper Medya Reklam Ajansı'nın teklifine göre belirledikleri reklam sürelerine karşılık gelen ücretleri bulabilmek için gerçekleştirdikleri hesaplamalar.....	272
Şekil 5.71. Elde edilen sonuçlara göre gerçekleştirilen yorumlamalara ilişkin öğrenci çözüm kağıdından bir kesit	273
Şekil 5.72. Öğrenciler tarafından hazırlanan rapor	275
Şekil 5.73. Muhteşem Dörtlü Grubu'nun "Çıktık Bir Yola" problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri	276
Şekil 5.74. Reklam süresinin 3 dakika 35 saniye olması durumuna ilişkin gerçekleştirilen matematiksel çözümler	289
Şekil 5.75. Reklam süresinin 3 dakika 35 saniye olması durumuna ilişkin gerçekleştirilen matematiksel çözümler	290

Şekil 5.76. Öğrencilerin reklam süresinin 3 dakika 35 saniye olması durumuna ilişkin elde ettikleri matematiksel sonuçlar	291
Şekil 5.77. Öğrencilerin belirledikleri durumlara göre hangi reklam ajansını tercih edeceklerine ilişkin tavsiyeleri	292
Şekil 5.78. Öğrenciler tarafından hazırlanan rapordan bir kesit	295
Şekil 5.79. Öğrenciler tarafından hazırlanan rapordan bir kesit	295
Şekil 5.80. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun "Çıktık Bir Yola" problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri.....	296
Şekil 5.81. Öğrencilerin her bir satış görevlisinin kampanya süresince yapmış oldukları satışlara ilişkin ulaştıkları sayısal sonuçlar	303
Şekil 5.82. Grup üyelerinin satış görevlilerinin mağaza müdürü olmaları durumunda ne kadar ücret istediklerine ilişkin gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler	304
Şekil 5.83. Öğrencilerin satış görevlilerinin 1 aylık satışlarına ilişkin ulaştıkları sayısal sonuçlar	306
Şekil 5.84. Mağaza müdürünün kim olması gerektiği konusundaki yorumlamalar	307
Şekil 5.85. Öğrenciler tarafından sunulan rapor	309
Şekil 5.86. Muhteşem Dörtlü Grubu'nun "Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?" problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri	311
Şekil 5.87. Öğrencilerin Aslı'nın satmış olduğu ürünlerin toplam fiyatlarını bulmak için gerçekleştirmiş oldukları matematiksel işlemler.....	318
Şekil 5.88. Öğrencilerin diğer görevlilerin satmış olduğu ürünlerin toplam fiyatlarını bulmak için gerçekleştirmiş oldukları matematiksel işlemler.....	318
Şekil 5.89. Öğrencilerin Aslı'nın talep ettiği primle birlikte aylık ne kadar ücret alacağını belirlemek için gerçekleştirdikleri matematiksel çözümler	319
Şekil 5.90. Öğrencilerin diğer görevlilerin primle birlikte aylık ne kadar ücret alacağını bulmak için gerçekleştirmiş oldukları matematiksel çözümler.....	319
Şekil 5.91. Öğrencilerin elde ettikleri sayısal sonuçlara ilişkin gerçekleştirdikleri yorumlamalar	322
Şekil 5.92. Öğrenciler tarafından sunulan rapor	324
Şekil 5.93. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun "Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?" problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri ...	325
Şekil 5.94. Öğrencilerin problemi anlama yeterliklerinden aldıkları puanların haftalara göre değişimi	325
Şekil 5.95. Öğrencilerin problemi sadeleştirme yeterliklerinden aldıkları puanların haftalara göre değişimi	326
Şekil 5.96. Öğrencilerin matematiksel model oluşturma yeterliklerinden aldıkları puanların haftalara göre değişimi	327
Şekil 5.97. Öğrencilerin matematiksel olarak çalışma yeterliklerinden aldıkları puanların haftalara göre değişimi	327

Şekil 5.98. Öğrencilerin yorumlama yeterliklerinden aldıkları puanların haftalara göre değişimi	328
Şekil 5.99. Öğrencilerin doğrulama yeterliklerinden aldıkları puanların haftalara göre değişimi	329
Şekil 5.100. Öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerinden aldıkları puanların haftalara göre değişimi	330
Şekil 5.101. Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinden aldıkları toplam puanların haftalara göre değişimi	330



TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1. Matematiksel modelleme süreci	61
Tablo 3.2. Matematiksel modelleme sürecindeki temel basamaklar ve bu basamaklara ait anahtar davranışlar	63
Tablo 3.3. Matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri	74
Tablo 3.4. Matematiksel Modelleme Yeterlik düzeyleri	75
Tablo 4.1. Çalışma grubunu oluşturan öğrencilere ait bilgiler.....	91
Tablo 4.2. Çalışmada kullanılan veri toplama araçları	92
Tablo 4.3. Görüşme sürecine ilişkin bilgiler.....	95
Tablo 4.4. Pilot uygulamanın çalışma grubunu oluşturan öğrencilere ait bilgiler	106
Tablo 4.5. Asıl uygulama için oluşturulan gruplar	122
Tablo 4.6. Dereceli puanlama anahtarından bir kesit.....	126

SİMGELER ve KISALTMALAR

Kısaltmalar

ABİDE	Akademik Becerilerin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi
EBA	Eğitim Bilişim Ağı
ICMI	International Commission on Mathematical Instruction
ICTMA	The International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications
LGS	Liselere Geçiş Sınavı
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
MOE	Model Oluşturma Etkinliği
NCTM	National Council of Teachers of Mathematics
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PISA	Programme for International Student Assessment
TIMMS	Trends in International Mathematics and Science Study
TTKB	Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı
TYÇ	Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi

1. GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, araştırmanın amacı, önemi, varsayımları ve sınırlılıkları ile araştırmada kullanılan bazı terimlerin tanımlarına yer verilmiştir.

Problem Durumu

Hayatımızı sürdürmüş olduğumuz küreselleşen bu yerkürede yaşanan hızlı değişimler beraberinde bilginin önemini artırarak bilim anlayışını önemli ölçüde değiştirmiştir. Ortaya çıkan bu yeni bilim anlayışının özünde insanoğlunun hep daha iyiye ulaşma arzusu yatmaktadır. 21.yüzyıl dünyasındaki bu büyük değişim insan yaşamını sosyal, kültürel, ekonomik ve siyasi olmak üzere hayatın bütün alanlarında etkilemiş ve şüphesiz ki etkilemeye de devam edecektir. İnsanoğlunun her an tanıklık ettiği bu devrim niteliğindeki gelişmeler eğitim ve öğretim alanında da büyük değişimlerin yolunu açmıştır. Bunun temel nedeni eğitim ve öğretimin; toplumların refah düzeyini yükseltmelerinin, büyüyen dünya nüfusu içerisinde rekabet edebilmenin ve tarihin tozlu sayfaları arasında silinip kaybolmaktan kurtulmanın başlıca yollarından birisi olmasıdır. İlkokul ve ortaokul matematik dersi öğretim programında bilim ve teknolojideki hızlı değişimin, bireyin ve toplumun değişen ihtiyaçları ile öğrenme öğretme teori ve yaklaşımlarındaki yenilik ve gelişmelerin bireylerden beklenen rolleri de doğrudan etkilediği belirtilmiştir(Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Günümüzdeki eğitim ve öğretim çalışmaları geleneksel anlayıştaki gibi ezberleyen, bilgiyi verildiği gibi özümseyen bireyler değil; aksine sorgulayan, eleştiren, problemlere alternatif çözümler üretebilen bireylerin yetiştirilmesini amaçlamaktadır. Bilim ve teknolojinin her türlü imkanını insanın hizmetine sunmuş olduğu bu çağın bireylerini yetiştirmek, artık kolay elde edilen bilgiyi insan yaşamına yararlı bir şekilde yorumlamanın yollarını bulabilmeyi gerektirir. Bill Gates bilginin kolay elde edilebilir hale gelmesini şu sözle açıklar: “Çocukken okul dışında bir şey öğrenmek istediğimde, Dünya Kitap Ansiklopedisini açmak, yapabildiğim en iyi şeydi. Bugün tek yapmanız gereken çevrimiçi olmak”. Bilginin bu denli kolay ulaşılabilir ve hızlı bir şekilde tüketildiği çağımızda önemli olan sahip olunan bilgi düzeyi değil bilginin hayata aktarılıp kullanılabilmesidir.Harari (2018); günümüz dünyasında eğitimde en son verilmesi gereken şeyin bilgi olduğunu,bilgiyi anlamlandırabilme, kullanabilme, önemli ve

önemsiz olanı ayırt edebilme ve bu bilgileri dünya ile ilişkilendirebilmenin önemli olduğunu belirtmektedir.

Günümüz eğitim sistemlerinde öğrencilerin bilgiyi öğrenmelerinden daha çok bu bilgiyi bireylerin günlük yaşamlarının her yerinde kullanabilecekleri bir forma dönüştürmeleri istenmektedir. Bu nedenle Türk Eğitim Sistemi 1968 yılından beri kullanmış olduğu geleneksel ezberci öğretim programlarından vazgeçerek 2005 yılı itibariyle çağın şartlarına uygun öğrenci merkezli olarak geliştirilen yeni öğretim programlarını uygulamaya koymuştur. Programda bilginin hızla yenilenerek üretildiği günümüzde katı davranışçı bir anlayışa dayanan eski programların çağın gereksinimlerini karşılamaması gerekçe olarak gösterilmiş olup bu programların yeni bir anlayışla ve öğrenene vurgu yapacak şekilde etkinlik-kazanım temelli geliştirildiği ifade edilmektedir(Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB], 2005). Ersoy ve Kaya (2009), eğitim sistemlerindeki değişimlerin çağın gerektirdiği eğitim anlayışına uygun programların geliştirilmesini zorunlu kıldığını belirtmişlerdir. 2005 yılına kadar Türk Eğitim Sistemi'nin temelini oluşturan davranışçı yaklaşım yapılan köklü değişikliklerle yerini yapılandırmacı yaklaşıma bırakmıştır. Sadece gözlenebilen davranışların öğrenme olarak kabul edildiği davranışçı eğitim anlayışına göre öğrenme, öğrencinin zihinsel yapılarından ziyade fiziksel olarak gerçekleştirdiklerine bakılarak açıklanmaktadır. Bu nedenle davranışçı yaklaşımın esas alındığı bir eğitim sisteminde öğretmenler öğrencinin neyi, nasıl ve ne zaman öğreneceklerine karar verirken öğrenci ise öğretmen tarafından kendisine aktarılanları tekrarlamakla sorumludur. Davranışçı eğitim anlayışının aksine yapılandırmacı eğitim anlayışında ise öğrencinin öğrenme sürecinin merkezinde bizzat bulunması, öğretmenin ise bilgiye ulaşma ve bu bilgiyi yorumlama konusunda öğrenciye rehberlik etmesi önemli bulunmaktadır. TTKB (2005)'ya göre geliştirilen öğretim programının özellikleri ve programdan beklentiler şu şekilde ifade edilmektedir:

Ölçme ve değerlendirmede yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı alternatif değerlendirme yaklaşımlarına yer verilmesi; derslerin ezbercilikten uzak, hayatın içinden, eğlenceli ve kullanılabilir olması; öğretmenlerin öğrencilere doğrudan bilgi aktarma yerine sadece yol göstereceği etkinliklerin kullanılması, dünya ile entegrasyon ve AB standartlarının göz önünde bulundurulması; eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, iletişim, araştırma sorgulama, problem

çözme, bilgi teknolojisini kullanma, girişimcilik becerilerinin tüm dersler için ortak olarak artırılması(s.127).

Wagner (2008), yaptığı çalışmasında 21.yüzyılda başarılı olabilmek için şu yedi temel beceriye sahip olunması gerektiğini ifade etmektedir: eleştirel düşünme ve problem çözme, hayatın farklı katmanları arasında işbirliği kurma, zihinsel çeviklik ve esneklik, inisiyatif alma ve girişimcilik, etkili sözlü ve yazılı iletişim, bilgiye erişme ve analiz etme, merak ve hayal kurma. Wagner'in belirlemiş olduğu bu becerilere sahip olamayan bireyler teknoloji ve bilimdeki hızlı değişimlere uyum sağlayamayacak, küreselleşen rekabet ortamında kendisine yer bulamayacaktır. Bu nedenle ülkemizde öğretim programları sorumluluk sahibi, ihtiyacı olan bilgiye ulaşabilen, problem çözebilen, karar verme becerileri gelişmiş, girişimci, empati becerisine sahip, sağlıklı iletişim kurabilen, eleştirel ve yenilikçi düşünebilen bireyler yetiştirmeye imkân sağlayacak bir şekilde oluşturulmuştur (MEB, 2018).



Şekil 1.1. 21.yüzyıl becerileri (Tony Wagner, 2008)

Matematik eğitimcileri ve öğretmenlerinin bir organizasyonu olan National Council of Teachers of MathematicsNCTM (2000), okul matematiği standartlarında öğrencilerin, onları kuşatan dünyadaki problemleri çözmede matematiği kullanmaları gerektiğini önemle vurgulamaktadır.Bu nedenle matematik eğitiminin amaçları gerçek yaşam

ihtiyaçlarına cevap verecek ve gerçek yaşam problemlerini çözebilecek yeterliğe sahip bireyler yetiştirmek yönünde değişim göstermiştir(NCTM, 2000).Uluslararası müfredatlara paralel olarak ülkemizde de matematik ğretim programı ihtiyacı olan bilgiye ulaşabilen, problem çözebilen, karar verme becerileri gelişmiş, girişimci, empati yapabilen, sağlıklı iletişim kurabilen, eleştirel ve yenilikçi düşünebilen bireyler yetiştirmeye imkân sağlayacak bir şekilde düzenlenmiştir (MEB, 2017). Çünkü karşılaştığı problemleri yaratıcı düşünceler üreterek çözen, öğrendiklerini günlük yaşama transfer eden bireylerin yetiştirilmesinde matematiğin önemi oldukça büyüktür(Tutak ve Güder, 2014). Ancak matematiksel düşünme ve anlamının gittikçe karmaşıklaştığı günümüz dünyasında matematiksel kavramları ve kavramsal sistemlerini hipotez etmeyi öğrenmek, ilişkileri anlamak, anlatmak, yeniden inşa etmek ve analiz etmeyi öğrenmek öğrenciler için kritik öneme sahip bir durum haline gelmiştir (Thomas ve Hart, 2010). Matematik, formüllerin ezberlendikten sonra soruda yerine koymak suretiyle doğru cevabın bulunduğu o basmakalıp olan geleneksel çerçevesinden çıkmış; matematiksel düşünmenin özünü oluşturan beceri ve uygulamaların önem kazandığı esnek bir hal almıştır.

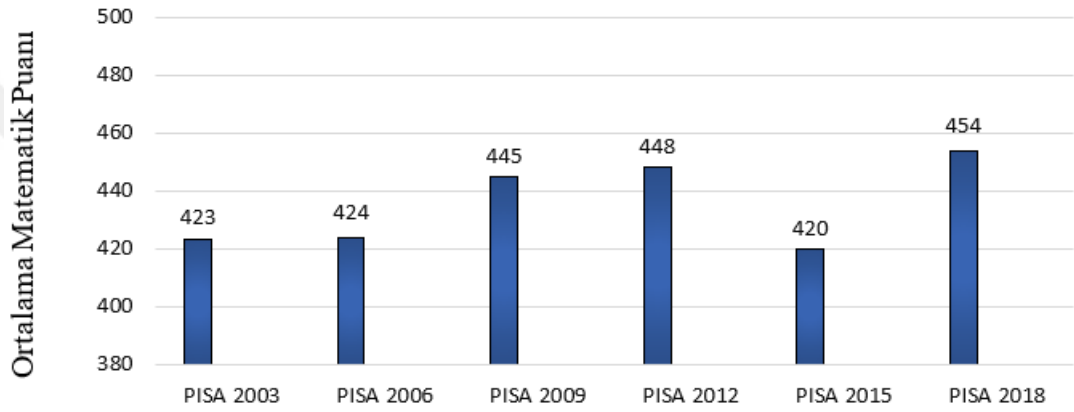
Yaşamımızın her alanında izlerini gördüğümüz matematik, yaşamın doğrudan yansımalarını barındırdığı gibi hayatı anlamlandırmak amacıyla kullandığımız bir bilim dalıdır (Bukova Güzel, 2016). Temel sayma işlemleriyle başlayan matematik serüveni günümüze kadar büyük bir değişim ve gelişim yaşamış, hayatımızda matematiğin bilgisinin kullanılmadığı tek bir alan bile kalmamıştır. Umay (2003)'ın da belirttiğı üzere matematik eğitimi sayıları, işlemleri öğretmekten, günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçası olan hesaplama becerilerini kazandırmaktan öte bir işlev üslenmekte, her geçen gün biraz daha karmaşıklaşan yaşam savaşında ayakta kalmamızı sağlayan düşünme, olaylar arasında bağ kurma, akıl yürütme, tahminlerde bulunma, problem çözme gibi önemli destekler sağlamaktadır. Matematiğin bu denli önem kazanmış olmasıyla birlikte ülkelerin eğitim sistemlerini karşılaştırma ölçütü olarak kabul ettikleri Uluslararası Matematik veFen EĞilimleri Araştırması (Trends in International Mathematics and Science Study-TIMMS), Uluslararası ğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment-PISA) ğrencilerin matematik bilgisini kullanma ve yorumlama becerilerini ölçmektedir. Bu araştırmalar sayesinde ülkeler yetiştirmiş oldukları öğrencilerin geleceğe ne kadar iyi

hazırlandıklarını öngörmeyi, eğitim sistemlerindeki zayıf ve güçlü yönleri belirleyerek gerekli değişiklik ve düzenlemelerin yapılmasını amaçlamaktadırlar. Uygulanan öğretim programlarının ne derecede başarıya ulaştığını saptamak için ülkemizin ilk kez 2003 yılında katılmaya başladığı bu uluslararası araştırmalardan birisi de PISA'dır. PISA, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD) tarafından 2000 yılı itibariyle üç yılda bir düzenlenen, 15 yaş grubundaki öğrencilerin kazanmış oldukları bilgi ve becerileri değerlendiren dünyanın en kapsamlı eğitim araştırmasıdır. PISA öğrencilerin bildiklerinden nasıl anlam çıkaracaklarını, yeni ve alışagelmedik durumlar da dahil olmak üzere matematik bilgilerini nasıl uygulayabileceklerini değerlendirmeyi amaçlar (MEB, 2016).

PISA'da öğrencilerin matematik alanında başarılarını değerlendirmek amacıyla altı öğrenci seviyesi belirlenmiştir. Birinci seviyede bulunan öğrenciler, sorunun açıkça belirtildiği ve çözüm için gerekli olan tüm bilgilerin verildiği soruları yanıtlayabilirler. İkinci seviyeye ulaşmış öğrenciler, doğrudan çıkarım dışında bir beceri gerektirmeyen durumları yorumlayabilirler. Üçüncü seviyede yer alan öğrenciler, aşamalı kararlar gerektiren ve açıkça belirtilen soruları cevaplayabilirler. Dördüncü seviyedeki öğrenciler, kısıtlamaları olabilecek ve varsayımların belirlenmesini gerektirebilecek belirli olan karmaşık somut durum modelleri ile etkili bir şekilde çalışabilirler. Beşinci seviyede bulunan öğrenciler, karmaşık durumlarla ilgili varsayımları belirleyerek modeller geliştirip kullanabilirler. Altıncı yani son seviyeye ulaşmış olan öğrenciler, elde ettikleri bilgilere dayanarak kavramlar oluşturabilir, genellemeler yapabilir ve bunları sıra dışı problem durumlarında kullanabilirler.

2000, 2003, 2006 ve 2009 yıllarında kâğıt-kalem testi şeklinde uygulanan PISA araştırması, ilk kez 2012 yılında matematik alanında bilgisayar temelli uygulamaya geçmiştir. PISA 2015 ve PISA 2018 uygulamalarına Türkiye bilgisayar tabanlı uygulama türünde katılmıştır(MEB, 2015, 2017). PISA 2015 sonuçlarına bakıldığında matematik alanında Türkiye 420 puan ile tüm ülke ortalamasının (461) altında kalarak 72 ülke arasından 50.sırada yer almıştır(MEB, 2016). Bu sonuçlara göre 2016 yılında yayınlanan PISA 2015 Ulusal Raporu'nda 2012 PISA sonuçlarına göre 2015 yılında Türkiye'de alt düzeyde (1.seviye ve altı) yer alan öğrenci oranının arttığı, üst düzeyde (5.seviye ve üstü) yer alan öğrenci oranının ise azaldığı belirtilmektedir. PISA 2003 ile

PISA 2015 uygulamaları arasında Türkiye'nin matematik performansındaki değişimine bakıldığında 2012 ye kadar bir artışın olduğu, ancak bilgisayar temelli uygulamaya geçişin başladığı 2015 yılında önemli bir oranda düşüşün görülmesi dikkat çekicidir. 2015 yılından sonra öğretim programlarında, ölçme ve değerlendirme uygulamalarında ciddi değişikliklerin yapıldığı ülkemiz 2018 yılında katılmış olduğu PISA araştırmasında ortalama puanın 459 olduğu matematik alanında 454 puana ulaşmış, 79 ülke arasında 42.sırada yer almıştır(MEB, 2019b). Türkiye'nin 2003 ile 2018 yılları arasında PISA uygulamalarındaki performans değişimi Şekil 1.2'de verilmiştir.



Şekil 1.2. PISA 2003 ile PISA 2018 uygulamaları arasında Türkiye'nin matematik performansındaki değişim (MEB, 2019b)

Ülkemizin PISA 2018 matematik puanının önemli ölçüde artış görülmesine rağmen Türkiye'nin katılmış olduğu tüm PISA uygulamalarında matematik puanının OECD matematik ortalama puanından düşük olduğu ve üst düzey yeterlikte bulunan öğrenci oranının yine OECD üst düzey yeterlikte bulunan öğrenci oranından düşük olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar ülkemizde yetişen öğrencilerin matematik bilgilerini etkili bir şekilde karmaşık problem durumlarında kullanamadıklarını ve üst düzey düşünme becerilerini tam olarak kazanamadıklarını göstermektedir. Ayrıca 2018 yılı itibarıyla uygulamaya konulan LGS (Liselere Geçiş Sınavı)'de de öğrencilerin Matematik testinde düşük performans gösterdikleri belirtilmektedir(MEB, 2019a).

Matematik dersi oldukça önemli bir ders olarak ifade edilmesine rağmen öğrencilerin de öğrenmede en çok zorlandıkları ve en çok korktukları derslerin başında gelmektedir(Taşdemir, 2009; Çeliköz ve Duran , 2017).Modern çağda büyük bir önem kazanan matematiğin öğrencilerin en çok zorlandıkları derslerden birisi olması,

“Öğrencilerin matematik ile gerçek yaşam arasında bağlantı kurmaları en iyi şekilde nasıl sağlanabilir?” sorusunun cevabını aramanın gerekliliğini ortaya koymuştur. Çünkü öğrenciler, gerçek problem durumlarına çözümler üretebilen, öğrendikleri matematiksel bilgilerini günlük yaşamlarında kullanabilen, matematik ve dünya arasındaki birlikteliğin farkında olabilen bireyler olurlarsa matematikten korkmak ve onu zor olarak algılamaktan vazgeçip matematik yapmaktan zevk alır hale dönüşebilirler (Doruk, 2010). Bu anlamda matematik eğitimcileri; öğrencilerin matematik ile gerçek yaşam arasında bağlantı kurabilmelerini sağlamak, matematiği en iyi şekilde öğrenmeleri ve öğrenmiş oldukları bu bilgileri sıra dışı problem durumlarında kullanabilmeleri için çeşitli araştırmalar yapmakta ve yöntemler geliştirmektedirler (Ev Çimen, 2008; Yaşar Kuzu ve Mertoğlu, 2016; Keçeci vd., 2017). Çünkü her dönemde, dönemin özelliklerine ve ihtiyaçlarına bağlı olarak farklı ve yerinde yöntem ve teknikler kullanılarak öğrencilerin bu doğrultuda yetiştirilmesi gerektiği aynı zamanda da matematik öğretimi sorunlarının en alt seviyeye indirgenebilmesi vurgulanmaktadır (Erdoğan, 2018). Bu araştırmalardan birisi olan “matematiksel modelleme” tam bu sebeplerden ötürü son yıllarda matematik eğitiminde giderek daha da önemli bir konu haline gelmiştir (Lesh ve Doerr, 2003; Blum ve Ferri, 2009).

Lingefjärd (2006), matematik eğitiminde modelleme yaklaşımının geleneksel matematik öğretiminin öğrencilerin farklı bağlamlarda düşünebilme ve uygulama becerilerini geliştirmemesinden dolayı ortaya çıktığını söylemiştir. Geleneksel problem çözmede öğrenciler, okudukları gerçeklikten uzak durumlar üzerinde, formüller üzerine yerleştirmeler yaparak doğru diye kabul edilen tek bir cevaba ulaşırlar. Bu nedenle öğrenciler bu tür problemlerde matematik ile gerçek yaşam arasında bağlantı kuramamakta veya kurmakta zorluk yaşayabilmektedirler. Oysa matematiksel modelleme problemleri ve etkinlikleri, öğrenciler için matematiği öğrenmenin yanında matematiğin gerçek yaşamda çok farklı yönlerini fark etme ve anlama açısından mükemmel bir yoldur (Lingefjärd ve Holmquist, 2005).

Matematiksel modelleme kavramı özellikle PISA gibi uluslararası tarama araştırmalarının matematik çerçevesini oluşturan merkezi yönlerinden birisidir (OECD, 2013). Bu nedenle araştırmacılar, PISA ile matematiksel modelleme arasındaki ilişkiyi de incelemişlerdir (Bakırcı, 2016; Demirci, 2018; Ata Baran, 2019). 2001 yılında ilk

PISA uygulamasının sonuçlarının açıklanmasının ardından bazı ülkelerde ve okullarda matematik öğretiminin amaçları ve tasarımında matematiksel modellemenin rolü hakkında yoğun bir tartışma başlamıştır (Blum, 2002). Ülkemizde 2015 yılında uygulamaya konulan ve “Yerli PISA” ismiyle de anılan Akademik Becerilerin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi (ABİDE) projesinin amaçları arasında öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme, yorum yapma ve açık uçlu sorular sayesinde üst düzey zihinsel özelliklerinin ortaya konulması vardır (MEB, 2016). Bu açıdan bakıldığında öğrencilerin hem uluslararası hem de ulusal projelerde başarılarının artması için matematiksel modelleme problemleriyle ilgilenmeleri bir ihtiyaç haline gelmiştir. Yıllar önce matematiksel modelleme kavramını öğretim programlarına ekleyerek revize eden ülkelerden sonra ülkemizde 2017 yılında ortaokul matematik öğretim programı gerçek yaşama matematiği aktarabilme, kavramların değişik ifade edilişlerine ve kavramlar arasındaki bağlantıların tespit edilmesine imkân sağlama, matematiksel yetkinlik oluşturma, bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanabilme, modelleme yaparak problem çözebilme, ilişki kurabilme, tahminde bulunabilme, akıl yürütebilme vb. yeteneklerin gelişim sağlamasına yönelik bireyler yetiştirilmesi amacıyla güncellenmiştir (MEB, 2017). Dolayısıyla öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini kazanarak uygulayabilmesi ciddi anlamda önem kazanır hale gelmiştir.

Ülkemizde araştırmaların büyük çoğunluğunun öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri üzerinde yapıldığı görülmektedir (Kertil, 2008; Keskin, 2008; Korkmaz, 2010; Bukova Güzel, 2011; Eraslan, 2012; Çiltaş ve Işık, 2013; Tuna vd., 2013; Ural ve Ülper, 2013; Bal ve Doğanay, 2014; Kol, 2014; Ural, 2014; Aydın Güç, 2015; Başkan Takaoğlu, 2015; Güler ve Temizyürek, 2015; Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2015; Doruk vd., 2016; Duran vd., 2016; Taşpınar Şener, 2017; Tekin Dede vd., 2017; Yenmez, 2017; Toy, 2019; İncikabı, 2020; Özer ve Bukova Güzel, 2020; Tanju, 2020). Ancak okul ortamlarına girip öğrencilerle tanıştırılması gereken matematiksel modelleme çalışmalarının öğrencilere yönelik olması daha da önemlidir. Biembengut (2007)’a göre matematiksel modelleme çalışmalarında modelleme etkinlikleri ile ilgili öğrenci deneyimlerinin daha erken yıllarda kazandırılması gerekmektedir. Bu nedenle bu araştırmanın konusu, ortaokul 7.ve 8.sınıf öğrencilerinin farklı matematiksel modelleme problemleri aracılığıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi olarak belirlenmiştir.

Belirlenen konu doğrultusunda araştırmanın problem durumu “Matematiksel modelleme problemlerinin uygulanması süresince ortaokul 7.ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri gelişmekte midir?” şeklindedir. Araştırmanın problem durumuna cevap bulabilmek amacıyla aşağıda verilen alt problemler oluşturulmuştur:

Ortaokul 7.ve 8.sınıf öğrencilerinin;

1. Matematiksel modelleme yeterlikleri ne düzeydedir?
2. Süreç içerisinde matematiksel modelleme yeterliklerindeki değişim nasıldır?

Araştırmanın Amacı

Bu araştırma kapsamında ortaokul7.ve 8.sınıf öğrencilerinin ilgi alanlarına yönelik matematiksel modelleme problemlerinin tasarlanarak geliştirilmesi, hazırlanan bu modelleme problemleri üzerinde öğrencilerin çalışmalarını sağlanarak matematiksel modelleme yeterlikleri ile süreç içerisindeki matematiksel modelleme yeterliklerindeki değişimin incelenmesi hedeflenmiştir.

Söz konusu araştırmanın da bu doğrultuda üç boyutta incelenmesi planlanmaktadır. Birinci aşama, öğrencilerin ilgi alanlarının tespit edilmesi ve öğrencilerin ilgi alanları doğrultusunda matematiksel modelleme problemlerinin tasarlanarak uzman görüşleri doğrultusunda geliştirilmesi; ikinci aşama, pilot çalışma ile öğrencilerin hazırlanan modelleme problemleri üzerinde çalışmalarını sağlanarak problemlerin modelleme yeterliklerini ortaya çıkarması açısından kontrol edilmesi; üçüncü aşama ise öğrencilerin bu problemler üzerinde çalışmalarını sağlanarak matematiksel modelleme yeterlikleri ile süreç içerisinde matematiksel modelleme yeterliklerindeki değişimin incelenmesi şeklinde olacaktır.

Araştırmanın Önemi

Hayatımızda ihtiyaçlarımızı karşılayabilmek için çeşitli problemlerle karşı karşıya kalırız. Teknoloji ve bilim dünyasında yaşanan gelişmeler bir yandan insan yaşamını kolaylaştırmakta diğer yandan da gündelik yaşamında karşılaşmış olduğu problemlerin sayısını artırmaktadır. Bunca problemin üstesinden gelebilmek ve çeşitli alternatif çözümler üretebilmek son derece önemli hale gelmiştir. Dolayısıyla gerçek yaşam

problemlerini içeren durumların okul ortamlarına girmesi, bireylerin geleceğe daha iyi bir şekilde hazırlanmalarını sağlayacaktır. Böylece öğrenciler, ne işe yarayacaklarını sorguladıkları matematiksel bilgilerini gerçek yaşam ile ilişkilendirebilme fırsatını da yakalamış olacaklardır. Öğrencilerin karşılaşılabileceği muhtemel gerçek yaşam durumlarını içeren ve problem çözme becerilerini geliştiren en güçlü araçlardan birisi de matematiksel modelleme problemleridir. Matematiksel modelleme ve uygulamaları ile öğrencilere matematiğin gerçek hayattaki rolünü göstermek amaçlanmıştır (Kaiser vd., 2006). Bu açıdan bakıldığında matematiksel modelleme çalışmaları, her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Aydın Güç ve Baki (2016), matematiksel modellemeye yönelik özel ders içeriklerinin geliştirilmesi gerektiğini belirtmektedirler.

Aztekin ve Taşpınar Şener (2015)'in yapmış oldukları meta-sentez çalışmasında ülkemizde matematiksel modelleme çalışmalarının çoğunluğunun öğretmen adayları ile gerçekleştirildiği ve bu durumun araştırmacıların uygulama sahası olan okullardan yeterince yararlanamadığının bir göstergesi olarak düşünülebileceği ifade edilmektedir. Ayrıca alana özgü gerçekleştirilmesi hedeflenen bir yeterlik olarak matematiksel modelleme ilk defa 2017 yılında ortaokul matematik öğretim programında yerini almıştır. Dolayısıyla matematiksel modellemenin programa girmesinden sonra ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesini konu eden çalışmaların da önemli olduğu düşünülmektedir. Ancak ortaokul öğrencilerine yönelik yapılan bu çalışmalara bakıldığında (Biber ve Ulaş, 2013; Yıldırım ve Işık, 2014; Çelikkol, 2016; Çiltaş vd., 2018; Çora, 2018; İnan, 2018; Zihar, 2018; Kaya, 2019; Kocayayla, 2019; Mengi, 2019; Uyar, 2019; Özgen ve Şeker, 2021) farklı sınıf düzeylerinde çalışma grubu içeren bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu araştırmada çalışma grubunun 7. ve 8.sınıf öğrencilerinden seçilmesi literatürdeki bu boşluğu doldurması açısından araştırmayı özgün kılmaktadır. Bu yönüyle gerçekleştirilen çalışmanın daha önce yapılan çalışmaları desteklemesi ve yapılacak olan çalışmalara da farklı bir perspektif kazandırabileceği düşünülmektedir.

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerine alışarak gerçek yaşamdaki problem durumlarını kolayca kontrol altına alabilmelerini sağlamak ve zamanla matematiksel modelleme yeterliklerindeki değişimi gözlemleyebilmek için birbirinden farklı matematiksel modelleme problemleri hazırlanarak uzun sürecek kapsamlı bir

modelleme uygulaması tasarlanmıştır. Bu anlamda çalışmanın farklı matematiksel modelleme problemlerinden oluşması ve uzun bir süreci kapsayacak şekilde gerçekleştirilmesi de çalışmayı özgün kılan unsurlardan birisidir. Bu açıdan araştırmanın öğrencilerin matematiksel modellemedeki bilişsel süreçlerinin sistematik bir şekilde izlenip değerlendirilmesi ve bu yolla öğrencilere matematiksel modelleme eğitiminin de verilmiş olması yönünden katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu sürecin sonunda öğrencilerin matematiği kullanarak problemlere çözüm önerileri getirebilecek yeterliliğe ulaşmaları beklenmektedir.

Öğrencilerin ilgi alanlarının belirlenmesi için yapılan görüşmeler ve asıl uygulama aşaması, yaşanan Covid-19 pandemisi nedeniyle uzaktan çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda çalışmanın Covid-19 pandemisinin yaşandığı bir zaman dilimi içerisinde gerçekleştirilmesi ve bu pandeminin getirmiş olduğu kısıtlamalardan dolayı zaman zaman online ortamın devreye girmesi, bu çalışmayı daha önceki çalışmalardan farklı kılmaktadır. Bu açıdan bakıldığında çalışma bulgularının “Matematiksel modelleme uygulamaları teknoloji yardımıyla uzaktan da gerçekleştirilebilir mi?” sorusuna bir cevap niteliğinde olacağı değerlendirilebilir.

Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini kazanabilmesi için önemli olan noktalardan birisi de öğretmenlerin derslerde modelleme problemlerine yer verip bu deneyimi öğrencilere yaşatmasıdır. Yapılan bazı araştırmalarda öğretmenlerin matematiksel modelleme ve modellemeye yönelik problemlere yabancı oldukları, derslerde bu tür problemlere yer vermedikleri ve literatürde matematiksel modelleme problemlerine dair örneklerin azlığına vurgu yapılmaktadır (Tekin Dede ve Yılmaz, 2013). Bu araştırma kapsamında tasarlanıp geliştirilen matematiksel modelleme problemlerinin literatüre katkı sağlaması ve araştırmanın matematik eğitimcilerine matematiksel modelleme hakkında bir fikir vermesi öngörülmektedir.

Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırma aşağıdaki varsayımlara dayalı olarak gerçekleştirilmiştir:

1. Öğrenciler görüşme formundaki ve uygulanan matematiksel modelleme problemlerindeki sorulara bilinçli ve samimi olarak cevaplar vermişlerdir.

2. Öğrenciler matematiksel modelleme yeterliklerini uygulama süresince tam olarak yansıtmışlardır.
3. Araştırmacı uygulama sürecinde hem araştırmacı hem de öğretmen rolünü tarafsız ve öğrenmenin doğasına uygun olarak gerçekleştirmiştir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma;

1. Çalışma grubu olarak Doğu Karadeniz bölgesinde yer alan orta ölçekli bir ilin orta ölçekli bir ilçesindeki devlet ortaokulunda 7. ve 8.sınıf düzeylerinde öğrenim gören toplam 8 öğrenci ile
2. Zaman açısından 2020-2021 eğitim-öğretim yılı ile
3. Belirlenen problem durumu ve alt problemler ile
4. Hazırlanan görüşme formunda yer alan sorular ile
5. Tasarlanıp geliştirilen yedi tane matematiksel modelleme problemi ile
6. Video kayıtları, araştırmacı gözlem notları, öğrenci çözüm kâğıtları ile
7. Konu alanıyla ilgili ulaşılabilen kaynaklar ile sınırlıdır.

İki uygulama aşamasından oluşan bu çalışmanın pilot uygulaması yüz yüze yapılırken ortaya çıkan Covid-19 pandemisi nedeniyle asıl uygulama Zoom Cloud Meeting uygulaması üzerinden çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle öğrencilerin modelleme problemleri süresince gerçekleştirmiş oldukları çalışmaların doğrudan gözlenmesi sağlanamamış, bulgular teknoloji aracılığıyla online ortamda elde edilmiştir. Bu durum da çalışmanın sınırlılıklarından birisi olarak düşünülebilir.

Tanımlar

Model: Karmaşık sistemleri ve yapıları yorumlamak ve anlamak için zihinde var olan kavramsal yapılar ile bu yapıların dış temsillerinin bütünüdür (Lesh ve Doerr, 2003). Bu çalışmada model kavramı, karmaşık görünen bir durumun bilinenlerden hareketle daha anlaşılır bir şekilde ifade edilmesi için kullanılan gösterimler olarak tanımlanabilir.

Modelleme:Karşılaşılan problemle ilgili olayları yorumlama, tanımlama, açıklama veya oluşturma sürecinde problem durumlarını zihinde oluşturma, düzenleme ve organize edip bir örüntü bulma, zihinde farklı şemalar, şekiller ve modeller kullanma ve model oluşturma sürecidir (Lesh ve Doerr, 2003).

Matematiksel Model:Gerçek dünya durumlarından alınan veriler, kavramlar, ilişkiler, koşullar ve varsayımların matematiksel forma dönüştürülmesi sonucu ortaya çıkan üründür (Blum ve Niss, 1989). Bu araştırmada matematiksel model, gerçek yaşam durumlarının yorumlanıp açıklanabilmesi için oluşturulan matematiksel temsil olarak ifade edilmektedir.

Matematiksel Modelleme:Matematiğe dayalı olmayan bir durumu, olguyu ve durumlar arasındaki ilişkileri matematiksel olarak tanımlama ile bu durumlar ve olgular içindeki matematiksel kalıpları ortaya çıkarma sürecidir (Verschaffel vd., 2002). Bu araştırmada matematiksel modelleme, gerçek hayatta karşılaşılabilecek bir problem durumunu belirli varsayımlar yoluyla gerçek bir model haline getirip bu modelin matematiksel forma dönüştürülmesi, matematik içerisinde çözümünün gerçekleştirilmesi ve elde edilen bu çözümün gerçek dünyada yorumlanarak karşılığının olup olmadığının doğrulanması aşamalarını içeren bir süreç olarak tanımlanmıştır.

Matematiksel ModellemeBecerileri:Herhangi bir modelleme sürecini tamamlayabilmek için gerekli olan gerçek hayat durumunu anlayabilme, matematiksel model kurabilme ve bu model üzerinde matematiksel işlemleri yapabilme, elde edilen sonucu gerçek hayata yorumlama, modelingeçerliğini kontrol ederek doğrulama ve yapılan tüm bu aşamaları rapor şeklinde sunma becerileridir. Bazı araştırmalarda matematiksel modelleme yeterlikleri olarak da kullanılmasına rağmen matematiksel modelleme yeterlikleri, becerilerin yanı sıra bu becerileri ortaya koyma isteğini de içerdiği söylenebilir (Kaiser ve Maaß, 2007).

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri:Niss vd. (2007);sunulan gerçek dünya durumunda uygun soruları, değişkenleri, bağıntıları ya da varsayımları saptama, bunları matematiğe çevirme ve verilen durumla ilişkili matematiksel problemin çözümünün sonucunu yorumlama ve doğruluğunu gösterme, varsayımları araştırırken verilen modelleri karşılaştırma ya da analiz etme, modelin kapsamını ve özelliklerini kontrol etme

yeteneği olarak ifade etmiştir.Maaß (2006), matematiksel modelleme yeterliğine motivasyon boyutunu da ekleyerek matematiksel modelleme yeterliğinin yetenek ve becerilerle birlikte bu beceri ve yetenekleri eyleme geçirme konusundaki istekleri de içerdiğini söylemektedir. Dolayısıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin bilgi ve becerilerin tutum ve anlayış doğrultusunda davranışa dönüşmeyi içerdiği söylenebilir. Bu nedenle Altun (2020), matematiksel modellemeyi bir beceriden ziyade yeterlik olarak değerlendirmektedir.

Bu araştırmada ortaokul ğrencilerinin farklı matematiksel modelleme problemleri üzerinde bilgi ve becerileriyle birlikte problem durumlarına ilişkin tutum ve anlayışları doğrultusunda sergiledikleri davranışları da incelendiğinden “matematiksel modelleme yeterlikleri” kavramı kullanılmıştır.

Matematiksel Modelleme Etkinlikleri:Geleneksel sözel problemlerin aksine öğrencilerin anlamlı ve karmaşık gerçek hayat problemlerinde durumu anlayarak mantıklı kıldıkları, kendi matematiksel yapılarını keşfederek modeller oluşturdukları, bu modelleri matematiksel düşüncelerini kullanarak açıkladıkları, test ettikleri, genişlettikleri ve düzenleyerek iyileştirdikleri problem çözme etkinlikleridir (Carlson vd., 2003; Kaiser ve Sriraman, 2006; Chan, 2008). Burada ğrencilerin gerçek hayat durumlarını içeren problem durumları üzerinde matematiksel bir model ortaya koyarak genişlettikleri ve gözden geçirip düzenledikleri, bu modelleri çeşitli gösterim yöntem ve araçları kullanarak sunmuş oldukları, tek bir çözüm yolu olmayan problem çözme etkinlikleri tanımı kullanılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Son yıllarda eğitim alanında farklı yöntem ve tekniklerin kullanılması büyük bir önem kazanmış, bununla ilgili yapılan çalışmalar büyük bir ölçüde yoğunluk kazanmıştır. Bu çalışmalar; modelleme yaklaşımlarına ilişkin çalışmalar, modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar, modelleme döngüsüne ilişkin yapılan çalışmalar, modelleme ile ilgili tutum ve görüşlerin incelenmesine yönelik çalışmalar şeklinde sınıflandırılabilir. Bu çalışmanın amacı doğrultusunda hem yurt dışı hem de yurt içinde modelleme yeterliklerinin incelenmesi veya geliştirilmesine yönelik çalışmalardan bahsedilmiştir.

2.1. Yurt Dışında Yapılan Bazı Araştırmalar

2.1.1. Lisans düzeyindeki çalışmalar

Zbiek (1998), 13 tane öğretmen adayının “Kaykay Deneyi” etkinliği üzerinde gerçek dünyadaki durumların matematiksel modelleri olarak fonksiyonları oluşturmak ve doğrulamak için kullandıkları stratejileri araştırmıştır. Çalışmada teknolojik araçlardan yararlanan katılımcıların modeli oluştururken dört farklı stratejiyi kullanmış oldukları gözlenmiştir. Gerçekleştirilen çalışma ile birlikte elde edilen veriler, strateji seçiminin görev özellikleri ve katılımcıların birbirleriyle olan etkileşimlerinden etkilendiğini ileri sürmüştür.

Ottesen (2001), Roskilde Üniversitesi’nde temel analiz, modelleme ve simülasyon adı altında ders açıp matematiksel modellemenin matematik dersine nasıl katkıda bulunduğunu ortaya koymayı amaçlamıştır. Çalışmalar sonunda başlangıçta modelleme zorluk yaşayan bazı öğrencilerin zamanla bu zorlukları aşabildiği, bazı öğrencilerin ise kavram yanlışlarını düzenledikleri görülmüştür.

Zbiek ve Conner (2006), hem matematiksel modellemeyi öğrenmelerini hem de sınıflarında modelleme uygulamalarını yapmak için gerekli yeterlikleri öğrenmelerini sağlamak amacıyla öğretmen adayları ile çalışmışlardır. “Hastane Problemi” etkinliği üzerinde çalışan öğretmen adayları; yapılacak olan hastanenin en iyi yerini belirleyebilmek için pusula, iletke, cetvel ve hesap makinesi, atlas kullanmışlar, üç

şehrin merkezini üçgen şeklinde birleştirerek hastanenin bu üçgenin ortasında olması gerektiğini söylemişlerdir. Daha özel bir yer belirlemek için öğrenciler üçgen içerisinde dik açılar oluşturma, üçgenin çevresini hesaplama gibi çeşitli matematiksel yöntemler geliştirmişlerdir. Öğrenciler birden fazla değişken belirlemişler, ancak bu değişkenleri birleştirerek çıkarımda bulunma noktasında zorluk yaşamışlardır. Çalışma sonunda matematiksel modelleme sayesinde öğrencilerin matematiği çeşitli şekillerde öğrenebilecekleri bir ortamın oluştuğu belirtilmiştir.

Lingefjärd ve Holmquist (2007), Gothenburg Üniversitesi'nde son sınıfta okuyan 10 lisans öğrencisine 2004 ilkbaharında yapılan bir final sınavında koridorda bir kedinin koşmasıyla ilgili modelleme etkinliği vererek bu etkinlik üzerinde grupça çalışmalarını istemişlerdir. Problem hakkında hiçbir fikri olmayan öğrenciler ilk olarak koridorda koşarak kedinin koşma hızı ile insanın koşma hızını karşılaştırmışlardır. Bir insanın bir kediden 10 kat büyük olduğunu varsayan öğrenciler, bir kedinin 7,1 saniyede 13 metre koşabileceği sonucuna ulaşmışlardır. Modellemeyle birlikte öğrencilerin bir duruma matematiksel bakış açılarının geliştiği, matematiksel konularda iletişim kurma yeteneklerinde ilerleme kaydedildiği ve düşüncelerini yazarak rapor halinde sunma hakkında onlara deneyim kazandırdığı tespit edilmiştir. Modelleme çalışması tamamlandıktan sonra yapılan görüşmeler sonrasında öğrenciler modellemeyi eğlenceli ama zor bulduklarını söylemişlerdir.

Altı matematiksel modelleme etkinliği, matematiksel modelleme testleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeleri içeren bir çalışma yapan Huang (2011), mühendislik öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik bir öğrenme ortamı tasarlamıştır. Uygulama öncesi öğrencilerin zayıf olan modelleme yeterliklerinin uygulamalar sonrasında güçlendiği, ancak bu konuda daha henüz istenilen düzeye gelmedikleri belirlenmiştir. Bu aynı zamanda matematiksel modelleme yeteneğinin uzun zaman alan ve çok fazla pratik gerektiren bir uzmanlık kabiliyeti olduğunu göstermektedir. Huang, bu araştırmanın bir sonucu olarak matematiksel modellemenin üniversite matematiği ve mühendislik eğitimi için çok önemli olduğunu ifade etmiştir.

Anhalt ve Cortez (2015), daha önce matematiksel modelleme dersi almamış olan 11 tane ortaokul matematik öğretmeni adayı ile altı ders saati boyunca modelleme çalışmaları yapmışlardır. “Araba yıkama” ve “kayıp cep telefonu” etkinlikleri üzerinde

alışan katılımcıların her birinin farklı varsayımlar oluşturdukları, grup içi tartışmalar sonucunda zaman zaman modellerini değiştirdikleri görülmüştür. Öğretmen adayları uygulama öncesi modellemeyi görsel bir materyal oluşturma olarak tanımlarken uygulama sonrasında tahminlerde bulunma, geçerliği sağlama, gerçek hayatla bağlantı kurma süreci olarak ifade etmişlerdir. Bu anlamda yapılan çalışmaların öğrencilerin modelleme konusunda bilgi sahibi olmalarını ve modellemeyi matematik ile gerçek hayat arasındaki bir köprü olarak görmelerini sağladığı söylenebilir. Anhalt ve Cortez bu çalışma ile birlikte ğretmen adaylarının matematiki müfredat ve ğrenci beklentileri bağlamında incelemeleri gerektiğini vurgulamışlardır.

Endonezyalı matematik ğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini incelemek isteyen Hidayat ve Iksan (2018), 89 kadın ve 11 erkek olmak üzere toplam 100 ğretmen adayı ile gerçekleştirmiş oldukları çalışmada Haines ve Crouch (2001) tarafından geliştirilen Matematiksel Modelleme Testi'ni kullanmışlardır. 22 sorudan oluşan bu test için her doğru cevap için 2 puan, kısmi doğru cevap için 1 puan ve yanlış cevap için ise 0 puan verilmiştir. Elde edilen verilerin analizi için Pearson korelasyon analizi ve karşılaştırma yapmak için tek yönlü MANOVA kullanılmıştır. Çalışma sonunda ğretmen adaylarının modelleme yeterliklerinin 0,89 puan ile 2 puan arasında değişkenlik gösterdiği belirlenmiş; öğrencilerin en başarılı oldukları modelleme yeterliği 1,12 puan ile varsayımların belirlenmesi, en başarısız oldukları modelleme yeterliği ise grafiksel gösterimlerin yorumlanması olarak tespit edilmiştir. Bu doğrultuda ğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin orta düzeyde olduğu ifade edilerek katılımcıların grafik gösterimini kullanmada zorlandıkları, matematiksel bir problem durumunun yorumlanması ve gerçek yaşam bağlamında zme kavuşturulması noktasında yetersiz kaldıkları vurgulanmıştır. Bununla birlikte matematiksel modellemenin niversite müfredatına alınarak uygulanması nerisi sunulmuştur.

2.1.2. Ortaöğretim düzeyindeki alışmalar

Kaiser ve Schwarz (2006), çalışmasında niversite ve okul arasındaki bağın kurulmasında matematiksel modellemeyi kullanmışlardır. Bunun için ğretmen adayları, 16-18 yaşındaki ğrenci gruplarının modelleme etkinlikleri üzerinde

çalışmalarını sağlamışlardır. İlk olarak öğrencilerden Berlin’de bir havayolu şirketinin fiyatlandırma sistemini geliştirmeleri istenmiştir. Ardından öğrencilere ilk probleme benzer internet kafe fiyatlarının makul ve kâr amacı doğrultusunda nasıl hesaplanacağıyla ilgili başka bir etkinlik sunulmuştur. Son etkinlik finans sektöründeki mesleki faaliyetlerin risklerinin nasıl belirleneceği ve buna karşı nasıl korunacağı üzerine kurulmuştur. Çalışmanın sonucunda okullarda karmaşık modelleme örneklerinin uygulanabilir olduğu ve bu problemlerin ortalama başarıya sahip öğrenciler tarafından da gerçekleştirilebildiği görülmüştür. Modelleme deneyimi kazanan öğrencilerin çözümleri yüksek standartlara ulaşmıştır. Öğrenciler grup çalışmasıyla birlikte fark edemedikleri şeylerin farkına vardıklarını söylemişlerdir.

Ludwig ve Xu (2010), Almanya’da ve Çin’de 9., 10. ve 11. sınıfta okuyan 1108 öğrenci ile yaptıkları çalışmada öğrencileri modelleme yeterlikleri açısından karşılaştırmışlardır. Hem Almanya’da hem de Çin’de 11.sınıfta okuyan öğrencilerin 9. ve 10.sınıfta okuyan öğrencilere göre modelleme sürecinde daha iyi performans gösterdikleri tespit edilmiş, bu anlamda kavramsal öğrenmenin modelleme yeterliklerine katkı sağladığı ifade edilmiştir. Ayrıca modelleme sürecinde Çinli öğrencilerin Alman öğrencilerden daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Ludwig ve Xu, bu durumun nedenini 1999’da Çin hükümetinin başlattığı matematik müfredatı reformuyla birlikte matematik eğitiminin öğrencilerin gerçek yaşamı ve gelecekteki meslek gelişimine yönelik verilmesi olarak değerlendirmişlerdir.

Schaap vd. (2011), Hollanda’da 11.sınıf öğrencilerinin modelleme sürecinde yaşadıkları güçlükleri belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. İkişer kişilik üç gruba ayrılan öğrencilerin “Yüzme Havuzu” ve “Horizon” modelleme etkinlikleri üzerinde çalışmaları istenmiştir. Öğrencilerin rutin problemlerde olduğu gibi problem metninde gerekli verilerin ve ipuçlarının verilmesini bekledikleri görülmüş, bu anlamda problemi anlama noktasında zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir. Öğrenciler değişkenler arasındaki ilişkileri matematiksel olarak temsil etme yönünde zayıf kalmışlardır. Bunun yanında modelleme etkinliklerinin bir öğrencinin ilgisini çekmediği görülmüş, süreç boyunca bu öğrencinin grup çalışmasındaki bireysel katkısı çok zayıf kalmıştır.

İtalya ve Fransa’da 8., 10. ve 11.sınıf öğrencilerinin “Yürüteç Problemi” modelleme etkinliği ile çalışmaları sırasında teknolojik araçların kullanımını inceleyen Arzarello

vd. (2012); öğrencilerin çoğunun ürettikleri varsayımları hesap makinesi ve yazılım programları ile test ettiklerini görmüşlerdir. Öğrenciler modellerini GeoGebra’da çizdikleri grafik ile oluşturmuşlardır. Bu çalışmada değişkenlerin seçimi ile birlikte varsayımların oluşturulmasında, geçerliliğinin kontrol edilmesinde ve reddedilmesinde teknolojinin dinamik özelliklerinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

10. ve 11. sınıf öğrencilerini deney ve kontrol grubu olarak ayırıp deneysel çalışma yapan Ji (2012); modellemenin etkililiğini değerlendirmek için kontrol grubuna hiçbir müdahalede bulunmazken deney grubuna modelleme eğitimi vermiş, uygulamalar yapmıştır. Gerçek yaşam durumlarını içeren ön test sonucu aralarında anlamlı bir farkın bulunmadığı tespit edilen bu iki grubun çalışma sonucu yapılan son testte aralarında önemli farklılıklar olduğu görülmüştür. Kontrol grubunu oluşturan öğrenciler gerçek yaşam durumlarını matematiğe transfer etmede önemli zorluklar yaşamışlardır. Deney grubundaki öğrencilerin modelleme yeterliklerinde önemli bir gelişmeden bahsedilmesine rağmen matematiksel sonuçları yorumlama ve çözümü doğrulama süreçlerinde hala yetersiz oldukları belirlenmiştir.

Ghosh (2015), modelleme uygulamalarını ortaöğretim matematik müfredatına entegre ederek öğrenmeyi nasıl etkilediğini araştırmıştır. 30 tane 12.sınıf öğrencisiyle denklem sistemlerinin matrisleri ve çözümleri konusunda 16 saat boyunca çalışma gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin süreç boyunca grafik hesap makineleri ve Mathematica yazılımından faydalanmaları sağlanmıştır. Çalışma sonrasında öğrencilerden ölçeklendirilmiş kısa bir ankete cevap vermeleri ve çalışmadaki öğrenme deneyimlerini açıklayan yazılı bir rapor vermeleri istenmiştir. Öğrenciler, modellemenin geleneksel öğretimden daha ilgi çekici ve matematiğin gerçek yaşamla bağına görmelerine yardımcı olduğunu söylemişlerdir. Teknolojik araçların elle çözülmesi zor olan problemleri çözmek için kullanılması gerektiği de bu araştırmanın bulguları arasındadır. Bununla birlikte yapılan çalışma ile modelleme uygulamalarının öğrencilerin kavramları anlamalarını geliştirdiğini ve matematiksel fikirleri seviyelerinin ötesinde keşfetmeye yönlendirdiğini göstermektedir.

Han ve Kim (2020), problem çözme becerisinin bileşenleri arasındaki ilişkilerin ve öğretim stratejilerinin öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliği üzerindeki etkisini araştırmıştır. Katılımcıların Kore’de Seul, Gyeonggi ve İncheon’daki dört normal lise, bir

bağımsız özel lise ve bir uzmanlık lisesinde öğrenim gören 1224 öğrenciden oluştuğu çalışmada öğrencilerin matematiksel problem çözme yeterliğine ilişkin 40 maddeden oluşan bir anket gerçekleştirilmiş, verilerin analizinde açımlayıcı faktör analizi, doğrulayıcı faktör analizi ve yol analizi kullanılmıştır. Çalışma sonuçları, öğrencilerin matematiksel problem çözmenin yöntemsel bileşenlerine ilişkin yeterliklerinin matematiksel modelleme yeterlikleri üzerinde olumlu etkisi olduğunu ve işbirlikçi öğrenme ortamının öğrencilerin matematik problemlerini anlama kabiliyetinin matematiksel modelleme yeterliği üzerindeki etkisine aracılık ettiğini ortaya koymuştur. Ayrıca işbirlikçi öğrenme ve problem kurma stratejilerinin öğrencilerin duyuşsal faktörleri üzerinde olumlu etkileri olduğu ve bunun da matematiksel modelleme yeterliklerine olumlu yönde yansıdığı ifade edilmiştir.

Matematiksel modelleme yönteminin eğitimde kullanılmasında hala geç kalan ülkeler mevcuttur. Bu ülkelerden birisi de Malezya'dır. Bu anlamda Leong ve Tan (2020), Malezya'da 10.sınıf öğrencilerinin modelleme yeterliklerini incelemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Daha önce sadece bir kez modelleme çalışması yaptıkları bilinen farklı başarı seviyelerine sahip yirmi öğrencinin yer aldığı bu çalışmanın başında öğrenciler problemi bireysel olarak çözmeye başlamışlardır. Daha sonra öğrenciler ulaştıkları bulguları tartışmak için grupça çalışmışlardır. Öğrencilerin varsayımları belirleme, hesaplama ve yorumlama, matematiksel akıl yürütmede oldukça zorlandıkları tespit edilmiştir. Gruplardan birisinin tek bir matematiksel kavram etrafında tüm değişkenleri ilişkilendirememişlerdir. Bu durum, öğrencilerin sadece daha önce öğrendikleri matematiksel kavramları kullanabildiklerini göstermektedir. Üç etkinlik üzerinde çalışan öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişebilmesi için daha çok çalışma yapmaları gerektiği ifade edilmiştir.

2.1.3. Ortaokul düzeyindeki çalışmalar

Lesh vd.(1997), ortalama başarıya sahip 7.sınıf öğrencileriyle üçer kişilik gruplar oluşturmuşlardır. Çalışmada “Para Kazanma” isimindeki modelleme etkinliği kullanılmış, öğrencilere hesap ve çizim yapabilmeleri için bilgisayar verilmiştir. Öğrenciler tamamen hesaplamaya odaklandıklarından dolayı durumun altında yatan nitelikleri göz ardı ettikleri belirlenmiştir. Süreç içerisinde grup üyeleri, görev dağılımı

yaparak her birisi farklı görevler üzerinde çalışmışlar ve e tabloyu sadece bilgi kaydetmek ve grafik çizmek için kullanmışlardır.

Boaler (2001), çalışma grubu olarak İngiltere’de iki ortaokuldaki yaklaşık 300 öğrenciyi belirlediği çalışmasında bir okulda geleneksel yöntemler kullanılırken başka bir okulda modelleme yöntemiyle dersler işlenmiştir. 3 yıllık çalışma boyunca öğretmenlerle ve öğrencilerle görüşmeler yapılmış, her iki okulda da alan ve hacim konusuyla ilgili aynı dört problem durumu sunulmuştur. Geleneksel yöntemle öğretimin yapıldığı okulun öğrencileri uygulamalı veya tartışma tabanlı uygulamalarda matematiği kullanmakta zorlanırken modelleme yönteminin uygulandığı okulun öğrencileri ise sorulara çeşitli çözüm ürettikleri ve matematiksel bilgilerini çok daha etkin bir şekilde kullanabildikleri gözlenmiştir.

5.sınıftaki öğrencilerin 7.sınıfa gelinceye kadar onlarla üç yıl boyunca çalışmalar yapan English ve Fox (2005), ilk yıl hazırlayıcı modelleme faaliyetleri ve devamında bir modelleme etkinliği; ikinci ve üçüncü yılların her birinde dörder modelleme etkinliği uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin alakasız durumları tartıştıkları önceki yılların aksine son yıl model oluşturmaya odaklanarak tartıştıkları görülmüştür. Öğrenciler 7.sınıfta iken önerdikleri fikirleri gerekçelendirmek ve sorgulamak için örnekler ve karşı örneklerden daha fazla yararlanmışlardır. English ve Fox, çocukların modelleme sayesinde matematiksel düşünme ve problem çözme becerilerinin geliştiğini belirterek modellemenin matematik müfredatına dahil edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Maaß (2006), 7.sınıf öğrencileri için matematiksel modellemeye yönelik 15 ay süren bir çalışma yaparak grup çalışmaları, bireysel çalışmalar ve sınıf tartışmalarını içeren bir öğrenme ortamı tasarlamıştır. Verilerin toplanmasında modelleme etkinlikleri, yazılı sınıf testleri, üstbilişsel modelleme yeterliklerini araştırmak için kavram haritaları, görüşmeler kullanılmıştır. Bazı öğrencilerin yanlış varsayımlarda bulundukları, yeteri kadar durumu matematikselleştiremedikleri, hesaplamalarda yanlışlıklar yaptıkları, matematiksel çözümleri yanlış yorumladıkları, hesaplama zor olduğu durumlarda modellemeyi sonuçsuz bıraktıkları belirlenmiştir. Öğrenciler çalışma sonuna doğru genellikle modelleme süreçlerini bağımsız olarak yürütebilmişlerdir.

Mousoulides vd.(2006), “İlaç Endüstrisi Altın Ödülü” ve “Yaz Kampı” model oluşturma etkinliklerini Kıbrıs’taki 20 tane 6.sınıf öğrencisine uygulayarak öğrencilerin modelleme yeterliklerini gözlemlemiştir. Bazı öğrenciler probleme matematiksel olarak bir çözüm geliştirememişlerse de genel anlamda problemleri farklı bakış açıları kullanarak analiz etmişler, profesyonel matematikçiler gibi modellerini ve çözümlerini değerlendirmişler ve geliştirmişlerdir. İkinci etkinlikte öğrencilerin daha kolay bir şekilde modeli oluşturdıkları görülmüştür. Bununla birlikte araştırmacılar; grup içerisindeki etkileşimin öğrencileri planlama ve gözden geçirme, birbirlerinin varsayımlarını sorgulama, ekip olarak çalışma davranışlarını olumlu yönde etkilediğini belirterek modellemede teknolojik araçların rolünü inceleyen çalışmaların yapılmasıyla ilgili öneride bulunmuşlardır.

Gruplar halinde çalışan 7.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl geliştiğini incelemek isteyen Biccadd (2010), 12 öğrenciyi matematiksel yeteneği zayıf olan iki grup ve matematiksel yeteneği güçlü olan bir grup şeklinde üç gruba ayırmıştır. Dört aylık bir süre içinde üç modelleme etkinliği üzerinde çalışan öğrencilerin birçoğu okul saatlerinden sonra gönüllü olarak modelleme çalışmalarına devam etmek istemişlerdir. Matematik yeteneği zayıf olan grupların bazen şaşkıncı derecede karmaşık fikirler kullandıkları görülmüştür. Gruplar arasında farklılıklar olmasına rağmen tüm gruplar bilişsel ve metabilşsel yetkinliklerde gelişmeler göstermişlerdir. Matematiksel yeteneği güçlü olan grup bir çözüm yolu geliştiremediğinde diğer gruplardan daha çok haya kırıklığı yaşamışlardır.

6.sınıftaki 300 İranlı öğrenci ile çalışan Mehraein ve Gatabi (2014), bu öğrencileri kontrol ve deney grubu olmak üzere ayırmıştır. Ön ve son test olarak aynı zorluk derecesine sahip iki modelleme etkinliği hazırlanmıştır. Modelleme döngüsünün tanıtılmasından hemen sonra tüm öğrencilere ön test uygulanmıştır. Ardından deney grubu öğrencilerinin dört modelleme etkinliği üzerinde çalışmaları istenmiştir. Ön testte modelleme yeterliliği zayıf olan deney grubu öğrencileri modelleme yeterliliklerinde gelişme göstermişlerdir. Ayrıca ön testte daha başarılı olan kızların yerini son testte erkeklerin aldığı görülmüştür. Modelleme etkinliklerinin yazılı raporlarında erkeklerin genellikle matematiksel sembolleri kullanırken kızların ise sonuçlarını bildirmek için sözlü dil kullanmış olmaları çalışmanın dikkat çekici sonuçlarından birisi olmuştur.

Ambarita vd.(2018), ortaokul 8.sınıf öğrencilerinin PISA problemlerini çözmede matematiksel modelleme becerilerini incelemiştir. 40 öğrenci ile gerçekleştirilen bu çalışmada öğrencilerin modelleme becerilerinin düzeyini belirlemek için PISA Testi cevapları ve görüşmelerden elde edilen sonuçlar kullanılmıştır. Öğrencilerin modelleme becerileri problem durumunu matematikselleştirme, matematiksel olarak çözme ve yorumlama aşamalarına göre değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda katılımcıların ancak %5'inin tüm bu modelleme becerilerini doğru bir şekilde uygulayabildikleri, %22,5'unun bazı problemleri daha iyi modelleme becerileriyle çözebildikleri, %37,5'unun problemleri tam olarak çözmüş olmalarına rağmen bazı modelleme becerilerini gösterebildikleri, %20'sinin problemleri sadece matematikselleştirebildikleri ve problemi yanlış çözdükleri, %15'inin ise problemleri ne matematikselleştirebildikleri ne de doğru olarak çözebildikleri tespit edilmiştir. Öğrenciler modelleme becerileri içerisinde en fazla durumu matematikselleştirme üzerine çalışmışlar, elde edilen matematiksel sonuçların yorumlanması için çok az öğrencinin çalışmada bulunduğu görülmüştür. Yapılan görüşmeler sonrasında modelleme becerilerini başarılı bir şekilde sergileyebilen öğrencilerin PISA problemlerinin ilginç olduğunu ve gerçek hayat bağlamında tartışılması gerektiğini ifade ederlerken modelleme becerileri düşük olan öğrencilerin ise PISA problemlerinin zor olduğunu ve bu problemleri çözebilmek için daha fazla beceri gerektiğini ifade etmişlerdir.

English ve Watson (2018); üç yıllık boylamsal bir çalışmanın son yılında 6.sınıf öğrencilerinin olimpiyatlar için Avustralya yüzme takımını oluşturmalarını gerektiren bir modelleme etkinliği ile öğrencilerin model oluştururken ve belgelendirirken verileri nasıl yorumladıklarına, organize ettiklerine ve kullandıklarına dikkat etmişlerdir. Öğrencilerin cevapları uygulanan matematiksel ve istatistiksel işlemleri, seçilen değişkenleri değerlendirmeyi, yüzücülerin performanslarındaki değişim ve eğilimlerin modeli yapılandırmadaki etkisini, sadece tek bir performans kullanımındaki sınırlamaları açıklamayı içermektedir. Bununla birlikte öğrenciler şans ve performans değişkenliği nedeniyle model uygulamasında bir belirsizliğin olabileceğini de ifade etmişlerdir.

2.1.4. İlkokul düzeyindeki çalışmalar

English ve Watters (2004), küçük yaştaki çocukların modelleme ile tanışmasını, öğretmenlerin ise mesleki gelişimlerini sağlamak için 8 yaşındaki 3.sınıf öğrencileri ve 4 öğretmen ile çalışma gerçekleştirmişlerdir. Öğretmenlerin model oluşturma etkinliklerini uygulayabilmeleri için bilgilendirme toplantıları yapılmıştır. Birinci dönem öğretmenlerle birlikte yiyecek, hayvan ve uçuş temalarında hazırlanan üç modelleme etkinliği ikinci dönem öğrencilere uygulanmış, süreç içerisinde neler yaşadıkları gözlemlenmiştir. Çalışma sonunda çocukların verileri toplama ve yorumlama yeteneklerinin geliştiği, bazı öğrenciler tarafından toplama ve ortalama gibi sezgisel matematiksel kavramların ifade edildiği, çocukların fikirlerini sunumda ifade etmeleriyle sosyal gelişimlerinin sağlandığı belirtilmiştir. Modelleme etkinliklerinin küçük yaşlarda matematiksel fikirleri ve problem çözme süreçlerini geliştiren güçlü araçlar olduğu görülmüştür.

Çalışma grubunu Avustralya’da 57 tane 4.sınıf öğrencisinin oluşturduğu bir çalışma gerçekleştiren Doyle (2006), birisinde 28 öğrenci diğerinde 29 öğrenci olmak üzere iki sınıfa ayırmıştır. Sınıf öğretmenleri araştırmacı ile ortaklaşa olarak grup çalışmalarını izlemişlerdir. İlk olarak 28 kişilik sınıftaki öğrencilere on ders boyunca üst düzey yapılanma (listeleme, ilişki kurma, problemi çözme, sebep ve sonuç) hakkında bilgiler verilip uygulamalar yapılırken diğer sınıfta üst düzey yapılanma üzerine hiçbir çalışma yapılmamıştır. Daha sonra bu iki sınıfa fasulye yetiştirmek için en iyi ışık koşullarını araştırmayı içeren bir modelleme etkinliği uygulanmıştır. İkinci uygulamada ise 29 kişilik sınıftaki öğrenciler de üst düzey yapılanma konusunda bilgilendirilerek uygulamaları yapılmıştır. Ardından bu iki sınıfa bir yarışmaya katılan kâğıt uçakların uçma mesafesiyle ilgili başka bir modelleme etkinliği uygulanmıştır. “Fasulye Problemi” ismindeki ilk modelleme etkinliğinde üst düzey yapılanma çalışmalarının uygulandığı sınıftaki öğrenciler karşılaştırma yapısını kullanabilmişler, açıklamalarda matematiksel akıl yürütmeye yer verebilmişler, uygun ön bilgileri kullanabilmişler, ilgili matematiksel soruları sorabilmişlerdir. Üst düzey yapılanma çalışmalarının uygulanmadığı sınıftaki öğrenciler ise bu yeterlikleri gösterememişlerdir. 29 öğrencinin olduğu diğer sınıfa da üst düzey yapılanma çalışmaları yapıldıktan sonra uygulanan “Uçan Kâğıtlar Problemi” ismindeki modelleme etkinliğinde ilk sınıf açıklamalarında

sürekli olarak matematiksel verileri kullanırken diğer sınıf da açıklamalarında zaman zaman matematiksel açıklamalara yer vermişlerdir. Yine bu problemde üst düzey yapılanma eğitimi aldıktan sonra 29 kişilik sınıftaki öğrenciler matematiksel olmasa da problemle ilgili sorular sormaya başlamışlardır.

Öğretmen adaylarının küçük çocuklarda yaratıcılığı geliştirmek için matematiksel modellemeyi nasıl kullanabileceklerini araştırmak isteyen Wessels (2014); 2., 3. ve 4.sınıftaki öğretmen adayları ile üç yıl boyunca çalışmıştır. Çalışma süresince öğretmen adayları “Araba Kullanma”, “Para Kazanma” ve “Olimpiyat Rekorları” modelleme etkinlikleri üzerinde çalışmışlardır. Öğretmen adaylarının ilk etkinliği çözmek için grafik yoluyla bir matematiksel model geliştirdikleri, ikinci etkinlikte gruplardan birisinin çözümlerini eleştirel olarak değerlendirmediklerinden dolayı kullanışı az olan bir model ortaya koydukları gözlemlenmiştir. Ayrıca üçüncü etkinlikte gruplardan birisi grafik çizerek olimpiyat oyununu kazanma sürelerindeki yüzde artışını veya azalışını hesaplamışlardır. Bu şekilde birden fazla matematiksel kavramın çözümde kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışma doğrultusunda model oluşturma etkinliklerinin yaratıcılığı geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

2.2. Yurt İçinde Yapılan Bazı Araştırmalar

2.2.1. Lisans düzeyindeki çalışmalar

Delice ve Taşova (2011), modelleme etkinliklerinin bireysel ve grup şeklinde çalışıldığında performansı ve süreci nasıl etkilediğini araştırmak için 75 matematik öğretmen adayının 8 modelleme etkinliği üzerinde hem bireysel hem de grup halinde çalışmalarını sağlamıştır. Bazı gruplarda bireysel olarak çalıştıklarında hiçbir soruya cevap veremeyen öğrencilerin arkadaşlarıyla birlikte çalışmaları halinde sorulara doğru cevaplar verdikleri belirlenmiştir. Öğrenciler tek başına çalıştıklarında çözümlerini kontrol etmezken grupça çalıştıklarında çözümleri tartışmakta, gruba katkıda bulunabilmek için süreci takip etmekte oldukları görülmüştür. Ayrıca bireysel çalışmalarda çözüm aşamasında sadece sözel veya grafikler kullanılırken grup çalışmalarında etiketlemelere, modellere ve gerçekçi şekillere yer verilmiştir.

Matematik öğretmeni adaylarının modelleme sürecinde kullandıkları gösterim şekillerini belirlemek isteyen Öztun vd.(2013), altı tane modelleme problemi üzerinde on beş öğretmen adayının çalışmasını sağlamıştır. Katılımcılara GeoGebra yazılımından yararlanma imkânı sunulmuş, gruplara gerekli gördüklerinde çözümlerini genişletmek için ek süre kullanmaları sağlanmıştır. Araştırmacılardan biri dersi yürütürken diğer araştırmacılar dinleyici ve gözlemci olarak katılmışlardır. Problemi anlama basamağında gruplar sadece sözel gösterimi kullanmışlar, problemdeki verileri yorumlayıp açıklamışlardır. Grupların sistematik yapıyı kurma basamağında tablolar oluşturdukları, GeoGebra'yı kullandıkları; matematikselleştirme aşamasında cebirsel gösterimler ağırlıklı olmak üzere grafik, tablo, şekil ve bunları açıklayıcı sözel gösterimlerden yararlandıkları; üst matematikselleştirme aşamasında GeoGebra'dan yararlanarak dinamiksel gösterimleri kullandıkları görülmüştür. Bununla birlikte öğrenciler modeli yorumlama/değerlendirme aşamasında tablo, grafiksel ve şekilsel gösterimleri kullanırken modelin doğrulanmasında ise sözel açıklamalarda bulunmuşlardır.

Tekin Dede ve Bukova Güzel (2013), dört matematik öğretmeni tarafından Obezite Problemi isimli bir modelleme etkinliğinin tasarım sürecini ve oluşturulan bu modelleme etkinliğini tasarım prensipleri çerçevesinde incelemeyi amaçladıkları durum çalışmasında tasarım sürecini içerik analizi, modelleme etkinliğini ise doküman analizi yoluyla analiz etmişlerdir. Öğretmenlerin gerçek yaşam durumlarını inceleyerek ve bu durumların matematiksel çözümlerinin ne derece mümkün olabileceğini tartışarak tasarım sürecine başladıkları tespit edilmiştir. Öğretmenler modelin genellenebilir olmasına önem vermişler, ancak tasarım sürecinde bu duruma yönelik ifadelerde bulunmamışlardır. Çalışmada etkili prototip prensibinin ortaya çıkmamasının sebebi olarak oluşturulan modelleme etkinliğinin uygulamasının yapılmamış olması gösterilmiştir. Öğretmenlerin tasarlamış oldukları tanıtıcı makale ve hazır oluş sorularının problem durumuyla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca oluşturulan modelleme etkinliğinin öz değerlendirme prensibini ise bir ölçüde sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Tekin Dede ve BukovaGüzel bu çalışmada oluşturulan Obezite problemi isimli modelleme etkinliğinin tasarım prensiplerine göre daha sağlıklı değerlendirilmesi için uygulamasının yapılabileceğini, öğretmenlerin tasarım sürecinde daha yetkin olabilmeleri için daha fazla modelleme etkinliği tasarlamaları, tasarım süreçleri

hakkında daha ayrıntılı bilgi elde edebilmek için daha fazla öğretmen ile çalışılabileceğini önermektedirler.

İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliklerini inceleyen Tekin Dede ve Yılmaz (2013), katılımcıların modelleme problemi çözüm sürecindeki yaklaşımlarını videoya kaydederek tematik kodlama yoluyla analiz etmişlerdir. Katılımcıların gerektiğinde karmaşıklığı azaltma yoluna giderek cebirsel, şekilsel ve geometrik gösterimlerden yararlandıkları ve bu yolla durumu matematiksel olarak ifade edebildikleri gözlenmiştir. Öğrenciler çözümü doğrulama yeterlikleri bağlamında çözümlerini kontrol etmişler ve eksikliklerini fark etmeleri halinde modellerini sorgulamışlardır. Çalışmanın diğer bir bulgusu da öğretmen adaylarının modelleri verilen sayısal değerlere göre hesaplayarak doğrulama yoluna gittikleri ve bu durumun elde ettikleri sonuçları gerçek yaşam bağlamında yorumlayamamış olmalarından kaynaklandığı olmuştur. Bu çalışma aracılığıyla öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri hakkında bilgilendirilmeleri, farklı modelleme problemlerinin çözüm sürecindeki modelleme yeterliklerinin incelenmesi, öğretmen adaylarının yanı sıra matematik öğretmenlerine eğitim verilerek matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişimlerini sağlamak üzere çalışmaların yapılmasıyla ilgili öneriler sunulmuştur.

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecini anlamalarını sağlamayı amaçlayan Bal ve Doğanay (2014), otuz altı öğretmen adayı ile bir eylem çalışması yürütmüştür. Çalışmanın başında yapılan ön kavrama testinden elde edilen bulgulara göre öğrencilerin matematiksel modelleme ile elde ettikleri başarının oldukça düşük olduğu görülmüş, kavram algılarının yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada öğretmen adayları matematiksel modelleme sürecindeki faaliyetlere alışkın olmadıklarından dolayı analiz süreçlerinde belirsizlikler ile karşılaşmışlardır. Bal ve Doğanay öğretmen adaylarının matematiksel kavrama ve matematiksel modelleme konusundaki başarılarının artırılmasında deneyim kazanmalarının gerekli olduğunu belirterek bu doğrultuda üniversitelerde matematiksel modelleme ile ilgili bir dersin eğitim programlarına dahil edilebileceği konusunda öneride bulunmuşlar, matematik eğitiminde işlem becerileri yerine matematiksel düşünmeye yoğunlaşılması gerektiği üzerinde durmuşlardır.

Matematik retmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini ve karşılaştıkları zorlukları incelemek isteyen Ural (2014), 38 retmen adayına farklı zamanlarda dizel-benzin ve nüfus soruları olmak üzere iki problem durumu vererek bireysel çözmelerini sağlamıştır. Öğrencilerin çoğunluğunun kısmen algıladığı belirlenen dizel-benzin probleminde uygun değişkenlerin belirlenerek modelin kurulması ve yorumlanması açısından retmen adaylarından hiçbirinin tam olarak başarılı olamadığı görülmüştür. Nüfus probleminde ise öğrencilerin durumu yeterince matematikselleştirmedikleri ve durumu fazla basit şekilde ele aldıkları, bir model kurma yerine sayılar üzerinden aritmetik işlemler yaptıkları belirlenmiştir. Ural; ğrencilerin gerçek yaşam durumlarını matematiksel bir bakışla ele alabilecekleri, bilgilerini nasıl transfer edebilecekleri gibi yaklaşımların matematik eğitimi sürecine katılması gerektiğinden bahsetmiştir.

Çalışma grubunu 1.,2.,3. ve 4. sınıflarda öğrenim gören 8 tane ortaokul matematik retmeni adayından oluşturan zturan Sağırlı (2016), alan konusuyla ilgili bir modelleme etkinliği üzerinde üçüncü sınıftaki bir retmen adayı ile bir pilot uygulama gerçekleştirmiştir. Bu süreçte hiçbir destek verilmeyerek katılımcının gösterdiği bilişsel-st bilişsel davranışlarının araştırılması amaçlanmıştır. Uygulama aşamasına geçildiğinde katılımcılar düşünmeye yönlendirici sorular ile desteklenmiş, destek aldıklarında katılımcıların stbilişsel faaliyetlerinin araştırılması amaçlanmıştır. retmen adaylarının çoğunlukla problemi okuma ve problemi anlamaya çalışma davranışlarını gtermeleri hem pilot hem de uygulama aşamasında 1.sınıf ğrencilerinin genellikle matematiksel işlemleri yapmaları, alternatif çözüm yollarını geliştirme ve çözümü kontrol etme davranışlarının uygulama aşamasında daha sık gözlemlenmesi bu çalışmanın bulguları arasındadır.

Saka (2016); n çalışma, pilot çalışma ve asıl çalışma olmak üzere üç aşamadan oluşan çalışmasını retmen adayları ile gerçekleştirmiştir. n çalışmada modelleme problemleri belirlenmiş ve düzenlenmiş, zaman provası yapılmıştır. Pilot çalışmada asıl uygulamada kullanılacak etkinliklere son şekli verilmiş ve verilerin nasıl analiz edileceği belirlenmiştir. Pilot alışma asıl uygulama için seçilen rneklemen dışındaki 6 retmen adayı ile 4 tane teorik, 4 tane deneysel modelleme problemi olmak üzere 8 etkinlik üzerinde gerçekleştirilmiştir. Asıl uygulamada ise 20 retmen adayı yer alıp hem pilot hem de asıl uygulamada katılımcılar Excel, GeoGebra, Cabri 3D, Cabri

Geometry yazılımlarını kullanma imkanına sahip olmuşlardır. Öğretmen adaylarının değişkenleri ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemede zorluklar yaşadıkları, matematiksel kavramlara yönelik bilgi eksikliklerinden dolayı modeli oluşturmadıkları, teorik modelleme problemlerinde daha çok zorlandıkları görülmüştür.

Abay ve Gökbulut (2017), sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini Fermi problemleri kullanarak ortaya çıkarmayı amaçladıkları durum çalışmasında Fermi probleminin çözümünde her bir matematiksel modelleme aşamasına ait gerekli olan kritik özellikleri belirlemişler, süreç içerisinde öğrencilerin bu kritik özellikleri gerçekleştirip gerçekleştirmediklerini incelemişlerdir. Pilot uygulama sürecinde öğretmen adaylarının ilk çözdükleri Fermi problemi sonrasında elde edilen bulgulara göre kritik özellikleri 1 kez “doğru”, 4 kez “kısmen doğru” ve 10 kez “doğru değil” olarak gerçekleştirdikleri; sonraki çalışmalarda ise “doğru” ve “kısmen doğru” olarak cevap verilen matematiksel modelleme aşamalarında artış olduğu görülmüştür. Pilot uygulamanın ilk verilerine göre Abay ve Gökbulut öğretmen adaylarının gerçek hayat problemlerine aşina olmadıklarını belirtmişler, öğretmenlere derslerinde gerçek hayat problemlerini kullanmalarını önermişlerdir. Bununla birlikte öğrencilerin lisans kademesinde gördüğü matematik derslerindeki başarı durumları ile matematiksel modellemedeki başarı durumları arasında bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın sonunda matematiksel modelleme becerilerinin geliştirilmesi için eğitim fakültelerinin tüm programlarında matematiksel modelleme dersinin eklenmesininönemli olduğu vurgulanmıştır.

Araştırmacı tarafından tasarlanan matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına katılma durumunun, matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinin gelişimini nasıl desteklediğini incelemek isteyen Çakmak Gürel (2018), sekiz hafta boyunca üç saatlik matematiksel modelleme etkinlikleri gerçekleştirmiştir. 17’si öğrenme ortamına katılan ve 15’i öğrenme ortamına katılmayan, toplamda 32 öğretmen adayı ile gerçekleştirilen bu çalışmada veri toplama aracı olarak öğrenme ortamına katılmadan önce ve sonra olmak üzere iki modelleme durumu kullanılmış ve öğretmen adaylarına bireysel olarak uygulanmıştır. Öğrenme ortamına katılan öğretmen adaylarının ön görüşmede hiçbirinin matematiksel model aşamasına ulaşamadığı

görülürken son görüşmede ise büyük çoğunluğunun (%59) matematiksel model aşamasına geçiş yapabildiği belirlenmiştir. Öğrenme ortamına katılmayan öğretmen adaylarının ise hem ön hem de son görüşmede matematiksel model aşamasına geçiş yapamadıkları tespit edilmiştir. Modelleme yeterliklerine bakıldığında ise öğretmen adaylarının birçoğunun ön görüşmede özellikle matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterliklerinde olmak üzere tüm alt yeterliklerde problem yaşadıkları; son görüşmede ise öğrenme ortamına katılmayan öğretmen adaylarında yine benzer problemlerin devam ederken öğrenme ortamına katılan öğretmen adaylarının alt yeterliklerin büyük çoğunluğunda gelişim gösterdikleri dikkat çekmiştir. Dolayısıyla gerçekleştirile bu çalışma ile matematiksel modellemeyi öğrenme ortamının öğretmen adaylarının matematiksel modelleme döngülerinin ve yeterliklerinin gelişimini büyük ölçüde desteklediği sonucuna ulaşılmıştır.

Deniz ve Akgün (2018), öğretmen adaylarının üç tane modelleme etkinliği üzerinde çalışmalarını sağlayarak modelleme problemlerini çözme becerilerini incelemişlerdir. Verilen problemlerde öğretmen adaylarının modelleme sürecinin ilk basamaklarını doğru bir şekilde tamamlayamamalarının sonraki basamakları da olumsuz etkilediği görülmüş, grupların son problemde modelleme basamaklarının takip edilme sayısında artışın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca katılımcılar değişkenleri seçmekte oldukça zorlanmışlar ve uygun matematiksel modeli oluşturamamışlar, modeli çözme ve yorumlama basamaklarında diğer basamaklara oranla daha az başarılı olmuşlardır. Çalışmada sunulan öneriler ise öğretmen adaylarının öğretmen olmadan önce matematiksel modelleme ile tecrübe kazanmaları ve matematik derslerinde matematiğin diğer disiplinler ve gerçek hayat ile olan ilişkisine de yer verilmesi şeklindedir.

Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçlerini incelemek isteyen Toy (2019), “Kayıp Cep Telefonu” ve “Yaz Okuma Programı” isimli modelleme etkinliklerini kullanmıştır. Bununla birlikte öğretmen adaylarının matematiksel model ve modellemeyle ilgili düşüncelerindeki değişimlerin belirlenmesi için bir ön-test ve bir son-test uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının neredeyse tamamının daha önce bir modelleme etkinliği üzerinde çalışmamış olduklarını belirtmelerine rağmen çalışma boyunca modelleme süreci aşamalarının birçoğunun gözlemlendiği bu çalışmanın sonunda tüm grupların model oluşturma, modelin çözümünü

hesaplama ve çözümü paylaşma aşamalarını deneyimledikleri; bazı grupların ise çözümü yorumlama, sonuçları doğrulama ve yeni veya değiştirilmiş bir model oluşturma aşamalarını da deneyimledikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca modelleme etkinliklerinden önce öğretmen adaylarının modellemeyi görselleştirme ya da soyut şeyleri somut hale getirme yöntemi olarak açıklarken modelleme etkinliklerinden sonra modellemeyi gerçek hayatla ilişkilendirerek anlattıkları belirlenmiştir.

İncikabı (2020), matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine ve öğretim deneyimlerine yansımalarını araştırdığı çalışmasının katılımcılarını 15 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Veri toplama araçları olarak matematiksel modelleme yeterlik ön ve son testleri, matematiksel modelleme yeterlik anketi, modelleme prensipleri değerlendirme anketi, model oluşturma etkinlikleri tasarlama süreci çalışma yaprakları, matematiksel modelleme eğitimi değerlendirme anketi, modelleme etkinliklerini uygulama yarı yapılandırılmış gözlem formu ve modelleme etkinliklerinin öğretimde deneyimlemeye yönelik yarı yapılandırılmış görüşme formunun kullanıldığı bu çalışmada öğretmen adaylarının matematiksel modelleme hakkındaki ön bilgilerinin kısıtlı olduğu, öğretmen adayları tarafından oluşturulan modelleme etkinliklerinin tümünün genel anlamda gerçeklik ve yapı belgelendirme prensiplerine uygun olarak değerlendirildiği, oluşturulan öğrenme ortamının doğrulama yeterliğini desteklediği görülse de diğer yeterliklere göre etki düzeyinin daha düşük olduğu ifade edilmiştir. Öğretmen adayları modelleme etkinliklerini öğretim deneyimlerinde kullanmaya yönelik olumlu tutum sergilemişler, modelleme uygulama deneyimlerinin genel anlamda modelleme uygulama süreçleriyle uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecinde kullandıkları matematiksel ilişkilendirme ve temsil becerilerinin sürece etkisini incelemeyi hedefleyen Tanju (2020), Ankara’da bir üniversitede öğrenim gören 10 öğretmen adayının araştırmacı tarafından hazırlanan “Beytepe Ulaşım Problemi” üzerinde çalışmalarını sağlamıştır. Veri toplama araçları olarak “Beytepe Ulaşım Problemi” etkinliği, fonksiyon, türev, integral kavramlarına yönelik ilişkilendirme Beceri Testi, yarı-yapılandırılmış görüşme soruları ile veri toplama aracına dönüştürülmüş Maaß (2006)’ın Modelleme Yeterlikleri ve Göstergeleri’nin kullanıldığı bu çalışmada süreç

içerisinde en çok sözel temsili kullanan katılımcıların temsil türlerinden en çok cebirsel gösterimde başarılı oldukları gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının problemi anlama aşamasında grafik temsili tercih etmeleri ancak temsil türleri arasında geçiş yapmakta çoğunlukla başarısız olmaları çalışmanın dikkat çeken sonuçlarından birisi olmuştur. Bununla birlikte öğretmen adaylarının İlişkilendirme Beceri Testi'nde başarılı olmalarına rağmen model oluşturma etkinliğinde başarısız oldukları tespit edilmiştir.

2.2.2. Ortaöğretim düzeyindeki çalışmalar

Özturan Sağır vd.(2010), türev konusunda uygulanan matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin başarılarına ve öz-düzenleme becerilerine etkisini incelemeyi hedefledikleri çalışmada 37 tane 12.sınıf öğrencisinden oluşan iki sınıftan birisini deney grubu diğerini kontrol grubu olarak belirlemişlerdir. Kontrol grubunda matematiksel modelleme yöntemi ile ders anlatılırken kontrol grubuna herhangi bir etkiye bulunulmamıştır. Özturan Sağır vd. geliştirdikleri Genel Türev Testi ve Türev Konusundaki Matematiksel Modelleme Performansları Testi'ni iki gruba da ön test ve son test olarak uygulamışlardır. Genel Türev Testi ile öğrencilerin türev konusunda bir ön bilgiye sahip olup olmadıkları, Türev Konusundaki Matematiksel Modelleme Performansları Testi ile de öğrencilerin türev konusundaki matematiksel modelleri çözüp çözemedikleri ölçülmek istenmiştir. Ön testlerde iki grup arasında anlamlı bir farkın olmadığı gözlenirken son testlerde deney grubu lehine anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir.

Hıdıroğlu vd.(2014), on ortaöğretim öğrencisiyle gerçekleştirdikleri araştırmada verileri öğrencilerin bireysel olarak çözdükleri Kuyruklu Yıldız probleminin yazılı cevap kağıtlarından ve video kayıtları çözümlemelerinden derlemişler, çözümlerin analizinde ise yedi basamaklı matematiksel modelleme süreci dikkate alınarak hazırlanan dereceli puanlama anahtarından yararlanmışlardır. Öğrenciler gerekli değişkenleri seçememeleri ve değişkenleri nasıl kullanacaklarını tam olarak bilememelerinden dolayı birtakım sıkıntılar yaşamışlar, modeli doğrulama basamağında modeli ve sonuçlarını gerçek yaşam durumu için uygunluğunu sorgulamamışlardır. Çalışmanın en dikkat çekici noktası ise öğrencilerin modelleme basamaklarında ilerledikçe daha çok sıkıntı yaşadıkları olmuştur. Elde edilen bu bulgular ışığında ortaöğretim öğrencilerinin

matematiksel modelleme süreci hakkında bilgilendirilmesi, sınıf ortamında matematiksel modelleme problemlerinin uygulanması, disiplinler arası matematiksel modelleme problemleriyle karşılaşabilecekleri uygulamaları gerçekleştirilmesi yönünde öneriler sıralanmıştır.

Genç ve Karataş (2017), problem çözme süreçlerinde lise öğrencilerinin modelleme seviyelerini belirlemeyi amaçladığı çalışmada farklı sınıf düzeylerinden toplam yirmi dört öğrenci ile çalışmayı tercih etmişlerdir. Öğrencilerin üç adet problem (İş Teklifi, Festival Kutusu, Dans Pisti) içeren bir kâğıt üzerinde bireysel çalışmaları istenen bu çalışmada verilerin analizi noktasında Llinares ve Roig (2008)'in geliştirmiş oldukları modelleme seviyelerinin karakterizasyonu tablosu kullanılmıştır. Problemi anlamayan ve çözemeyen öğrencilerin matematik bilgilerini modelleme sürecine aktarmada zorlandıkları, problemi anlayan bazı öğrencilerin ise çözüm için yine de herhangi bir model oluşturamadıkları gözlenmiştir. Dans Pisti probleminde çoğu öğrenci Seviye 0'da kalmış, gerekli ilişkileri ve değişkenleri belirleyemediklerinden dolayı uygun bir model geliştirememişlerdir. Elde edilen bu bulgulara dayanarak Genç ve Karataş; matematiksel modelleme etkinliklerine öğretim programlarında daha fazla yer verilmesi ve öğretmenlere bu bakış açısının kazandırılması, eğitim fakültelerinde öğretmen adaylarına yönelik matematik modelleme derslerinin verilmesi yönünde tavsiyelerde bulunmuşlardır.

Yavuz Mumcu ve Baki (2017); 12.sınıf öğrencilerinden matematik başarıları yüksek, orta ve düşük seviyede olan ikişer öğrenci seçerek toplam altı öğrenci ile gerçekleştirdikleri çalışmada öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini kullanım biçimlerini yorumlamayı hedeflemişlerdir. Bu çalışmada araştırmacı tarafından Modelleme Becerisi Dereceli Puanlama Ölçeği geliştirilmiş, altı öğrenciye rutin olmayan gerçek yaşam problemlerinden oluşan sekiz soru uygulanarak klinik mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini en etkili olarak problemi anlama aşamasında kullandıkları, ileriki aşamalarda öğrenci puan ortalamalarının azaldığı görülmüştür. Öğrenciler matematiksel modellemenin ne anlama geldiğini bilmedikleri için problem durumunu matematikselleştirmede zorlanmışlar, derslerde öğrenmiş oldukları matematiksel kavramları öğrendikleri soru tiplerinin dışındaki durumlarda kullanamamışlardır. Yavuz Mumcu ve Baki çalışmanın

neticesinde gerçek ve gerçeğe yakın problem durumlarının derslerde ele alınması yoluyla öğrencilerin modelleme becerilerinin geliştirilmesi, öğretmenlere modelleme ile ilgili olarak etkinliklerin yapılarak bilgilendirilmeleri, matematiksel modelleme bağlamında ülkemizde öğrenme ortamlarının mevcut durumu hakkında daha fazla çalışmanın yapılması hususunda önerilerde bulunmuşlardır.

Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerine ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematik öğretmenleri tarafından değerlendirilerek hem öğrencilerin hem de öğretmenin matematiksel modelleme üzerine bakış açılarının ve yeterliklerinin ne düzeyde olduğunu belirlemek isteyen Çakan (2019), bir devlet lisesinin 12.sınıfında öğrenim gören 26 öğrenci ve bu öğrencilerin matematik öğretmenleri ile bir durum çalışması yürütmüştür. Çalışmanın veri toplama araçlarını öğrencilerin dört adet modelleme problemine verdikleri yazılı cevaplar, bu cevapları değerlendiren matematik öğretmeni ve öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler, gözlemler ve öğrencilerin cevaplarına yönelik dokümanların incelemeleri oluşturmaktadır. Elde edilen verilerin analizinde betimsel analizin kullanıldığı bu çalışmanın sonunda öğrencilerin modelleme problemlerinin çözümünde cebirsel, şekilsel, grafiksel, tablosal gösterimlerden ve sözel olarak yaklaşımlardan yararlandıkları; matematiksel bir model oluşturmaktan daha çok sözel olarak tahmin yürütme yoluna gittikleri görülmüştür. Bununla birlikte öğrenciler uygulanan modelleme problemlerinin kesin bir çözümü olmadığından birçok varsayımı barındıran, üst düzeyde düşünme gerektiren mantık soruları olarak tanımlamışlardır.

Gündüzalp (2019)'ın 11.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerini incelemeyi hedeflediği çalışmasında matematiksel modelleme etkinliği öncesi öğrencilerin mantık konusundaki matematiksel bilgilerini ölçmek için öğrencilere matematiksel başarı testi uygulanmıştır. Matematiksel modelleme etkinliğinin farklı derste uygulandığında öğrencilerin muhakeme biçiminde ne tür farklılıklar oluştuğunu belirlemek amacıyla matematik başarı testinden sonra 55 öğrencinin matematik dersinde, 27 öğrencinin ise Türk dili ve edebiyat dersinde “Banka Soygunu” problemi üzerinde çalışmaları sağlanmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin matematiksel kavram bilgisine sahip olmalarına rağmen bu bilgileri modelleme probleminde kullanamadıkları ve modelleme içeren durumları yorumlamada

güçlük çektikleri görülmüştür. Öğrencilerin matematiksel modelleme problemini çözerken sıkça sözel muhakemelere başvurdukları belirlenen çalışmada Türk dili ve edebiyatı dersinde yapılan modelleme problemi çözümlerinde öğrencilerin matematiksel değişkenleri daha az kullanmaları dikkat çekmiştir.

Bir modelleme etkinliğinin sınıf içi ve sınıf dışı uygulama sürecini açıklamak ve bu uygulamalar arasındaki benzerlikleri, farklılıkları ve sınırlılıkları ortaya koymayı amaçlayan Özer ve Bukova Güzel (2020), bir Sosyal Bilimler Lisesi'nin 9.sınıfında öğrenim gören 30 öğrenci ile durum çalışması gerçekleştirmişlerdir. Bisim Etkinliği'nin hem sınıf içi hem de sınıf dışı ortamda uygulandığı çalışmanın verileri; öğrencilerin çözüm raporlarından, alınan video kaydı ile ses kayıtlarından, araştırmacı gözlem notlarından, sınıf içi uygulama sonrası öğrencilerin yazdıkları yansıtıcı günlüklerden ve sınıf dışı uygulamaya katılan öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmeden oluşmaktadır. Öğrencilerin yansıtıcı günlüklerinde içerik analizi, sınıf dışı uygulamada gerçekleştirilen görüşmede ise betimsel analiz kullanılmıştır. Sınıf içi uygulamada öğrencilerin model oluşturmada problemi çözme eğiliminde oldukları, doğrulamayı tam anlamıyla gerçekleştirmedikleri görülürken sınıf dışı uygulamada ise daha gerçekçi varsayımlarda bulundukları ve daha kompleks modeller geliştirdikleri tespit edilmiştir. Ulaşılan sonuçlardan hareketle modelleme etkinliklerinin sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalarının bütünlendirilmesi önerisi sunulmuştur.

2.2.3. Ortaokul düzeyindeki çalışmalar

Doruk ve Umay (2011); 6. ve 7.sınıflardaki toplam 116 öğrenci ile yaptıkları deneysel çalışmada hem 6. hem de 7.sınıflarda deney ve kontrol grupları oluşturmuşlar, geliştirdikleri Günlük Yaşam Matematik Testi'ni ön test olarak tüm gruplara uygulamışlardır. Oluşturulan tüm gruplarda aynı öğretmen tarafından programa göre ders işlenmiştir. Farklı olarak her iki deney grubu öğrencilerinin 8 adet modelleme etkinliği üzerinde çalışmaları sağlanmıştır. Yine her gruba son test olarak uygulanan Günlük Yaşam Matematik Testi ve deney grubundaki öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler sonunda her iki sınıf düzeyinde de deney gruplarının matematiği günlük yaşama transfer edebilme düzeylerinin kontrol gruplarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Matematiksel modelleme etkinliklerinin 5.sınıf öğrencilerinin çevre ölçme/hesaplama konusunda akademik başarılarına etkisi üzerinde çalışma yapan Yıldırım ve Işık (2014); çalışma grubunu deney grubunda 28 öğrenci, kontrol grubunda 27 öğrenci olarak belirlemişlerdir. Her iki gruba da geçmiş yıllara ait Parasız Yatılılık ve Bursluluk Sınav sorularının yer aldığı başarı testi ön ve son test olarak uygulanmıştır. Ön test uygulamasında yapılan t-testi sonucunda iki grup arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Deney ve kontrol grubunda çevre ölçme/hesaplama konusu kendi öğretmenleri tarafından programa uygun olarak 5 ders saati işlenmiş, deney grubunda buna ek olarak haftada 2 saat olmak üzere 3 hafta boyunca konuyla ilgili modelleme etkinlikleri yapılmıştır. Sürecin sonunda yapılan son teste göre deney grubu öğrencilerinin başarı testinden aldıkları ortalama puan daha yüksek çıkmıştır.

Çalışma grubunu 15 tane 7.sınıf öğrencisi olarak belirleyen Çelikkol (2016), bu öğrencileri yaptığı ön test ile başarı düzeyleri yüksek, orta ve düşük olarak üç düzeye ayırmıştır. Üçer kişilik beş gruptan ikisi yüksek ve orta düzeyde tamamen homojen olarak oluşturulmuştur. Bu yöntem ile araştırmacı farklı seviyelerdeki öğrencilerin modelleme süresince birbirlerini nasıl etkileyeceğini belirlemeyi amaçlamaktadır. Öğrenciler her biri 3 ders saati sürecek şekilde Elma Ağacı, Hız Problemi, Dev Ayağı, Soğan Tohumu şeklinde dört etkinlik üzerinde çalışmışlardır. Uygulama sürecinden sonra öğrencilerin cebirsel sözel problemleri çözme başarılarının belirlenmesi için son test yapılmıştır. Ön test ve son test sonuçları karşılaştırıldığında son test lehine anlamlı bir farklılığın çıktığı gözlenmiştir. Ön test ve son testte problem çözmede başarısı en çok artan grup tamamen heterojen olarak oluşturulmuş grup olmuştur. Bu anlamda grupların başarı seviyesi açısından heterojen olmasının daha iyi sonuçlar vereceği söylenebilir. Öğrencilerin ilk etkinlikten son etkinliğe doğru üst modelleme basamaklarına çıkabildikleri, düşük seviyedeki öğrencilerin matematiksel işlem yapmakta eskisi kadar zorlanmadıkları tespit edilmiştir.

Yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri vasıtasıyla finansal karar verirken matematikselleştirme becerilerini nasıl kullandıklarını araştırmak isteyen Sönmez (2016), matematik notu 80 ve üzeri olan altı öğrenci ile çalışma gerçekleştirmiştir. Katılımcıların üçerli gruplar halinde beş etkinlik üzerinde çalışmaları sağlanmıştır. Araştırmanın sonuçları öğrencilerin genellikle prosedür ve işlemleri doğru

uyguladıklarını; buna rağmen kavramlar arasındaki ilişki kuramamaktan dolayı bazen hata yaptıklarını göstermektedir. Öğrencilerin büyük çoğunluğu orantısal düşünme ile ilgili problemleri çözerken gerçek yaşam koşullarını dikkate almamışlar, kimi zaman da kavramsal hatalar olmasına rağmen tartışma ortamında durumu irdeleyerek etkili modelleme sürecinde bulunabilmişlerdir. Araştırmaya dönük öneriler olarak farklı başarı gruplarını da içeren çalışmaların yapılması, uygulamanın farklı yaş seviyelerindeki öğrencilere uygulanarak karşılaştırmalar yapılması yer alırken uygulamaya dönük öneriler olarak ise matematik derslerinde ve öğretmen yetiştirme programlarında matematiksel modelleme derslerine yer verilmesi, öğretmenlerin konu anlatımında matematiksel kavramlar arasındaki ilişkilere daha fazla vurgu yapmaları, finansal bağlamdaki modelleme etkinliklerine benzer etkinlikler oluşturularak öğretim programlarına entegre edilmesi yer almıştır.

7.sınıf öğrencilerinin Kâğıttan Uçak Yapma Yarışması Problemi üzerinde çalışmalarını isteyen Şahin ve Eraslan (2016b), daha önce modelleme deneyimi olan üç öğrenci ile çalışma yürütmüşlerdir. Öğrencilerin başlangıçta problemde yer alan değişkenleri anlamlandırmakta zorlanmaları ve verileri yanlış yorumlamalarına rağmen birbirleriyle tartışarak bu güçlüğü üstesinden gelebildikleri görülmüştür. Öğrenciler gerekli matematiksel hesaplamaları başarıyla tamamlayabilmişler, ancak öğrenme eksikliklerinden dolayı bazı matematiksel hesaplamaları yaparken zorlanmışlardır. Sonuç olarak öğrencilerin grup çalışması yapabildikleri, bilgiyi yorumlayarak matematiksel hesaplamalarını doğruladıkları ve ulaştıkları çözümleri yazılı olarak paylaşabildikleri saptanmıştır. Gerçekleştirilen çalışmada elde edilen bu bulgulara dayanarak öğrencilerin küçük yaşlardan itibaren matematiksel modelleme konusunda deneyin sahibi olmalarını sağlayacak ortamların oluşturulması, ilkokulda da Matematik Uygulamaları dersinin müfredata alınması önerilmiştir.

Çiltaş vd.(2018), yedinci sınıf öğrencilerinin zekâ türlerine göre matematiksel modelleme problemi çözme becerilerini incelemek amacıyla yüz dört öğrenciye Zekâ Türleri Envanteri ile Seyahat problemini uygulamışlardır. Öğrencilerin zekâ türleri ile matematiksel modelleme problemi çözme becerileri arasındaki ilişkiyi belirlemek için ki-kare testi kullanılan bu çalışmada görsel-uzamsal zekâsı ağırlıklı olan öğrencilerin hiçbirisi verilen problemi çözememişlerdir. Matematiksel-mantıksal zekâsı belli ölçüde

gelişen öğrencilerin yapmış oldukları çözümler genellikle hesaplamalar sonucu oluşturdukları sayısal verilere dayanırken diğer zekâ türleri baskın olan öğrencilerde ise daha çok yoruma dayalı yanıtlar verildiği görülmüştür. Matematiksel zekâ türüne sahip olanların dışında problemi çözebilen öğrencilerde ağırlıklı gelişen diğer zekâ türlerine bakıldığında çoğunluğun ikinci veya üçüncü sıradaki zekâ türlerinin matematiksel zekâ olduğu ise bu araştırmanın en dikkat çekici sonuçlarından birisi olmuştur. Çalışmada matematiksel modellemenin yapısı gereği matematik zekâsı gelişmiş olan öğrencilere daha çok hitap ettiği belirtilerek diğer zekâ türlerine sahip öğrenciler için farklı alternatif yöntemlerin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

Ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin modelleme etkinlikleri ile gerçek yaşam problemlerini çözüm süreçlerini bireysel olarak inceleyen Çora (2018); modelleme etkinlikleri, uygulama süreci ses kaydı, öğrencilerin etkinliklere verdikleri yazılı kağıtlar, gözlemci notları, görüşme soruları ile verilerini toplamıştır. İlk etkinlikte öğrencilerin grup içi görev dağılımı ve grupsal çalışma yapmada zorlandıkları belirlenmiş, bu nedenle diğer etkinlikler için öğrencilerin birbirlerinin yüzlerini görecektir şekilde bireysel olarak çalışmaları istenmiştir. Öğrencilerin ilk etkinlikte problemi anlamakta zorluk çektikleri, matematik ile ilişkilendiremedikleri ve katılımın düşük olduğu görülmüştür. Tüm etkinliklerde hiçbir öğrenci çözümünü doğrulamamış, farklı çözüm yollarını denememiştir. Çalışmanın en dikkat çekici sonuçlarından birisi ise akademik olarak başarılı öğrencilerin problemi anlamakta güçlük çektikleri ve bir an önce işlem yapıp çözüme ulaşmak istedikleri olmuştur.

Yedinci sınıf öğrencilerinin “Hava Durumu” modelleme problemi üzerinde çalışırken geçtikleri modelleme sürecini incelemek isteyen Tutkun ve Kabar (2018), üçer kişilik iki grupta bir durum çalışması gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın bulguları, modelleme problemi ile ilk defa karşılaşan iki gruptaki öğrencilerin problemin çözümü için farklı fikirler öne sürebildiklerini ve farklı matematiksel fikirleri birbirleriyle paylaşılabildiklerini ortaya koymuştur. Öğrencilerin doğrusal bir süreçten ziyade sık sık problem durumuna döndükleri, problemi anlamaya ve yeniden yorumlayarak farklı fikirleri değerlendirdikleri döngüsel bir süreçten geçtikleri görülmüştür. Grup 1’deki öğrencilerin problemde yer alan tablolardaki verileri inceleme, yorumlama ve sayısallaştırma sürecindeki akıl yürütmelerinin Grup 2’ye göre daha geçerli olduğu

belirlenmiş, bu durumun nedeni olarak Grup 1’de yer alan bir öğrencinin diğer öğrencilere göre muhakeme becerisinin daha iyi olması ve Grup 1’in üyeleri arasında daha güçlü bir iletişimin kurulması düşünülmüştür. Ayrıca öğrenciler istenilen çözüme ulaştıktan sonra sonuçları gerçek yaşama göre doğrulamamışlardır. Tutkun ve Kabar; ortaokul öğrencilerine modelleme problemleri üzerinde çalışabilecekleri ortamların sağlanması ve matematik uygulamaları dersinde farklı modelleme problemlerinin uygulamalarına yer verilmesi gerektiğini belirtirken araştırmacılara ise Türkiye’nin farklı gelişmişlik düzeyine sahip çeşitli bölgelerinde ve farklı sınıf düzeylerinde öğrenim gören öğrencilerin modelleme süreçlerini inceleyen çalışmaların yapılması, öğrencilerin modelleme süreçlerinin öğretmenlerin modelleme problemlerini uygulama sürecindeki rolü ile birlikte araştırılması şeklinde önerilerde bulunmuşlardır.

Kocayayla (2019), ortaokul 7.sınıf öğrencilerine yönelik matematiksel modelleme etkinliklerini geliştirmek ve öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirlemek amacıyla 12 öğrencinin geliştirilen iki farklı modelleme etkinliği üzerinde çalışmalarını sağlamıştır. Bir eylem araştırması olarak gerçekleştirilen çalışmanın veri toplama araçları olarak video ve ses kayıtları, tasarlanan modelleme etkinlikleri, öğrencilerin etkinlik dokümanları ve öğrencilerle birebir yapılan görüşme sonuçları; elde edilen verilerin analizi için ise betimsel analiz kullanılmıştır. Araştırmanın bulguları, öğrencilerin her iki etkinlikte de gerçek durumu anlayarak matematiksel fikirle ilişkilendirdiklerini ve matematiksel modeller oluşturduklarını göstermiştir. Öğrencilerin ilk modelleme etkinliği ile deneyim kazandıkları ve ikinci modelleme etkinliğinde modelleme yeterliklerinin daha üst seviyede olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda modelleme etkinliklerinin uzun süre gerektirdiği, zevkli ve eğlenceli olduğu, matematik dersine olan tutumlarının olumlu yönde değiştiği ortaya çıkmıştır.

Çoksöyler (2020)’in 6.sınıf öğrencilerini matematiksel modelleme problemleriyle tanıştırmak ve öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözerken sergiledikleri bilişsel modelleme süreçlerini incelemek için gerçekleştirdiği durum çalışması, ön uygulama ve asıl uygulama olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Öğrencileri matematiksel modelleme problemleriyle tanıştırmak için alanyazından elde edilen 3 adet matematiksel modelleme probleminin sorulduğu ön

uygulamadan sonra araştırmacı tarafından hazırlanan 3 adet matematiksel modelleme probleminin sorulduğu asıl uygulama aşamasına geçilmiştir. Ön uygulama aşamasında modelleme yeterliklerini sergilemede zorlanan öğrencilerin modelleme problemlerini tanımasıyla zamanla bu zorlukların azaldığı tespit edilmiştir. Asıl uygulama aşamasında öğrencilerin süreç içerisinde modelleme yeterliklerinde gelişim yaşandığı, öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini tanıması ve söz konusu problemlere alışmasıyla çözüm süreçlerini değerlendirmek için yapılan puanlama tablosundaki puanlarında artış olduğu görülmüştür.

Baştürk (2021), altıncı sınıf öğrencilerinin cebirsel problemleri matematiksel modellemeyi kullanarak çözme becerilerini incelemek için farklı iki okulda öğrenim gören 174 öğrenci ile tarama modelinde betimsel bir çalışma gerçekleştirmiştir. Veri toplama aracı olarak cebirsel problemleri içeren 8 adet açık uçlu sorudan oluşan problem testi uygulanmıştır. Öğrencilerin problemlerdeki hata oranları tespit edilerek hatalı bulunan cevaplar doküman analiziyle düzenlenmiştir. Çalışmanın sonunda öğrencilerin verilenle istenen arasında bağ kurmakta zorlanmalarının yanı sıra en çok denklem kurmada güçlük çektikleri tespit edilmiş, gereksiz veya hatalı çizimler yaptıkları görülmüştür. Öğrencilerin varsayımda bulunma seviyeleri düşük çıkmış, sonuçları sadece tek bir değer için doğrulamayı tercih ettikleri için genelleme yapmada başarısız olmuşlardır.

6.sınıf öğrencilerinin farklı matematiksel modelleme problemleri ile modelleme yeterliklerinin gelişimini inceleyen Özgen ve Şeker (2021); çalışmasını 18'i deney grubu, 16'sı kontrol grubu olmak üzere toplam 34 öğrenci ile yürütmüşlerdir. Çalışmanın verileri öğrencilerin modellemeyle ilgili görüşlerini ortaya koyabilmek için 5 açık uçlu sorudan oluşan yarı yapılandırılmış bir görüşme formu ile farklı profillere sahip 4 adet ön test-son test ve 8 adet öğrenme sürecinde kullanılmak üzere toplam 12 adet matematiksel modelleme problemi aracılığıyla toplanmıştır. İlk hafta görüşmeler yapılmış, 2.ve 3.hafta ise toplam 4 ders saati boyunca ön test matematiksel modelleme problemleri bireysel olarak uygulanmıştır. Sonraki 8 hafta boyunca deney grubunda modelleme etkinlikleri öğretim sürecine uygun olarak ders işlenirken kontrol grubunda ise normal bir şekilde ders işlenmiştir. Öğrencilerin modelleme yeterliklerinin belirlenmesi amacıyla Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği (Tekin Dede ve

Bukova Güzel, 2018) kullanılmış, nicel veriler ilişkisiz örneklemeler için Mann Whitney U-Testi ile analiz edilirken nitel verilerin analizi için betimsel analiz kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda farklı profillere sahip modelleme problemlerinin kullanıldığı süreç sonunda öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştiği ve matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerine olumlu yönde katkı sağladığı tespit edilmiştir.

2.2.4. İlkokul düzeyindeki çalışmalar

Model ve modelleme yaklaşımlarının öğrencilere okulun ilk yıllarından itibaren tanıtılmasının gerekliliğinin birçok matematik eğitimcisi tarafından vurgulandığını ifade eden Şahin ve Eraslan (2016a), ilkokul 4.sınıf öğrencilerinin modelleme etkinlikleri üzerinde düşünme süreçlerini incelemişlerdir. On sekiz öğrencinin üçer kişilik altı grup şeklinde her hafta farklı bir modelleme etkinliği üzerinde çalışmaları üzerine beş hafta süren bir ön çalışma gerçekleştirilmiştir. Ön çalışma doğrultusunda en iyi performans gösteren grup ile Suç Problemi üzerinde çalışacakları esas uygulama aşamasına geçilmiştir. Öğrenciler problemin çözümü sırasındaki her aşamada günlük yaşamla ilgili varsayımları denemişler, fikirler üretmişler, modellerin doğruluğunu gerçek yaşamla ilişkilendirerek test edebilmişler ve modellerin genellenebilir olmasına çalışmışlardır. Bununla birlikte çalışmada öğrencilerin zorlandığı şu noktalar da tespit edilmiştir: Öğrenciler suç eğilimi faktöründe yer alan nitel veriyi yorumlamada zorlanmışlar, sürecin başında öğrenciler odaklanma sorunu yaşamış ve zaman zaman çalışmaya ara vermişlerdir. Çalışmanın sonunda seçmeli matematik uygulamaları dersinin ilkokul 1-4.sınıflarını da içine alacak şekilde genişletilmesi, ilkokul matematik ders kitaplarında her ünite sonuna en az bir modelleme etkinliği konularak öğrencilerin bu konuda deneyim kazanmalarının sağlanması, modelleme etkinlikleri üzerine okul öncesi ve ilkokulun tüm kademelerini de kapayacak şekilde yeni araştırmaların yapılması şeklinde tavsiyeler bulunmaktadır.

İlkokul öğrencilerinin modelleme sürecindeki düşünme süreçlerini ve karşılaştıkları zorlukları belirlemek isteyen Ulu (2017), çalışmasını özel bir eğitim kurumunda okuyan 4.sınıf öğrencileri ile gerçekleştirmiştir. İki modelleme etkinliği üzerinde çalışmaları sağlanan öğrenciler problem durumunu gerçek yaşam şartlarında değerlendirebilmişler, buldukları sonucun tutarlık ve tutarsızlıklarını belirleyebilmişlerdir. Bunun yanında

öğrencilerin problemi matematiksel olarak ifade edebildikleri, en uygun kararı vermek için etkili bir şekilde tartışabildikleri, görev paylaşımı yapabildikleri görülmüştür. Çalışmada olumlu yönde bulgular elde eden Ulu, gerekli fırsatlar verildiğinde ilkokul öğrencilerinin modelleme yapabileceklerini ve bu nedenle modelleme çalışmalarının okul öncesinden başlayarak öğrencilerin modelleme becerilerinin geliştirilmesi gerektiğini ifade etmiştir.





3. KURAMSAL TEMELLER

Bu bölümde öncelikle araştırmanın dayandığı kuramsal çerçeveyi oluşturmak amacıyla model ve modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme, matematiksel modelleme yaklaşımları, matematiksel modelleme süreci, matematiksel modelleme yeterlikleri, matematiksel modelleme ve problem çözme, matematiksel modelleme etkinlikleri ele alınmıştır. Matematiksel modelleme etkinliklerinin tasarım prensiplerinden, bu etkinliklerin uygulanmasında öğretmenin rolü ve grup çalışmasının etkisinden bahsedilmiştir. Ayrıca hem yurt dışı hem de yurt içinde matematiksel modelleme ile ilgili literatür ayrıntılı bir şekilde taranarak bu alanda yapılan çalışmalar özetlenip sunulmuştur.

3.1. Model ve Modelleme

İnsanoğlunun yaratılışından itibaren bilimin uğraşı, evrende olup biten olayları yorumlamak ve insanların karşılaştıkları problemlerle başa çıkabilmelerini sağlamak olmuştur. Bilimin bitmek bilmeyen bu uğraşı sayesinde insanlar, düşünmenin gücünü kullanarak yaşamlarını kolaylaştırmanın çeşitli yollarını aramışlardır. Bu anlamda insanlar, bir problemle ilk kez karşılaştıklarında ya da o problemi anlamlandırmada güçlük çektiklerinde daha önceki yaşantılarından, deneyimlerinden, bildiklerinden yola çıkarak karmaşık görünen bu problem durumunu basitleştirerek zihinlerinde anlamlı hale getirmeye çalışırlar. Böylece karmaşık sistemler akılcıca tahmin edilebilir ve manipüle edilebilir (Lesh ve Doerr, 2003). Karmaşık görünen bir problem durumunu basitleştirme sürecinde kullanılan gösterimler “model” kavramı ile ifade edilmektedir. Bu anlamda model, karmaşık sistemleri ve yapıları yorumlamak ve anlamak için zihinde var olan kavramsal yapılar ile bu yapıların dış temsillerinin bütünüdür. Modeller zihinsel yapı olmasının yanında yazılı sembol, diyagram, grafik, tablo gibi çeşitli dış gösterimlerle ifade edilebilen kavramsal sistemleri ifade etmektedir (Lesh ve Doerr, 2003). Harrison (2001), model kavramını karmaşık bir sürecin nasıl oluştuğunu ya da karmaşık bir olgunun nasıl meydana geldiğini fark etmemizi sağlayan basitleştirilmiş bir temsil şekli olarak tanımlarken Özturan Sağırlı (2010) ise fiziksel hayata ait gerçekliklerin bir takım anlamlı sembollerle ifade edilmesi, karmaşık olanın basite indirgenmesi olarak tanımlamaktadır. Çiltaş (2011) ise çalışmasında model

kavramını karışık yapıları oluşturmak, tanımlamak ve açıklamak amacıyla kullanılan; kuralları ve işlemleri içeren fiziksel dünyaya zihindeki farklı gösterim şekilleriyle aktarılan ilişkiler olarak ifade etmektedir. Bu açıdan bakıldığında literatürde model kavramına ilişkin birçok tanımın yapıldığı dikkat çekmektedir. Milwood ve Stevens (1990) bu durumun model ve modelleme kavramlarının birçok farklı etkinlik ve nesneyi tanımlamak için kullanılmasından ötürü kaynaklandığını belirtmektedir.

Lesh ve Doerr (2003), hangi durumlarda modellere ihtiyaç duyduğumuzu örneklerle aşağıdaki gibi açıklamaktadır:

- Havacılık mühendisliğinde bilim adamları, gerçek uçakların (veya doğada kendiliğinden meydana gelmeyen diğer karmaşık sistemlerin) tasarımında ve geliştirilmesinde model uçaklar kullanabilirler. Benzer durumlarda gerçek sistemleri kullanmayı denemek hem çok pahalı hem de çok tehlikeli olduğundan modellere ihtiyaç duyulabilir.
- Tarım bilimlerinde veya yer ve atmosfer bilimlerinde bilim adamları, hava durumunu veya doğal olarak ortaya çıkan diğer karmaşık olayları araştırmak için bilgisayar tabanlı simülasyonlar (modeller) oluşturabilirler. Benzer durumlarda gerçek sistemleri basitleştirmek veya meydana gelebilecek güçlükler öncesinde bu sistemleri araştırmak (tahmin etmek, önlemek, manipüle etmek veya kontrol etmek) için modellere ihtiyaç duyulabilir.
- Ekonomi veya işletme yönetimi gibi alanlarda doğrudan ulaşılamayan karmaşık durum ve numunelerin tanımlarını basitleştirip denklem ve grafiklerle somutlaştırabilmek için istatistiksel modeller kullanılabilir.
- Bilişsel psikolojide psikologlar, problem çözme durumlarında insan davranışlarını bilgisayar programları ile simüle edebilirler. İnsanda var olan düşünme şekillerinin anlayış ve yetenekleri nasıl değiştireceğini tespit edebilmek için bilgisayar programları ve uygun yazılımların geliştirilmesi gerekir.
- Günlük deneyimlerinde çocuklar, elektrik, gölgeler, yüzen nesneler ve benzer durumları içeren olguları açıklamak için metaforlar, analogiler, diyagramlar, modeller veya hikayeler kullanabilirler. Örneğin, elektrik devreleri borulardan akan su gibi tanımlanabilir.

Model tanımına ilişkin çerçevenin bu denli geniş olması, modellerin çeşitli başlıklar altında sınıflandırılmasını da beraberinde getirmiştir. Gilbert ve Boulter (1998); modelleri maddesel modeller (bir fiziksel objenin kullanıldığı modeller), görsel modeller (bir diyagramın kullanıldığı modeller), sözel modeller (sözlü açıklamaların yapıldığı modeller) ve simgesel modeller (matematiksel simgelerle ifade edilen modeller) olarak sınıflandırmıştır. Literatür incelendiğinde modellerin bilimsel olan/bilimsel olmayan modeller, görünüş bakımından modeller (somut-soyut modeller), işlevleri bakımından modeller (tanımlayıcı-açıklayıcı-betimleyici modeller) şeklinde çeşitli sınıflandırmalar görülmektedir (Güneş vd., 2004). Çeşitli şekillerde sınıflandırmaları yapılan modellerin öğrenme ortamlarında kullanılması büyük önem taşımaktadır. Çıltaş (2011), çalışmasında öğrenme ve öğretme ortamlarında kullanılan modellerin daha çok bilimsel modeller olarak adlandırıldığını belirtmektedir.

Van Driel ve Verloop (1999) bir öğretmen grubu ile görüşme yaptıkları, diğer öğretmen grubuna ise anket uygulamış oldukları çalışmanın sonunda bilimsel modellerin ortak özelliklerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

- Bir model, her zaman temsil ettiği hedef veya hedeflerle ilişkili olmalıdır. Burada bahsedilen hedef bir sistem, bir nesne, bir olgu veya bir süreç olabilir.
- Bir model, doğrudan gözlenemeyen veya ölçülemeyen bir hedef hakkında bilgi elde etmek için kullanılan araştırma aracıdır. Bu nedenle bir nesnenin başka bir ölçekteki kopyası (ev, köprü maketleri gibi) bilimsel model olarak kabul edilemez.
- Bir model temsil ettiği hedef ile doğrudan etkileşime girmez. Bu nedenle fotoğraf veya spektrumlar bir model olarak nitelendirilmez.
- Modeller ile temsil ettikleri hedefler arasında belirgin bir farklılık bulunmaktadır. Model kompleks bir yapıya sahip olan hedefi basite indirger.
- Hedef ile model arasındaki benzerlik ve farklılıklar, araştırmacıların hedefe yönelik tahmin ve çıkarımlarda bulunmasına imkân sağlayabilmelidir.
- Modeller karşılıklı etkileşim halinde olan süreçler sonunda oluşturulurlar.

Harrison (2001)'a göre karmaşık soyut kavramları, nesne ve süreçleri zihinde canlandırma imkânı sunduğu ve kolay algılayabilmeyi sağladığı için modellerin

öğrenme ortamında kullanılması önemlidir. Çünkü modeller anlaşılması güç olan soyut ve karmaşık kavramların öğretiminde oldukça etkili olup öğrencileri araştırma ve incelemeye teşvik etmektedir. Yapararak ve yaşayarak öğrenmenin vurgulandığı öğretim programlarında modeller, öğrencilerin farklı duyu organlarına hitap ederek olgu ile mevcut bilgileri arasında bağ kurulmasına yardımcı olmaktadır. Gravemeijer ve Stephan (2002), modellerin geleneksel öğrenme ortamlarında değil de öğrencilerin formel olmayan aktiviteleri sonucu ortaya çıkabileceğini belirtmektedirler. Yapısalıcı öğrenme teorilerine öğrencilerin etkili ve bağımsız düşünen bireyler olabilmeleri için model tabanlı öğrenme konusunda yeterince deneyimli olmaları gerekmektedir (Güneş vd., 2004).

Öğrencileri ve öğretmenleri derslerde gözlemleyerek onlarla mülakatlar yapan Harrison ve Treagust (2000), elde etmiş oldukları verilerle literatürdeki çalışmaların verilerini sentezleyerek bilimsel modelleri aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır:

Bilimsel ve öğretim modelleri

- 1) Ölçeklendirme modelleri:** Hayvanların, bitkilerin, arabaların, teknelerin ve binaların ölçeklendirilmiş modelleri; renkleri, dış şekli ve yapısını betimlemek için kullanılır. Ölçeklendirilmiş modeller dış görünüşü ayrıntılı bir şekilde yansıtırken iç yapısını, işlevlerini ve kullanımını nadiren yansıtmaktadır. Ayrıca hedefle aynı malzemeden yapılmazlar. Ölçeklendirilmiş bir köprü modeli boyut olarak gerçek köprüden daha güçlüdür. Ölçeklendirme modelleri genellikle oyuncak veya oyuncak gibidir. Bu durum model ile hedef arasındaki farklılıkları gizleyebilir.
- 2) Pedagojik analogik modeller:** Ölçeklendirme modelleri dahil öğretme ve öğrenmede kullanılan tüm analogik modeller bu kategori içerisinde yer alır. Modelin bilgiyi hedefle paylaşmasından dolayı “analogik”ve öğrencilerin atom veya molekül gibi gözlenemeyen varlıklara ulaşabilmesi için öğretmenler tarafından tanımlandığı için “pedagojik” olarak isimlendirilmiştir. Analoginin yapısına bir veya birden fazla özellik hakimdir, molekül modellerindeki toplar ve çubuklar örnek olarak verilebilir.

Kavramsal bilgiyi oluşturan pedagojik modeller

- 3) **Simgesel ve sembolik modeller:** Kimyasal formüller ve denklemler, kimyasal reaksiyonların ve bileşiklerin sembolik modelleridir. Karbondioksitin CO_2 gösterimi örnek olarak verilebilir.
- 4) **Matematiksel modeller:** Fiziksel özellikler ve süreçler (e.g. $k=PV$, $F=ma$), kavramsal ilişkileri ortaya çıkaran matematiksel denklemler ve grafiklerle temsil edilebilen modellerdir.
- 5) **Teorik modeller:** Elektromanyetik alan çizgileri ve fotonlar, teorik temellerle iyi yapılandırıldığı için teorik modellerdir. Kinetik teorinin gaz hacmi, sıcaklık ve basınç açıklaması gibi modeller bu kategoriye aittir.

Birden çok kavramı ve/veya süreci gösteren modeller

- 6) **Haritalar, diyagramlar ve tablolar:** Bu modeller öğrenciler tarafından kolayca görselleştirilebilen kalıpları, yolları ve ilişkileri temsil eder. Örnek olarak periyodik tablo, filogenetik ağaçlar, hava durumunu gösteren haritalar, devre şemaları, kan dolaşımı, soyağacı, besin zincirleri ve ağlar verilebilir.
- 7) **Kavram-süreç modelleri:** Bilimdeki birçok kavram nesnelerden çok süreci ifade eder. Öğretmenler ve ders kitapları çoklu asit ve baz modelleri, redoks ve kimyasal denge gibi kavram-süreç modellerini kullanırlar.
- 8) **Simülasyonlar:** Simülasyonlar uçak uçuşu, küresel ısınma, nükleer reaksiyonlar, kazalar ve nüfus dalgalanmaları gibi karmaşık süreçleri modellemektedir. Simülasyonlar araştırmacıların hayatlarını riske atmadan becerilerini geliştirmelerini sağlar ve sanal gerçeklik deneyimlerine (bilgisayar oyunları ve animasyonlar, bilgisayar tabanlı interaktif multimedya) imkân tanır.

Kişisel gerçeklik modelleri, teorileri ve süreçleri

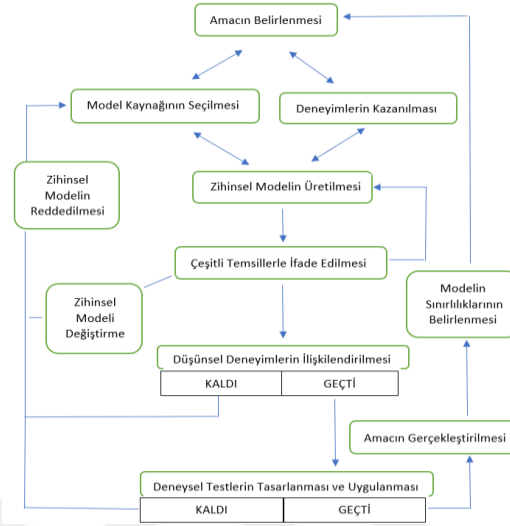
- 9) **Zihinsel modeller:** Bireylerin bilişsel işlemler sırasında ürettikleri zihinsel temsilleri ifade eder. Zihinsel modellerin teknik olarak doğru olması gerekmez,

ancak işlevsel olmaları gerekir. Zihinsel modeller kişisel ve dinamik bir yapıya sahiptir.

10) Senteze dayalı modeller:Bu terim öğrencilerin sezgisel modellerini öğretmenlerinin bilimsel modelleriyle birleştirilirken öğrencilerin alternatif kavramlarının gelişimine yönelik sentezler oluşturmada kullanılmıştır. Birçok öğrenci atomları elastik toplar, güneş sistemi atomu, kabuklar, bulutlar, seviyeler ve yörüngelerden oluşan bir model dizisi aracılığıyla öğrenir.

Karmaşık bir olguyu veya durumu basitleştirerek anlamlı hale getiren modeli oluşturmak belli bir süreç içerisinde gerçekleşmektedir. Bu süreç “modelleme” kavramı ile ifade edilmektedir. Bu anlamda modelleme; karşılaşılan problemle ilgili olayları yorumlama, tanımlama, açıklama veya oluşturma sürecinde problem durumlarını zihinde oluşturma, düzenleme ve organize edip bir örüntü bulma, zihinde farklı şemalar, şekiller ve modeller kullanma ve model oluşturma sürecidir (Lesh ve Doerr, 2003). Justi ve Gilbert (2002), modellemeyi pek çok faaliyeti kapsayan kompleks bir süreç ve modeli oluşturmak için bu sürecin sonuna kadar kullanılan bilimsel faaliyetlerin tamamı olarak tanımlamışlardır. Modelleme, birçok alanda gerçek hayattan bir objenin veya bir durumun prototipini oluşturma anlamında kullanılan bir terimdir (Erbaş, vd., 2014). Literatürde yapılan bu tanımlamaların tümünün vurgulamak istediği nokta modellemenin bir süreç olmasıdır. Bu açıdan Özturan Sağırlı (2010), modelin modelleme sonucunda ortaya çıkan ürünü ifade ederken modellemenin ise bir süreci ifade ettiğinin üzerinde durmaktadır.

Günümüzde tıptan ekonomiye kadar birçok uygulama alanında önem kazanan modelleme, karmaşık ve birçok beceriyi de gerektiren uzun bir süreçtir. Model oluşturma, bilimsel süreç becerilerinin son basamaklarından biri olup bu becerinin kazanabilmesi için gözlem, sınıflandırma, hipotez kurma gibi birçok basamağın başarıyla geçirilmiş olması gerekir (Çiltaş, 2011). Birçok aşamadan oluşan bu modelleme süreci, birçok araştırmacı tarafından (Justi ve Gilbert, 2002; Lesh ve Doerr, 2003; Lesh ve Lehrer, 2003; Halloun, 2006) farklı şekillerle gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Modelleme sisteminin modellenmesi (Justi ve Gilbert, 2002, s.371)

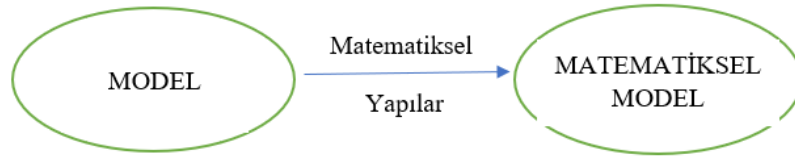
Şekil 3.1'e bakıldığında modellemenin amacın belirlenmesiyle başlayıp çeşitli deneyimler sonrasında oluşturulan zihinsel modelin sürekli olarak test edilmesini ve gerektiğinde önceki aşamalara geri dönmeyi zorunlu kılan sistematik bir süreçten oluştuğu görülmektedir. Modelleme işleminde kaynak ve hedef olmak üzere iki temel öge bulunmaktadır. Kaynak, zihinde var olan mevcut bilgilerin tümünü kapsarken hedef ise elde edilmek istenen bilgilerdir. Kaynaktan yola çıkılarak hedefe ulaşmak için tahminler yapılır ve bu tahminlerin doğruluğu test edilir. Yapılan testler sonucunda istenen amaca ulaşılmış ise oluşturulan model kabul edilir, aksi takdirde önceki aşamalara geri dönülerek yapılan işlemler yeniden gözden geçirilir. Bununla birlikte oluşturulan modelin gerçeğin bir temsili olduğu ve ele alınan gerçek durumla model arasında farklılıklar olabileceği asla unutulmamalıdır.

3.2. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme

İnsanlık tarihinin bilinen en eski bilimlerinden birisi olan matematiğin günlük yaşamda önemli bir yeri vardır. Modern ve teleskobik astronominin kurucularından birisi olan Galileo Galilei, tabiatın kitabının matematik dilinde yazıldığını söylemiştir. Birçok bilim dalında karşılaşılan problemlerin çözümünde matematiksel bir sistem oluşturulup

bu sistem yardımıyla problemlerin çözümü sağlanmaktadır (Akkeleş, 2013). Bu anlamda öğrencilerde günlük hayatımızda matematiğin işe yaramayacağı düşüncesi hâkim olsa da aslında matematik, hayatın kendisinin bir yansımasıdır. Evrende var olan birçok canlı ve cansız varlıkların özünde matematiğin bilgisi vardır. Çağın gereksinimlerine uygun olarak insanların teknolojik aletleri kullanırken vermiş oldukları komutlar aslında birer matematiksel komutlardır. Matematiğin bu denli hayatın içinde olmasına rağmen birçok insan, matematiği günlük hayatla ilişkilendirememekte ve anlaşılması zor, soyut bir ders olarak görmektedir. Matematiğin öğrenciler tarafından genelde soyut, yaşamla ilgisi olmayan dolayısıyla sıkıcı bir ders olarak algılanması bu derse karşı olumsuz tutumların gelişmesini ve genel bir başarısızlık sonucunu doğurmaktadır (Soylu ve Soylu, 2005). Bu açıdan bakıldığında matematik ile gerçek hayat arasındaki ilişkinin kurulmasında ve öğrencilerin matematiği anlamasında önemli rolleri olan matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramlarının üzerinde durmak gerekir.

Lesh ve Doerr (2003) matematiksel modeli öğrencilere bir konuyu matematiksel olarak tanımlamak, açıklamak, yorumlamak amacıyla geliştirilen sistemler olarak belirtmişlerdir. Berry ve Houston (1995) ise matematiksel modeli gerçek yaşam problemiyle ilgili dikkatlice yapılacak varsayımlar doğrultusunda grafik, denklem, eşitsizlik gibi matematiksel yapılar oluşturularak gerçek yaşam durumunu temsil edecek iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkinin matematiksel bir gösterimi olarak tanımlamaktadır. Matematiksel modeller, bireylerin gerçek hayat durumlarına çözüm getirmek amacıyla kullandıkları zihinsel yapılarının matematiksel dış temsilleridir (Albayrak, 2017). Bu tanımlamalardan hareketle matematiksel model, gerçek yaşam durumlarının yorumlanıp açıklanabilmesi için oluşturulan matematiksel temsil olarak ifade edilebilir. Örneğin; bir ülkedeki nüfusun değişim oranını açıklamak için türevin farklı gösterimleri, serbest düşme hareketlerinde yükseklik ile cismin hızı ve zaman arasındaki ilişkileri yorumlamak için fonksiyonların farklı gösterimleri, zaman içerisinde sürekli değişim gösteren hacim hesaplamaları için integralin farklı gösterim ve yorumları birer matematiksel model olarak düşünülebilir. Tanımlamalarda ortak olarak vurgulanmak istenenlerden birisi de matematiksel modelin ortaya çıkarılmasında matematiksel düşünme becerilerinin yoğun bir şekilde kullanılmasıdır. Bu anlamda matematiksel modeli Şekil 3.2'deki gibi göstermek mümkündür.



Şekil 3.2. Matematiksel Modelin Basit Bir Görünümü

Lesh vd.(2006)'e göre matematiksel modeller, matematik kavramlarını öğretme, öğrenme, anlama ve anlamlandırmayı kolaylaştıran görsel ve kavramsal yardımcılardır. Dolayısıyla matematiksel modeller, öğrencilerin matematiksel kavramları nasıl öğrendiklerini, geliştirdiklerini ve uyguladıklarını gösteren araçlardır. Matematik eğitimcilerinin kullandığı paylaşılabilen ve yeniden kullanılabilen modeller, matematik eğitiminin en önemli bilişsel neneleridir (Lesh ve Yoon, 2007). Lesh ve Doerr (2003)'e göre ise matematiksel modeller öğrenmenin anlamlı hale gelmesi için oluşturulur ve matematikselleştirme etkinliklerini içerir. Blum ve Niss (1989); verilerin, kavramların, ilişkilerin, koşulların ve varsayımların matematiğe çevrilerek orijinal durumun matematiksel bir modelinin ortaya çıkarılması gerektiğini belirtmektedirler.

Heddens (2005), matematik öğretiminde matematiksel modellerin öğrencilerin;

- Gerçek hayat durumlarını matematik ile ilişkilendirmelerini,
- Problem çözmede birlikte çalışabilmelerini,
- Matematiksel fikir ve kavramları tartışabilmelerini,
- Matematiksel düşüncelerinin sözel olarak dile getirebilmelerini,
- Büyük bir grup önünde sunum yapabilmelerini,
- Sorunları çözmenin birçok farklı yolu olduğunu görebilmelerini,
- Matematik problemlerinin birçok farklı şekilde sembolize edebilmelerini,
- Matematik problemlerini öğretmenlerin talimatlarını takip etmeden çözebilmelerini öğrenmelerinde yardımcı olduğunu belirtmektedir.

Spanier (1992)'e göre matematiksel modelleme, 1973-1974 yıllarında Claremont Matematik Kliniği'nde lisansüstü derslerde fizik ve mühendislik alanları ile ilgili karmaşık ve açık uçlu problemlerin çözümü için öğretilmeye başlanmıştır. Bilimsel bilgi üretmenin yollarından birisi de matematiksel modellemedir. Pollak (1969)'ın matematiğin gerçek hayattaki uygulamaları olarak bahsetmiş olduğu matematiksel

modelleme, Haines ve Crouch (2007)'a göre gerçek hayat durumlarının matematiksel olarak ifade edilerek problemin çözüldüğü ve çözümün test edildiği döngüsel bir süreci ifade etmektedir. Berry ve Houston (1995) ise matematiksel modellemeyi problemi anlama, varsayımlarda bulunma ve sadeleştirme, değişkenleri belirleme, alt modeller kullanma, değişkenler arasında ilişki kurma, seçilen modeli yorumlama ve doğrulama, duruma göre modelde değişiklikler yapma, sonucu açıklama gibi basamakları kullanarak gerçek yaşam problemlerini çözme süreci olarak tarif etmektedir. Çakmak Gürel (2018) matematiksel modelleme kavramını karmaşık bir gerçek hayat problemini basitleştirerek matematiksel bir forma dönüştürdükten sonra çıkan sonuçları gerçek hayata yorumlama süreci olarak tanımlarken Çavuş Erdem (2018) ise gerçek yaşam ile matematik dünyası arasındaki ilişki ve geçişlere dayanan bir problem çözme süreci olarak ifade etmektedir. Bu araştırmada matematiksel modelleme, gerçek hayatta karşılaşılabilecek bir problem durumunu belirli varsayımlar yoluyla gerçek bir model haline getirip bu modelin matematiksel forma dönüştürülmesi, matematik içerisinde çözümünün gerçekleştirilmesi ve elde edilen bu çözümün gerçek dünyada yorumlanarak karşılığının olup olmadığının doğrulanması aşamalarını içeren bir süreç olarak tanımlanmıştır. Yapılan tanımlamalardan da anlaşılacağı üzere genel anlamda herhangi bir durumun özelliklerini formül, eşitlik, grafik, tablo ve şekil gibi matematiksel bir form ile ifade etmeye matematiksel model, bu matematiksel modeli geliştirmek için uygulanan sürece ise matematiksel modelleme adı verilmektedir (Çiltaş, 2011).

Berry ve Houston (1995) matematiksel modellemeyi deneysel modelleme, teorik modelleme, boyutsal analiz modelleme ve simülasyon modelleme olmak üzere dört gruba ayırmıştır:

Deneysel Modelleme: Deneyler sonucunda elde edilen verilerin grafik veya eşitlik oluşturacak şekilde kolayca yapılabilen modellemedir. Bu süreçte grafiklerden yararlanarak yapılan yorumlamaların geçerliliğinde önemli sınırlılıklar söz konusudur.

Teorik Modelleme: Süreç sonunda oluşturulan formülün veriden daha çok teoriye dayandırılması şeklinde yürütülen modellemedir.

Boyutsal Analiz Modelleme: Boyut olarak isimlendirilen fiziğin temel özelliği kullanılarak etkili değişken grubu bulunmasını içeren modellemedir.

Simülasyon Modelleme: Analitik olarak modelleme yapmanın ya da verileri elde etmenin kolay olmadığı durumlarda uygun verilerle bilgisayar kullanarak istatistikleri ve olasılıkları simüle etmek şeklinde gerçekleştirilen modellemedir.

Matematiksel modelleme, hem önceden bilinen kavramsal sistemleri ve modelleri kullanma hem de yenilerini oluşturup geliştirmesi bakımından dinamik yapıları içeren bir süreçtir (Erbaş vd., 2014). Bu doğrultuda matematiksel modellemede gerçek hayat durumları sadece hazır modeller kullanılarak çözüme kavuşturulmamakta; aynı zamanda gerçek hayat durumu içerisindeki olgular yeniden yorumlanıp düzenlenerek matematikle ilişkisi kurulmaktadır. MEB(2018)'in Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde (TYÇ) belirlemiş olduğu yetkinliklerden birisi de matematiksel yetkinliktir. Bu yetkinlik kapsamında bireylerin günlük hayatta karşılaştıkları bir problemi çözmek için matematiksel düşünme tarzını geliştirmeleri ve uygulamaları istenmektedir. Uluslararası Matematik Öğretimi Komisyonu'nun (ICMI-14) yayınladığı rapora göre matematiksel modelleme; öğrencilerin matematiksel kavramları daha iyi anlamalarını sağlamayı, belirli durum ve problemlerini formüle etmeyi ve çözmeyi öğretmeyi, eleştirel ve yaratıcı olma özelliklerinin farkına varmalarını, matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmelerini amaçlamaktadır (Blum, 2002). Bu sayede bireyler matematiksel düşünme becerilerini geliştirmekle birlikte karşılaştıkları problemlere de çözüm üretmiş olurlar.

3.3. Matematiksel Modelleme Yaklaşımları

2000'li yılların başında dünyada, 2015 yılında ise ülkemizde öğretim programlarının yenilenmesiyle birlikte matematik eğitimcilerinin en çok araştırdığı konu alanlarının başında matematiksel modelleme gelmektedir. Çağın koşullarının gerektirdiği bireylerin yetiştirilmesi amacı, öğrencilerin en çok zorlandıkları derslerin başında matematiğin gelmesi, gerçek yaşam ile matematik arasında bir ilişkinin kurulamaması nedenlerinden ötürü matematiksel modellemenin her geçen gün daha da önemi artmaktadır. Dolayısıyla matematiksel modelleme ile ilgili oldukça geniş bir alanyazın oluşmuştur. Bu alanyazında yer alan çalışmalara bakıldığında öğretimde matematiksel modelleme kullanımına yönelik ortak bir yaklaşımdan söz etmek mümkün değildir (Aztekin ve

Taşpınar Şener, 2015).Bu durumun temel nedeni, araştırmacıların matematiksel modelleme ve uygulamaları üzerinde farklı bakış açılarının mevcut olması ve modelleme sürecinin belli kalıplara sığdırılmayacak kadar karmaşık bir süreci kapsamasıdır.

Kaiser ve Sriraman (2006), International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) ve The International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications (ICTMA) faaliyetleri ve diğer yayınlar tarafından oluşturulan çalışmaların genel amaçlarını ve teorik çalışmalarını analiz ederek matematiksel modelleme yaklaşımlarını bilişsel modelleme bir üst yaklaşım olmak üzere toplamda altı başlıkta sınıflandırmıştır. Kaiser ve Sriraman, bu sınıflandırmayı yaparken her bir perspektifin temel amaçlarından, ilişkili olduğu perspektiflerden ve bu perspektiflerin özünü oluşturan kaynaklardan bahsetmiştir.

3.3.1. Gerçekçi veya uygulamalı modelleme

Gerçekçi veya uygulamalı modelleme yaklaşımına göre matematiksel modelleme, uygulamalı problem çözme süreci olarak görülmekte ve modelleme için gerçek yaşam kriterlerinin gerekli olduğu vurgulanmaktadır. Pragmatik felsefeye dayalı olarak gerçek dünya problemlerini çözerek modelleme yeterliklerini geliştirmenin amaçlandığı bu yaklaşımda sorulması gereken temel soru “Gerçek yaşam problemlerini modelleyebilmek için ne tür şartlar gereklidir?” şeklindedir. Pollak’ın pragmatik perspektifi ile ilişkilendirilerek bu yaklaşım oluşturulmuştur. Oluşturulan bu yaklaşım, modelleme döngüsünde gerçek yaşam durumunu analiz etmek için kullanılmaktadır. Anglo-Saxon pragmatizmi ve uygulamalı matematik dikkate alınarak ortaya çıkan bu yaklaşıma Haines, Crouch, Izard ve Neill öncülük eden isimlerdir.

3.3.2. Bağlamsal modelleme

Bağlamsal modelleme yaklaşımında öğrencilerin matematiksel kavramları uygun bir bağlam içerisinde daha anlamlı öğrendikleri ve sözel problemleri çözdükleri varsayılmaktadır. Bu yaklaşım modelleme sürecinden ziyade model oluşturma etkinliklerinin geliştirilmesine odaklanmaktadır. Dolayısıyla bu yaklaşımı benimseyen çalışmalar “Öğrencilerin anlamlı modelleme etkinlikleri için bu etkinliklerin içeriği nasıl olmalıdır?” sorusuna cevap aramaktadır. Bağlamsal modelleme yaklaşımının

önemli temsilcilerinden birisi olan Lesh ve Doerr (2003)'e göre matematik eğitiminin en önemli amaçlarından birisinin öğrencilerin yaşadıkları olayları analiz edebilecekleri zihinsel yapılar geliştirmelerini sağlamaktır. Bilgi işleme perspektifi dikkate alınarak elde edilen bağlamsal modelleme yaklaşımının kaynağını Amerikan problem çözme tartışmalarının yanı sıra günlük okul uygulamaları ve psikolojik laboratuvar deneyleri oluşturmaktadır.

3.3.3. Eğitimsel modelleme

Didaktik modelleme ve kavramsal modelleme olmak üzere ikiye ayrılan bu yaklaşımın temel amaçları sırasıyla öğrenme süreçlerini yapılandırıp tanıtmak ve kavramı sunarak geliştirmektir. Bütünleştirici ve bilimsel hümanistik yaklaşımının geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Erbaş vd.(2014), eğitimsel modelleme yaklaşımının gerçekçi modelleme yaklaşımı ile bağlamsal modelleme yaklaşımına ait özelliklere sahip karma bir yaklaşım olarak kabul edildiğini söylemektedir. Bu yaklaşıma göre sorulması gereken soru “Öğrenciler kavram öğreniminde ne gibi zorluklar yaşamaktadır, matematiksel modelleme ile öğrenme süreci nasıl desteklenebilir?” şeklindedir. Kaynağını didaktik teoriler ve öğrenme teorilerinden alan eğitimsel modellemenin modelleme konularını analiz etme ve tekrar yapılandırmada rolü vardır. Türkiye’de yapılan matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının betimsel içerik analizini yapan Aztekin ve Taşpınar Şener (2015), çalışmaların büyük çoğunluğunun bu yaklaşım içerisinde gerçekleştirildiğini belirtmektedir. Maaß, Niss, Freudenthal, Blomhøj, Blum, Galbraith, Stillman, Lingefjard bu yaklaşımı savunmaktadırlar.

3.3.4. Sosyo-kritik modelleme

Sosyo-kritik modelleme yaklaşımına göre matematik öğretiminin amacı yaşamış olduğumuz toplumu ve kültüre eleştirel bir gözle bakmayı sağlamaktır. Özgürlükçü yaklaşımla ilişkilendirilen bu yaklaşım, modelleme sürecine dair yansımaları yapılandırmak için kullanılmaktadır. Sosyo-kritik yaklaşımının temelinde siyasal sosyolojideki sosyo-eleştirel yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yaklaşımın üzerinde durduğu nokta, “Matematiksel modellemenin gerçek dünyayı anlamadaki gücü nedir?”

sorusudur. Bu yaklaşıma dair çalışmalar yapan araştırmacılar Barbosa, Skovsmose, D'ambrossio'dur.

3.3.5. Epistemolojik veya teorik modelleme

Bu yaklaşıma göre matematiksel kavramlar arasındaki ilişki ve teorilerin incelenmesi ve geliştirilmesi beklenmektedir. Bu noktada epistemolojik veya teorik yaklaşımda model oluşturma etkinliklerinde gerçekçi bağlamın arka planda kaldığı söylenebilir. Bu yaklaşıma göre yapılan çalışmaların araştırma sorusu “Kavramsal öğrenme için matematik tekrar nasıl yapılandırılabilir, teori gelişimi nasıl desteklenebilir?” şeklinde olmaktadır. Freudenthal'ın bilimsel-hümanist bakış açısının devamı olarak düşünülen bu yaklaşımın çıkış noktasını ise Roman epistemolojisi oluşturmaktadır. Epistemolojik modelleme yaklaşımının modelleme döngüsünde matematikselleştirme basamağında kullanıldığı söylenebilir. Garcia, Freudenthal, Bosch, Treffers bu yaklaşıma göre çalışmalar yapmışlardır.

3.3.6. Bilişsel modelleme

Kaiser ve Sriraman (2006)'ın bir üst perspektif olarak tanımladığı bu yaklaşımda modelleme sırasında gerçekleşen bilişsel süreçlerin analiz edilmesi varsayılmaktadır. Bu nedenle “Modelleme sürecinde hangi bilişsel yeterlikler vurgulanmalıdır, hangi bilişsel yapıya sahip bireyler hangi modelleme yeterliklerine sahiptir?” sorusunun üzerinde durulmaktadır. Temelini bilişsel psikolojinin oluşturduğu bu yaklaşım verilen bir durumu modellendirmek için gerekli olan bilişsel yetenekleri tanımlamak ve modelleme sürecini yapılandırmak için kullanılmaktadır. Borromeo Ferri, Blum, Piaget bu yaklaşımın önemli isimlerindendir.

Yapılan bu sınıflandırmaya göre eğitimsel ve bilişsel modelleme yaklaşımlarındaki amacın öğrencilerin modelleme yeterliklerini geliştirmek olduğu söylenebilir. Kaiser ve Sriraman'ın bu sınıflandırmasında yaklaşımları birbirinden kesin çizgilerle ayırmak mümkün değildir (Erbaş vd., 2014). Çünkü yapılan bu sınıflandırma incelenen yaklaşımlar arasındaki farkları net bir şekilde ortaya koymamaktadır (Çora, 2018). Bu nedenle matematiksel modellemenin matematik öğretiminde kullanım amacına göre yaklaşımların daha basit bir sınıflandırması yapılabilir. Galbraith (2012), bu basit

sınıflandırmayı modellemenin matematik öğretiminde “matematiksel modellemeyi öğrenme (amaç)” ve “matematiksel modelleme ile öğrenme (araç)” olmak üzere iki yaklaşımda kullanılabilecek şekilde yapmıştır.

Matematiksel modellemenin amaç olarak kullanıldığı yaklaşımda öğrencilerin gerçek dünya problemlerini çözmek için modelleme yeterliklerini geliştirmek ve modellemeyi öğretmek önemlidir. Bu nedenle öğrencilerin güçlü bir matematik bilgisi ve matematiksel modelleme teknikleri bilgisi gerekir (Çavuş Erdem, 2018). Dolayısıyla bu yaklaşımın öğrencilere kazandırmak istediği temel hedef, matematiksel kavramları iyi bir şekilde öğrendikten sonra gerçek hayatla ilgili birçok problemi çözerek modelleme ile ilgili deneyim kazanmadır. Sonuç ve beceri odaklı olan bu yaklaşıma göre matematiksel modelleme daha çok lise ve üniversite düzeyinde ele alınmalıdır (Erbaş vd., 2014).

Matematiksel modellemenin araç olarak kullanıldığı yaklaşımda ise temel amaç matematiksel kavramların öğretilmesini sağlamaktır. Diğer bir ifade ile hazırlanan model oluşturma etkinlikleri tamamen matematiksel kavramları öğretmek için vardır, matematiksel modelleme bu hedefi gerçekleştirmek için sadece bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Lesh ve Doerr (2003)’a göre matematiksel kavramlar ve fikirler, uygun problemler ve gerçek hayat durumları aracılığıyla öğretilmelidir. Bu yaklaşıma göre matematiksel modelleme lise ve üniversiteye kadar ertelenmemeli, eğitimin erken dönemlerinden itibaren her kademesinde yer almalıdır (Erbaş vd., 2014).

Stillman (2012), önceliği matematiksel modellemenin amaç olarak kullanıldığı yaklaşıma vererek her iki yaklaşıma da yer veren bir bakış açısı ortaya koymuştur. Stillman’a göre matematiksel modelleme matematik öğretiminin bir amacıdır, bu amacı gerçekleştirirken araç olarak da kullanılıp bazı matematiksel kavramların öğretilmesi de sağlanabilir.

Kaiser ve Sriraman (2006)’ın sınıflandırmasına göre bu çalışmanın ilk aşamasında bağlamsal modelleme yaklaşımıyla öğrencilerin ilgi alanları doğrultusunda 7 tane model oluşturma etkinliğinin içeriği hazırlanmış ve geliştirilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise bilişsel modelleme yaklaşımıyla ortaokul öğrencilerinin geliştirilen bu model oluşturma etkinlikleri üzerindeki matematiksel düşünce ve yazılı işlem yoluyla

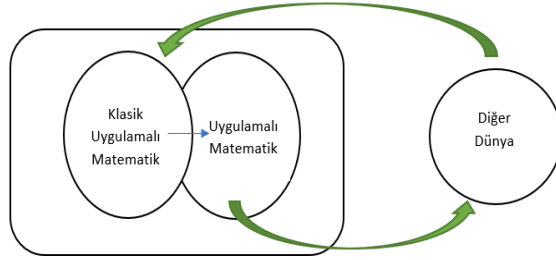
ortaya koymuş oldukları bilişsel süreçleri analiz edilmiştir. Modelleme sırasında gerçekleşen bilişsel süreçlerin analiz edilmesinin varsayıldığı bilişsel yaklaşım, modelleme yeterliklerine ve onların geliştirilmesine odaklanarak diğer yaklaşımlara da hizmet eden önemli bir rol üstlenmektedir (Kaiser ve Sriraman, 2006; Hıdıroğlu ve Özkan Hıdıroğlu, 2016). Bu çalışmada öğrencilerin hangi bilişsel becerileri sergileyebildiklerine odaklanılarak hangi bilişsel yapıya sahip öğrencilerin hangi modelleme yeterliklerine sahip olduğu incelenmiştir. Galbraith (2012)'in sınıflandırmasına göre ise ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme süreci içerisinde bilişsel süreçleri üzerinde odaklanarak matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesi üzerine bir durum çalışması yapıldığından matematiksel modellemeyi öğrenme (amaç) yaklaşımı benimsenmiştir.

3.4. Matematiksel Modelleme Süreci

Günümüzde matematiği ezberleyen değil; bilgiyi üreten, bu bilgiyi günlük yaşamında kullanabilen, karşılaştığı problemlerin üstesinden gelebilen, yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerine sahip olan bireylerin yetiştirilmesi önemlidir. Bu niteliklere sahip olan bireylerin yetiştirilebilmesi için öğretmenin konuyu tek bir yöntemle anlatıp öğrencinin sadece dinleyici konumunda olduğu geleneksel öğrenme ortamlarından vazgeçip öğrenme sürecinin merkezinde öğrencinin bulunduğu, ezber yapmaktan öte öğrendiklerini gerçek yaşam ile ilişkilendirerek etkili ve kalıcı hale getirebildiği ortamların oluşturulması gerekir. Bu ortamların oluşturulmasında en güçlü yöntemlerden birisi de matematiksel modellemedir. Bu sürecin aşamalarını ve bu aşamalarda nelerin yapılması gerektiğini bilmek, matematiksel modellemenin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi açısından oldukça önemlidir.

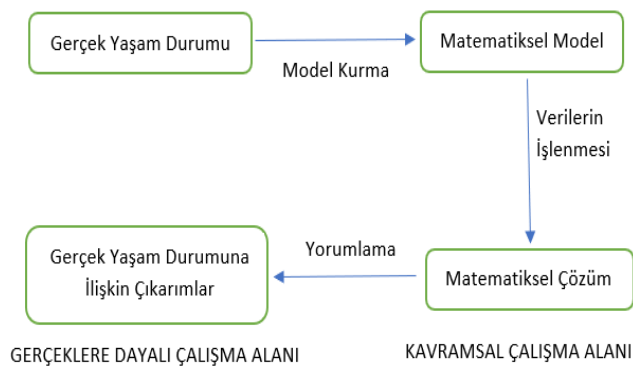
Matematiksel modellemenin birçok yaklaşım yoluyla ele alınması, birçok araştırmacının (Pollak, 1979; Müller ve Wittmann, 1984; Schoenfeld, 1985; NCTM, 1989; Swetz ve Hartzler, 1991; Berry ve Houston, 1995; Doerr, 1997; Lesh ve Doerr, 2003; Borromeo Ferri, 2006; Galbraith ve Stillman, 2006; Voskoglou, 2006; Keskin, 2008; Ang, 2010; Hıdıroğlu, 2012) matematiksel modelleme sürecinin aşamalarını çeşitli şekillerde sunan çerçeveleri oluşturmalarına neden olmuştur. Matematiksel modelleme sürecinin aşamalarına yönelik yapılan ilk çalışmalardan birisi Pollak (1979) tarafından

gerçekleştirilmiştir. Matematik ve matematik dışında kalan dünya arasındaki karşılıklı etkileşimi “Modelleme Çemberi” olarak isimlendiren Pollak’a göre öğrenciler bu süreçte kavramsal bilgileri ile gerçek yaşam bilgilerini ilişkilendirerek çözüme ulaşmaktadırlar.



Şekil 3.3. Matematiksel modelleme döngüsü (Pollak, 1979, s.233)

Almanya’da ilkökul öğrencileriyle yapmış oldukları çalışmada Müller ve Wittmann (1984)’a göre matematiksel modelleme süreci; model kurma, modeldeki verileri işleme ve yorumlama olmak üzere üç temel basamak ve bu basamakların gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan gerçek yaşam durumu, matematiksel model, matematiksel çözüm ve gerçek yaşam durumuna ilişkin çıkarımlar olmak üzere 4 temel bileşenden oluşmaktadır. Yapılan bu çalışmada öğrencilerin çözüm sürecinde gerçeklere dayalı ve kavramsal çalışma alanlarında yer aldıklarını belirten Müller ve Wittmann, matematiksel modelleme sürecinin döngüsellikinden bahsetmemişlerdir.



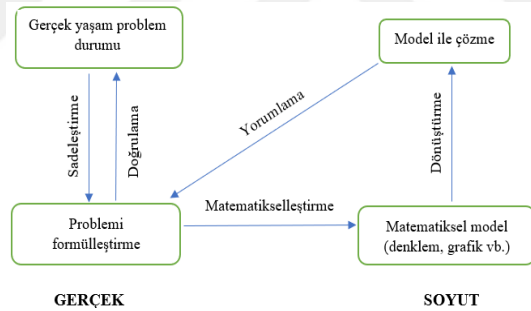
Şekil 3.4. Modelleme Sürecinin Yapısı (Müller ve Wittmann, 1984)

Schoenfeld (1985) matematiksel modelleme sürecini 5 basamakta incelerken bu süreci şekillendiren bilişsel aktiviteler ve açıklamalarından bahsetmektedir.

Tablo 3.1.Matematiksel modelleme süreci(Schoenfeld, 1985)

Basamaklar	Açıklamaları
Problemi Okuma	Problem ifadesi okunarak anlamlandırılır.
Modeli Oluşturma	Problem durumu basitleştirilerek yapılandırılır ve matematikselleştirilir.
Tahmin Etme	Problem gerçekteki durumuna uyan sayısal tahminler yapılır.
Hesaplama	Problem, oluşturulan denklemler veya grafiklerle çözülür.
Raporlaştırma	Problemde oluşturulan bulgular özetlenerek çözüm yazılı hale getirilir.

1989 yılında NCTM tarafından matematiksel modelleme sürecindeki doğrusal olmayan aşamalar; gerçek yaşam problemi tanımlama ve sadeleştirme, matematiksel model oluşturma, matematiksel modeli dönüştürme, geliştirme ve çözümleme, matematiksel modeli yorumlama ve doğrulama şeklinde tanımlanmıştır.

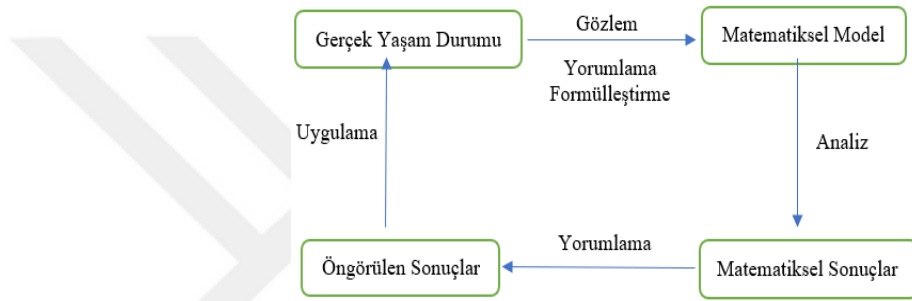


Şekil 3.5. Matematiksel modelleme sürecinin yapısı (NCTM, 1989, s.138)

Şekil 3.5’de de görüldüğü üzere matematiksel modelleme süreci, gerçek yaşamdan alınan bir problem durumunun anlamlı hale getirilmesiyle başlamaktadır. Ardından bu problem durumu denklem, grafik vb. matematiksel gösterimler yardımıyla matematikselleştirilerek soyutlaştırılır. Üçüncü aşamada problemin çözümü için kullanılacak olan matematiksel gösterimleri dönüştürülerek analiz edilir. Dördüncü aşamada elde edilen çözümün gerçek hayat durumundaki karşılığı incelenir. En son aşamada ise oluşturulan matematiksel modelin ele alınan problem durumu ile benzer durumları açıklamada uygun olup olmadığını doğrulama işlemi gerçekleştirilir. Bu süreçte matematiksel modelin incelenen gerçek yaşam durumunu açıklama yeterliği

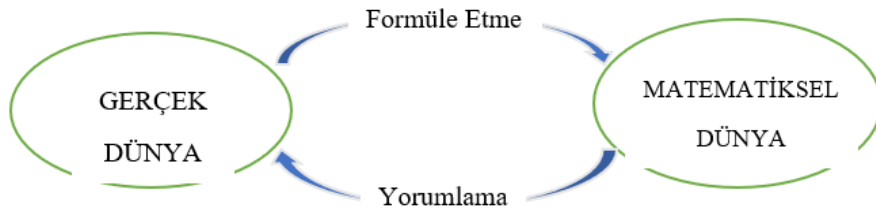
değerlendirilerek önceki aşamaları tekrar etme söz konusu olduğundan döngüsellikten bahsedilmektedir.

Swetz ve Hartzler (1991), matematiksel modellemenin bir problem çözme yöntemi olduğunu ifade etmişlerdir. Matematiksel modellemenin sistematik bir süreç olduğunu belirten Swetz ve Hartzler, bu sürecin yorumlama, analiz, sentez ve değerlendirme gibi üst düzey bilişsel becerilerin gelişimine katkı sağladığını vurgulamaktadırlar. Swetz ve Hartzler, Müller ve Wittmann'ın tasarlamış oldukları matematiksel modelleme sürecini geliştirerek yeni bir süreç modeli ortaya koymuşlardır.



Şekil 3.6. Matematiksel Modelleme Diyagramı (Swetz ve Hartzler, 1991)

Matematik ile birlikte birçok bilim dalında da kullanılan matematiksel modelleme, genel anlamda gerçek hayattan alınan bir durumun matematiksel olarak açıklandıktan sonra gerçek hayatta yorumlanması yoluyla bir çözümünün bulunmasıdır. Bu anlamda Berry ve Houston (1995), matematiksel modellemeyi basit bir şekilde gerçek dünya ile matematiksel dünya arasındaki çift yönlü bir etkileşim süreci olarak ifade etmekte ve bu süreci Şekil 3.7'deki gibi göstermektedirler.



Şekil 3.7. Matematiksel modelleme sürecinin basit bir görünümü (Berry ve Houston, 1995, s.24)

Berry ve Houston (1995), gerçek dünyada ele alınan bir durumun formülleştirilebilmesi için matematiğe, ulaşılan matematiksel sonuçların yorumlanabilmesi için de gerçek

dünyaya geçişin yapılması gerektiğini belirtmektedirler. Bu geçişler sırasında ilk olarak gerçek yaşamdan ele alınan bir problem durumu, matematiksel bir problem gibi düşünülerek bazı varsayımlar doğrultusunda bu problemin matematiksel modeli oluşturulur. Daha sonra belirlenen matematiksel model çerçevesinde problem çözülerek elde edilen sonuçlar gerçek yaşam içerisinde yorumlanır. Süreç sonunda problem durumu ve çözümünü ayrıntılı bir şekilde gösteren raporun hazırlanması gerekir. Berry ve Houston (1995), açıklamış olduğu bu matematiksel modelleme sürecini 8 basamağa ayırarak her bir basamakta nelerin yapılması gerektiğini tablo şeklinde belirtmiştir. (Bkz. Tablo 3.2)

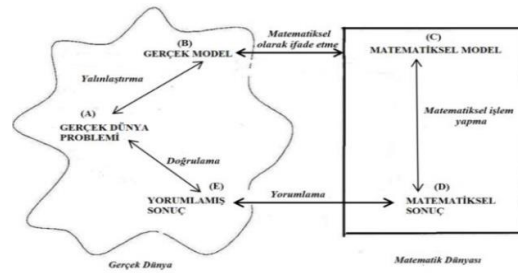


Tablo 3.2. Matematiksel modelleme sürecindeki temel basamaklar ve bu basamaklara ait anahtar davranışlar (Berry ve Houston, 1995; Akt:Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2013, s.132)

Temel Basamaklar	Anahtar Davranışlar
Problemi Anlama	Gerçek yaşam problemi tanımlanır ve gerekli veriler toplanıp analiz edilir.
Değişkenleri Belirleme	Modelin oluşturulmasında kullanılacak olan değişkenler tanımlanır.
Matematiksel Model Oluşturma	Belirlenen değişkenler doğrultusunda matematiksel yapılar kullanılarak gerçek yaşam durumunu temsil edecek matematiksel model oluşturulur.
Problemi Çözme	Matematiksel model üzerinde bilinen matematiksel bilgiler kullanılarak problemin çözümü yapılır.
Çözümü Yorumlama	Matematiksel analizin sonuçları değerlendirilerek çözüm açıklanır. Seçilen modelin kabul edilmesi için gerekli olan verilerin ne olduğuna karar verilir.
Modeli Doğrulama	Uygun veriler kullanılarak modelin ideal olup olmadığı test edilir, model ve modelden elde edilen sonuçlar

	sorgulanır.
Modeli Geliştirme	Varsayımların geliştirilmesiyle diğer problemler için yeni modeller geliştirilir. Problemi çözme, çözümü yorumlama ve seçilen modeli doğrulama basamakları tekrar edilir.
Rapor	Problem durumu ve çözümünü gösteren poster, yazılı bir rapor veya sözlü bir sunum şeklinde rapor hazırlanır.

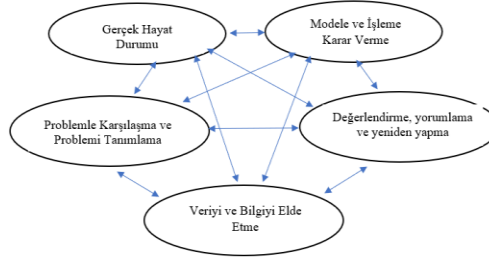
Modelleme sürecinin gerçek hayat problemi ile başladığını belirten Blum (1996), problemin sadeleştirilerek ve yapılandırılarak gerçek modele ulaşıldığını ifade etmektedir. Gerçek modelin matematiksel olarak ifade edilmesi yoluyla matematiksel modele ulaşıldığına vurgu yapan bu modelleme sürecinde, gerçekleştirilen matematiksel işlemler neticesinde matematiksel sonuçların elde edileceği açıklanmaktadır. Blum (1996)'a göre elde edilen bu matematiksel sonuçlar önce yorumlanmalı sonra da doğrulanmalıdır. Eğer sonuç veya seçilen süreç gerçeğe uygun değilse ilgili aşama veya tüm modelleme süreci yeniden gözden geçirilmelidir.



Şekil 3.8. Modelleme süreci (Blum, 1996, s.18)

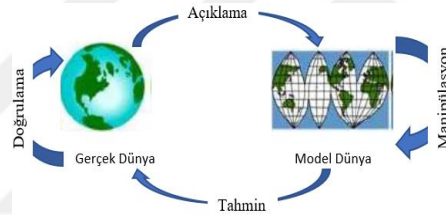
Matematiksel modelleme sürecinin birbiriyle sıkı bir ilişki içinde olan basamaklardan oluştuğunu belirten Doerr (1997), özellikle döngüsellğe dikkat çekerek sürecin belli bir sıraya göre değil her birinden diğerine geçişin olabileceğini açıklamaktadır. Doerr, çalışmasında süreç boyunca üretilen düşüncelerin kompleks bir yapıda ve birbiri içine geçmiş halde olduğunu ifade etmiştir. Bu süreç içerisinde yer alan her aşamada

öğrenciler, algılarını bilişsel modellerle eşleştirmekte, modellerini dönüştürmekte ve algılanan sorun durumuna geri dönerek tartışmaya devam etmektedirler.



Şekil 3.9. Modelleme Süreci (Doerr, 1997, s.268)

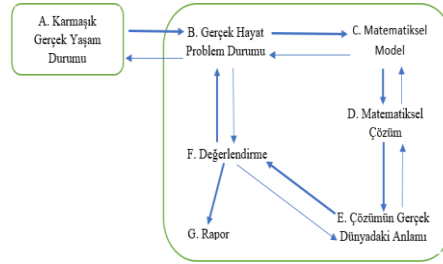
Matematiksel modelleme sürecinde gerçek dünya ile model dünya arasında bir ilişkinin kurulması gerektiğini belirten Lesh ve Doerr (2003), dinamik bir yapı olarak tanımladığı bu süreci dört temel aşamada açıklamaktadır.



Şekil 3.10. Matematiksel modelleme döngüsü (Lesh ve Doerr, 2003, s.17)

Lesh ve Doerr (2003)’e göre gerçek dünya ile model dünya arasındaki ilişkinin kurulmasında gerekli olan ilk basamak “açıklama” aşamasıdır. İki dünya arasındaki bağlantının kurulmasını içeren bu aşamada gerçek hayat durumunun tanımlanması ile basitleştirilmesi sağlanarak problem durumunda verilen bilgiler matematiksel olarak analiz edilir, varsayımlar oluşturulur. Matematiksel bilgi ve becerilerin kullanıldığı “manipülasyon” aşamasında varsayımlar matematiksel yapılarla temsil edilerek bu temsiller arasında ilişkiler kurulur ve öğrenciler tarafından matematiksel modeller oluşturulur. “Tahmin” aşamasında ise modelden elde edilen sonuçlar gerçek dünya ile örtüştürülerek oluşturulan matematiksel modelin daha gerçekçi bir hal alması sağlanır. Bu aşamada problem durumuna ait elde edilen çözümlerin anlamlı olup olmadığı, problemi ne derece çözebileceği test edilir. Son basamak olan “doğrulama” aşamasında ise yapılan tüm çalışmaların gerçek dünya ile ilişkili olup olmadığına, modelin de belirlenen amaca ne kadar uygun olduğuna karar verilir.

Galbraith ve Stillman (2006), matematiksel modelleme sürecini yedi temel basamaktan oluşan döngüsel bir süreç olarak açıklamış, bu basamaklar arasındaki geçişlerde yapılması gereken işlemleri ayrıntılı bir şekilde betimlemiştir. Böylece öğretmenlerin öğrencilerin modelleme süresince yaşamış oldukları bilişsel faaliyetlerin farkında olmaları amaçlanmıştır.



Şekil 3.11. Matematiksel modelleme süreci (Galbraith ve Stillman, 2006, s.144)

Galbraith ve Stillman (2006), seviyeler arasında yaşanan geçişler esnasında aşağıdaki becerilerin gerçekleştiğini belirtmişlerdir:

A → B: Anlama, yapılandırma, basitleştirme, yorumlama

B → C: Varsayım, formüle etme, matematikselleştirme

C → D: Matematiksel çalışma

D → E: Matematiksel çıktıyı yorumlama

E → F: Karşılaştırma, eşleştirme, doğrulama

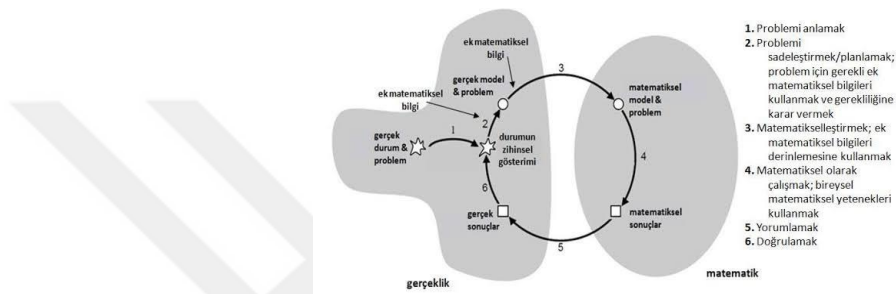
F → G: İletişim kurma, doğrulama, rapor yazma (model kabul edilirse) ya da

F → B: Modelleme sürecinin yeniden gözden geçirilmesi (model kabul edilmezse)

Galbraith ve Stillman (2006)'ın matematiksel modelleme sürecinde ters yönde açık renkli okların da bulunduğu dikkat çekmektedir (Bkz. Şekil 3.11). Bu durum, modelleme sürecinin doğrusal olmadığını ve gerçekleşen her aşamanın birbiriyle etkileşim halinde olduğunu göstermektedir. Diğer matematiksel modelleme süreçlerinde matematiksel dünya ve gerçek dünya arasındaki etkileşimden bahsedilen durum, Galbraith ve Stillman (2006)'ın belirttikleri matematiksel modelleme sürecinde karmaşık gerçek yaşam durumu ve gerçek hayat problem durumu ifadeleri ile açıklanmaktadır.

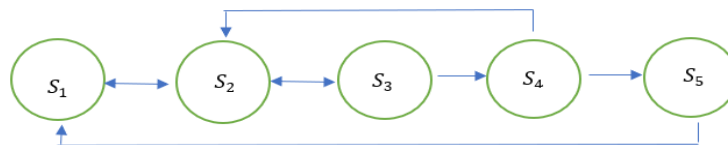
Matematiksel modelleme sürecini tanımlarken matematik dünyası ile gerçek dünyayı kesin çizgilerle ayıran Borromeo Ferri (2006), “matematiksel model” kavramının

yanında “gerçek model” kavramına da yer vermektedir. Bu anlamda gerçek modelden matematiksel modele doğru bir geçişin söz konusu olduğu dikkat çekmektedir. Bu geçişin sağlanabilmesi için ek matematiksel bilginin kullanılması gerektiği de ilk kez Borromeo Ferri tarafından ifade edilmiştir. Diğer araştırmacılardan farklı olarak uygulamanın yapıldığı etkinliklerde bilişsel beceriler yeterince kullanıldığından elde edilen sonucun yeniden yorumlanarak rapor halinde sunulmasının gereksiz olduğu belirtilerek sunma aşamasına yer verilmemiştir.



Şekil 3.12. Matematiksel modelleme süreci (Borromeo Ferri, 2006, s.87)

Borromeo Ferri (2006), matematiksel modellemeyi gerçek yaşamdan alınan bir durumun matematiksel kavramlar, semboller, bağlantılar ve fonksiyonlar arasından amaca uygun olanların kullanılarak bir model yardımıyla basitleştirilmesi şeklinde tanımlamıştır. Voskoglou (2006) ise matematiksel modelleme sürecini S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5 şeklinde kodladığı doğrusal görünümlü ama herhangi bir aşamanın gerçekleşmemesi halinde önceki aşamalara geri dönerek tekrarların yaşanabileceği beş basamakta yapılandırmıştır. Böylece önceki çalışmalarda olduğu gibi Voskoglou’nun çalışmasında da matematiksel modelleme sürecinin döngüsel olma özelliği vurgulanmaktadır.



Şekil 3.13. Matematiksel modelleme döngüsü (Voskoglou, 2006, s.56)

Matematiksel modelleme sürecinin S_1 ile başlanıp S_5 ile tamamlanacak şekilde yapılandıran Voskoglou (2006) bu basamakları,

S_1 : Problemin analizi (Problemin anlaşılması, gerçek problem durumunun sınırlılıklarını ve ihtiyaçlarını tanıma)

S_2 : Matematikselleştirme (Modelin oluşturulması için gerçek durumun formüle edilmesi)

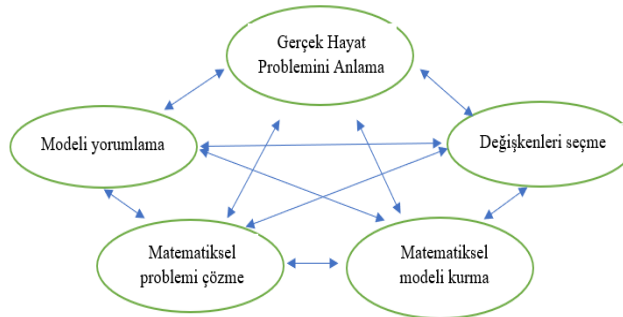
S_3 : Modelin çözümü (Modelin uygun matematiksel işlemler ile çözümün elde edilmesi)

S_4 : Modelin doğrulanması (Modelin çözümünden önce mevcut koşullar altında ulaşılan matematiksel sonuçların gerçek hayata uygunluğunun kontrol edilmesi)

S_5 : Yorum (Problem durumuna cevap verebilmek için elde edilen matematiksel sonuçların yorumlanması ve gerçek hayata uygulanması) şeklinde ifade etmiştir.

Voskoglou tarafından tasarlanan bu matematiksel modelleme sürecine göre S_1 aşamasından başlayarak sırasıyla S_2 ve S_3 aşamalarını takip eden bir öğrencinin oluşturduğu matematiksel veriler modelin çözümü için yeterli değilse S_2 aşamasına geri dönerek matematiksel modeli tekrar kurması gerekir. Sürece devam etmek üzere S_3 aşamasına tekrar döndükten sonra modelin doğrulanması için S_4 aşamasına geçilmesi gerekir. Bu aşamada oluşturulan model gerçek hayata ilişkin uygun değilse modelin düzeltilmesi için S_2 aşamasına geri dönülür ve süreç aşamaları sırasıyla takip edilerek süreç tamamlanmış olur.

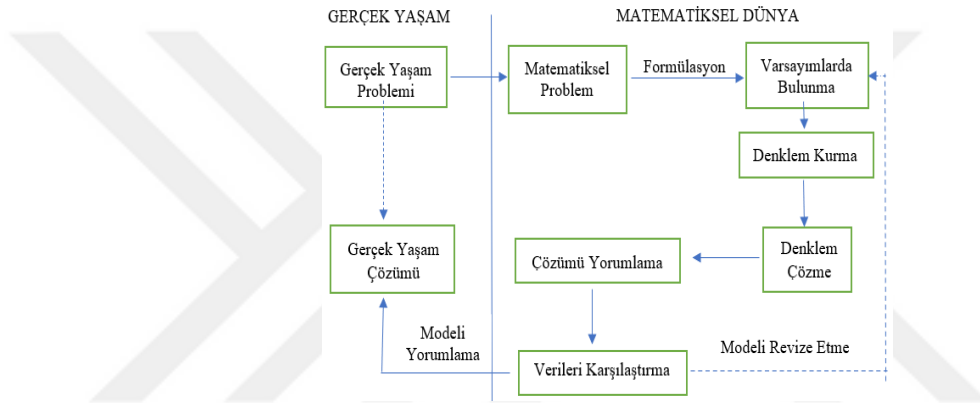
Alanyazın incelendiğinde yurtiçinde matematiksel modelleme sürecinin yapısıyla ilgili çalışmalara da rastlanmaktadır. Berry ve Houston (1995) ve Doerr (1997)'in matematiksel modelleme sürecinin yapısına ilişkin oluşturmuş oldukları diyagramları geliştiren Keskin (2008), beş aşamadan oluşan yeni bir matematiksel modelleme sürecini ortaya koymuştur.



Şekil 3.14.Matematiksel modelleme diyagramı(Keskin, 2008, s.20)

Matematiksel modelleme sürecinde aşamaların doğrusal bir sıra takip etmesinin zorunlu olmadığını belirten Keskin, gerekli durumlarda istenilen basamağa geri dönülebileceğini vurgulamaktadır.

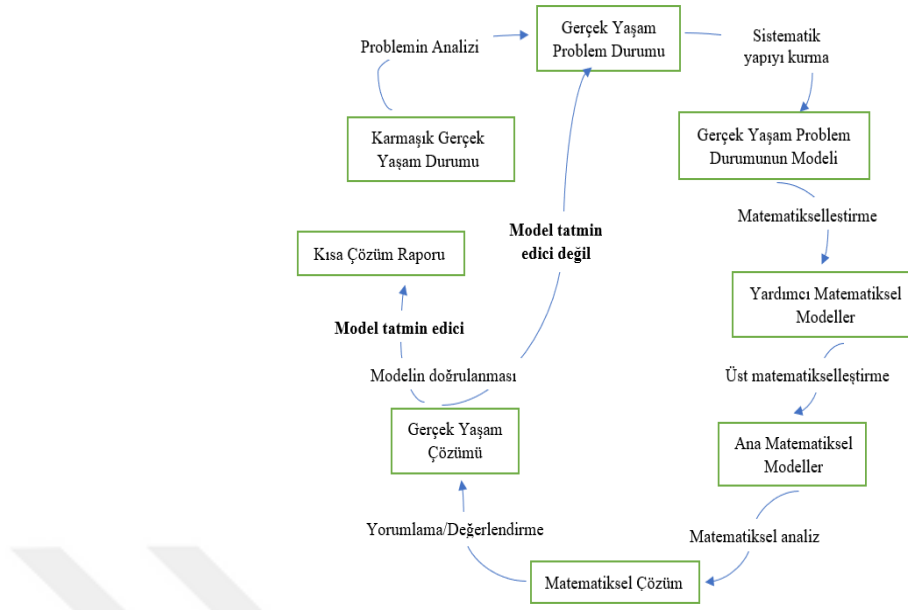
Borromeo Ferri (2006) gibi gerçek yaşam ile matematiksel dünyayı kesin çizgilerle birbirinden ayıran araştırmacılardan birisi de Ang (2010) olmuştur.



Şekil 3.15. Modelleme sürecinin basamakları (Ang, 2010, s.3)

Ang (2010)'a göre matematiksel modelleme, gerçek yaşam ile matematiksel dünya arasında güçlü bir bağ kurma aracıdır. Bununla birlikte gerçek yaşam durumlarının karmaşık olmasından dolayı elde edilen matematiksel modelin de karışık olacağını düşünen Ang, gerçek yaşam durumlarının mümkün olduğunca teknolojik araçlar yardımıyla basitleştirilmesi gerektiğini izah etmektedir.

Hıdıroğlu (2012) ise teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm sürecinde meydana gelen yaklaşım ve düşünme süreçlerinin açıklamak amacıyla yapmış olduğu çalışmada matematiksel modelleme sürecini 8 temel bileşen ve bu temel bileşenler arasındaki geçişi sağlayan 7 temel basamak ile açıklamıştır.



Şekil 3.16.Matematiksel modelleme sürecinin temel yapısı(Hıdıroğlu, 2012, s.82)

Bahsedilen tüm süreç diyagramlarında öğrenciler tarafından soyut olarak görülen matematiğin aslında gerçek yaşamla ilişkilendirmesinin yapılabileceği vurgulanmaktadır. Oluşturulan tüm modelleme süreçlerinde birçok aşama ve bu aşamalar arasında gerçekleştirilmesi gereken modelleme yeterliklerinden bahsedilmektedir. Kertil vd.(2016)'e göre modelleme yeterlikleri; modelleme sürecini tamamlayabilmek için gerçek hayat problemini anlama, model kurma ve kurulan bu model üzerinde matematiksel işlemleri yapabilme gibi teknik düzeyde sayılabilecek yeterliklerdir. Dolayısıyla matematiksel modelleme sadece bir ürüne değil, o ürüne ulaşıncaya kadar gerçekleştirilen tüm eylemlere odaklanmaktadır (Bukova Güzel ve Uğurel, 2010). Araştırmacılar tarafından matematiksel modelleme sürecine ilişkin farklı yapılar oluşturulmuş olsa da hemen hemen tüm araştırmacılar tarafından ortak kabul edilen görüş, bu sürecin basamaklar arasındaki geçişlerin rahat bir şekilde sağlanabildiği döngüsel bir ilişkiyi içeriyor olmasıdır.

Bu alışmada modelleme süreci Blum (1996)'un modelleme diyagramına göre gerçekleştirilmiş ve öğrencilerin modelleme yeterlikleri; gerçek hayat durumunu anlayabilme, değişkenleri belirleme (problemi sadeleştirme), matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) ve bu model üzerinde matematiksel işlemleri yapabilme, elde edilen sonucu gerçek hayata yorumlama, modelin geçerliğini kontrol

ederek doğrulama ve yapılan tüm bu aşamaları rapor şeklinde sunma aşamalarına göre değerlendirilmiştir.

3.5. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri

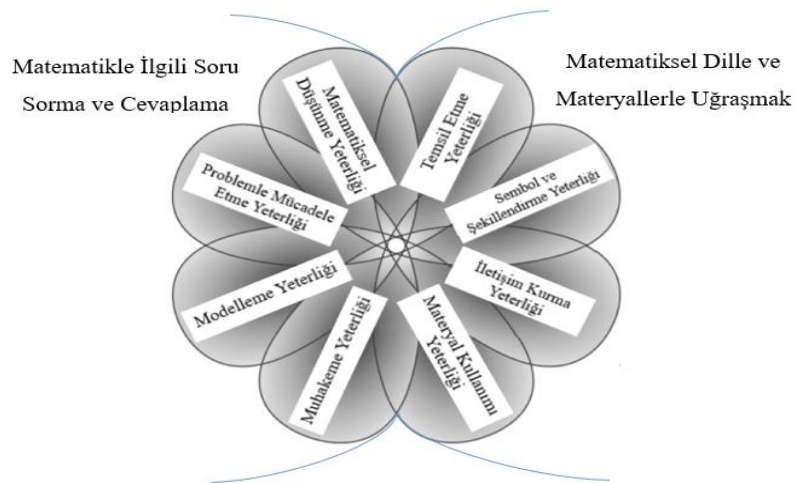
Yeterlik ve beceri kavramları zaman zaman birbiri yerine kullanılan kavramlar arasında karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle yeterlik ve beceri kavramlarının açıklanarak bu iki kavram arasındaki ilişkinin izah edilmesi gerekmektedir. Maaß (2006)'a göre yeterlik, bir kişinin bireysel olarak ifade ve görevlerin uygunluğunu bilimsel açıdan değerlendirip doğruluğunu kontrol etme, eleştirme ve bunları eyleme dönüştürebilme becerisi olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere yeterlik temelinde eylem ve istek yani kişisel çabayı içeren bir kavram olup beceriyi de kapsamaktadır. Bu doğrultuda yeterlik, değerlendirilmesi ele alınan ve açıkça bir kişi tarafından kullanılan beceri olarak da ifade edilmektedir (Weinert, 2001).Beceri ise bireydeki mevcut yeteneklerineğitime bağlı olarak bireyin bir amaca ulaşmasını sağlayacak şekilde örgütlenmesidir (Tekin Dede, 2015). Bu tanımdan da beceri kavramının yetenek kavramını kapsadığı anlaşılmaktadır. Yetenek (kabiliyet) ise bir duruma uyma konusunda organizmada var olan ve doğuştan gelen güç, kapasite anlamına gelmektedir (Türk Dil Kurumu, 2020). Yapılmış olan bu tanımlamalardan hareketle yetenek “doğuştan gelen kapasite”, beceri “var olan yeteneklerin bilgi yoluyla amaca ulaşmayı sağlayacak doğrultuda düzenlenmesi”, yeterlik ise “bir işi yapma gücünü sağlayan donanım” olarak ifade edilebilir.

Blomhøj ve Jensen (2007), yeterliği bir kişinin belli bir durum içerisinde karşılaştığı zorlukların üstesinden gelebilmek için içsel olarak harekete geçmeye hazır olma durumu şeklinde açıklamaktadır. Bahsi geçen bu zorluğun matematiksel kaynaklı olması halinde“matematiksel yeterlik” ortaya çıkmaktadır (Maaß, 2006). Bu doğrultuda matematiksel yeterlik, matematiğin rol aldığı veya alabileceği bağlamlarda matematiği anlama, yorumlama, matematik yapma ve matematiği kullanma becerisi olarak tanımlanmaktadır (Niss, 2003).

Matematiksel yeterliklerin belirlenmesi amacıyla Danimarka'da 2000 yılında Bilim Eğitimi Konseyi ile Eğitim Bakanlığı tarafından ortaklaşa olarak KOM Projesi çalışma grubu oluşturulmuştur. “Matematiksel yeterlik nedir?” ve “Matematiksel yeterlik nasıl

ölçülmelidir?” sorularına cevap aranan bu projede Niss ve Jensen (2002) tarafından sekiz matematiksel yeterlik tanımlanmış olup bu yeterliklerin her biri kendisine ait karakteristik özellikleri nedeniyle belirgin bir şekilde birbirinden ayrılmıştır. Bununla birlikte bu sekiz matematiksel yeterliğin birbiriyle ilişkili olduğu durumlar da mevcut olup bu yeterliklerin sunulduğu sınıflandırma şemasında “kesişen yeterlikler kümesi” kavramı kullanılmaktadır(Niss, 2003; Henning ve Keune, 2007; Jensen, 2007; Niss ve Højgaard, 2019).

Niss ve Højgaard (2011)’a göre;yeterlikler kümesi olarak sınıflandırılan matematiksel yeterliklerden matematiksel düşünme yeterliği (sorular ve mevcut cevap türlerinin farkında olma), problemle mücadele etme yeterliği (sorulara matematiksel olarak cevap verme), muhakeme yeterliği (matematiksel soruları çözmek için argümanları anlama, değerlendirme ve üretme) matematikle ilgili soru sorma ve cevaplama becerisi ile ilişkilendirilmiştir. Benzer şekilde temsil etme yeterliği (matematiksel durumların farklı temsilleriyle başa çıkabilme), sembol ve şekillendirme yeterliği (matematiğin özel sembolik ve formül temsilleriyle başa çıkabilme), iletişim kurma yeterliği (matematik ve matematikle ilgili iletişim kurabilme), materyal ve araç-gereç kullanma yeterliği (matematiksel etkinlik için çeşitli materyal ve araç-gereçlerden yararlanma, bunları matematiksel etkinlikle ilişkilendirebilme) ise matematiksel dil ve materyallerle uğraşma becerisini içermektedir.



Şekil 3.17. Kesişen matematiksel yeterlikler kümesi (Niss ve Højgaard, 2019, s.19)

Matematiksel yeterliklerden birisi olan modelleme yeterliği, özellikle modelleme eylemlerini içeren ve birbiri ile kesişen bir dizi beceriyi kapsamaktadır (Henning ve Keune, 2007; Niss ve Højgaard, 2011). Dolayısıyla matematiksel modelleme, üstbilişsel aktiviteleri içeren bir süreci kapsamakta olup öğrenciler bu bilişsel süreç içerisinde yer alan aşamaları gerçekleştirirken zaman zaman bazı zorluklarla karşılaşmaktadırlar. Bu zorlukların başarıyla atlatılabilmesi için bazı yeterliklere gereksinim duyulmaktadır. Bahsi geçen bu yeterlikler alanyazında “matematiksel modelleme yeterlikleri” olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu doğrultuda Blomhøj ve Jensen (2007)’in yeterlik tanımında bahsettiği zorlukların matematiksel modelleme yeterliklerinde matematiksel modelleme sürecine ait olduğu anlaşılmaktadır.

Matematiksel modelleme yeterlikleri ile ilgili birçok araştırmacı tarafından farklı tanımlamaların yapıldığı görülmektedir. Blomhøj ve Jensen (2003), matematiksel modelleme yeterliğini matematiksel modellemenin tüm aşamalarını bireyin kendine özgü bir anlayışla isteği doğrultusunda gerçekleştirmesi olarak tanımlarken Niss vd. (2007); sunulan gerçek dünya durumunda uygun soruları, değişkenleri, bağıntıları ya da varsayımları saptama, bunları matematiğe çevirme ve verilen durumla ilişkili matematiksel problemin çözümünün sonucunu yorumlama ve doğruluğunu gösterme, varsayımları araştırırken verilen modelleri karşılaştırma ya da analiz etme, modelin kapsamını ve özelliklerini kontrol etme yeteneği olarak ifade etmiştir.

Maaß (2006), matematiksel modelleme yeterliğine motivasyon boyutunu da ekleyerek matematiksel modelleme yeterliğinin yetenek ve becerilerle birlikte bu beceri ve yetenekleri eyleme geçirmek konusundaki istekleri de içerdiğini söylemektedir. Ural (2018) da benzer şekilde modelleme yeterliklerinin modelleme sürecini amacına uygun şekilde gerçekleştirebilme beceri ve yeteneklerini, aynı zamanda bu faaliyetleri yapmak için istekliliği içerdiğini vurgulamaktadır. Bu anlamda matematiksel modelleme yeterliklerinin matematiksel modelleme becerilerini de kapsadığı söylenebilir.

Blum ve Kaiser (1997), açıklamış olduğu matematiksel modelleme döngüsünde matematiksel modelleme sürecinin başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için basamaklar arasındaki geçişleri sağlayan yeterlikler ve alt yeterliklerden söz etmektedir.

Tablo 3.3. Matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri (Blum ve Kaiser, 1997, s.9)

A. Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma yeterlikleri
A1. Probleme ilişkin varsayımlarda bulunma ve durumu sadeleştirme yeterliği
A2. Durumu etkileyen nicelikleri belirleme, isimlendirme ve temel değişkenleri belirleme yeterliği
A3. Değişkenler arasında ilişki kurma yeterliği
A4. Problemi çözmek amacıyla uygun/ulaşılabilir bilgileri araştırma ve gerekli/gereksiz bilgiyi ayırma yeterliği
B. Gerçek modelden matematiksel bir model oluşturma yeterlikleri
B1. İlgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematikselleştirme yeterliği
B2. Gerekğinde ilgili nicelikleri ve aralarındaki ilişkileri sadeleştirme, sayılarını ve karmaşıklıklarını azaltma yeterliği
B3. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafiksel olarak temsil etme yeterliği
C. Oluşturulan matematiksel model yardımıyla matematiksel problemleri çözme yeterlikleri
C1. Problemi daha küçük parçalara ayırma, benzer problemlerle ilişki kurma, problemi yeniden ifade etme ve inceleme, probleme farklı bir açıdan bakma, niceliklerin ve eldeki verilerin çeşitlendirilmesi gibi buluşsal stratejileri kullanma yeterliği
C2. Problemi çözmek amacıyla matematiksel bilgiyi kullanma yeterliği
D. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterlikleri
D1. Matematiksel sonuçları matematiksel olmayan bağlamlarda yorumlama yeterliği
D2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri diğer durumlar için genelleştirme yeterliği
D3. Çözümleri uygun matematiksel bir dil kullanılarak veya çözümler ile ilgili iletişim kurarak inceleme yeterliği
E. Çözümü doğrulama yeterlikleri
E1. Elde edilen çözümler üzerine yansılarda bulunma ve bu çözümleri eleştirel olarak kontrol etme
E2. Çözümlerin durumu sağlamadığı anlaşılırsa modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya modelleme sürecini tekrar etme yeterliği
E3. Farklı çözüm yollarını inceleme ve çözümün nasıl geliştirilebileceği üzerinde düşünme yeterliği
E4. Modeli genel olarak sorgulama yeterliği

Son yirmi yıl boyunca matematik eğitimcileri, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeye odaklanmışlardır. Ludwig ve Xu (2010), 15-17 yaş grubundaki lise öğrencilerinin modelleme yeterlik düzeylerini belirlemeye yönelik

olarak gerçekleştirmiş oldukları çalışmada matematiksel modelleme yeterliklerini altı farklı düzeyde ele almıştır.

Tablo 3.4.Matematiksel Modelleme Yeterlik düzeyleri (Ludwig ve Xu, 2010, s.79)

Düzyey	Düzyeyin Genel Özellikleri
Düzyey 0	Öğrenci problem durumunu anlamamış ve probleme ilişkin herhangi bir çizim yapmamış veya herhangi bir şey yazmamış.
Düzyey 1	Öğrenci yalnızca verilen gerçek durumu anlar, ancak durumu yapılandıramaz, sadeleştiremez veya herhangi bir matematiksel fikirle ilişkilendirme yapamaz.
Düzyey 2	Verilen gerçek durumu araştırdıktan sonra öğrenci yapılandırma ve basitleştirme yoluyla gerçek bir model bulur, ancak bunu bir matematik problemine nasıl aktaracağını bilemez.
Düzyey 3	Öğrenci sadece gerçek bir model bulmakla kalmaz, aynı zamanda modeli uygun bir matematik problemine çevirir. Ancak durumu matematiksel olarak çözemez.
Düzyey 4	Öğrenci gerçek durumu matematiksel problem haline getirebilir, matematiksel olarak çözebilir ve matematiksel sonuçlar elde edebilir.
Düzyey 5	Öğrenci matematiksel modelleme sürecini deneyimleyebilir ve verilen duruma göre matematiksel bir problemin çözümünü doğrulayabilir.

Bu çalışmada öğrencilerin modelleme yeterliklerinin incelenmesinde Maaß (2006) ve Niss vd.(2007)'in çalışmasında yer alan kuramsal çerçeve ile Blum ve Kaiser (1997) tarafından belirtilen modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikler dikkate alınmıştır.

3.6. Matematiksel Modelleme ve Problem Çözme

Yaşamımızın her alanında çeşitli problemlerle karşılaşırız. Bu nedenle eğitimin en önemli hedeflerinden birisi de bu problemlerin üstesinden gelebilen bireylerin yetiştirilmesini sağlamaktır. Grouws (1993)'a göre problem; ilk bakışta çözümün açık olarak belirgin olmadığı, yani bireyin aşına olmadığı bulunması ya da gösterilmesi gereken bir sorundur. Yapılan bu tanıma göre bir durumun problem olarak tanımlanabilmesi için bireyin o durumla ilk kez karşılaşılıyor olması ve çözüm yolunun daha önceden bilinmiyor olması gerekir. Bu açıdan bakıldığında birisi için problem olan bir durum başkası için problem olmayabilir (Blum ve Niss, 1989).

Pesen (2008)'e göre problemin dört temel özelliği vardır:

- Problemler gerçek hayatın içinden alınmalıdır.
- Problem, bireyin kendi isteğiyle çözebileceği özellikte olmalıdır.
- Öğretmen problemlerde her zaman çocukların günlük yaşantılarını dikkate almalı ve problemin çözümü için gerekli işlemlerin daha önceden öğretilmiş olmasına özen göstermelidir.
- Problemler yeterince açık ve anlaşılır olmalı, öğrencilere birtakım bilgiler kazandırmalıdır.

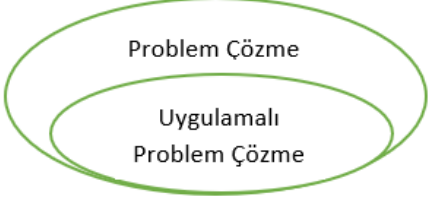
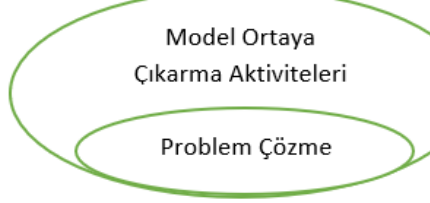
Heddens ve Speer (1997), problem denilince akla genellikle matematik ders kitaplarından elde edilen bir anlayışla konu sonlarında verilen dört işleme dayalı matematik problemlerinin geldiğini ifade etmektedir. Altun (2012)'a göre problem kavramı burada sözü edilenden daha geniş bir anlama sahip olup problemin matematikle ilgili olması şart değildir. Problemlerin rutin (sıradan) ve rutin olmayan (sıradışı) şeklinde olmak üzere iki şekilde sınıflandırılabilceğini belirten Altun (2012), günlük yaşamda sıkça karşılaşılan ve dört işlem becerisi gerektiren problemleri rutin problemler; verileri organize etme, sınıflandırma, ilişkileri görme ve birtakım eylemleri sırasıyla yapmayı gerektiren ve bununla birlikte üstbilişsel becerilerin kullanılarak çözümü gerçekleştirilen problemleri ise rutin olmayan problemler olarak izah etmiştir. Sıradan problemlerde verilenler belli olup öğrenciyi yönlendirecek anahtar kelimeler ve hazır kalıplar sayesinde tek ve değişmez olan sonuç bulunmaktadır. Sıradışı problemlerde ise verilenler doğrultusunda varsayımlar oluşturularak bu varsayımlara göre birçok çözüm yolu geliştirilebilir. Bu tanımlamalardan hareketle Altun (2012), sıradan bir probleme örnek olarak “Tanesi 12 kuruştan alınan 17 yumurtanın 4 tanesi kırıldı. Kalanlar tanesi 15 kuruştan satıldı. Bu alışverişten kaç lira kar veya zarar vardır?” sorusunu, sıradışı bir probleme örnek olarak ise “40 deveyi her birine tek sayıda olmak koşuluyla 7 kazığa nasıl bağlarsınız?” sorusunu vermiştir. O halde matematiksel modelleme problemlerinin içeriğini rutin olmayan problemlerin oluşturduğu söylenebilir.

Problem çözme ise ilk defa karşılaşılan ve çözümü belirsiz olan bir sorunun giderilmeye çalışılması süreci olarak tanımlanabilir. Problem çözme sürecinden ilk bahseden Polya (1973)'ya göre bu süreç; problemin anlaşılması, problemin incelenerek bir çözüm stratejisinin belirlenmesi, belirlenen stratejinin uygulanması ve çözümün kontrol

edilmesi olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır. MEB (2018), matematik dersi öğretim programı doğrultusunda problem çözme sürecinde kendi düşünce ve akıl yürütmelerini rahat bir şekilde ifade edebilecek, başkalarının matematiksel akıl yürütmelerindeki eksiklikleri veya boşlukları görebilecek yeterliğe sahip öğrencilerin yetiştirilmesini amaçlamaktadır. İnsanoğlu deneyimleri sonrasında problem çözme becerisini sürekli olarak geliştirmektedir. Bu anlamda problem çözme becerilerinin geliştirilebilmesi için gerçek yaşam durumlarını içeren problemlere ihtiyaç duyulur. Şahin (2004), problem çözme becerisinin en önemli amaçlarını aşağıdaki gibi sıralamaktadır:

1. Öğrenciyi bilgi alıcısı olmaktan çıkarıp aktif, özgür ve kendi kendine öğrenen ve problem çözen kişi yaparak eğitim programının vurgusunu öğretmekten öğrenmeye kaydırma,
2. Ezberlenmesi gereken bilgiyi sınırlandırıp öğrenciyi problemlerle karşılaştırarak yeni bilgiler edinmesini sağlayacak beceri ve tutumları geliştirmesini sağlama,
3. Öğretmenin öğrencilere problemleri çözmeleri için kolaylaştırıcı ortamlar hazırlaması ve iş birliği yapmasıdır.

Problem çözme becerilerinin geliştirilebilmesi için kullanılan en güçlü yöntemlerden birisi de matematiksel modellemedir. Matematiksel modellemenin birçok aşamasında problem çözmeden bahsedilmektedir. Özturan Sağırlı (2010)'ya göre, matematiksel modellemeye problem çözmenin bir formu diyebiliriz. O halde matematiksel modelleme bir problem çözme aktivitesi olarak düşünülebilir. Lingefjärd (2002), modelleme sürecindeki bazı aktivitelerin problem çözme olarak nitelendirildiğini bu yüzden problem çözme ile matematiksel modelleme arasında sıkı bir ilişkinin mevcut olduğunu belirtmektedir. Fakat burada adı geçen problemlerin sıradışı problemler olduğu unutulmamalıdır. Bu açıdan bakıldığında her problem çözme, bir matematiksel modelleme olarak düşünülemez, ancak her matematiksel modelleme bir problem çözme sürecini de içinde barındırır. Problem çözmeyi geleneksel ve modelleme bakış açısı etrafında inceleyen Lesh ve Doerr (2003), bu iki yapı arasındaki farkı Şekil 3.18'deki gibi açıkça ortaya koymuştur.

Geleneksel Bakış Açısı	Modelleme Bakış Açısı
Uygulamalı problem çözme, geleneksel problem çözme için özel bir durum olarak ele alınır.	Geleneksel problem çözme model ortaya çıkarma aktivitelerinin özel bir örneği olarak ele alınır.
 Problem Çözme Uygulamalı Problem Çözme	 Model Ortaya Çıkarma Aktiviteleri Problem Çözme
“Gerçek yaşam” problemlerini çözme öğrenmenin üç adım içerdiği varsayılır: 1. Bağımsız durumlarda ön koşul fikir ve becerileri öğrenme 2. Genel içerikten bağımsız problem çözme süreçlerini ve buluşsal yöntemleri öğrenme 3. Zaman izin verirse ek fikirlerin gerektiği “gerçek yaşam” durumlarında önceki fikirleri, becerileri ve sezgisel yöntemleri kullanmayı öğrenme	Anlamli problemleri çözmenin, mantıklı çözüm adımlarının düşünmeden önce anlamli yorumlamanın (yorumlama, çizim diyagramları vb.) meydana gelmesi gereken problemleri çözmekten daha kolay olduğu varsayılır. “Gerçek yaşam” problemlerini çözmek için gerekli olan yapılar, süreçler ve yetenekleri geliştirme en çok gelişimin orta aşamasında olmalıdır.

Şekil 3.18.Geleneksel ve modelleme bakış açılarına göre problem çözme(Lesh ve Doerr, 2003, s.4)

Geleneksel bakış açısına göre problemin çözümünün bulunması önemli iken modelleme bakış açısında daha çok örüntü ve ilişkileri keşfedecek yaklaşımların geliştirilmesi ve bunların başka problemlerin çözümünde de kullanılabilmesi amaçlanmaktadır (Doerr ve English, 2003; Olkun vd., 2009).

Pollak (1979)’a göre matematiksel modelleme ile problem çözme arasındaki en büyük fark şu şekilde izah edilebilir: Problem çözme, gerçek hayat durumlarına yönelik değildir. Problem çözme gerçek hayat durumlarına yönelik olsa bile problem çözme süreci problem durumunun matematiksel terimlerle ifade edilmesiyle başlar, matematiksel bir sonuç ile sona erer. Matematiksel modelleme ise karmaşık dünyada başlar. Modelleyici problemin formüle edilmesi ve çözümden sonra sonuçların değerlendirildiği gerçek hayata geri döner.

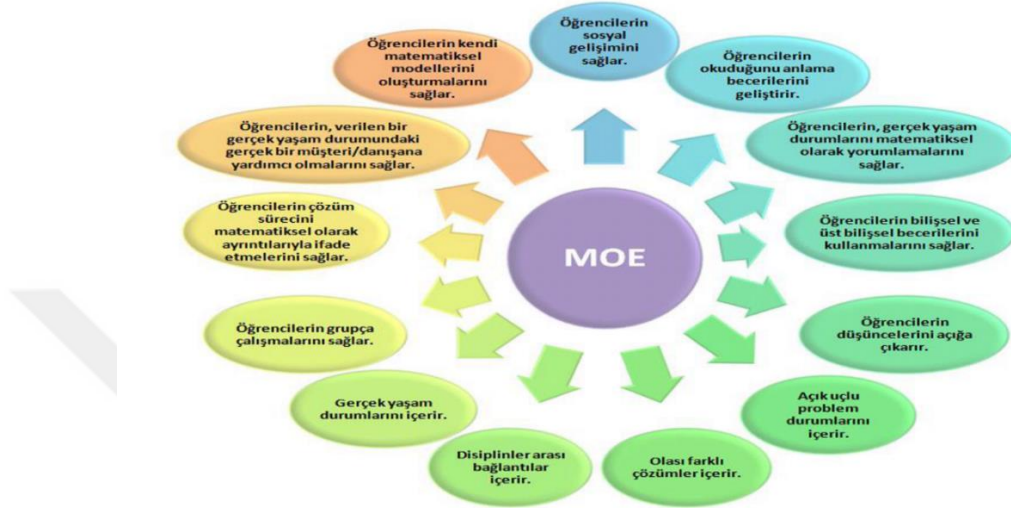
3.7. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

Günümüzde bireylerin genellikle günlük hayatlarında karşılaşmış oldukları problemlerle başa çıkamadıkları ve bundan dolayı psikolojik sıkıntılar yaşadıkları görülmektedir. Böyle bir durumun oluşmasında öğretim programlarının değişmesine rağmen okullardaki ders içeriklerinin ezberci sistemden hala kurtulamamış olmasının büyük bir payı vardır. Gerçek yaşama aktarılamadığı sürece öğrencilerin öğrenmiş oldukları matematik bilgisinin hiçbir değeri yoktur. Bu anlamda derslerde gerçek yaşam durumlarının işlenmesi, öğrencilerin bu gerçek yaşam durumlarına çözüm önerileri getirebilecekleri öğrenme ortamlarının oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenlerden ötürü 1970'lerin ortalarında Amerika Birleşik Devletleri ve Avustralya'da mevcut matematik müfredatı tarafından karşılanmayan ihtiyaçları karşılamak için “matematiksel modelleme etkinlikleri” kavramı ortaya çıkmıştır (Lesh vd., 1983; Chamberlin ve Moon, 2008).

Lesh ve Doerr (2003) tarafından model oluşturma etkinlikleri (MOE) şeklinde de isimlendirilen matematiksel modelleme etkinlikleri, gerçek hayattan problem senaryolarının sunulduğu, öğrencilerin sadece problem durumunu çözmeye değil, aynı zamanda benzer problemlere de genellenebilir bir model geliştirmelerini gerektiren matematik tabanlı etkinlikler olarak tanımlanmaktadır (Lesh ve Harel, 2003). Bu tanımdan hareketle modelleme etkinliklerinde geleneksel problem çözmedeki gibi problemin tek olan sonucuna odaklanılmamakta; benzer problemler için de geçerli olacak şekilde bir model oluşturma süreci yer almaktadır.

Modelleme etkinlikleri; matematik ile gerçek dünya arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları anlama doğrultusunda öğrencilerin kendi matematiksel yapılarını oluşturmalarına, gözden geçirip düzenlemelerine ve geliştirmelerine olanak sağlayan problem çözme etkinlikleridir (Lesh ve Doerr, 2003; Lingefjärd ve Holmquist, 2005). Matematiksel modelleme etkinlikleri sayesinde öğretmenler öğrencilerinin fikirlerini yakından görme ve analiz etme imkânı bulmakta, öğrencilerin öğrenmiş oldukları matematiksel kavramlar daha anlaşılır ve akılda kalıcı olmaktadır (Chamberlin ve Coxbill, 2012).

Model oluşturma etkinliklerinde öğrencilerin gerçek yaşam problemi bağlamında kendisine danıştığı düşünülen bir kimsenin karar vermesine yardımcı olduğunu belirten Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014), bu etkinliklerin sahip olduğu temel özellikleri Şekil 3.19'daki gibi sunmuşlardır.



Şekil 3.19. Model Oluşturma Etkinliklerinin Özellikleri(Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014, s.98)

Model oluşturma etkinlikleri çocukların;

- (a) Bir model geliştirme ihtiyacı ile karşı karşıya kaldığı durumları gösterir.
- (b) Verilen problem durumu ile ilgili mevcut düşünme yollarını gözden geçirip yeniden düzenlemesini sağlar.
- (c) Düşüncelerini ve fikirlerini test edebilecekleri ve gerektiği sıklıkta gözden geçirebilecekleri şekilde ifade etmelerini sağlar.
- (d) Başkalarıyla paylaşılabilen ve diğer sorunlu durumlarda uygulanabilen modeller geliştirmelerine yardımcı olur (Lesh ve Yoon, 2004).

Model oluşturma etkinliklerinde kullanılan problemlerin en önemli özelliği gerçek yaşam durumlarından oluşması, öğrenciyi yönlendirmeyecek şekilde açık uçlu olması ve öğrencinin aktif katılımını sağlamasıdır. Problemlerin gerçek yaşamdan alınan karmaşık durumlar olması, modelleme etkinliklerinin öğrencileri okul sonrası yaşama hazırlayıcı bir nitelik kazanmasını sağlamaktadır (Pala, 2015). Hazırlanan bu modelleme etkinliklerindeki problemlerin içerikleri öğrencilerin seviyelerine uygun ve

onların dikkatlerini çekecek şekilde olmalıdır. Böylelikle öğrenciler matematiksel modelleme sürecine daha fazla motive olarak modelleme yeterliklerini daha etkin bir şekilde kullanabilirler. Yapılan bu çalışmada da öğrencilerin ilgi alanlarını belirlemek için görüşmeler yapılmış, belirlenen ilgi alanları doğrultusunda ve öğrencilerin seviyelerine uygun olacak şekilde model oluşturma etkinlikleri hazırlanmıştır.

Sürecin tamamının ürün olarak kabul edilmesi yönüyle diğer tüm etkinliklerden ayrılan bir modelleme etkinliğindeki problemin çözümünün yaklaşık bir saat, bazı problemlerin çözümü için ise iki ders süresi gerekebileceğini belirten Chamberlin ve Moon (2008), bu sürecin birkaç adımda uygulanabileceğini söylemiştir:

İlk olarak öğretmen problemin bağlamı hakkında öğrencileri tartışmaya itecek ve onlara ilginç gelebilecek giriş yazısını okur. Daha sonra öğrenciler bu yazıya dayanan basit ve yazıdaki bilgilerden çıkarım yapmalarını sağlayacak nitelikteki hazırlık sorularına cevap verirler. Ardından öğretmen, öğrencilere problem ifadesini okuyarak her grubun bu problem durumunu anlamalarını sağlar. Bir sonraki aşamada öğrenciler problemi çözmeye çalışırlar. Çözümün çoklu tekrarlarını ve gerektiğinde düzenlemesini yaptıktan sonra öğrenciler modellerini sınıfa sunarlar (s.82).

3.7.1. Matematiksel modelleme etkinliklerinde olması gereken prensipler

Lesh vd. (2000), uzman öğretmenlerle uzun süreli yapmış olduğu çalışmalar sonucunda model oluşturma etkinliklerinin tasarımında göz önünde bulundurulması gereken prensipleri şu şekilde sıralamıştır:

3.7.1.1. Model yapılandırma prensibi

Model oluşturma etkinlikleri öğrencilerin fikirlerini ortaya koymuş oldukları faaliyetlerdir. Modelleme sürecinde öğrencilerin oluşturdukları en önemli ürünlerden biri çeşitli grafik, sembolik veya dil tabanlı temsili sistemlerin olduğu bir modeldir. Gösterilmesi amaçlanan ilişkileri, işlemleri ve kalıpları tanımlamak için modelin kurulmasına ihtiyaç vardır. Bu nedenle etkinlik, model oluşumuna ve oluşturulan bu modelin yapılandırılmasına izin verecek şekilde tasarlanmalıdır. Oluşturulan bir etkinliğin bu prensibi sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek için;

- Etkinlik öğrencilerin bir model oluşturulması, değiştirilmesi, genişletilmesi veya düzeltilmesi için gerekli ihtiyacı açık bir şekilde fark etmelerini sağlıyor mu?

- Etkinlik önemli bir sistemi yapılandırmayı, tanımlamayı, açıklamayı, tahmin etmeyi ve kontrol etmeyi kapsıyor mu?
- Etkinlik yüzeysel seviyedeki bilgilerden ziyade ilişkilere ve düzenlere odaklı mı? sorularına cevap verilmelidir.

Model yapılandırma prensibi sayesinde öğrenciler matematiksel düşüncelerinin açıklamasını formüle etmekte ve öğrencilerin ilgili model oluşturma etkinliğindeki problem durumunu nasıl çözebildikleri anlaşılmaktadır (Chamberlin, 2004).

3.7.1.2. Gerçeklik (kişisel anlamlılık) prensibi

Kişisel anlamlılık prensibi olarak da isimlendirilen gerçeklik prensibine göre öğrencilerin kendi kişisel bilgi ve tecrübelerinin uzantılarına dayanarak durumu anlamlandırmaya çalışmaları önemlidir. Bu nedenle hazırlanan etkinlikteki problem durumunun öğrencinin günlük yaşamda karşısına çıkabilmesi muhtemel bir duruma sahip olması, gerçek veya gerçeğe çok yakın verileri içermesi gerekir. Çünkü öğrencinin anlamlandıramadığı bir problem üzerinde düşünerek ona çözümler üretmesi mümkün değildir. Bununla birlikte gerçeklik algısının herkes için genellenemeyeceği, yani bir çocukla bir yetişkinin gerçekliklerinin farklı olabileceği unutulmamalıdır. Çetinkaya vd. (2008)'ya göre bu prensip öğrencilerin zihinlerinde var olup ta keşfedilmeyi bekleyen bilgilerin gerçek hayata yansıtılması gerektiğini belirtmektedir. Oluşturulan bir etkinliğin gerçeklik prensibini sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek için;

- Gerçek hayatta bu durum olabilir mi?
- Öğrencilerin kendi kişisel bilgi ve tecrübelerine bağlı olarak durumu anlamlaştırmaları isteniyor mu?
- Öğrencilerin fikirleri önemsenecek mi ya da öğrenciler öğretmenin tek doğrusunu kabul etmek zorunda mı bırakılacaklar? sorularına cevap verilmelidir.

Gerçeklik prensibi; mevcut bilgilerin kullanılarak faaliyete başlamaya izin vermeyi ve gerçekçi bir durum araştırmasını, yani bir durumu kendi uygulamaları bağlamında yorumlamayı zorunlu kılmıştır (Chamberlin, 2004).

3.7.1.3. Öz-değerlendirme prensibi

Gerçeklik prensibi doğrultusunda sorunlar anlam ifade ediyorsa ve öğrenciler belirli bir açıklama ihtiyacı olduğunu fark ederse bir grup öğrencide fikir patlaması meydana gelebilir. Bu süreç içerisinde kavramsal sistemlerin gelişmesi için seçim ve ayrıntılandırma da gereklidir. Başarılı iş insanları, iş hayatında başarılı olmalarını büyük ölçüde işçilerin ne zaman üreteceklerini, neden üreteceklerini ve kime göre üreteceklerini bilmelerine bağlamıştır. Benzer durum öğrenciler için de geçerlidir. Her modelleme döngüsü sırasında öğrenciler; öğretmen desteğine ihtiyaç duymadan mevcut çözümlerin düzenlenmesinin gerekip gerekmediğini, belirli bir amaç için birkaç alternatif çözümden hangisinin en yararlı olduğunu değerlendirebilmelidirler. Bir etkinlikte öz-değerlendirme prensibinin varlığını kontrol etmek için;

- Problem durumu öğrencilerin alternatif çözümlerini değerlendirmeleri açısından uygun kriterleri içeriyor mu?
- Öğrenciler verdikleri cevapların çözüm noktasında yeterince iyi olup olmadığına kendi kendilerine karar verebilecekler mi?
- Elde edilen sonuçlara hangi amaçlar için gerek duyuluyor? sorularının cevapları aranmalıdır.

Öz-değerlendirme prensibi, öğrencilerin kendi yorumlarının, fikirlerinin veya modellerinin istenen amaçları karşılayıp karşılamadığını belirleyebilmeleri noktasında yardımcı olur (Chamberlin, 2004).

3.7.1.4. Model dokümantasyon (yapı belgelendirme) prensibi

Modelleme süreci; öğrencilerin düşüncelerini sağlamanın yanında dikkate aldıkları durumları, hedefleri ve olası çözüm yollarını açığa çıkararak durum hakkında nasıl düşündüklerini açık bir şekilde açıklamalarını da gerektirir. Bu prensibin önemli olmasının nedeni öğrencinin kendisini yansıtmayı sağlayarak matematiksel yapıların gelişimini teşvik etmesidir. Çünkü düşünmenin ötesine geçmek kolay değildir. O halde; model oluşturma etkinlikleri öğrencilerin düşünme süreçlerini mümkün olduğunca dışsallaştırmalıdır. Öğrencilerin düşünme yollarını dışsallaştırmayı doğal hale getirmenin bir yolu planlama, izleme ve değerlendirme gibi metabilşsel süreçlerin

açıkça gerçekleştirilmesi gereken gruplarda çalışmalarını sağlamaktır. Model dokümantasyon prensibinin varlığını sorgulamak için;

- Öğrencilerin problem durumuna verdikleri cevaplar onların durum hakkında nasıl düşündüklerini açıkça ortaya koyuyor mu?
- Öğrenciler ne tür matematiksel ilişkiler üzerinde düşünüyorlar? sorularına cevap aranmalıdır.

3.7.1.5. Model genelleme prensibi

Matematik derslerinde öğrenciler yeniden kullanılabilir, değiştirilebilir, paylaşılabılır ürünleri ortaya koymakta zorlanırlar. Bu eksikliği giderme anlamına en güçlü araçlardan birisi model oluşturma etkinlikleridir. Çünkü oluşturulan bir modelleme etkinliğinin modelin benzer başka durumlara adapte edilebilir olması gerekir. Bu prensibe göre öğrenci düşünceleri paylaşılabılır, duruma göre değiştirilebilir veya üzerinden zaman geçse bile kullanılabilir olma özelliğini asla kaybetmez. Oluşturulan modelin sadece özel bir durum için kullanılıyor olması o modelin çok zayıf olduğunun bir göstergesidir. Oysa ki; model genel bir yapıya sahip olma özelliğini taşımalıdır. Model genelleme prensibi için;

- Geliştirilen model sadece belirli bir özel durum için mi geçerli?
- Model diğer durumlara kolayca adapte edilebilir mi? sorularına cevap verilmelidir.

3.7.1.6. Etkili prototip prensibi

Einstein'in "Bir teori olabildiğince basit olmalı, ancak daha basit olmamalı" sözü modelleme etkinlikleri için de geçerlidir. Modelleme süreci sonunda elde edilen çözüm mümkün olduğunca herkesin rahatlıkla anlayabileceği şekilde basit ama matematiksel olarak da bir o kadar önemli bir yapıya sahip olmalıdır. Dolayısıyla oluşturulan modelin yoğun matematiksel işlemleri içermesinden ziyade kullanışlı olması gerekir. Elde edilen çözüm akılda kalıcı özellikte ise o modelleme etkinliği etkili prototip prensibine uygun olarak hazırlanmış demektir. Bu prensibi doğrulamak için;

- Durum mümkün olduğunca basit midir?

- Geliştirilen model benzer durumları çözmeye kullanışlı bir örnek (prototip) oluşturmada mıdır? soruları sorulmalıdır.

3.7.2. Matematiksel modelleme etkinliklerinde grup çalışmasının önemi

Modelleme sürecinde alternatif çözümlerin üretilmesi, bu çözümlerin tartışılarak değerlendirilmesi, oluşturulan modelin paylaşılabılır özellikte olması model oluşturma etkinliklerinin sosyal etkinlikler olduğunu gösterir. Modelleme etkinliklerinin sosyal etkileşim için uygun olması, bu etkinliklerin grup çalışması halinde yapılmasını gerektirir (Zawojewski vd., 2003).

Modelleme sürecinin ilk aşaması olan problemi anlama noktasında problem durumunu anlamakta zorluk yaşayan öğrenciler, grup arkadaşlarına sorular sorarak bu problemi anlamasını kolaylaştırır. Grup üyeleri tarafından varsayımlar belirlenir, karşılıklı fikir alışverişinde bulunularak belirlenen bu varsayımlardan uygun olmayanlar çıkarılır. Diğer durumlara da genellenebilir bir modelin oluşturulması aşamasında bireysel olarak önerilen matematiksel temsiller arasından en uygunu grup içerisinde tartışılarak belirlenir. Modelin gerçek hayat durumuna göre yorumlaması yapılarak geçerliği kontrol edilir. Belirlenen grup sözcüsü modelleme sürecinin her bir aşamasında yapılanları sınıf arkadaşlarına sunar, sınıf içinde değerlendirmesi yapılır. Bahsi geçen bu aşamalar sırasında kendini savunma, arkadaşlarını ikna etme, eleştirme, ortak bir karar verme, tartışma gibi birçok sosyal faaliyet gerçekleştirilmiş olur.

Grup çalışmalarının farklı düşünme becerilerine sahip öğrencilerin bir araya gelerek kısa sürede birçok fikrin ortaya atılmasında, grup üyelerinin birbirlerini destekleyerek herkesin sürece dahil olmasında, sözlü iletişim becerilerinin gelişmesinde önemli bir etkisi vardır. Grup çalışmasının modelleme etkinlikleri üzerindeki etkisiyle ilgili çalışma yapan Delice ve Taşova (2011), öğretmen adaylarına modelleme etkinlikleri uygulanıp bu etkinliklerin bireysel ve grup şeklinde çalışıldığında performansı ve süreci nasıl etkilediğini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada bazı gruplarda bireysel olarak çalıştıklarında hiçbir soruya doğru cevap veremeyen grup üyelerinin grup çalışmasında sorulara doğru cevaplar verdikleri, grup çalışmalarında gerçekçi şekil ve model kullanımının bireysel çalışmalara göre daha fazla kullanıldığı görülmüştür. Bu

bulgulara dayanarak grup çalışmasının modelleme sürecinde performansı ve süreci olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

Modelleme sürecinin başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için öğrencilerin modelleme yeterliklerinin yanında grup üyelerinin aralarında sosyal bir bağ kurmaları da önem taşımaktadır. Modelleme yeterlikleri ne kadar iyi olursa olsun grup üyeleri birbirlerinin fikirlerini önemsemedikçe, ortak bir karar vermede anlaşmazlıklar olursa, tartışma ortamı oluşturulmadan sadece bir kişinin söylemiş oldukları kabul edilirse etkili bir modelin oluşturulması mümkün değildir.

3.7.3. Matematiksel modelleme etkinliklerinde öğretmenin rolü

Model oluşturma etkinliklerinde temel amaç gerçek yaşam ile matematik arasında bir bağlantı kurarak problemlere çözüm önerileri getirmektir. Bu anlamda öğrencilerin rahatça düşünebilecekleri, kendi aralarında tartışabilecekleri, hiç kimsenin onları engelleyecek şekilde müdahalede bulunmadığı bir ortamın oluşturulması gerekir. Ayrıca etkili bir modelleme sürecinin gerçekleştirilebilmesi için modelleme sürecini planlayacak, öğrencilere model oluşturmaları sırasında rehberlik edecek, gereken durumlarda sorularıyla öğrencilerin düşüncelerini sağlayacak, öğrencilerin uygulamalardaki motivasyonunu ve başarısını artıracak bir kişiye de ihtiyaç vardır. Bu noktada model oluşturma etkinliklerinde her ne kadar öğrenci ön plandaymış gibi gözükse de öğretmenin bu süreçteki rolü de yadsınamayacak derecede önemlidir.

Doyle (2007)'ye göre modelleme etkinlikleri, öğretmenin değişen rolünü gösteren uygulamaların en iyi örneğidir. Geleneksel matematik öğretiminde öğretmen, bilgi aktarıcı konumunda olup öğrenciye kullanacağı çözüm yöntemini gösterir; öğrenci ise verilen sıradan problem durumunda öğretmenin gösterdiği matematiksel yöntemi kullanarak tek olan doğru cevaba ulaşır. Modelleme yaklaşımında ise; öğrenci sıradışı problem durumlarıyla çalışarak öğretmenin rehberliğinde kendi çabasıyla çözüm önerileri geliştirir, bunları değerlendirir, tartışır, gerçek hayatta doğrulamasını yapar. Dolayısıyla matematiksel modellemede geleneksel öğretmenin açıklama, gösterme ve

doğru cevapların ana kaynağı olarak rolü uygun değildir (Antonius vd., 2007). Öğretmen bu anlamda yönlendirici olmaktan çıkmış, rehberlik etme rolünü üstlenmiştir.

Sınıfta model oluşturma etkinliklerini uygulayacak olan öğretmen öncelikle öğrencilerinin hangi düzeydeki problemleri çözebileceklerini, nasıl çözeceklerini iyi bilmeli ve buna göre planını yapmalıdır. Modelleme etkinliğini tasarlayan veya seçen öğretmen, uygulamayı gerçekleştirmeden önce problemi kendisi çözmeli, oluşturulabilecek alternatif çözümler ve öğrencilerin sorabilecekleri sorular üzerinde düşünmelidir.

Okul hayatında sıradan problem durumlarına alışmış olan öğrencilerin modelleme sürecinde çeşitli zorluklarla karşılaşmaları yüksek ihtimaller arasındadır. Bu nedenle öğretmen öğrencilerin birçok sorusuyla karşılaşabilir. Bu durumda öğretmen ipucu vermemeli, öğrencilere bu süreçte grup çalışmasının önemli olduğunu hatırlatarak grup üyelerinden bu soruları kendi aralarında tartışmalarını istemelidir. Grup tartışmaları sonrasında karşılaşılan zorlukların çözülmediğini gören öğretmen “Bu problemde amacımız nedir, neler yaptınız, daha iyi yöntemler geliştirilebilir mi?” şeklinde sorularla öğrencilerin düşüncelerini detaylandırabilir.



4. MATERİYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın türü ve deseni, çalışma grubu, veri toplama araçları ve geliştirilmesi, verilerin toplanması, uygulama aşaması (pilot uygulama, asıl uygulama), verilerin analizi ile çalışmanın geçerlik ve güvenilirliğine ilişkin açıklamalara ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir.

4.1. Araştırmanın Türü ve Deseni

Bu araştırma ile hazırlanan doğal bir öğrenme ortamı içerisinde ortaokul 7.ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Nitel araştırmacılar insan davranışlarının bulunduğu çevreden büyük ölçüde etkilendiğinden dolayı araştırmaya konu olan olayların ve davranışların doğal ortamlarında incelenmesinin en gerçekçi sonuçları vereceğini savunmuşlardır (McMillan ve Schumacher, 1997; Akt: Işıkoğlu Erdoğan, 2005). Araştırmanın amacına yönelik görüşme, gözlemler ve elde edilen dokümanlar yardımıyla öğrencilerin modelleme süresince sergilemiş oldukları çalışmalar sınırlı sayıda durum ele alınarak derinlemesine incelenmiş, elde edilen sonuçlar genellenmemiştir. Bu nedenle gerçekleştirilmesi planlanan bu çalışma nitel bir araştırma özelliğini taşımaktadır.

Creswell (2013)'a göre araştırmacının bir duruma ilişkin çoklu veri toplama araçları (gözlem, görüşme, doküman analizi) yardımıyla detaylı bilgi toplayarak mevcut durumu betimlemeleri şeklindeki nitel çalışmalar durum çalışması olarak tanımlanmaktadır. Yin (2014) ise vaka çalışması olarak isimlendirdiği durum çalışmalarını bir durumu derinlemesine ve gerçek dünya bağlamında araştırarak ampirik bir soruşturma olarak tanımlamaktadır. Bu çalışmanın başında öğrencilerin ilgi alanlarının belirlenmesi için video kaydı alınarak görüşmeler yapılmış, öğrencilerin modelleme süresince gerçekleştirmiş oldukları çalışmaların tüm aşamaları video kaydına alınarak dikkat çekici noktalar ayrıca not edilmiştir. Bu araştırmada dörder kişilik iki grup durum olarak ele alınmış olup öğrencilerin modelleme süresince gerçekleştirmiş oldukları çalışmaların tüm aşamaları derinlemesine incelenmiştir. Ayrıca bu araştırmada öğrencilerin modelleme yeterlikleri her bir matematiksel modelleme problemi için ayrı ayrı incelenerek bu yeterliklerin gelişimi, sonuçların bütüncül bir yaklaşımla ele

alınmasıyla analiz edilmiştir. Bu nedenle araştırma; nitel araştırma türlerinden durum çalışması olarak tasarlanmış, bütüncül çoklu durum deseni kullanılmıştır. Bütüncül çoklu durum deseninde birden fazla kendi başına bütüncül olarak algılanabilecek durum söz konusu olup her bir durum kendi içinde bütüncül olarak ele alınır ve daha sonra birbirleriyle karşılaştırılır (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

4.2. Çalışma Grubu

Bu araştırma 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinde yer alan orta ölçekli bir ilin yine orta ölçekli bir ilçesindeki bir devlet ortaokulunda öğrenim görmekte olan yedinci ve sekizinci sınıf öğrencileriyle yürütülmüştür. Yıldırım ve Şimşek (2013)'e göre amaçlı örnekleme yönteminde belli bir amaç doğrultusunda belirlenen çalışma grubundan hareketle bir konunun derinlemesine incelenmesi hedeflenmektedir. Bu çalışma ile ortaokul 7.ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme yeterliklerindeki değişimin detaylı bir şekilde incelenmesi amaçlandığından söz konusu uygulama okulunun seçilmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden birisi olan kolay ulaşılabilir örnekleme kullanılmıştır. Araştırmacı bahsi geçen ortaokulda matematik öğretmenliği yapmaktadır. Bu çalışmada yapılan görüşmelerde öğrencilerin samimi bir şekilde görüşlerini belirtebilecekleri ve modelleme problemlerinde çekinmeden daha rahat bir şekilde çalışabilecekleri düşüncesiyle araştırmacı görev yaptığı okuldaki öğrencileriyle çalışmayı yürütmüştür. Ayrıca kolay ulaşılabilir örnekleme ile araştırmacının araştırmaya hız ve pratiklik kazandırması açısından yakın ve erişilmesi kolay olan durumu seçmesi ve en kolay şekilde verilerin elde edileceği bireylerin örnekleme kapsamına alınması söz konusudur (Yıldırım ve Şimşek, 2008; Kurtuluş, 2010). Çalışmanın tasarımı yapıldıktan sonra etik kurul onayı için Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Rektörlüğü İnsan Araştırmaları Etik Kurul Başkanlığı'nın onayı (Bkz. EK-2) ve ilgili okulda uygulama yapılmasına ilişkin çalışma izni (Bkz. EK-3) alınmıştır.

Bu çalışmada kullanılacak olan matematiksel modelleme problemlerinin tasarlanması için öncelikle öğrencilerin ilgi alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Hazırlık aşaması diyebileceğimiz bu aşamada görüşme yapılacak ve aynı zamanda asıl uygulamanın da çalışma grubunu oluşturacak öğrencilerin seçilmesinde amaçlı örnekleme

yöntemlerinden birisi olan ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Ölçüt olarak öğrencilerin matematik başarı düzeylerinin yüksek olanlarının seçilmesi kararlaştırılmış ve bu amaç doğrultusunda öğrencilerin önceki döneme ait matematik dersi karne notu tespit edilmiştir. Önceki dönem matematik dersi ortalaması 80 üzerinde olan öğrenciler başarı düzeyi yüksek olarak kabul edilmiştir. Bu ölçütü sağlayan 15 öğrenci tespit edilmiştir. Bu öğrenciler arasından tesadüfi olarak seçilen dört yedinci sınıf ve dört sekizinci sınıf olmak üzere toplam sekiz öğrenci çalışma grubunu oluşturmuştur. Bu öğrenciler uygulama boyunca her birinde ikişer tane yedinci sınıf ve ikişer tane sekizinci sınıf öğrencisi olmak üzere dörder kişiden oluşan iki grup halinde çalışmışlardır. Çalışma grubu olarak yedinci ve sekizinci sınıflarda öğrenim gören öğrencilerin seçilmesindeki temel sebep, bilişsel yeteneklerin daha çok gelişme gösterdiği sosyal işlemler dönemindeki çocukların modelleme yeterliklerini daha fazla sergileyebilecekleri düşüncesi olmuştur. Ayrıca çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin daha önceden modelleme deneyimi olmadıkları tespit edilmiştir. Böylece öğrencilerin modelleme yeterliklerindeki değişimin incelenmesi konusunda daha güvenilir sonuçların elde edilebileceği düşünülmektedir. Çalışma grubunu oluşturan tüm öğrencilerin gönüllülük esasına uygun olarak çalışmaya katılmaları sağlanmıştır. Tablo 4.1’de gerçek isimlerinin yerine farklı isimlerin kullanıldığı çalışma grubundaki öğrencilerin öğrenim gördükleri sınıf düzeyi ve önceki dönem matematik dersi ortalamalarına ilişkin bilgiler verilmiştir.

Tablo 4.1. Çalışma grubunu oluşturan öğrencilere ait bilgiler

Öğrenci İsmi	Sınıf Düzeyi	Önceki Dönem Matematik Dersi Ortalaması
Hayrunnisa	7.sınıf	88,33
Mücahit	8.sınıf	85,67
Tuba	7.sınıf	97,33
Melike	8.sınıf	81,33
Abdurrahman	7.sınıf	87,33
Zeynep	7.sınıf	86,67
Melisa	8.sınıf	84,33
Hümeyra	8.sınıf	87,66

4.3. Veri Toplama Araçları ve Geliştirilmesi, Verilerin Toplanması

Nitel çalışmalarda bir durumun, olayın veya olgunun derinlemesine incelenmesi amaçlandığından veri çeşitliliğinin sağlanması büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla nitel çalışmalarda birçok yöntemle verilerin toplanması sağlanmalıdır. Nitel çalışmalarda verilerin toplanması noktasında yaygın olarak gözlem, görüşme ve doküman incelemesi yöntemleri kullanılmaktadır (Karataş, 2015). Nitel olarak yürütülen bu çalışmada gözlem, görüşme ve doküman incelemesi yöntemleriyle veriler toplanmıştır. Belirlenen bu yöntemler çerçevesinde verilerin toplanmasında yarı yapılandırılmış görüşme formu, bireysel görüşmeler, odak grup görüşmesi, yedi adet matematiksel modelleme problemi, grup çalışması formu, rapor formu, öğrenci çözüm kâğıtları, video kayıtları kullanılmıştır.

Bahsi geçen veri toplama araçlarının çalışmanın hangi aşamalarında kullanıldığına ilişkin bilgiler Tablo 4.2’de sunulmaktadır.

Tablo 4.2. Çalışmada kullanılan veri toplama araçları

Aşamalar	Veri Toplama Araçları
1. Öğrenci İlgi Alanlarının Belirlenmesi	Bireysel görüşmeler, odak grup görüşmesi, video kayıtları
2. Pilot Uygulama	Yedi adet matematiksel modelleme problemi, Grup Çalışmaları Formu, araştırmacı gözlem notları, öğrenci çözüm kâğıtları, video kayıtları
3. Asıl Uygulama	Yedi adet matematiksel modelleme problemi, Rapor Formu, araştırmacı gözlem notları, öğrenci çözüm kâğıtları, video kayıtları

Bu bölümde belirlenen veri toplama araçlarının geliştirilmesi ve veri toplama sürecinin nasıl gerçekleştiği ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

4.3.1. Görüşme formu

Model oluşturma etkinlikleri, öğrencilerin gerçek yaşam problemleri üzerinde uzun süre çalışarak çeşitli varsayımlar yoluyla matematiksel çözüm önerileri getirdikleri

faaliyetlerdir. Bu anlamda matematiksel modellemenin öğrencilerin matematiksel düşüncelerini ortaya çıkarmada etkili bir yöntem olduğu söylenebilir. Bu amaca yönelik öğrencilerin zaman ve çaba harcayarak sunulan problem durumunu çözmek istemeleri yani inançları da oldukça önemlidir. Dolayısıyla bu araştırma kapsamında literatürdeki hazır matematiksel modelleme problemlerinin kullanılması yerine araştırmacı tarafından çalışma grubunun ilgi alanı ile ilgili yeni modelleme problemlerinin tasarlanıp geliştirilmesi planlanmıştır.

Öğrencilerin ilgisini çekebilecek nitelikteki modelleme problemlerinin hazırlanması noktasında ilk olarak öğrencilerin ilgi alanlarını belirlemek amacıyla çalışma grubunu oluşturan öğrencilerle önce bireysel sonra da odak grup görüşmelerinin yapılması kararlaştırılmıştır. Yapılacak görüşmelerde hangi soruların sorulabileceğiyle ilgili literatür taraması (Demir, 2004; Sezek vd., 2015; Örücü, 2018) yapılmış, 9 açık uçlu sorudan oluşan yarı yapılandırılmış bir görüşme formu hazırlanmıştır. Görüşme formunda yer alan soruların hazırlanması aşamasında Yıldırım ve Şimşek (2008)'in belirlemiş olduğu şu ilkeler dikkate alınmıştır:

- Kolay anlaşılabilir sorular yazma
- Odak (spesifik) sorular hazırlama
- Açık uçlu sorular sorma
- Yönlendirmekten kaçınma
- Soruları mantıklı bir biçimde düzenleme
- Soruları geliştirme

Görüşme formunda yer alan sorular alanında uzman bir öğretim elemanı tarafından incelenmiş ve uzmanın görüşleri doğrultusunda daha rahat veri toplanmasını sağlayacak şekilde aşağıda belirtilen değişiklikler yapılmıştır:

- “Gezmeyi sever misiniz, cevabınız evet ise nereleri gezmekten hoşlanırsınız?” ve “Araştırma yapmayı sever misiniz, cevabınız evet ise neleri araştırırsınız?” soruları çıkarılarak bu soruların yerine “İlgilendiğiniz ve yapmaktan hoşlandığınız başka hangi uğraşlar vardır?” sorusu eklenmiştir.
- “Boş zamanlarınızı nasıl değerlendirirsiniz?” sorusu “Bir gününüzü nasıl geçirirsiniz, anlatır mısınız?” şeklinde değiştirilmiştir.

- “Oynamaktan hoşlandığınız geleneksel bir oyun veya bilgisayar oyunu varsa ne(ler)dir?” sorusu eklenmiştir.

Yapılan değişiklikler sonucunda öğrencilerin ilgi alanlarının belirlenmesi için gerçekleştirilen önce bireysel ardından da odak grup görüşmelerinde 9 açık uçlu sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. (Bkz. EK-6)

4.3.2. Bireysel görüşmeler

Nitel araştırmalarda en sık kullanılan veri toplama aracı görüşmelerdir. Işık ve Semerci (2019)’ye göre görüşmelerin katılımcının iş yerinde yapılmasının kendisini daha güvenli hissetmesini sağlamaktadır. Bu nedenle öğrencilerin ilgi alanlarının belirlenmesi amacıyla yapılan bireysel görüşmeler için ilk önce uygulama okulu içerisinde öğrencilerin kendilerini rahat hissedebilecekleri, çekinmeden sorulara cevap verebilecekleri sakin bir ortamın hazırlanması planlanmıştır. Ancak devam eden Covid-19 pandemisinden dolayı 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında okulların yüz yüze eğitime açılması durumunun kesinlik kazanmaması nedeniyle yapılacak görüşmelerin Zoom Cloud Meeting uygulaması üzerinden çevrimiçi olarak gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. Çevrimiçi olarak gerçekleştirilen görüşmelerin her biri kayıt altına alınarak verilerin bilgisayar ortamında saklanması sağlanmıştır.

Görüşmelere başlanmadan önce öğrencilere görüşmenin amacı belirtilerek sorulara samimiyetle cevap vermeleri istenmiş; ilgi alanlarının belirlenmesi amacıyla kendilerine sorular yöneltileceği, görüşmenin bir sohbet havası içinde geçeceği belirtilmiştir. Ayrıca yapılan görüşmenin video kaydına alınacağı, görüşmenin gizli kalacağı ve gerçek isimlerinin kullanılmayacağı söylenerek bu konuda öğrencilere iznin olup olmadığı sorulmuştur. Bu anlamda görüşmeye katılan tüm öğrencilerin görüşmenin video kaydına alınmasıyla ilgili izni alınmış, tamamen gönüllülük esasına göre görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşme esnasında herhangi bir veri kaybının yaşanmaması için video kaydında kullanılacak aracın gerekli kontrolleri sağlanmıştır. Yapılan görüşme sürecine ilişkin bilgiler Tablo 4.3’te belirtilmiştir.

Tablo 4.3. Görüşme sürecine ilişkin bilgiler

Görüşülen Öğrenci	Tarih	Görüşme Süresi
Hayrunnisa	5Ağustos 2020	15 dakika 20 saniye
Mücahit	6Ağustos2020	15 dakika 8 saniye
Tuba	7 Ağustos 2020	12 dakika 50 saniye
Melike	8 Ağustos 2020	17 dakika 31 saniye
Abdurrahman	10Ağustos 2020	19 dakika 12 saniye
Zeynep	11Ağustos 2020	15 dakika 37 saniye
Melisa	12Ağustos 2020	12 dakika 42 saniye
Hümeysra	12Ağustos 2020	14 dakika 38 saniye

Tablo 4.3'te görüldüğü gibi bireysel görüşmeler asıl çalışmaya katılacak olan 7. ve 8.sınıf öğrencileriyle yedi günlük bir süreçte yapılmıştır. Yapılan bireysel görüşmeler yarı yapılandırılmış bir yapıya sahip olduğundan görüşme esnasında daha ayrıntılı cevapların alınabilmesi için zaman zaman araştırmacı tarafından “Mesela nereleri gezmekten hoşlanırsın, canın sıkıldığında nelerle ilgilenirsin, ne tür resimler çizersin?” şeklinde ek sorular katılımcılara yöneltilmiştir.

4.3.3. Odak grup görüşmesi

Odak grup görüşmelerinin amacı, araştırılan durum hakkında katılımcıların düşüncelerine, ilgilerine, deneyimlerine, tutum ve alışkanlıklarına dair bilgi edinmek için seçilen küçük bir grup ile organize tartışmayı içermektedir (Gibbs, 1997; Karataş, 2015). Marschall (1999) da benzer şekilde odak grup görüşmesini araştırmacının ilgilendiği ve onun yönlendiriciliği altında bir konunun dört-on iki kişi arasındaki gruplar tarafından irdelendiği grup tartışmaları olarak açıklamaktadır. Araştırma kapsamında katılımcıların matematiksel modelleme problemleri üzerinde grupça çalışmaları sağlanacağından ortak ilgi alanlarının belirlenebilmesi amacıyla sekiz öğrenci ile gerçekleştirilen bireysel görüşmelerden sonra aynı kişilerle odak grup görüşmesinin de yapılması kararlaştırılmıştır. Yapılan odak grup görüşmesi bireysel

görüşmelerin gerçekleştirildiği Zoom Cloud Meeting uygulaması üzerinden çevrimiçi olarak 13 Ağustos 2020 tarihinde yapılmış olup yaklaşık 20 dk sürmüştür.

Hem bireysel görüşmeler hem de odak grup görüşmesinde alınan video kayıtları bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Videolar bilgisayar ortamında izlendikten sonra katılımcıların cevapları yazılı olarak kayıt altına alınmış, video kayıtları bir kez daha izlenerek herhangi bir eksikliğin ve hatanın olup olmadığı gözden geçirilmiştir. Ayrıca yazılı dokümanlar öğrencilere de okunarak onayları alınmıştır. Cevapların yazılı olarak kayıt altına alınmasında öğrencilerin verdikleri cevapların olduğu gibi korunmasına dikkat edilmiştir. Işık ve Semerci (2019)'nin de belirttiği üzere odak grup görüşmesi sayesinde bazı bireylerin düşünceleri hakkında hızlı bir şekilde bilgi elde edilebilmiştir.

Gerçekleştirilen bireysel ve odak grup görüşmesinden elde edilen veriler incelendiğinde;

Öğrencilerin “Hangi tür kitapları okumaktan zevk alırsınız?” sorusuna vermiş oldukları cevaplar arasında macera, korku, fantastik, masal, fabl türü kitaplar yer almaktadır. Odak grup görüşmesi sonucunda ortak tema olarak öğrencilerin macera konulu ve masalsı özellikte olan fantastik türü kitapları okumaktan zevk aldıkları belirlenmiştir.

Bireysel görüşmeler sonunda “Oynamaktan hoşlandığınız geleneksel bir oyun veya bilgisayar oyunu varsa ne(ler)dir?” sorusuna karşılık sadece iki öğrenci bilgisayar oyunu oynadıklarını söylemişlerdir. Mücahit, bilgisayar oyunu olarak Driving School ve Minecraft oyunlarını oynadığını ve Kim Milyoner Olmak İster gibi bilgi yarışması türündeki oyunlardan da hoşlandığını ifade etmiştir. Bilgisayar oyunu oynadığını söyleyen Zeynep ise Konuşan Tom ve Angela gibi daha çocuksu oyunları oynadığını belirtmiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğu tarafından geleneksel oyunlardan yakartop, satranç ve el pas oynamış oldukları belirtilerek odak grup görüşmesinde bireysel oyunlardan daha çok takım oyunlarından hoşlandıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan görüşmelerde üçüncü soru olarak öğrencilere “Genelde ne tür filmler izlersiniz?” sorusu yöneltilmiştir. Öğrenciler en çok sevmiş oldukları filmlerden örnekler vererek bu soruyu cevaplamışlardır. Abdurrahman Harry Potter gibi bilimsel kurgu filmleri ve hayvan belgesellerini; Hümeysra Sherlock Holmes, Avangers,

Yenilmezler, Black Mirror gibi macera ve aksiyon filmleriyle birlikte Son Umut, Wonder, Mucize gibi dram içerikli filmleri izlemekten hoşlandıklarını belirtmişlerdir. Diğer öğrenciler ise benzer olarak Kral Şakir, Neşeli Ayaklar gibi komedi animasyon filmlerini, Kuzey Yıldızı, Yahşi Cazibe ve Hababam Sınıfı gibi komedi filmlerini sevdiklerini söylemişlerdir. Bireysel görüşmelerin ardından gerçekleştirilen odak grup görüşmesinde “Genelde ne tür filmler izlersiniz?” sorusuna karşılık verilen cevaplardan hareketle ortak tema, öğrencilerin macera ve komedi filmlerinden hoşlandıkları şeklinde belirlenmiştir.

Öğrencilerin genellikle ilgi duydukları derslere daha çok motive oldukları ve o dersi diğer derslere göre daha çok sevdikleri söylenebilir. Bu anlamda görüşmeler sırasında öğrencilerden “En çok sevdiğiniz ders hangisidir?” sorusuna cevap vermeleri istenmiştir. Sekiz öğrenciden altısı uzay, mikroskop, canlılar konularını ilgi çekici bulduklarından dolayı en çok sevdikleri dersin Fen Bilimleri olduğunu söylemişlerdir. İki öğrenci ise ezber yapmayı hiç sevmediklerini, problem çözmenin, dört işlem yapmanın daha keyifli olduğunu ve bundan dolayı en çok sevdikleri dersin Matematik olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerin en çok sevdikleri derslerin Fen Bilimleri ile Matematik olarak ayrıştığı bireysel görüşmeler sonrasında gerçekleştirilen odak grup görüşmesinde öğrencilerin Fen Bilimleri dersini daha çok sevdikleri tespit edilmiştir.

“Hangi sporları yapmaktan keyif alırsınız?” sorusunu öğrencilerin tamamı voleybol, basketbol olarak cevaplamışlardır. Bu cevapların yanı sıra Hayrunnisa masa tenisinden, Melisa yüzmekten, Tuba yürüyüş yapmaktan, Mücahit ve Abdurrahman ise futbol oynamaktan hoşlandıklarını ifade etmişlerdir. Odak grup görüşmesinde de öğrencilerin voleybol ve basketbol oynamaktan hoşlandıkları şeklinde ortak bir temada buluşmaları dikkat çekmiştir.

Yapılan görüşmelerde öğrencilere yöneltilen sorulardan birisi de “Haber programlarında dikkatinizi en çok çeken hangi tür haberlerdir?” şeklindedir. Öğrenciler kadına şiddet, kazalar, indirim çadırları, hırsızlık, spor, bilim ve sağlık alanında yapılan buluşlar hakkındaki haberlerin dikkat çekici olduklarını belirtmişlerdir. Odak grup görüşmesinde öğrencilerin genellikle kazalar, hırsızlık konulu haberleri dikkat çekici buldukları tespit edilmiştir.

Öğrencilerin mesleki ilgi alanlarını belirlemek amacıyla görüşme formunda “Gelecekte yapmak istediğiniz meslek nedir, neden?” sorusuna yer verilmiştir. Öğrencilerin ikisi hâkim, ikisi doktor, biri hemşire, biri matematik öğretmeni olmak istediğini; diğer iki öğrenci ise gelecekte yapmak istediği mesleğe henüz karar vermediğini söylemişlerdir. Bu bağlamda genellikle öğrenciler gelecekte ya hâkim ya da doktor olmak istediklerini belirtmişlerdir.

“İlgilendiğiniz ve yapmaktan hoşlandığınız başka hangi uğraşlar vardır?” sorusuna yönelik verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin piknik yapmaktan ve doğanın içinde gezmekten hoşlandıkları yönünde ortak bir cevap verdikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte resim çizmek, ormanın içinde mantar toplamak, rap ve pop müzik dinlemek, ilk defa bir yere gezmeye gitmek bu soruya verilen ilave cevaplardandır. Bireysel görüşmelerde olduğu gibi odak grup görüşmesinde de öğrenciler ortak olarak köyde yaşamaktan mutlu olduklarını vurgulayarak piknik yapmaktan ve doğal gezilerden hoşlandıklarını ifade etmişlerdir.

Görüşmelerde öğrencilerin ilgi alanlarının belirlenmesine yönelik sorulara verilen cevaplar dışında başka verilerin de elde edilebileceği düşünülerek “Bir gününüzü nasıl geçirirsiniz, anlatır mısınız?” şeklinde genel bir soru sorulmuştur. Öğrenciler bu soruya “televizyon izliyorum, ödev yapıyorum” gibi alışılmış cevaplar vermişlerdir. Bu cevapların dışında “dağa gidip hayvanları otlatıyorum, kardeşimle mutfağa girip temizlik yarışması yapıyoruz, yazın yaylada oturuyoruz, bahçemde sebze yetiştiriyorum” şeklinde spesifik cevapların da verildiği belirlenmiştir.

Sürecin etkililiğini artırmak, öğrencilerin ilgi alanları doğrultusunda hazırlanan matematiksel modelleme problemleri ile çalışmalarını sağlamak açısından yapılan görüşmeler gerçek yaşam problemlerinin konusunu belirlemek açısından belirleyici olmuştur.

4.3.4. Matematiksel modelleme problemleri

Bireysel ve odak grup görüşmeleri neticesinde tamamen öğrencilerin belirlenen ilgi alanları dikkate alınarak araştırmacı tarafından matematiksel modelleme problemlerinin içerikleri hazırlanmıştır. Böylece öğrencilerin bu problemler üzerinde isteyerek

çalışabilecekleri dolayısıyla grup çalışmalarındaki her bir bireyin sürece katkı sağlayabileceği ve modelleme yeterliklerinin daha etkili bir şekilde gözlemlenebileceği düşünülmüştür. Bu anlamda öncelikle matematiksel modelleme problemlerinden örneklerin sunulduğu literatür (Lesh ve Doerr, 2003; Mousoulides vd., 2006; Doruk, 2010; Delice ve Taşova, 2011; Kal, 2013; Erbaş vd., 2016; Ural, 2018)incelenerek modelleme problemlerinin yapısal özellikleri araştırılmıştır. Daha sonra öğrencilerin belirlenen ortak ilgi alanları dikkate alınarak hazırlanan problemlerin içeriklerinin neler olabileceği belirlenmiştir.

Matematiksel modelleme problemlerinin hazırlanması aşamasında aşağıdaki hususlara dikkat edilmiştir:

- Problem durumlarının ortaokul öğrencilerinin kavram bilgisi düzeylerine uygun olması
- Belirtilen durumların öğrenciler tarafından kolayca anlaşılabilir olması
- Problem metninin öğrencileri çözüme yönlendirecek şekilde yapılandırılmaması
- Çözüm noktasında durumun farklı varsayımlar oluşturmaya izin vermesi
- Rutin problemlerden farklı bir yapıya sahip olması

Belirtilen hususlar ve model oluşturma etkinliklerinde olması gereken prensipler Lesh vd.(2000)dikkate alınarak araştırmacı ve danışman tarafından “Takım Kurmaca”, “Hastamız İyileşecek mi?”, “Gülten Dayıoğlu ile Buluşmaya Ne Dersin?”, “Muhteşem İnternet Paketleri Burada!”, “Polis Soyguncunun Peşinde!” “Çıktık Bir Yola” ve “Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?” isimlerini taşıyan yedi matematiksel modelleme problemi oluşturulmuştur. Oluşturulması sürecinde güçlük durumlarının birbirine eşit düzeyde olmasına dikkat edilen bu modelleme problemlerinin her birisi, model oluşturma etkinlikleri tasarım prensiplerine göre matematiksel modelleme konusunda uzman olan üç öğretim elemanı tarafından değerlendirilmiştir. Modelleme problemlerinin değerlendirilmesinde kullanılan form (Bkz. EK-7)araştırmacı tarafından geliştirilmiş olup üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm problemde ilgili prensibin varlığını kontrol etmek için sorulması gereken sorulardan, ikinci bölüm uzmanların ilgili prensibi sağlaması açısından modelleme problemini iyi, orta ve zayıf olmak üzere değerlendirerek işaretledikleri kısımdan, üçüncü bölüm ise uzmanların ilgili prensibe

uygunluğu açısından modelleme problemine ilişkin belirtmiş oldukları görüş ve önerilerden oluşmaktadır. Prensiplere ilişkin sorulması gereken sorular belirlenirken literatürden (Lesh vd., 2000; Chamberlin, 2004) yararlanılmıştır.

Matematiksel Model Oluşturma Prensipleri	İYİ	ORTA	ZAYIF	Görüş ve Önerileriniz
Gerçeklik Prensipleri ✓ Bu gerçekten gerçek hayat durumlarında olabilir mi? ✓ Öğrenciler kendi kişisel bilgi ve deneyimlerinin genişletilmesine dayanarak durumu anlamlaştırmaya teşvik edilebilecek mi? ✓ Öğrenci fikirleri ciddiye alınacak mı?				

Şekil 4.1. Modelleme problemlerinin değerlendirilmesinde kullanılan formdan bir kesit

Üç uzman tarafından sunulan görüş ve öneriler doğrultusunda yapılan değişiklikler şu şekildedir:

- “Hastamız İyileşecek mi?” modelleme probleminde öğrencilerin tablo üzerindeki sayısal verilerle bir örüntü oluşturabilmeleri için birkaç veriye daha ihtiyaçları olabilir düşüncesiyle üç gün olarak verilen bakteri sayılarına dördüncü gündeki bakteri sayısı da eklenerek problem durumu düzenlenmiştir.
- Model yapılandırma prensibine dayanarak “Muhteşem İnternet Paketleri Burada!” modelleme probleminde iki evde internet paketinin özelliklerinin hazır bir şekilde verilmesi yerine öğrencilerden iki internet paketi oluşturmaları istenmiştir. Bu anlamda verilen broşürde yer alan iki tane evde internet paketi probleminden çıkarılarak problem metni yeniden düzenlenmiş ve bu yeni içeriğe göre öğrencilere “Hangi durumda hangi paketin daha ekonomik olduğunu açıklayarak Yasemin Hanım’a yardımcı olunuz.” ifadesinin yerine “Dükkan sahibi olduğunuzu varsayarak Yasemin Hanım’ın satın alabileceği en uygun iki tane evde internet paketini oluşturun ve neden bu paketleri nasıl oluşturduğunuzu Yasemin Hanım’a açıklayın.” ifadesi soru olarak yöneltilmiştir.
- “Polis Soyguncunun Peşinde!” modelleme probleminde kalebodur taşının boyutlarının verilmesinin öğrencileri çözüm üzerinde yönlendirebileceği düşüncesiyle kalebodur taşının boyutları probleminden silinmiştir.

- “Polis Soyguncunun Peşinde!” modelleme probleminde bahsi geçen saatin 12:10 olmasının sebebinin açıklanmasının daha iyi olacağı yönünde bir öneri sunulmasıyla birlikte problem metnine “(Günün farklı saatlerinde bir cismin gölge boyunun uzunluğu, ışığın düşme açısına bağlı olarak sürekli değişmektedir).” şeklinde açıklayıcı bir cümle eklenmiştir.
- “Çıktık Bir Yola” modelleme probleminde reklam süresinin sayısal olarak sınırlandırılmasının model yapılandırma ve model genelleme prensipleri açısından uygun olmayacağı düşüncesiyle reklam süresinin 3 dakika 45 saniye 37 salise olma durumu problemin içeriğinden çıkarılmıştır. Yerine “Rıza Bey’in hangi durumlarda hangi reklam ajansını seçeceği konusunda karar vermede kullanabileceği en uygun matematiksel modeli oluşturun.” sorusu konulacak şekilde revize edilmiştir.

Çoğunlukla tek bir durum üzerinden yola çıkarak öğrencilerin yeterliklerini değerlendirmek yanıltıcı olabilir. Çünkü öğrencilerin çalışmanın yürütüldüğü gün var olan sağlık problemleri, psikolojik özellikleri veya problemin yapısı gibi değişkenler bütüncül bir resim ortaya koymak için tek bir gün veya uygulama ile sağlanamayabilir. Bu çalışmada bahsi geçen problemlerin önüne geçebilmek için maksadıyla öğrencilerin hem zaman hem de problem çeşitliliği anlamında matematiksel modelleme problemleri ile karşı karşıya kalmaları sağlanmıştır. Böylece farklı zamanlarda ve farklı durumlardaki modelleme yeterlikleri incelenerek daha geniş bir perspektif oluşturulmaya çalışılmıştır. Hazırlanan ve uzman görüşleri doğrultusunda yeniden düzenlenen modelleme problemlerinin her biri uygulama aşamasına geçmeden önce araştırmacı tarafından çözümlenerek muhtemel çözüm yaklaşımları görülmeye çalışılmıştır. Böylece çözümler, problemlerin uygulanması ve değerlendirilmesi aşamasında araştırmacıya yardımcı olmuştur.

4.3.5. Grup çalışmaları formu

Grupların her bir modelleme problemi için problem durumunun çözümüne yönelik olarak gerçekleştirmiş oldukları tüm çalışmaları ayrıntılı bir şekilde sırasıyla yazabilmeleri için araştırmacı tarafından Grup Çalışmaları Formu hazırlanmıştır. (Bkz. EK-9)

Grupların çalışma süresince zaman zaman bu forma yazdıklarına bakarak oluşturdıkları varsayımları ve çözüm yöntemlerini kontrol ettikleri görülmüştür. Bu anlamda bu formun öğrencilerin modelleme basamaklarını gerçekleştirmelerinde yardımcı olduğu söylenebilir. Hazırlanan bu form verilerin analiz edilmesi noktasında araştırmacıya büyük ölçüde kolaylık sağlamıştır.

4.3.6. Rapor formu

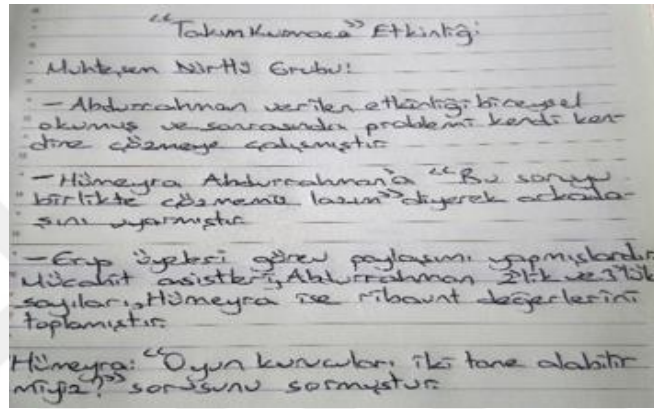
Öğrencilerden beklenen modelleme yeterliklerinden birisi de kabul etmiş oldukları modelin oluşturma sürecini yazılı olarak rapor şeklinde sunmalarıdır. Bu amaçla araştırmacı tarafından grupların “Modeli oluştururken neleri kullandınız, hangi matematiksel bilgilerden yararlandınız, bu modeli nasıl çözdünüz, bulduğunuz sonucu gerçek hayat durumuna nasıl yorumladınız?” sorularına cevap vermelerinin istendiği bir Rapor Formu hazırlanmıştır. (Bkz. EK-10)

Grup üyelerinin gerçekleştirmiş oldukları çalışmaları araştırmacıya anlatmaları aşamasında öğrenciler, Rapor formuna yazdıklarından faydalanmışlardır. Bununla birlikte hazırlanan bu form verilerin analiz edilmesi noktasında araştırmacıya büyük ölçüde kolaylık sağlamıştır.

4.3.7. Araştırmacı gözlem notları

Öğrencilerin doğal öğrenme ortamı içerisinde gerçekleşen modelleme çalışmaları sırasında araştırmacı tarafından gözlem notları tutulmuştur. Her bir modelleme probleminin gruplar tarafından tamamlanma süresi ve tarihi, öğrencilerin çalışmaları sırasında araştırmacıya sormuş oldukları sorular, grup içerisinde gerçekleştirmiş oldukları dikkat çekici konuşmalar, öğrencilerin karşılaşmış oldukları zorluklar gibi önemli bulunan noktalar araştırmacı gözlem notları içerisinde yer almaktadır. Çelik vd.(2020) gözlem notlarının araştırma sürecinin başından sonuna dek verilerin analiz edilmesinde yardımcı bir araç niteliğinde olduğunu belirtmektedir. Sonraki modelleme problemlerinde dikkat edilmesi gereken hususların belirlenmesi, eksikliklerin giderilmesi açısından da gözlem notları önemli bir yer tutmuştur. Örneğin; pilot

uygulamaya dair gerçekleştirilen ilk çalışmada gruplara birer tane etkinlik kâğıdı verilmiş ve grup üyelerinin tek bir kâğıttan problemi okumada ve anlamada zorluklar yaşadığı, zaman kaybettikleri görülmüştür. Bu gözlem sonucu not edilerek sonraki problem durumlarında grup üyelerinin her birine etkinlik kâğıdı verilmiştir.



Şekil 4.2. Araştırmacı gözlem notlarından bir kesit

4.3.8. Öğrenci çözüm kâğıtları

Öğrencilere modelleme problemleri dağıtıldıktan istedikleri kadar boş kâğıt verilerek çözümlerini bu kâğıtlar üzerine yazmaları istenmiştir. İncelenmek üzere modelleme problemlerinin sonunda bu kâğıtlar öğrencilerden toplanmış ve her modelleme problemi için ayrı ayrı istiflenmiştir.

4.3.9. Video kayıtları

Uzuner (1999)'e göre bir nitel araştırmada geçerliği ve güvenilirliği sağlamada gözlem notları, görüşmeler, dokümanların yanı sıra ses ve görüntü kayıtlarının da yer alması önemlidir. Dolayısıyla yapılan bu çalışmada katılımcıların izni doğrultusunda sürece ait video kayıtları alınmıştır. Video kaydında kullanılacak olan teknolojik aletlerin bozuk olup olmadığı ve şarj durumları kontrol edilmiştir. Video kayıtlarını yapan teknolojik araçlar katılımcıların rahatsız olmayacakları şekilde konumlandırılmış, video çekimini yapan kişiler çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin tanıdığı, modelleme çalışmaları

sırasında çekinmeyecekleri okul arkadaşları arasından seçilmişlerdir. Bilgisayar ortamına aktarılarak incelenen video kayıtları, öğrenci çalışmalarının analiz edilmesi ve araştırma bulgularının elde edilmesi noktasında destekleyici olmuştur.

4.4. Uygulama Aşaması

Ortaokul öğrencilerinin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi üzerine yapılan bu durum çalışmasının uygulama aşamasını pilot uygulama ve asıl uygulama oluşturmaktadır. Bu bölümde pilot uygulama ve asıl uygulamanın nasıl gerçekleştirildiği, pilot uygulamadan hangi sonuçların elde edildiği ayrıntılı bir şekilde açıklanmaktadır.

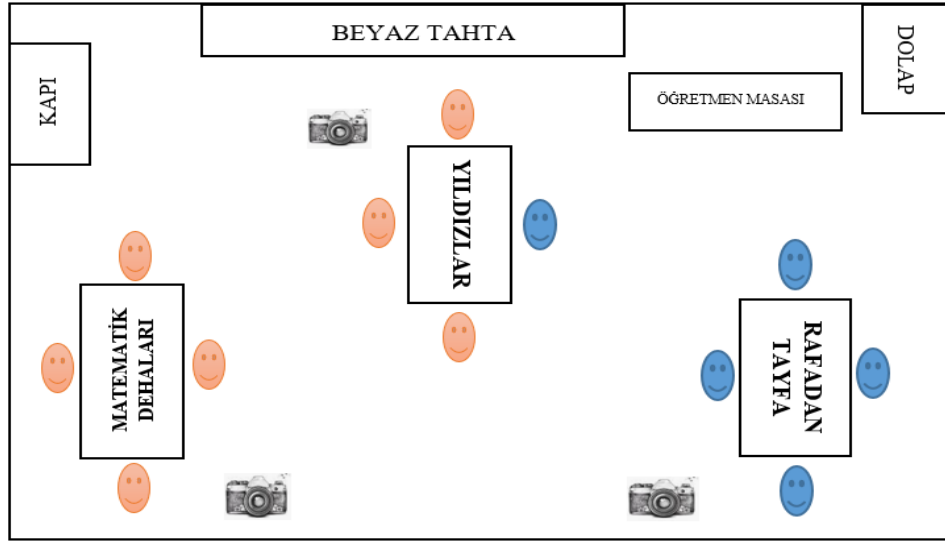
4.4.1. Pilot uygulama

Modelleme problemleri öğrencilerden bağımsız olarak düşünülemez. Dolayısıyla hazırlandıktan sonra uzman görüşleriyle değerlendirmeye tutulan ve öneriler doğrultusunda değişikliklerin yapıldığı model oluşturma problemlerinin öğrencilerin modelleme yeterliklerini ortaya koymalarına fırsat verip vermediğini kontrol etmek için çalışma grubu dışındaki öğrencilerle pilot uygulama yapılması kararlaştırılmıştır. Diğer bir ifadeyle pilot uygulama, hazırlanan matematiksel modelleme problemlerinin tamamının uzmanların yanı sıra öğrenciler açısından da değerlendirmeye tabi tutulması için gerçekleştirilmiştir. Bu anlamda gerçekleştirilen pilot uygulama ile her bir modelleme problemi için;

- Verilen problem durumu öğrenciler tarafından kolayca anlaşılabilir mi? Problemde öğrenciler tarafından anlaşılması zor veya anlam karmaşasına yol açabilecek cümleler var mı?
- Problem durumu öğrencilerin varsayımlarda bulunabilmelerini sağlayacak nitelikte mi?
- Sunulan problem durumu öğrencilerin model kurabilmelerine izin veriyor mu? sorularının cevapları aranmıştır.

Pilot uygulama, araştırmacının görev yaptığı ortaokulda gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamanın çalışma grubu, asıl uygulamanın çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin

dışındaki matematiksel modelleme deneyimi olmayan gönüllü on iki tane 8.sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Pilot uygulamada hazırlanan modelleme problemlerinin matematiksel modelleme için uygun olup olmadığını test etmek amaçlandığından grupların dengeli bir şekilde oluşturulması önemli görülmüştür. Bu nedenle pilot uygulama için gruplarda farklı başarı düzeylerine sahip olan öğrencilerin bulunması dikkate alınarak dörder kişilik üç grup oluşturulmuştur. Burada öğrencilerin başarı düzeylerini belirleme noktasında önceki dönem matematik dersi ortalamaları dikkate alınmıştır. Çalışmaların verimliliğini sağlamak adına ilk modelleme probleminden son modelleme probleme kadar tüm süreç boyunca gruplarda herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Pilot uygulama okulların yüz yüze eğitime açık olduğu 2 Kasım 2020 ve 13 Kasım 2020 tarihleri arasında okulun 8/A sınıfında gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama için bu sınıfın seçilmesindeki temel sebep öğrencilerin modelleme çalışmalarını yapabilmeleri için uygulama okulundaki en sakin ortamın burası olmuş olmasıdır. Üç grup halinde gerçekleştirilmesi planlanan pilot uygulama için öğrencilerin grup halinde çalışmalarına olanak sağlayacak şekilde masa ve sandalyeler hazır edilmiştir. Sandalyeler grup öğrencilerinin birbirinin yüzlerini görecektir, grupların çalışma sırasında birbirlerinden rahatsız olmamaları için grup masaları ise sınıfın farklı yanlarında konumlandırılmıştır. Bununla birlikte uygulama süresince öğrencilerin sosyal mesafe kuralına uygun bir şekilde çalışmalarını gerçekleştirmeleri konusunda gereken hassasiyet gösterilmiştir. Oluşturulan her bir grubun sınıftaki yeri belirlenerek sınıf ortamı grup çalışmasına uygun olacak şekilde düzenlenmiştir. Pilot uygulamada her bir grubun gerçekleştirmiş olduğu çalışmalar, üç ayrı cihaz kullanılarak kayıt altına alınmıştır.



Şekil 4.3. Pilot uygulama sınıfının oturma planı

Pilot uygulamaya katılan öğrencilere çalışmada gerçek isimlerinin kullanılmayacağı, sürecin video kaydına alınacağı ve bu kayıtların çalışma dışında kullanılmayacağı belirtilmiştir. Öğrencilerden oluşturulan gruplara birer isim vermeleri istenmiştir. Pilot çalışmaya katılan öğrencilere ait bilgiler Tablo 4.4’te sunulmuştur.

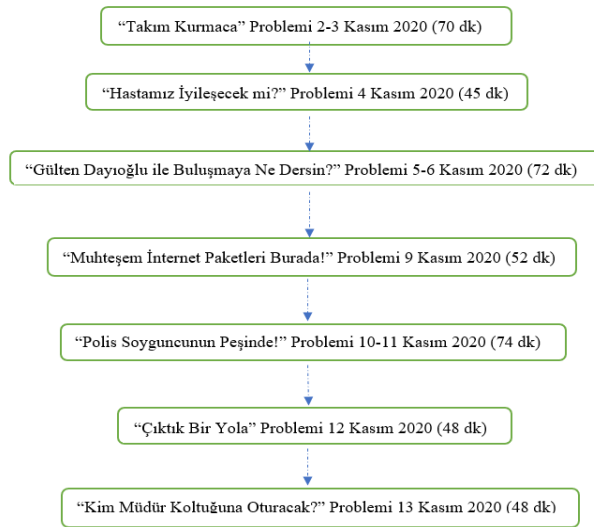
Tablo 4.4. Pilot uygulamanın çalışma grubunu oluşturan öğrencilere ait bilgiler

Grup İsmi	Öğrenci İsmi	Önceki Dönem Matematik Dersi Ortalaması
Rafadan Tayfa	Mikayil	55,77
	Yahya	74,77
	İsa	67,67
	Yakup	45
Yıldızlar	Aleyna	63,33
	Esmâ	58
	Meral	72,33
	Abdullah	45,22
Matematik Dehaları	Dilara	46,67
	Elif	61,11

Medine	86,67
Zehra	48,33

Pilot uygulamada öğrencilere hiçbir şekilde müdahalede bulunulmamıştır. Bununla birlikte öğrencilere süreç boyunca istediklerinde her türlü materyali kullanabilecekleri, internet ve kitap gibi kaynaklardan yararlanabilecekleri söylenmiştir. Bu nedenle öğrencilerin kullanabilecekleri düşüncesiyle araştırmacı, her problem başında cetvel ve hesap makinelerini kullanıma hazır bir şekilde yanında bulundurmuş, öğrencilerin istedikleri zaman araştırma yapabilmeleri için kütüphane ve bilgisayar sınıfı açık tutulmuştur.

Öğrencilerin modelleme problemlerini tamamlamaları için belli bir süre planlanmamış olup grupların çalışmalarını tamamlamaları beklenmiştir. Bu bağlamda gerçekleştirilen pilot uygulama sayesinde sunulan modelleme problemlerinin çözümleri için gerek duyulan süre hakkında fikir sahibi olunmaya çalışılmıştır. Grupların çalışmalarını tamamlamaları beklendiği için her bir modelleme problemine ayrılan ortalama süreler birbirinden farklılık göstermektedir. Pilot uygulama süreci on günde gerçekleştirilmiş olup bu süreç Şekil 4.4'te ayrıntılı bir şekilde izah edilmiştir.



Şekil 4.4. Pilot Uygulama Süreci

Pilot uygulama süresince öğrencilerin düşündükleri her şeyi sesli olarak ifade etmeleri istenmiş, her bir grubun modelleme problemleri boyunca gerçekleştirmiş oldukları çalışmalar ayrı ayrı video ile kayıt altına alınmıştır. Alınan bu kayıtlar bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Gruplara her modelleme probleminde araştırmacı tarafından hazırlanan grup çalışması formu dağıtılarak bu form doldurmaları istenmiştir. Bunun yanında araştırmacı, grupların çalışmalarını gözlemlemiş ve dikkat çekici bulduğu noktaları not etmiştir.

Pilot uygulamada öğrencilerin modelleme yeterliklerini gözlemlemekten çok hazırlanan modelleme problemlerinin matematiksel modelleme için ne derece uygun olduğu ve asıl uygulamada nelere dikkat edilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur. Pilot uygulamanın tamamlanması ile asıl uygulamaya geçilmesi arasında 15 günlük zaman farkı söz konusu olmuştur. Bu sürenin pilot çalışmalardan elde edilen sonuçların detaylı bir şekilde incelenmesi için yeterli olduğu düşünülmektedir.

4.4.1.1. Pilot uygulamadan elde edilen sonuçlar

4.4.1.1.1. “Takım Kurmaca” Problemi

Pilot çalışmada öğrencilerin ilk olarak “Takım Kurmaca” problemi üzerinde çalışmalarına başlanmıştır. Grupların her birine yalnızca bir etkinlik kâğıdı verilerek grupça okumaları istenmiştir. Bu sırada Rafadan Tayfa ve Matematik Dehaları gruplarında birer kişi problemi okumuş, diğer öğrenciler ise onu dinlemişlerdir. Yıldızlar Grubu’ndaki öğrenciler ise etkinlik kâğıdını sıranın ortasına koyarak her biri problemi sessizce okumuşlardır.

Problemi anlamak ve daha anlaşılır hale getirmek için Matematik Dehaları Grubu’nu oluşturan öğrenciler arasında aşağıda belirtilen konuşmalar geçmiştir:

Dilara: Şimdi biz bir takım oluşturacağız.

Medine: Ama bunu matematikle nasıl kuracağız ki? Tamam arkadaşlar bakın burada (etkinlik kâğıdındaki tabloyu göstererek) sayılar var, onları kullanacağız.

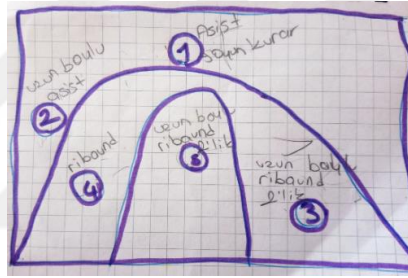
Dilara: Burada boy, asist, ribaunt, 2 sayı, 3 sayı bir de başarısız şut diyor. Bunları kullanacağız ama nasıl.

Zehra: Dur bir de arkaya bakalım (etkinliğin 2. sayfasına bakıyor). Bakın buradaki basket sahasında oyuncu isimlerini vermiş.

Medine: Bunlar ne demek ki?

Zehra: Hani Hoca demişti ya her şeyi kullanabilirsiniz diye. Biz de internetten araştıralım bunları, hadi gidelim o zaman. (Bilgisayar sınıfına giderler, araştırma yaparlar ve sınıfa geri dönerler.)

Grup içinde geçen diyaloglara bakıldığında öğrenciler problemi anlamak ve durumu sadeleştirmek için birbirlerinin fikirlerini geliştirmişler, problemde verilen “oyun kurucu, şutör gard, kısa forvet, uzun forvet ve pivot” oyuncularının özelliklerini araştırmaya karar vermişlerdir.



Şekil 4.5. Matematik Dehaları Grubu'nun “Takım Kurmaca” etkinliğine ait varsayımları

Matematik Dehaları Grubu’nun öğrencileri yapmış oldukları araştırmalar sonucu Şekil 4.5’teki çizimi yaparak oyuncuları hangi kriterlere göre seçeceklerini belirlemişlerdir. Yıldızlar Grubu öğrencileri ise takım oyuncularının tabloda verilen en uzun beş tane oyuncudan oluşması gerektiğini kabul etmişler, belirledikleri bu oyuncuları basketbol sahasına nasıl yerleştirecekleri üzerinde çalışmışlardır. Bu anlamda grupların farklı varsayımlardan yola çıkarak farklı sonuçlara ulaştıkları gözlenmiştir.

1.oyuncunun belirlenmesinde asistin en fazla olması ve en uzun boylu olması varsayımlarını kullanan Yıldızlar Grubu’nun durumu matematikselleştirerek bir modeloluşturmaları konusunda ilk kez Abdullah aşağıdaki gibi bir tartışmayı başlatmıştır:

Abdullah: Her birinde 3 tane asist var. Bunların en yüksekini ya da ortalamasını alalım.

Esma: Bence ortalama alalım. Çünkü daha kesin olur. Bir artıyor bir de azalıyor ya.

Benzer şekilde Yıldızlar Grubu 2.oyuncuyu belirlerken her bir oyuncunun başarısız şutları ortalamasını, 4.oyuncuyu belirlerken ise her bir oyuncunun ribauntları ortalamasını aldıkları görülmüştür.

Grup içi gerçekleşen diyaloglardan, öğrenci çözüm kâğıtlarından ve araştırmacı gözlem notlarından elde edilen sonuçlar doğrultusunda “Takım Kurmaca” probleminin öğrencilerin modelleme yeterliklerini ortaya çıkarmaya izin verecek nitelikte olduğu belirlenmiştir.

4.4.1.1.2. “Hastamız İyileşecek mi?” Problemi

Rafadan Tayfa Grubu’nda bulunan öğrencilerin problemi anlama noktasındagerçekleştirmiş oldukları konuşmalar şu şekildedir:

Mikayil: Nasıl bir bakteriymiş bu baksana insanları öldürüyormuş. Şeye benziyor ya bu, neydi o Çin’deki?

Yahya: Şimdi burada bakteri sayısını toplamamızı mı istiyor, anlamadım ki siz bir şey anladınız mı?

İsa: Yok ya bak diyor ki 300.000’in altına inecek bakteri sayısı. Ne zaman diye soruyor bak burada (etkinliği göstererek).

Yakup: Ha o zaman çıkarma yapacağız biz de. Tabloda da iniyor zaten bakteriler.

İsa: Tamam işte biz de tabloyu devam ettireceğiz. 300.000 olana kadar devam işte.

Yukarıdaki konuşmalar sırasında öğrencilerin problem metnini ilk başta anlamada zorlandıkları ve üç kez yeniden okudukları görülmüştür. Ancak grup içinde öğrencilerin birbirlerini yönlendirecek şekildeki konuşmalarıyla yaşanan bu zorluk aşılmış ve öğrenciler problemi çözme noktasında ne yapacaklarını belirlemişlerdir. Ayrıca Mikayil’in “Şeye benziyor ya bu, neydi o Çin’deki?” şeklindeki konuşması ile problem durumunun öğrencilerin ilgisini çekmiş olduğu söylenebilir.

Matematik Dehaları Grubu öğrencilerinden Medine önce tablodaki bakteri sayılarının bir örüntü oluşturacak şekilde 400.000.000, 300.000.000... şeklinde azalacağını ifade etmiştir. Ardından bakteri sayısının sürekli aynı miktarda azalmadığını fark edince arkadaşlarına bu fikrinden vazgeçtiğini söylemiştir. Elif ise Maldon'un tabloda belirttiği bakteri sayılarını topladıktan sonra 300.000'den çıkarmaları gerektiğini belirtmiştir. Bu sırada Zehra Elif'e "300.000 olduğu günü nasıl bulacağız?" sorusunu sorması üzerine grup üyeleri bu varsayımın da yanlış olduğuna karar vermişlerdir. Tablodaki bakteri sayılarının sırasıyla 12.000.000, 60.000.000 ve 276.000.000 şeklinde azaldığını bulan öğrenciler bir önceki günün 5 katı kadar bakteri sayısının azaldığını kabul ederek işlemlerini gerçekleştirmişlerdir. Elde edilen bu bulgular neticesinde "Hastamız İyileşecek mi?" probleminde çalışmalarını sürdüren öğrencilerin çeşitli varsayımlarda bulundukları, çözüme ulaşma noktasında bu varsayımlardan en uygun olanını seçmeye çalıştıkları ifade edilebilir.

Rafadan Tayfa Grubu öğrencilerinden Mikayil bakterileri sayılarının bir örüntü oluşturacak şekilde azalabileceğini söyledikten sonra Yahya "Yüzde ne kadar azalmış, ona bakalım mı" diyerek bir öneride bulunmuştur. Önerilen bu varsayım doğrultusunda öğrenciler bakteri sayılarının yüzde azalma miktarını bulacak şekilde modellerini oluşturmuşlardır.

Handwritten mathematical model showing three rows of calculations:

- Row 1: $460 \times 12 = ?$ (crossed out), $100 \times 12 = 1200$, $1200 / 460 = 2.6$ (hesap makinesinde kullanıldı) (calculator used).
- Row 2: $460 \times 60 = ?$ (crossed out), $100 \times 60 = 6000$, $6000 / 460 = 13.04$ (hesap makinesinde kullanıldı) (calculator used).
- Row 3: $788 \times 276 = ?$ (crossed out), $276 \times 100 = 27600$, $27600 / 788 = 35.02$ (hesap makinesinde kullanıldı) (calculator used).

Arrows indicate the flow from the multiplication results to the division results. There are also handwritten notes in Turkish explaining the steps.

Şekil 4.6. Rafadan Tayfa Grubu'nun "Hastamız İyileşecek mi" problemine ait oluşturdukları matematiksel model

Grup içi gerçekleşen diyaloglardan, öğrenci çözüm kağıtlarından ve araştırmacı gözlem notlarından elde edilen sonuçlar doğrultusunda "Hastamız İyileşecek mi?" probleminin öğrencilerin modelleme yeterliklerini ortaya çıkarmaya izin verecek nitelikte olduğu belirlenmiştir.

4.4.1.1.3. “Gülten Dayıoğlu ile Buluşmaya Ne Dersin?” Problemi

Rafadan Tayfa Grubu verilen problemi okuduktan sonra problem metninde önemli gördükleri cümlelerin altını çizmişlerdir. Daha sonra bu cümleleri kendi ifadeleriyle belirtecek şekilde aralarında şu konuşmalar geçmiştir:

Yakup: Neymiş, Gülten Dayıoğlu o okula gelecekmiş.

İsa: Bir de bahçede buluşacakmiş öğrencilerle öyle diyor.

İsa: Bahçeye en fazla ğrenci yerleştireceğiz.

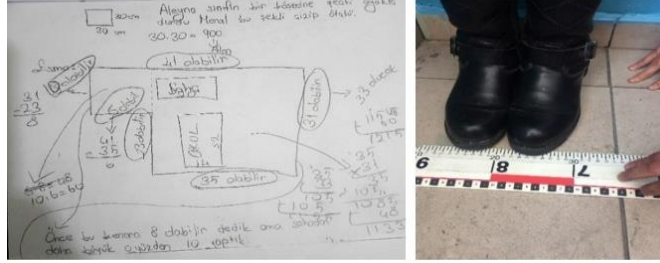
Yahya: Hocam bu aşağıdaki (etkinlik kâğdını göstererek) bizim okula mı ait?

Yukarıdaki alıntılar öğrencilerin kendilerinden istenilenleri belirleyerek problemi anlamaya çalıştıklarını göstermektedir. Bununla birlikte problemi anlamak için araştırmacıya “Hocam bu aşağıdaki bizim okula mı ait?” sorusunun yanında Yıldızlar Grubu’ndaki Abdullah’ın da “Futbol sahasına da ğrenci yerleştirecek miyiz ki?” sorusunu sorduğu görülmüştür. Araştırmacı ğrencilere bu soruların cevaplarını grupça tartışarak bulmaları gerektiğini belirtmiş, hiçbir şekilde yönlendirmede bulunmamıştır.

Problem durumuyla ilgili varsayımların oluşturulmasına ilişkin Matematik Dehaları Grubu ğrencilerinden Elif “Bizim okulumuza göre yaparsak. İlk önce ğrenci sayısını bulalım. Sonra ilkokulun ve ortaokulun alanını bulalım. Geriye kalan boşluğu bulmak için toplam okul ve sahayı çıkaralım ve oran orantı bulalım” şeklinde konuşmayı başlatarak arkadaşlarına sürecin tamamında sırasıyla ne yapabileceklerini söylemiştir. Medine problemdeki etkinliği Elif’e göstererek öğrencilerin okul içine değil okul bahçesine yerleştirmeleri gerektiğini belirterek okuldaki öğrencilerin sayısını bulmalarının problemi çözmede işe yaramayacağını ifade etmiştir. Bunun zerine Zehra gruptaki kişilerin ayak uzunluklarının ve genişliklerinin ortalamalarından yola çıkarak bir kişinin ne kadar alan kaplayabileceğini bulabilecekleri yönünde bir öneride bulunmuştur. Matematik Dehaları Grubu Elif ve Zehra’nın varsayımlarından yola çıkarak süreci devam ettirmişlerdir.

Yıldızlar Grubu problemde verilen ölçülerden yararlanarak okul bahçesinin kenar uzunluklarının kaar metre olabileceği yönünde tahminlerde bulunmuşlardır. Bununla birlikte grup arkadaşlarından Aleyna’yı sınıfın bir köşesine götürerek zeminde kapladığı

karonun kenar uzunluklarını ölçmüşlerdir. Yıldızlar grubu belirledikleri ölçülerden alan hesaplamaları yaparak durumu matematikselleştirebilmişlerdir.



Şekil 4.7. Yıldızlar grubunun “Gülten Dayıoğlu ile Buluşmaya Ne Dersin?” problemine dair gerçekleştirmiş oldukları matematiksel işlemler ve yapmış oldukları ölçümden bir kesit

4.4.1.1.4. “Muhteşem İnternet Paketleri Burada!” Problemi

Öğrencilere Yasemin Hanım’ın son bir yıllık internet kullanım miktarlarının verildiği ve Yasemin Hanım için en uygun iki tane evde internet paketi oluşturmalarının istendiği “Muhteşem İnternet Paketleri Burada!” problemi verilmiştir. Matematik Dehaları Grubu öğrencileri problem durumundan ne anladıklarını belirterek internet paketlerinin nasıl oluşturulacağı konusunda çeşitli önerilerde bulunmuşlar ve bu öneriler aşağıdaki gibi tartışılmıştır:

Zehra: Yeni bir paket almak istiyorsa önceki paketler yetmemiş ya da memnun değil. O zaman onlardan (kullanılan GB miktarları) fazla alması lazım.

Medine: Hem kullanışlı olacak hem de uygun fiyat olacak.

Dilara: İki paket diyor ya kullandıklarını ikiye bölelim mi?

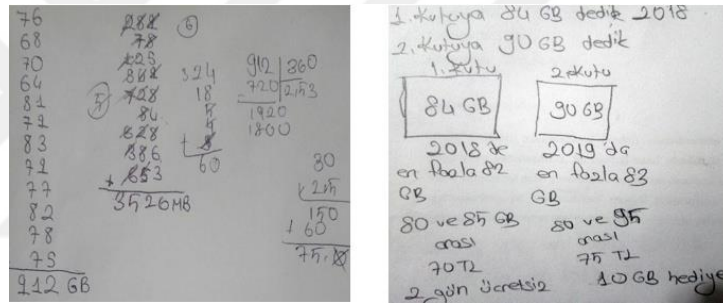
Zehra: Biz daha fazla GB alsın diyoruz, sen ikiye bölelim mi diyorsun. O zaman hiç yetmez.

Elif: Burada (etkinlik kâğıdına bakarak) en fazla 83 GB var. Bu bile yetmemişse daha fazlası olacak.

Medine: 100 GB üzeri paket alan 20 GB hediye. 20 GB çünkü hediye fazla olursa almak ister.

Medine: İki paket oluştur diyor ya bunlardan birisi 100’ün altında mesela 90 GB olsun. 90 GB’da hediye yok. Birisi de 120 GB olsun.

Yıldızlar Grubu öğrencilerinden Meral arkadaşlarına Yasemin Hanım'ın her ay için kullanmış olduğu internet miktarını 30'a bölerek bir günlük ortalama ne kadar internet kullandığını bulunmasını önermiştir. Abdullah her ay için bu işlemin yapılmasının gereksiz olduğunu, bir yıl boyunca kullanılan toplam internet miktarını bulduktan sonra 360'a bölerek yine günlük kullanılan ortalama internet miktarını bulabileceklerini söylemiştir. Abdullah'ın varsayımını kabul eden öğrenciler tabloda verilen MB kullanımlarını ihmal etmişler, işlemlerinde sadece GB miktarlarını kullanmışlardır. Yasemin Hanım'ın günlük kullandığı ortalama internet miktarını bulan öğrenciler paketlerin aylık olarak düzenlendiğini bu nedenle bir aylık kullanılan ortalama internet miktarını bulmaları gerektiğini fark etmişlerdir. Öğrenciler aylık kullanılan ortalama internet miktarı, 2018 ve 2019 yıllarında en fazla kullanılan internet miktarından yola çıkarak kendilerinden istenilen paketleri oluşturabilmişlerdir.



Şekil 4.8. Yıldızlar Grubunun “Muhteşem İnternet Paketleri Burada” problemine ait oluşturdukları varsayımlar ve matematiksel model

“Muhteşem İnternet Paketleri Burada” probleminin elde edilen bulgular doğrultusunda öğrencilerin modelleme yeterliklerini sergilemelerine fırsat verecek nitelikte olduğu tespit edilmiştir.

4.4.1.1.5. “Polis Soyguncunun Peşinde” Problemi

Yıldızlar Grubu öğrencileri etkinliği okuduktan sonra aralarında şu konuşmaları gerçekleştirmişlerdir:

Aleyna: Bakın arkadaşlar burada bir soygun var öncelikle. Adamı görmemişler. Kameralara bakıyorlar ki adamın gölgesi çıkmış. Biz ne yapacağız burada adamın boyunun uzunluğunu bulacağız, tamam mı?

Abdullah: Tamam o zaman alalım cetvelle ölçelim bu adamın boyunu.

Esma: O kadar kolay mı bu soru şimdi? Hadi ölçüp bulalım adamın boyunu.

Aleyna: Ya arkadaşlar olur mu öyle şey. O zaman bu kadar yazı ne işe yarayacak. Bence sizin dediğiniz gibi değil.

Meral: (Problem metnini tek başına yine okuyor). Bak bak burada diyor ki görüntüyü küçültüyor, hem de parantez içinde.

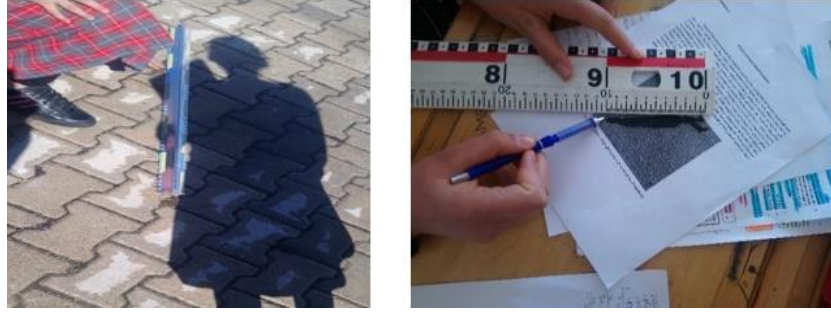
Esma: Bak burada da parantez var (etkinlik kâğıdını göstererek).

Abdullah: Diyor ki gölge boyu ışığa göre değişiyor.

Meral: O zaman burada güneş de önemli.

Yıldız Grubu öğrencilerinin gerçekleştirmiş olduğu konuşmalara göre Aleyna'nın problem durumunu arkadaşlarına açıklamasıyla birlikte Abdullah'ın çözüm önerisine karşılık vermiş oldukları döngüsel cevaplarla problemi anlamaya çalıştıkları görülmektedir. Bu sırada öğrenciler problem metninde verilen açıklayıcı cümleler üzerinde odaklanarak modelleme sürecinde dikkat etmeleri gereken noktaları belirlemeye çalışmışlardır.

Matematik Dehaları Grubu zamana bağlı olarak gölge boyunun nasıl değiştiğini merak etmişlerdir. Bu nedenle dışarı çıkarak gölge boylarının uzunluklarının ortalamasını bulmaya karar vermişlerdir. İlk ölçümlerini 12:30'da gerçekleştiren öğrenciler gölge boylarının ortalamasını 185 cm olarak bulmuşlar, 4 dk sonra ise sadece Medine'nin gölgesinin boyunu ölçmüşlerdir. Yapılan bu ölçümler sonucunda 4 dk sonra Medine'nin gölge uzunluğunun 11 cm azaldığını görmüşlerdir. Verilen problem durumunda saatin 12: 10 olarak verildiğini fark eden öğrenciler orantı kurarak 12:10'da Medine'nin gölge boyunun ne kadar olabileceğini hesaplamışlardır. Yapılan tüm bu aşamalardan sonra Dilara'nın "Bu adamın gölgesini nasıl bulacağız, biz Medine'nin gölgesini bulduk." demesi üzerine grup üyeleri oluşturmuş oldukları tüm bu varsayımlardan vazgeçerek yeni bir model arayışı içerisine girmişlerdir.



Şekil 4.9. Matematik Dehaları ve Rafadan Tayfa gruplarının “Polis Soyguncunun Peşinde!” problemine dair gerçekleştirmiş oldukları ölçümler

Grup içi gerçekleşen diyaloglardan, öğrenci çözüm kâğıtlarından ve araştırmacı gözlem notlarından elde edilen sonuçlar doğrultusunda “Polis Soyguncunun Peşinde!” probleminin öğrencilerin modelleme yeterliklerini ortaya çıkarmaya izin verecek nitelikte olduğu belirlenmiştir.

4.4.1.1.6. “Çıktık Bir Yola” Problemi

Problem metnini okuyan Matematik Dehaları ve Rafadan Tayfa gruplarının reklam ajanslarının tekliflerinde ismi geçen “taban süre” kavramının ne anlama geldiği üzerinde düşündükleri görülmüştür. Bu anlamda Matematik Dehaları Grubu, Zehra’nın “Bu taban süre toplam ödeyeceği ücret mi?” sorusu üzerinde tartışırken Rafadan Tayfa Grubu ise Yahya’nın “Şimdi bu taban süre diyor ya o en düşük olan ücret mi?” sorusuna cevap aramışlardır. Bu sırada Rafadan Tayfa Grubu öğrencileri arasında geçen konuşmalar şu şekildedir:

Yahya: Bence burada mesajlara bakacağız. Çünkü sayıların hepsi orada verilmiş.

İsa: Burada kalın harfle taban süre yazmış. Demek ki önemli bir şey. Ne demek oluyor bu, anlamadım ama.

Yahya: Taban süre...hmmm...taban en alt demek. Mesela üçgenin tabanı. O zaman en alt ücret.

Yahya: Şimdi bu taban süre diyor ya en düşük olan ücret mi?

İsa: En alt şey yani o zaman düşük dediğin gibi. Siz de bir şey söylesenize arkadaşlar.

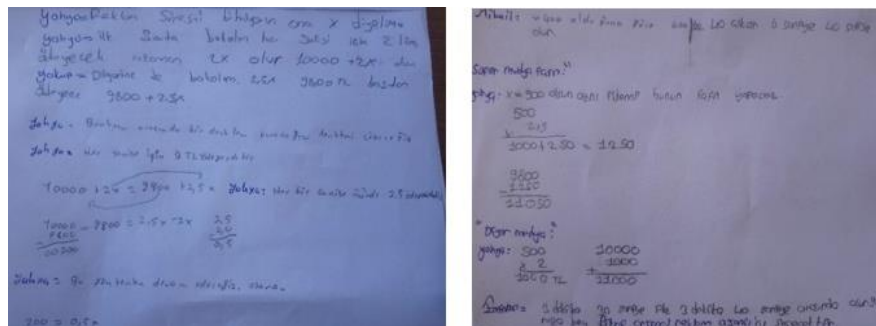
Yakup: Yani.

İsa: Aralarındaki farkı bulacağız hangisi daha iyi.

Yahya: Burada o az ücretin üzerine eklemeler yapacağız.

Yukarıdaki alıntılardan da anlaşılacağı üzere Rafadan Tayfa Grubu'nda problemi anlama noktasında geçen diyaloglar sadece Yahya ve İsa arasında olmuş, diğer öğrenciler ise kafalarını sallayarak veya “yani, evet” şeklindeki kısa cümlelerle arkadaşlarının düşüncelerini onaylamışlardır. Taban süre kavramı üzerinde birbirlerini dinleyerek yorumlar yapan Yahya ve İsa daha sonra çözüme ulaşma noktasında ne yapabilecekleriyle ilgili varsayımlar üretmeye başlamışlardır.

Rafadan Tayfa Grubu'nda devam eden konuşmalar sonrasında Yahya, reklam süresinin belli olmamasından dolayı ona x diyelim şeklinde bir öneri sunmuş, bunun üzerine öğrenciler sırasıyla reklam ajanslarının reklam süresine bağlı olarak vermiş oldukları teklifler doğrultusunda cebirsel ifadeleri oluşturmaya başlamışlardır. Reklam süresinin 3 dakika 30 saniye ile 3 dakika 40 saniye arasında olması durumunu inceleyen öğrenciler, Şekil 4.10'daki gibi Fikri Orijinal Reklam Ajansı'na ait cebirsel ifadeyi $10000+2x$, Süper Medya Reklam Ajansı'na ait cebirsel ifadeyi ise $9800+2,5x$ şeklinde bulmuşlardır. Bu iki cebirsel ifadeyi birbirine eşitleyerek oluşturdukları denklemi çözen öğrenciler buldukları sonuçları saniye ve salise cinsinden ifade etmişler, reklam süresine bir örnek vererek teklifleri karşılaştırmaya çalışmışlardır.



Şekil 4.10. Rafadan Tayfa Grubu’nun “Çıktık Bir Yola” probleminde oluşturdukları model ve çözümüne ait bir kesit

Yıldızlar Grubu öğrencilerinden Aleyna arkadaşlarına “O zaman 3 dk 30 saniyede 10000 TL ise 3 dk 40 saniyede kaç TL yapar, onu bulalım. Yani içler dışlar çarpımı” diyerek orantıyla problemi çözeceklerini belirtmiştir. Bunun üzerine Meral problemi orantı yöntemiyle çözdüklerinde reklam ajanslarının her salise için ifade etmiş oldukları ücretlerin hiçbir işe yaramayacağını söylemiştir. Bunun üzerine Yıldızlar Grubu

Aleyna'nın oluşturmuş olduğu varsayımdan geçerek yeni varsayımlar düşünmeye başlamışlardır. Bu sırada Esmâ belirtilen süreler arasında 10 dk olduğunu fark etmiş reklam sürelerini belirtilen bu sürelerin ortalaması olarak alabileceklerini önermiştir. Esmâ'nın önerisi üzerine öğrenciler reklam sürelerinin sırasıyla 3 dk 35 sn, 3 dk 45 saniye ve 3 dk 55 sn olma durumlarını inceleyip modellerini bu varsayımlar doğrultusunda oluşturmuşlardır.

Grup içi gerçekleşen diyaloglardan, öğrenci çözüm kağıtlarından ve araştırmacı gözlem notlarından elde edilen sonuçlar doğrultusunda “Çıktık Bir Yola” probleminin öğrencilerin modelleme yeterliklerini ortaya çıkarmaya izin verecek nitelikte olduğu belirlenmiştir.

4.4.1.1.7. “Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?” Problemi

Problemi anlamak için etkinliğı iki defa okuyan Dilara problemi anlama ve çözüme yönelik varsayımları oluşturma konusundaki tartışmayı başlatan kişi olmuştur. Matematik Dehaları Grubu'nda öğrenciler arasında geçen konuşmalar şu şekildedir:

Dilara: Mağaza müdürünü nasıl seçeriz? ...

Dilara: Ben olsaydım çok fazla para kazanan ama az para isteyen birisini isterdim. Yani sattığı kıyafetlerin parası çok olacak. Ama az prim isteyecek.

Elif: Ben bunu biliyorum. Babam bu kadar prim borcum var deyip duruyor.

Medine: Onunla alakası yok. Burada borç yok ki. Prim şey demek maaşının üstüne istediğı fazladan para demek. Mesela sen çok çalışıyorsun, fazladan para istiyorsun. İşte o prim demek.

Zehra: Sen öyle dedin, aklıma bir şey geldi. Dükkânın zarar etmemesi lazım. Ne zaman zarar etmez. Sattığı kıyafetlerin parası aldığı maaştan fazla olacak ki kârda olsun.

Medine: O zaman sattığı kıyafetlerin toplam parasını bulacağız. Bir de primleri bulup maaşlarına ekleyeceğiz ki istedikleri para çıksın. Sonra bakacağız ki hangisinin toplamı istediğı paradan daha fazla.

Medine: Bakın (etkinlik kâğıdını göstererek). Primleri yüzdeden bulacağız. Aslı'nın priminde 3500 TL'nin %5'ini bul, sonra da 3500 TL'ye ekle bu kadar.

Elif: Diğerlerinde de aynı şeyi yapacağız.

[illegible]

Rafadan Tayfa Grubu öğrencilerinden Mikayil soruyu sesli bir şekilde arkadaşlarına okuduktan sonra Yahya, problemde ürün cinsi ve fiyatlarının verildiği tablodan önceki yazıların pek işe yaramadığını, sorunun kaynağını bu tablonun altındaki tablo ve yazıların oluşturduğunu söylemiştir. Yahya mağaza müdürü olacak kişinin ticaretten anlaması gerektiğini belirterek Alper beyin yerinde kendisi olsa kimin daha çok satış yaptığına bakacağını ifade etmiştir. Grup üyelerinin problemde verilen tabloları incelediği sırada Yahya en pahalı ürünün ceket olduğunu ve en fazla ceket satan kişinin müdür olarak seçilmesi gerektiğini belirtmiştir. Mikayil'in satış görevlilerinin talep ettikleri prim miktarlarının da önemli olduğunu söylemesi üzerine Yakup internetten primin ne olduğunu araştırmıştır. Öğrenciler yüzde hesaplamalarıyla uğraşmak istememişler ve en fazla sayıda ürün satan satış görevlisinin müdür olması gerektiği

yönünde ortak karar vermişlerdir. Bu nedenle Rafadan Tayfa grubu, her bir satış görevlisinin sattığı toplam ürün üzerinden modellerini kurmuşlardır.

Elde edilen bulgular doğrultusunda “Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?” probleminin öğrencilerin modelleme yeterliklerini sergilemelerine fırsat verecek nitelikte olduğu tespit edilmiştir.

Pilot uygulamadan elde edilen sonuçlardan birisi de asıl uygulama aşamasında nelere dikkat edilmesi gerektiğinin belirlenmesi olmuştur. Bu doğrultuda tespit edilen noktalar aşağıda belirtilmiştir.

“Takım Kurmaca” problemi gruplara dağıtıldıktan sonra Rafadan Tayfa Grubu’ndaki öğrenciler arasında şu diyaloglar geçmiştir:

Yahya: O zaman ben size okuyayım siz de dinleyin tamam mı?

Mikayil: Hadi oku bakalım.

Yakup: (Yahya etkinliği okuyor) Yahya biraz yavaş okusana acelen mi var, hiçbir şey anlamadım. (Yahya etkinliği tekrar okumaya başlıyor.)

Matematik Dehaları Grubu’nda ise öğrencilerin problemi sırasıyla bireysel olarak sessizce okuduğu ve bu nedenle çok zaman kaybı yaşadıkları görülmüştür. Problemi anlama aşamasında belirtilen grup içi diyalog ve yapılan gözlem sonuçlarından hareketle her gruba sadece bir etkinlik kâğıdı verilmesi durumunda zaman kaybının yaşandığı tespit edilmiş, bundan sonraki problemlerde ve asıl uygulamada grubu oluşturan öğrencilerin her birisine etkinlik kâğıdı verilmesi kararlaştırılmıştır. Ancak gruplara etkinlik kâğıdını bireysel okumaları şeklinde herhangi bir yönlendirme yapılmamış, öğrencilerin istedikleri şekilde çalışmalarını sağlamıştır.

Pilot uygulama süresince modelleme problemlerinin öğrencilere uygulanması sırasında herhangi bir sıkıntı yaşanmamıştır. Dolayısıyla asıl uygulamada da öğrencilerin aynı sırayla modelleme problemleri üzerinde çalışmalarına karar verilmiştir.

Pilot çalışma, hazırlanan modelleme problemlerinin öğrencilerin modelleme yeterliklerini sergilemesi açısından değerlendirilmesinin yanı sıra araştırmacının

uygulama öncesi araştırmaya yönelik deneyim kazanması ve öğrencilerin problemler üzerindeki muhtemel çözüm yaklaşımlarının görülmesi bakımından da etkili olmuştur.

4.4.2. Asıl uygulama

Pilot uygulama aşamasında öğrencilerin modelleme yeterliklerini sergilemelerine fırsat verecek nitelikte oldukları tespit edilen yedi adet matematiksel modelleme problemi üzerinde ortaokul öğrencilerinin çalışmalarını sağlayarak modelleme yeterliklerindeki gelişimin değerlendirilmesi amacıyla asıl uygulama aşamasına geçilmiştir. Pilot uygulamanın gerçekleştirildiği 8/A sınıfında yapılması planlanan asıl uygulama, Covid-19 pandemisinden dolayı okulların tekrar uzaktan eğitime geçmesiyle birlikte Zoom Cloud Meeting uygulaması üzerinden çevrimiçi olarak 28 Kasım 2020 ve 10 Ocak 2021 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Çevrimiçi olarak gerçekleştirilen asıl uygulamanın her bir aşaması kayıt altına alınarak verilerin bilgisayar ortamında saklanması sağlanmıştır.

Türkiye’de ilk Covid-19 vakasının 11 Mart 2020 tarihinde görülmesiyle birlikte 16 Mart 2020 tarihinden itibaren okullar kapatılmış, 23 Mart 2020 tarihi itibarıyla da uzaktan eğitim yöntemiyle internetten ve televizyon kanallarından öğrencilerin eğitimlerine devam etmeleri imkânı sağlanmıştır. Bu bağlamda ülke genelinde olduğu gibi araştırmacı, çalışma grubunu oluşturan katılımcıların da içinde bulunduğu öğrencileriyle birlikte uzun süre boyunca derslerini “EBA (Eğitim Bilişim Ağı) Canlı Ders” aracılığıyla Zoom Cloud Meeting uygulaması üzerinden işlemiştir. Derslerin uzun süre bu şekilde çevrimiçi olarak gerçekleştirilmesi yoluyla uzaktan eğitim; hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin zamanla alıştığı, eğitim ve öğretim hayatının doğal bir unsuru haline gelen bir uygulama olmuştur. Dolayısıyla hem araştırmacı hem de öğrencilerin uzaktan eğitim konusunda deneyimli olmaları nedeniyle yüz yüze gerçekleştirilen pilot uygulamada olduğu gibi çevrimiçi olarak gerçekleştirilen asıl uygulama süresince de öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri üzerinde rahatlıkla çalışmalarını sergileyebildikleri görülmüştür.

Asıl uygulamada gruplar arasındaki dengeyi sağlamak adına sekiz ortaokul öğrencisinden her grupta ikişer tane yedinci sınıf ve ikişer tane sekizinci sınıf öğrencisi olmak şartıyla istedikleri gibi iki grup oluşturmaları istenmiştir. Gruplar oluşturulduktan

sonra öğrencilere ilk problemde son probleme kadar çalışmaların verimliliğini sağlamak adına gruptaki öğrencilerin asla değişmeyeceği söylenerek gruplarına birer isim vermeleri söylenmiştir. Bunun yanında çalışmada öğrenci isimlerinin değiştirilerek verileceği ve alınan video kayıtlarının sadece çalışma için kullanılacağı belirtilmiştir.

Tablo 4.5. Asıl uygulama için oluşturulan gruplar

Grup İsmi	Öğrenci İsmi
Muhteşem Dörtlü	Hayrunnisa
	Tuba
	Melike
	Melisa
Geleceğin Parlayan Yıldızları	Mücahit
	Abdurrahman
	Zeynep
	Hümeysra

Pilot uygulamada olduğu gibi öğrencilere modelleme problemleri boyunca cetvel, kâğıt, hesap makinesi gibi araç-gereçlerin yanı sıra internet, kitap gibi her türlü materyallerden faydalanabilecekleri ifade edilmiştir. Modelleme problemlerinin tamamlanması için belli bir süre planlanmamış olup grupların çalışmalarını tamamlamaları beklenmiştir. Ayrıca pilot uygulamadan farklı olarak asıl uygulamada grupların çalışmalarını tamamladıktan sonra çalışma süresince neler yaptıklarını bir yazılı rapor şeklinde sunarak araştırmacıya anlatmaları istenmiştir. Bu nedenle çalışmaların tamamlanması ve raporların hem yazılı hem de sözlü olarak sunulması için ayrılan ortalama süreler modelleme problemlerine göre farklılık göstermektedir.



Şekil 4.12. Asıl Uygulama Süreci

Asıl uygulama, grup üyelerinin her bir modelleme problemi için birer gün çalışmaları sağlanacak şekilde gerçekleştirilmiş olup 28 Kasım 2020 ve 10 Ocak 2021 tarihleri arasında her hafta sonu yapılmıştır. Covid-19 pandemisinden dolayı hafta içi yoğun bir şekilde gerçekleştirilen canlı ders uygulamasından dolayı öğrencilerin modelleme problemleri üzerinde hafta sonu daha verimli çalışabilecekleri düşünülmüştür. Bu bağlamda her modelleme problemi için cumartesi günleri Muhteşem Dörtlü Grubu, pazar günleri ise Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu olacak şekilde öğrencilerin çalışmaları sağlanmıştır. Pilot uygulamada olduğu gibi öğrenciler asıl uygulamaya “Takım Kurmaca” problemi ile başlamışlar ve “Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?” problemi ile sonlandırmışlardır. Burada süreç boyunca öğrencilerin modelleme yeterliklerindeki değişimin izlenmesi amaçlandığı için grup üyelerinin çalışmalarına hiçbir şekilde müdahalede bulunulmamıştır.

4.5. Verilerin Analizi

Ortaokul öğrencilerinin modelleme yeterliklerindeki değişimin detaylı bir şekilde incelenmesinin hedeflendiği bu durum çalışmada farklı veri toplama araçlarıyla elde edilen verilerin analiz edilmesi noktasında hem içerik analizi hem de betimsel analiz yöntemleri tercih edilmiştir.

Öğrencilerin ilgi alanlarının belirlenmesi için gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. İletişim, psikoloji, sosyoloji, edebiyat alanlarında gerçekleştirilen çalışmalarda sıkça kullanılan içerik analizi yöntemi eğitim alanında yapılan çalışmalarda da sıkça kullanılmaktadır. Verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmanın amaçlandığı içerik analizinde veriler betimsel analize

göre daha derin bir işleme tabi tutulmaktadır(Yıldırım ve Şimşek, 2008).Bu çalışmada gerçekleştirilen görüşmelerin her biri video kaydına alınmış, ardından bu kayıtlar bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Video kayıtları izlenerek görüşmelerde her bir öğrencinin sorulara vermiş oldukları cevaplar yazıya dökülmüş, öğrencilerin ilgi alanları belirlenmeye çalışılmıştır. Böylece video kayıtları baştan sona transkript edilerek bu ham veriler araştırmanın amacına uygun olacak şekilde anlamlı hale getirilmiştir.

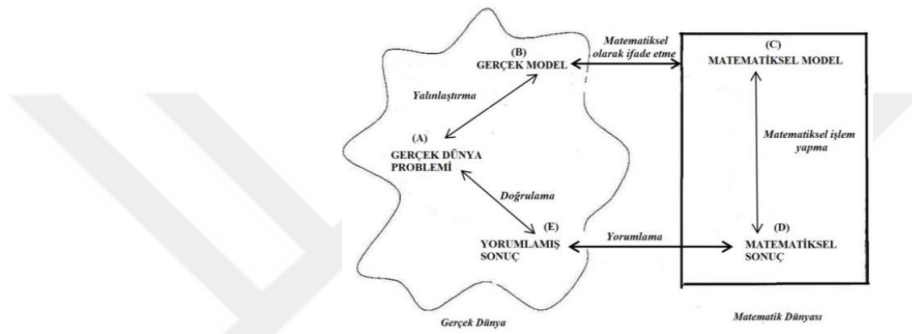
Creswell (2013)'e göre bir durum çalışmasında analiz, durumun ve ortamın detaylı bir biçimde betimlenmesine bağlıdır. Betimsel analizde veriler önceden belirlenmiş olan temalara göre sınıflandırılarak bu verilere ilişkin bulgular özetlenmekte ve araştırmacı tarafından yorumlanmaktadır. Bu bağlamda bu çalışmada modelleme çalışmalarına katılan ortaokul öğrencilerinin modelleme yeterliklerinin ortaya konmasına ilişkin amaç doğrultusunda video kayıtları, Grup Çalışması Formu, Rapor Formu, öğrenci çözüm kâğıtları hazırlanan dereceli puanlama anahtarı ile betimsel analize tabi tutulmuştur.

Yıldırım ve Şimşek (2013) ile Baltacı (2019) betimsel analizin dört aşamalı bir süreci ifade ettiğini şu şekilde izah etmektedir:

- **Betimsel analiz için bir çerçeve oluşturma:** Araştırma sorularından, araştırmanın kavramsal çerçevesinden ya da görüşme veya gözlemde yer alan boyutlardan yola çıkarak bir çerçeve oluşturulur. Oluşturulan bu çerçeve ile verilerin hangi kategoriler altında düzenleneceği belirlenir.
- **Tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi:** Veriler ayrıntılı bir şekilde okunarak tematik çerçeveye göre düzenlenir.
- **Bulguların tanımlanması:** Düzenlenen veriler tanımlanarak gerekli görülen yerlerde doğrudan alıntılarla desteklenir.
- **Bulguların yorumlanması:** Bulguların tanımlanmasından sonra elde edilen sonuçlar açıklanır, ilişkilendirilir ve yorumlanarak anlamlı hale getirilir.

Bu çalışmada betimsel analizin ilk aşamasına ilişkin araştırmanın kavramsal çerçevesi oluşturulmuş ve elde edilen verilerin hangi kategoriler altında düzenleneceği belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışmada modelleme süreci Blum (1996)'un modelleme

diyagramına göre gerçekleştirilmiş ve öğrencilerin modelleme yeterlikleri; gerçek hayat durumunu anlayabilme, değişkenleri belirleme (problemi sadeleştirme), matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) ve bu model üzerinde matematiksel işlemleri yapabilme, elde edilen sonucu gerçek hayata yorumlama, modelin geçerliğini kontrol ederek doğrulama ve yapılan tüm bu aşamaları rapor şeklinde sunma aşamalarına göre değerlendirilmiştir.



Şekil 4.13. Modelleme süreci (Blum, 1996, s.18)

Betimsel analizin ikinci aşaması kapsamında video kayıtları, Grup Çalışması Formu, Rapor Formu, öğrenci çözüm kâğıtları ve gözlem notları incelenerek ulaşılan veriler alakalı olduğu modelleme yeterlikleri altında tek tek düzenlenmiştir. Bununla birlikte bahsi geçen araçlarla toplanan veriler, Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014) ile Şahin ve Eraslan (2018)'in çalışmalarından uyarlanarak hazırlanan dereceli puanlama anahtarı yardımıyla modelleme yeterlikleri açısından puanlandırılmıştır. Analizin üçüncü aşamasına yönelik ise düzenlenen veriler gerekli yerlerde grupların modelleme süresince gerçekleştirmiş oldukları diyaloglarla, yapmış oldukları çalışmaların fotoğraflarıyla desteklenerek sunulmuştur. Yapılan betimsel analizin son aşamasında bulgular araştırmacı tarafından birbirleriyle ilişkilendirilerek ortaya çıkan sonuçlaryorumlanmıştır.

Modelleme çalışmalarına başlanmadan önce dikkat edilmesi gereken hususlardan birisi de grupların modelleme yeterliklerinin süreç odaklı değerlendirme aşamasında kullanılacak olan kriterleri belirlemektir. Bu nedenle Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014)'in geliştirmiş olduğu Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği'nden

uyarlanarak araştırmacı tarafından Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesi İçin Dereceli Puanlama Anahtarı hazırlanmıştır. (Bkz. EK-11)

Modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan bu puanlama anahtarı üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm grupların yapmış oldukları çalışmaların problemi anlama, sadeleştirme, matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme), matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama olmak üzere toplam yedi modelleme yeterliği açısından değerlendirildiği kısımdan; ikinci bölüm her bir modelleme yeterliğinin farklı düzeyler altında ele alınarak puanlandırmaların yer aldığı kısımdan; üçüncü bölüm ise düzeylere ait tanımlamaların yapıldığı kısımdan oluşmaktadır. Dereceli puanlama anahtarının sadeleştirme modelleme yeterliğine ait düzeylerini ve puanlandırılmasını, bu düzeylerin tanımlamalarını içeren bir kesit Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6. Dereceli puanlama anahtarından bir kesit

Modelleme Yeterlikleri	Düzeyle Puanlar	Tanımlama
Sadeleştirme	Düzy 1 0 puan	Problemi sadeleştirmeme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlememe ve yanlış varsayımlarda bulunma
	Düzy 2 1 puan	Problemi bir ölçüde sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri bir ölçüde belirleme ancak yanlış varsayımlarda bulunma
	Düzy 3 2 puan	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunma
	Düzy 4 3 puan	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve gerçekçi varsayımlarda bulunma

Kula Ünver (2016), rubrikteki her bir yeterliğin toplam puan ağırlığının revize edilebileceğini belirtmiştir. Bundan hareketle Tekin Dede ve BukovaGüzel tarafından 25 puan üzerinden hazırlanan bu değerlendirme rubriğine raporlaştırma yeterliği de eklenerek bu yeterlik üç düzeyde ele alınmış, böylece grupların modelleme yeterlikleri toplam 27 puan üzerinden değerlendirilecek şekilde revize edilmiştir. Tüm modelleme problemleri sonunda gruplar tarafından doldurulan Grup Çalışmaları Formu, Rapor

Formu, öğrenci çözüm kâğıtlarının incelenmesiyle birlikte alınan video kayıtları da izlenerek grupların çalışmaları belirlenen modelleme yeterlikleri açısından hangi düzeylerde oldukları belirlenmiş ve puanlandırmalar yapılmıştır. Böylece hazırlanan dereceli puanlama anahtarı, grupların bilişsel modelleme yeterliklerinin nicel olarak değerlendirilmesine imkân tanımıştır.

4.6. Çalışmanın Geçerlik, Güvenirliği ve Etiksel Durum

Yapılan bir çalışmadan elde edilen sonuçların inandırıcılığında kullanılan en yaygın iki ölçüt geçerlik ve güvenirliliktir (Başkale, 2016).

İç geçerlik (inandırıcılık), bir çalışmanın sonuçlarının ne kadar doğru olduğu, araştırmanın amacının ve buna katılanların sosyal gerçekliğinin doğru bir şekilde yansıtılıp yansıtılmadığıdır (Yağar ve Dökme, 2018). Bu doğrultuda iç geçerlik aslında “Elde edilen bulgular gerçek durumu yansıtıyor mu?” sorusuna cevap aramaktır. Bu çalışmanın iç geçerliğini arttırmada en çok bilinen ve uygulanan stratejilerden birisi olan “üçgenleme” tekniği kullanılmıştır. Bu teknik nitel araştırmalarda yanlış algılamayı ve sonuçların geçersizliğini en aza indirmek için kullanılmaktadır (Stake, 1995). Denzin (1978)’e göre veri toplamada çoklu yöntemin kullanılması, çoklu veri toplama kaynaklarından faydalanılması, birden fazla araştırmacının katılımı ya da ortaya çıkan bulguları karşılaştırma, kontrol etme ve onaylamada yararlanılacak çoklu kuramların kullanılması şeklinde dört çeşit üçgenleme vardır. Bu çalışmada veri toplamada çoklu yöntem olarak görüşme, gözlem ve doküman analizi kullanılarak veri toplama aşamasında çeşitleme yapılmış, birisindeki zayıflık diğerinin karşı dengeleme gücü ile telafi edilmiştir. Aynı zamanda geniş bir literatür taraması yapılarak çalışma yöntemini belirleyen kuramsal çerçeve oluşturulmuştur. Böylece öğrencilerin modelleme çalışmaları esnasında çekilen video kayıtlarından elde edilen transkriptler analiz edilirken kuramsal çerçeve kapsamında aynı zamanda Grup Çalışmaları Formu, Rapor Formu, öğrenci çözüm kâğıtları ve araştırmacı gözlem notları da incelenerek ulaşılan veriler birbirini destekleyecek ve tamamlayacak şekilde okuyucuya sunulmuştur. Bu

bağlamda video kayıtlarından elde edilen veriler, diğer veri toplama araçları ile karşılaştırılarak sonuçların doğruluğu teyit edilmiştir. Bununla birlikte ulaşılan bulguların doğruluğu, katılımcı teyidi sağlanarak da desteklenmiştir.

İç geçerliğin sağlanması noktasında başvuru yöntemlerinden birisi de araştırmacının yapılan çalışma ile uzun süre etkileşim halinde bulunmasıdır. Uzun süreli etkileşimden kasıt çalışma grubu ile araştırmacı arasında bir güven ortamının oluşturulmasıyla elde edilen verilerin inandırıcılığını daha da arttırmaktır. Burada araştırmacı kendi dersine girmiş olduğu öğrencilerle birlikte çalışmayı yürüttüğünden dolayı bu güven ortamının zaten var olduğu ve bu etkinin de çalışmalara olumlu bir şekilde yansıdığı görülmüştür. Ayrıca çalışmanın uzun zaman alan aşamalardan oluşması da öğrencilerin modelleme çalışmalarına alışmalarında kolaylık sağlamıştır.

Çalışmanın inandırıcılığını artırmanın bir diğer yolu da araştırmanın çeşitli aşamalarına ilişkin bir uzmanın önerilerinden yararlanmaktır(Yıldırım ve Şimşek, 2005). Buna yönelik öğrencilerin ilgi alanlarının belirlenmesi noktasında gerçekleştirilmesi planlanan görüşmelerde hangi soruların sorulabileceği konusunda önce literatür taraması yapılmıştır. Daha sonra oluşturulan sorular bir uzman görüşüne başvurularak gerekli değişiklikler yapılmıştır. Çalışmada kullanılacak olan modelleme problemlerinin hazırlanması sürecinde de uzman olan bir öğretim elemanı tarafından modelleme problemlerinin yapısal olarak sürekli kontrol edilmesi sağlanmış, uzman görüşü doğrultusunda gerekli değişiklikler yapıp her bir modelleme probleminin uygulamadan önce araştırmacı tarafından matematiksel çözümleri gerçekleştirilmiştir. Böylece tüm modelleme problemlerinin model oluşturma prensibini sağlayıp sağlamadıkları test edilmiştir. Aynı zamanda modelleme problemleri hazırlanırken diğer tasarım prensiplerine de dikkat edilmiştir. Bu noktada tüm modelleme problemleri araştırmacı tarafından hazırlanıp bir uzman tarafından incelenmesi sağlandıktan sonra yine matematiksel modelleme konusunda uzmanlaşmış olan üç öğretim elemanı tarafından tasarım prensipleri açısından incelemeye tabi tutulmuştur. Uzman görüşleri alındıktan sonra gerekli olan düzenlemeler yapıp modelleme problemleri pilot uygulama için kullanıma hazır hale getirilmiştir. Pilot uygulamada ise bu problemlerin öğrencilerin modelleme yeterliklerini sergilemelerine fırsat vermede etkili olup olmadığı test

edilmiştir. Hazırlanan modelleme problemleri belirtilen bu uzun süreçten geçtikten sonra asıl uygulama aşamasına geçilmiştir.

Dış geçerlik (aktarılabilirlik), bir araştırmanın belirli bulgularının anlam ve çıkarımları korumak kaydıyla benzer durumlara ne derecede uyarlanabildiğiyle ilgilidir (Arastaman vd., 2018). Bu doğrultuda dış geçerlik aslında “Araştırma bulguları benzer durumlarda test edilebilir mi?” sorusunun cevabını aramaktır. Dış geçerliğin sağlanması hususunda çalışmanın yöntemi ve kullanılan veri toplama araçları ile bunların geliştirilmesi süreci anlaşılır bir şekilde ortaya konulmuştur. Ayrıca yapılan görüşmelerde, gerçekleştirilen pilot ile asıl uygulamada veri kaynağını oluşturan bireyler başka örneklemelerle karşılaştırma yapılabilecek düzeyde açık bir şekilde tanımlanmıştır. Gerçekleştirilen bu stratejiler yardımıyla aynı zamanda çalışmanın dış güvenirliği de güçlendirilmiştir. Çünkü dış güvenirlik de benzer şekilde araştırma sonuçlarının benzer ortamlar veya durumlarda aynı şekilde elde edilip edilmeyeceğiyle ilgilenmektedir.

Nitel çalışmalarda aktarılabilirliği sağlamanın yöntemlerinden birisi de ayrıntılı betimlemedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Ayrıntılı betimleme; ortamın ve katılımcıların tanımlanması kadar katılımcı görüşmelerinden, araştırma notlarından ve dokümanlardan yapılan alıntılar biçiminde sunulan uygun kanıtlarla desteklenen bulguların detaylı tanımlanması anlamına gelmektedir (Merriam, 2013). Gerçekleştirilen bu çalışmada aktarılabilirliği güçlendirmek için araştırma sürecinin her bir aşaması ve oluşan sosyal ortamlar hakkında okuyucu detaylı bir şekilde bilgilendirilmiştir. Bununla birlikte çalışma bulguları gerekli durumlarda doğrudan alıntılarla ve fotoğraflarla da desteklenmiştir.

İç güvenirlik (tutarlık), başka araştırmacıların aynı veriyi kullanarak aynı sonuçlara ulaşip ulaşmayacağına yöneliktir. Bu çalışmada hazırlanan dereceli puanlama anahtarı ile grupların modelleme yeterliklerinin nicel olarak puanlandırılması ve bu puanlar arasında karşılaştırmalar yapılarak ortaokul öğrencilerinin süreç içerisindeki modelleme yeterliklerinin gelişiminin incelenmesi amaçlanmaktadır. Yıldırım ve Şimşek (2005)’e göre nitel verilerin sayılara indirgenmesindeki temel amaçlardan birisi de güvenirliği artırmaktır. Bundan hareketle iç güvenirliği artırmanın yollarından birisi de verilerin analizinde uzmanlardan analiz desteği alarak farklı puanlayıcılar ile puanlama güvenirliğini sağlamaktır (Baltacı, 2019). Bundan hareketle dereceli puanlama

anahtarının çalışmanın iç geçerliliğini artıracak nitelikte olup olmadığını kontrol etme noktasında ilk olarak gerçekleştirilen pilot çalışmada rastgele seçilen farklı iki modelleme problemi üzerinde çalışan yine rastgele seçilen iki grubun sergilemiş oldukları modelleme yeterlikleri araştırmacı ve matematiksel modelleme konusunda uzman olan bir öğretim elemanı tarafından bağımsız olarak puanlandırılmıştır. Ardından yapılan puanlandırmalar arasındaki güvenilirlik katsayısına bakılmıştır. Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesi için Dereceli Puanlama Anahtarı'na ilişkin yapılan bu puanlandırmalar neticesinde iki görüş ayrılığı ve on iki görüş birliği sağlanmıştır. Güvenirlik katsayısı ise $[12/(12+2)*100]$ %86 olarak tespit edilmiştir. Miles ve Huberman (1994), iyi bir nitel güvenilirlik için puanlamalar arasındaki güvenirliliğin en az %80 uyum düzeyinde olması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu durum yapılan puanlamaların güvenilir olduğunu göstermektedir.

İç güvenilirlik için önerilen stratejilerden birisi de kuramsal çerçeve kullanmaktır. Bu çalışmada matematiksel modelleme konusunu ilgilendiren tüm kavramlar detaylandırılarak açıklanmış, modelleme süreçleri ve yeterlikleri konusunda hem yurt içi hem de yurt dışında gerçekleştirilen çalışmalar incelenmiştir. Görüşmelerde kullanılacak soruların belirlenmesinde, modelleme problemlerinin hazırlanması aşamasında ve öğrencilerin sergilemiş oldukları modelleme yeterliklerinin nasıl değerlendirileceği konusunda kullanılan kuramsal çerçeveler açık bir şekilde çalışmada belirtilmiştir.

Çalışma gerçekleştirilmeden önce araştırmacı tarafından hazırlanan Bilgilendirilmiş Gönüllü Veli Olur Formu(Bkz. Ek 4) ile çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin velileri çalışma hakkında detaylı bir şekilde bilgilendirilmiş, araştırmacının görev yaptığı okul belirtilerek istedikleri her an araştırmacıyla iletişime geçebilecekleri bildirilmiştir. Aynı zamanda çocuklarının çalışmaya katılmalarının sağlanması hususunda gönüllülük esasına bağlı kalınarak Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu (Bkz. EK-5) aracılığıyla ıslak imzalı onayları da alınmıştır.Yine çalışma gerçekleştirilmeden önce öğrenciler süreç hakkında bilgilendirilmiş, yapmış olacakları her türlü katkının çalışma için önem arz ettiği belirtilmiştir.

Nitel çalışmaların doğası gereği genellikle insanlar üzerinden veriler toplanmaktadır. Bu bağlamda verilerin insanlar üzerinden elde edilmesinin planlandığı çalışmalarda

kullanılacak veri toplama araçlarının (anket, ölçek, mülakat, başarı testi vb.) yürürlükte olan tüm yasal düzenlemeler başta olmak üzere etik, ilke ve kurallara uygun hazırlanması, planlanması ve uygulamalarının bu doğrultuda yapılması gerekmektedir. Dolayısıyla çalışma grubunu ortaokul 7.ve 8.sınıf öğrencilerinin oluşturduğu bu çalışmanın etik kurallarına uygun olarak gerçekleştirilmesini sağlamak içinErzincan Binali Yıldırım Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurul Başkanlığı'na başvuruda bulunulmuştur. 29.05.2020 tarihli 44495147-204.01.07-E.18702 sayısına ilişkin gönderilen ekteki 05/20 protokol no'lu karar(Bkz. EK-2) ile sunulan araştırma dosyasının etik açıdan uygun bulunduğu belirtilmiştir.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölüm; asıl uygulama süresince toplanan verilerin analizinden, analiz sonucunda elde edilen bulgulardan ve bu bulgulara dayanan değerlendirmelerden oluşmaktadır. Bu doğrultuda;

İlk olarak araştırmanın alt problemlerinden birisi olan “Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri ne düzeydedir?” sorusunun cevabına ilişkin önce Muhteşem Dörtlü Grubu ardından da Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu olmak üzere öğrencilerin matematiksel modelleme süreçlerine ait bulgular; “Takım Kurmaca”, “Hastamız İyileşecek mi?”, “Gülten DAYIOĞLU ile Buluşmaya Ne Dersin?”, “Muhteşem İnternet Paketleri Burada!”, “Polis Soyguncunun Peşinde!”, “Çıktık Bir Yola”, “Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?” şeklinde isimlendirilen matematiksel modelleme problemlerinin uygulama sırasına göre verilmiştir. Bu anlamda öğrencilerin gerçekleştirmiş oldukları çalışmalardan elde edilen bulgular; her modelleme problemi için ayrı bir başlık altında sırasıyla problemi anlama, problemi sadeleştirme, matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme), matematiksel olarak çalışma, yorumlama, doğrulama ve raporlaştırma aşamaları içerisinde incelenerek ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Ayrıca her bir aşamanın sonunda grup üyelerinin ilgili aşamaya ilişkin sergilemiş oldukları yeterlik düzeyleri ile ilgili elde edilen analiz sonuçları hakkında bilgi verilmiştir.

Son olarak araştırmanın alt problemlerinden birisi olan “Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin süreç içerisinde matematiksel modelleme yeterliklerindeki değişim nasıldır?” sorusunun cevabına ilişkin elde edilen bulgular sunulmuştur. Bu anlamda öğrencilerin modelleme yeterliklerindeki değişim düzeyinin görülmesi amacıyla önce her iki grubun da sırasıyla her bir aşamaya ilişkin aldıkları puanların haftalara göre değişimi hakkında bilgi verilerek analiz sonuçları grafiklerle aktarılmış, ardından da uygulama süresince grupların sergilemiş oldukları modelleme yeterliklerine göre almış oldukları toplam puanların haftalara göre değişimi hakkında bilgi verilmiştir.

5.1. “Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri ne düzeydedir?” Alt Problemine İlişkin Elde Edilen Bulgular

5.1.1. “Takım Kurmaca”problemine ilişkin elde edilen bulgular

5.1.1.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’na ait bulgular

5.1.1.1.1. Problemianlama aşaması:

Verilen problem metnini bireysel olarak sessizce okumayı tercih eden grup üyeleri oyuncuların performanslarıyla ilgili sunulan verileri okumaya başlamadan önce problem durumunda Ergin ATAMAN’a nasıl yardımcı olacakları konusunda tartışmaya başladıkları görülmüştür. Bu sırada katılımcılar arasında geçen konuşmalar şu şekilde kaydedilmiştir:

Tuba: Biz burada takımı oluşturacağız, Adamın ismi neydi? Ergin ATAMAN. Bu adam zorlanıyor, daha doğrusu tam karar veremiyor. Biz onun yerine takımı oluşturup mektup yazacakmışız.

Melike: Sadece takım oluşturmak değil bak (etkinlik kâğıdını göstererek) en sonda diyor ki bu oyuncuları seçmesi durumunda Banvit takımını yenme ihtimali sizce ne kadar olur, bunu da yazın diyor mektupta.

Hayrunnisa: Tablo 1 bir de Tablo 2 diyor burada. Ergin ATAMAN’ın ki Tablo 1’deymiş. Karşı neydi Banvit’in ki de Tablo 2’de.

Tuba: Eee... Tamam. Biz Tablo 1’den Ergin ATAMAN’ın takımını kuracağız. Aynı şekilde Tablo 2’den de diğer takıma bakacağız işte. Şu tablolara ben iyice bir bakayım ne var ne yok?

Melisa: Tuba burada şey diyor: Asist ile ribaunt. Bunlar ne ki, bilen var mı?

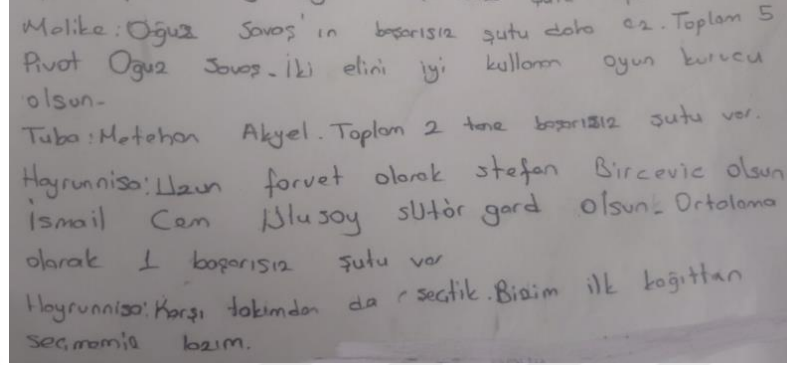
Tuba: Alta bak alta (etkinlik kâğıdını göstererek) orada yazıyor, baksana.

Melisa: Tamam yazıyor da şimdi biz neye bakarak yapacaz ki bunu, bir sürü şey var burada: İkilik, üçlük, boyu, ribaunt bir de asist.

Tuba: Şu son sayfada hoca resim vermiş, pozisyonlar diyor. Demek ki buraya göre yapacağız. Bunlar da yazıyor mu ne diye?

Melisa: Yok, onları yazmamış... Hoca demişti ya bilmediğiniz şeyi araştırabilirsiniz diye. Gidip bakalım bunlara.

Melisa'nın önerisi üzerine öğrenciler, bilgisayar sınıfına giderek internetten basketbol pozisyonları hakkında araştırma yapmışlar ve herbir oyuncunun sahip olması gereken özellikleri belirlemişlerdir.



Şekil 5.1. Muhteşem Dörtlü Grubu'nun "Takım Kurmaca" problemine ait grup çalışmaları formundan bir kesit

Öğrencilerin ayrı ayrı takımları oluştururken hangi tablodaki verileri kullanmaları gerektiğini ifade etmelerine rağmen Şekil 5.1'de her iki tablodaki verilere de bakarak tek takım oluşturdukları dikkat çekmiştir. Bir süre sonra grup üyesi Hayrunnisa, arkadaşlarına Anadolu Efes takımını oluştururken sadece ilk tablodaki verilerden faydalanmaları gerektiğini söylemiştir. Bunun üzerine öğrenciler Tablo 1'deki verilerin Anadolu Efes, Tablo 2'deki verilerin ise Banvit takımına ait olduğunu hatırlayarak çalışmalarına bu şekilde devam etmişlerdir.

Yukarıda geçen konuşmalar ve sunulan kesitten anlaşılacağı üzere öğrenciler problemde sunulan verilere bakmadan önce problem metnini iyice okuyarak kendilerinden ne istenildiği üzerinde durdukları görülmektedir. Bu anlamda grup üyeleri bir süre problem yaşasalar da Anadolu Efes takımını oluşturan oyuncuları belirlerken Tablo 1, Banvit takımını oluşturan oyuncuları belirlerken ise Tablo 2'de sunulan verileri kullanmaları gerektiğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte Melike arkadaşlarına Ergin ATAMAN için seçmiş oldukları takım oyuncularının rakip takımı yenme ihtimalini de yazacakları mektupta ifade etmeleri gerektiğini söylemiştir. Dolayısıyla Muhteşem Dörtlü Grubu öğrencileri, karşılıklı konuşmaları sonrasında probleme ait belirlemelerini sözel olarak ifade etmişler, verilenleri ve istenenleri ayrıntılı bir şekilde açıklamışlardır. Araştırma yaparak herbir pozisyondaki oyuncunun özelliklerini belirleyen öğrencilerin tablolardasunulan performans değerleri ile oyuncuları belirleme noktasında uygun bir

ilişki kurabildikleri anlaşılmaktadır. Bu nedenlerle Muhteşem Dörtlü Grubunun problemi anlama yeterlikleri 5.düzeyde değerlendirilerek bu yeterliklerine tam puan yani 4 puan verilmiştir.

5.1.1.1.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

Araştırma yaptıktan sonra oyuncuları hangi özelliklere göre seçmeleri gerektiğini belirleyen öğrenciler arasında problemi daha da anlaşılır hale getirmek için oluşturmuş oldukları varsayımlardan bahsettikleri konuşma şu şekildedir:

Tuba: Pivot olarak Oğuz Savaş, boyu ortalamanın üstünde. Ribauntu da fazla. Pivot potanın altında topu daha iyi yakalayacağı için ribauntu da yüksek olacak.

Melisa: Mykal Riley olsun oyun kurucuya göre. Boyu uzun olacak bir de başarısız şutları.

Hayrunnisa: Kısa forvet çok uzun olmasın. Adı üstünde kısa ya.

Melike: Oyun kurucu bir dursun. Şeyi bulalım şutör gardı.

Hayrunnisa: Şutör gard Cole Huff olmalı. Başarısız şutu az, ribaunt ve asist olarak çok iyi.

Melike: Oyun kurucu Barış Ermiş olabilir mi? İki elini iyi kullanacak, yani üçlük sayısı fazla olmalı. Bunun üçlüğü gayet iyi.

Hayrunnisa: Mykal Rigel olsun. Öbürünün başarısız şutu 8 tane. Başarısız şuta da bakacaz ya.

Tuba: Uzun forvet hızlı olacakmış.

Melisa: Hızlı olmasını anlayamayız buradan. Bir kere uzun olacak o kesin. Kyle veya Egemen.

Hayrunnisa: Egemen'in ribauntları o kadar iyi değil sanki.

Melisa: Ege uzun forvet olacak işte.

Tuba: Berk kısa forvet olacak. Çünkü uzun forvetten hem kısa hem asistleri hem de ribauntları iyi. Haa... bir de şutör garddan uzun.

Tuba uzun forvetin hızlı olması gerektiğini ifade etmiş, Melisa ise problemde verilenlerden oyuncuların hızlı olup olmadıkları sonucuna ulaşamayacaklarını söyleyerek oluşturulan bu varsayımdan vazgeçilmiştir. Problemin sadeleştirilmesi aşamasında dikkat çekici olan diğer bir nokta ise uzun forvetin belirlenmesinde uzun

boyu olması dışındabir varsayımın oluşturulmadığı olmuştur. Böylece Muhteşem Dörtlü Grubu oluşturacakları takımda pivotun uzun boylu ve ribauntlarının yüksek olmasına, şutör gardın başarısız şutlarının az ve ribauntlarıyla birlikte asistlerinin de yüksek olmasına, oyun kurucunun başarısız şutlarının az ve asistlerinin yüksek olmasına, uzun forvetin uzun boylu olmasına, kısa forvetin ise boyunun çok uzun olmayacak şekilde şutör garddan uzun ve asistleriyle birlikte ribauntlarının da yüksek olmasına dikkat etmişlerdir. Belirlenen varsayımlar doğrultusunda her iki takımın oyuncularını pozisyonlarına göre belirleyen öğrenciler, Ergin ATAMAN için belirledikleri takımın rakip takımı yenme ihtimalini bulma noktasında ise belirledikleri her bir oyuncu için verilen tüm performans değerlerini dikkate almışlardır.

Elde edilen bu bulgulara göre problemin sadeleştirilmesi aşamasında Muhteşem Dörtlü Grubu öğrencilerinin gerekli/gereksiz değişkenleri belirleyerek problemi sadeleştirdikleri ancak bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulundukları değerlendirilerek bu yeterliklerine 3 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.1.1.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

Her iki tabloda da oyunculara ait üç maçtaki performans değerlerinin verildiğini fark eden öğrenciler pivotu belirlerken ribauntlarının yüksek olması varsayımından hareketle tek bir maçtaki ribaunt değerine bakarak oyuncuyu belirlemenin hatalı olacağını düşünmüşler, üç maçtaki ribaunt değerlerini toplayarak bu sonuca göre seçimlerini gerçekleştirmişlerdir. Diğer oyuncular için de performans karşılaştırması yaparken belirledikleri kriterlere göre benzer şekilde matematiksel modellerini oluşturmuşlardır. Şekil 5.2’de öğrencilerin oyun kurucuyu belirlemede oluşturdukları başarısız şutlarının az olması varsayımına dayalı olarak oluşturdukları matematiksel model yer almaktadır.

Berkis = Berkis 15,2 504 81	Burak = 6
Tony = 6	Colp = 2
Myk = 3	Beyo = 6
Qğuz = 5	Birujic = 3
cge = 6	Mel'e'hen = 3
Eyle = 5	Alex = 6
cgenen = 4	Fen = 7
Berk = 7	
R.ivan = 6	
Tpqa = 7	

Şekil 5.2. Muhteşem Dörtlü Grubu'nun dair verilenleri matematikselleştirmelerinden bir kesit

Öğrencilerin her iki takım için de uzun forveti belirleme aşamasına geldiklerinde sadece boy uzunluğuna baktıklarından ötürü geçerli bir matematiksel model oluşturamadıkları tespit edilmiştir.

Oluşturdıkları Anadolu Efes takımının Banvit takımını yenme ihtimalini bulma aşamasına gelen öğrenciler her iki takım için de seçmiş oldukları oyuncuların her maç için asist, ribaunt, ikilik ve üçlük sayı performans değerlerini pozitif tamsayılar; başarısız şut değerlerini ise negatif tamsayılarla ilişkilendirmişlerdir. Daha sonra elde ettikleri bu tamsayıların toplamını maçlardan almış oldukları birer puan olarak düşünmüşlerdir. En son aşamada her bir oyuncu için üç maçtan da almış oldukları puanları toplayarak oyuncuların toplam puanlarına ulaşmışlardır. Takımlarda bulunan oyuncuların üç maçta almış oldukları toplam puanları da toplayarak takımın toplam puanını elde eden öğrenciler, Ergin ATAMAN'ın takımının rakip takımı yenme ihtimalini yüzde olarak hesaplamaya çalışmışlardır. Ancak bu sırada öğrenciler Anadolu Efes takımının puanının her iki takımın toplam puanına oranını 100 ile çarpmaları gerekirken buldukları takım puanlarını direk 100'e bölmüşler, bu şekilde yenme ihtimalini yüzde olarak hesapladıklarını düşünerek çözümlerini bitirmişlerdir. Bu bağlamda öğrencilerin takım oyuncularını belirlerken durumu doğru bir şekilde matematiksel olarak ifade etmelerine rağmen oyuncularını belirlemiş oldukları Anadolu Efes takımının Banvit takımını yenme ihtimalini matematikselleştirmede hata yaptıkları anlaşılmaktadır. Ayrıca grup üyelerinin hem oyuncuları belirleme hem de Anadolu Efes takımının Banvit takımını yenme ihtimalini hesaplama noktasında oluşturdukları

matematiksel ifadeleri sadece sözel olarak dile getirdikleri, herhangi bir matematiksel model geliştirme aşamasına geçemedikleri tespit edilmiştir. Elde edilen tüm bu bulgulardan hareketle öğrencilerin bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda matematikselleştirme aşamasında hem hata yaptıkları hem de eksik kaldıkları düşünülerek matematikselleştirme yeterliklerini Düzey 2 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

5.1.1.1.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

Muhteşem Dörtlü Grubu öğrencileri her bir oyuncu için verilen performans değerlerinin ayrı ayrı toplamı şeklinde oluşturmuş oldukları matematiksel modellerin çözümünü doğru bir şekilde yapıp buldukları sonuçları Şekil 5.3'teki gibi yazmışlardır.

	Puan	Ribaunt	2 sayı	3 sayı	Baskorist
Barış	8	6	4	2	8
Tommy	6	6	4	2	6
Mykeli	5	7	4	1	3
Öğüt	9	9	7	5	5
Ege	4	6	4	3	6
Kyle	7	9	8	3	5
Ezgi	3	5	5	6	4
Ben	5	11	3	7	7
Bekir	7	7	5	6	5
Bekir	7	6	5	4	7
Tai	3				

Şekil 5.3. Muhteşem Dörtlü Grubu'nun gerçekleştirmiş oldukları matematiksel çalışmalardan bir kısmı

Öğrencilerin takımlarda bulunan oyuncularını seçtikten sonra Anadolu Efes takımının Banvit takımını yenme ihtimalini hesaplama noktasında yanlış bir matematiksel model oluşturmalarına rağmen matematiksel çözümlerini doğru bir şekilde gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgulardan hareketle Muhteşem Dörtlü Grubu'nun hatalı olarak dile getirdikleri matematiksel ifadelerin çözümlerini doğru olarak gerçekleştirdikleri belirlenmiş, matematiksel olarak çalışma aşamasında

sergilemiş oldukları yeterlikleri 3.düzeyde değerlendirilerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

The image shows two handwritten mathematical tables. The left table is titled 'Muhteşem Dörtlü' and lists players: Mertcan, Ege, Berk, and Ataman. It contains numerical data and calculations. The right table is titled 'Banvit' and lists players: Berk, Ataman, Stefan, Metehan, Alex, and Ismail. It also contains numerical data and calculations. Both tables appear to be probability calculations for a football match.

Şekil 5.4. Muhteşem Dörtlü Grubu’nun Anadolu Efes takımının Banvit takımını yenme ihtimalini hesaplamada gerçekleştirdikleri matematiksel çalışmalar

5.1.1.1.5. Yorumlama aşaması:

Matematiksel modelleri üzerinde çözümlerini gerçekleştiren öğrenciler, buldukları matematiksel sonuçları belirledikleri varsayımlar çerçevesinde doğru bir şekilde yorumlayarak pozisyonlarına göre takım oyuncularını Şekil 5.5’teki gibi belirlemişlerdir.

The image shows handwritten notes for two teams. For Anadolu Efes, the positions are: Mertcan - pivot, Ege - uzun forvet, Berk - kısa forvet, Ataman - uzun forvet, and Ismail - kısa forvet. For Banvit, the positions are: Berk - kısa forvet, Stefan - pivot, Metehan - kısa forvet, Alex - uzun forvet, and Ismail - kısa forvet.

Şekil 5.5. Muhteşem Dörtlü grubu öğrencilerinin oluşturduğu takımlar

Anadolu Efes takımının Banvit takımını yenme ihtimali üzerinde hatalı oluşturdukları matematiksel model üzerinde çözümlerini doğru bir şekilde gerçekleştirmelerine rağmen öğrenciler yenme ihtimali üzerinde eksik bir şekilde yorumlama yapmışlardır. Bunun nedeni olarak aşağıda gerçekleşen konuşmalar örnek gösterilebilir:

Tuba: Sonuçları kaç bulmuştuk Hayrunnisa?

Hayrunnisa: Birisinin ki 1,15 diğeri de 1,08 diyor.

Abdurrahman: Tuba bunları mı yazacaksın. Burda ihtimal nerde anlamadım ben, şimdi şeyin puanı daha fazla neydi o Anadolu Efes. O zaman kesin o kazanacak. İhtimal yok o zaman. Anlamadım ben.

Tuba: O zaman yazmayalım bunu, ne yapalım.

Hayrunnisa: Hı...Karışık, boşver onu sen.

Melisa: Ya biz şey yazalım: O zaman bizim takım kazanır diye.

Yukarıda geçen konuşmalara göre öğrenciler “ihtimal” kelimesine uygun olarak sonuçlarını elde edemediklerini görmüşler, bu nedenle yenme ihtimalini açıklama noktasında eksik olarak yorum yapma yolunu seçmişlerdir.

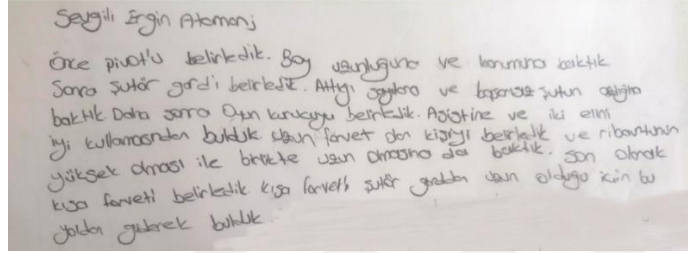
Bahsi geçen alıntılar ve elde edilen tüm bu bulgulara dayanarak öğrencilerin doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumladıkları düşünüldükçe yorumlama yeterliklerinin Düzey 4 seviyesinde olduğuna karar verilmiştir. Bu nedenle Muhteşem Dörtlü Grubu’nun “Takım Kurmaca” problemini yorumlama yeterliklerine 4 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.1.1.6. Doğrulama aşaması:

Öğrenciler, Anadolu Efes takımının Banvit takımını yenme ihtimalini bulmaya yönelik hatalı bir matematiksel model oluşturmuşlardır. Bu durum bu modeli doğru çözmelerine rağmen öğrencilerin yenme ihtimali üzerinde gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlama yapmalarına da sebep olmuştur. Öğrenciler arasında geçen konuşmalardan da öğrencilerin yenme ihtimalini eksik olarak yorumladıklarını fark ettikleri, ancak bu eksikliği düzeltme çabasında olmadıkları görülmüştür. Bununla birlikte öğrenciler oluşturdukları varsayımları, matematiksel modelleri, gerçekleştirdikleri matematiksel çözümleri hiçbir şekilde kontrol etme yolunu seçmemişlerdir. Ayrıca grup üyelerinin mevcut çözüm yöntemlerinin dışında problemin başka yollarla çözülüp çözilemeyeceği sorusuna ilişkin cevap aramadıkları da belirlenmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin herhangi bir doğrulama yaklaşımında bulunmadıkları düşünüldükçe bu yeterliklerinin Düzey 1 seviyesinde olduğu değerlendirilmiş, doğrulama yeterliklerine 6 puan üzerinden 0 puan verilmiştir.

5.1.1.1.7. Raporlaştırma aşaması:

Yaptıkları araştırma sonrası öğrenciler farklı pozisyonlardaki oyuncuları belirlerken verilenlerden hangilerini kullandıklarını Ergin ATAMAN’a yazmış oldukları mektupta Şekil 5.6’daki gibi izah etmişlerdir.



Şekil 5.6. Muhteşem Dörtlü Grubu’nun yapmış oldukları araştırma sonrası oluşturdukları varsayımlar

Modelleme süresince yapmış oldukları çalışmaları raporlaştırma aşamasına gelen öğrencilerin tüm pozisyonlardaki oyuncuları seçerken oluşturdukları varsayımları eksik olarak yazdıkları dikkat çekmektedir. İncelenen raporda oluşturulan matematiksel modeller ve bu modellerin çözüm süreci hakkında hiçbir bilgi verilmemiştir. Ayrıca yenme ihtimalini yorumlama aşamasında ise sadece Anadolu Efes takımının yeneceği söylenerek yüzeysel bir yorum yapılmıştır. Dolayısıyla öğrencilerin Ergin ATAMAN’a yazmış oldukları mektup inandırıcılık açısından oldukça zayıf olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle raporun çözüm süreci hakkında herhangi bir bilgi içermediği düşünülerek öğrencilerin bu raporlaştırma yeterliğine 0 puan verilmiştir.

Düzy 5				Düzy 4		
	Düzy 3		Düzy 3			
		Düzy 2				
				Düzy 1	Düzy 1	
Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Raporlaştırma

Şekil 5.7. Muhteşem Dörtlü Grubu’nun “Takım Kurmaca” problemine ait matematiksel modelleme yeterli düzeyleri

5.1.1.2. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'na ait bulgular

5.1.1.2.1. Problemi anlama aşaması:

Etkinliğin tamamını bireysel olarak okuyan Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu öğrencileri arasında problemi anlamak için geçen konuşmalar aşağıdaki gibi olmuştur:

Hümeysra: Arkadaşlar bizim önce şu pivot, şutör gard bunlar var ya onları bulmamız lazım?

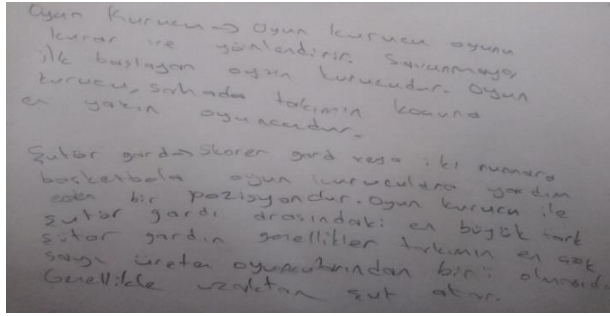
Abdurrahman: Nasıl yani?

Hümeysra: Araştıracakız yani bunları bilen var mı aranızda? Mücahit sen basketbolu seviyorsun ya bunları biliyor mu?

Mücahit: Hı hı... Nerden bileyim.

Zeynep: O zaman gidip bakalım.

Hümeysra'nın oyuncu pozisyonlarının neler olduğunu bulmaları gerektiğini söylemesi üzerine başlayan konuşmanın devamında Zeynep'in önerisiyle birlikte grup üyeleri bilgisayar sınıfına giderek oyuncu pozisyonlarını araştırmışlardır.



Şekil 5.8. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun "Takım Kurmaca" problemini anlamak için araştırma sonrası elde ettiği verilerden bir kısmı

Araştırma sonrası elde ettikleri veriler doğrultusunda öğrenciler arasındaki tartışma şu şekilde devam etmiştir:

Mücahit: Kızlar aynı futboldaki gibi mesela forvet oyuncusu önde olur, iyi gol atması lazım sonra iyi pas vermesi lazım. Biz de bulduklarımıza göre bir takım oluşturacağız. Banvit'i de oluşturacağız. En son da oluşturduğumuz takımın

Banvit'i yenme ihtimalini hesaplayacağız, yani takımları karşılaştıracamız bu kadar.

Zeynep: Herkes anladı değil mi?

Yukarıdaki alıntıya göre Mücahit arkadaşlarına probleminden ne anladığını kendi cümleleriyle ifade etmiş ve Zeynep de arkadaşlarının problemi anlayıp anlamadıklarını sorgulamıştır. Dolayısıyla öğrencilerin problemi anlamak için gerekli araştırmaları yaptıkları, probleminden anladıklarını yorumlayabildikleri, verilenleri ve istenenleri belirleyerek aralarında uygun ilişki kurabildikleri gözlenmiş, problemi anlama yeterliklerinin Düzey 5 seviyesinde olduğu tespit edilerek bu yeterliklerine 4 puan yani tam puan verilmiştir.

5.1.1.2.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu öğrenciler Şekil 5.9'daki gibi çizim yaparak oyuncularını hangi kriterlere göre seçeceklerini belirlemişlerdir. Yapmış oldukları bu çizim doğrultusunda problemi daha da sadeştirmek adına fikir üretmeye ve varsayımlarını oluşturmaya başlamışlardır:

Hümeýra: Oyun kurucularından iki tane alabilir miyiz?

Abdurrahman: Kalede bir kişi durur. Hepsinden bir tane alacağız.

Hümeýra: Görevleri en açık olandan başlayalım. Pivottan başlayalım. Berke Atar ya da Metehan Akyel pivotta oynayabilir. Çünkü ribauntları iyi.

Abdurrahman: Tony oyun kurucuya benziyor ama asist ve ribauntları aynı.

Mücahit: Oyun kurucu üçlük sayısı fazladır, asistleri fazla, ribauntları az.

Abdurrahman: Ribauntları niye az ki?

Mücahit: Şeye potaya en uzak ya topu daha az yakalayacak.

Zeynep: Ribauntla asisti aynı olabilir orda sorun yok ki.

Zeynep: Barış Ermiş olacak.

Mücahit: Rıdvan önce şutör gard olsun. Üçlüğü fazla, uzun boylu bir de asistleri de iyi.

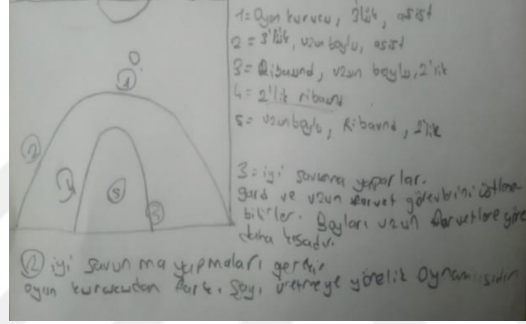
Hümeýra: Pivot bizim takımda Ege Arar olsun. Hem uzun boylu hem ribauntları da yüksek bak hem de ikilikleri de iyi yani.

Mücahit: Uzunda da hem uzun hem de üçlüğü, ribauntları iyi olmalı.

Abdurrahman: Ne kaldı? Kısa forvet. Kısa da ribaunt, uzun boylu ve ikilik. Bu uzuna göre kısa ya demek ki ikilikleri daha iyiymiş.

Zeynep: Hepsi de uzun nerdeyse baksana kısa forvet bile uzun olacaktı.

Mücahit: Sen kısa basketçi gördün mü hiç. Hepsi uzun olursa daha güçlü olur işte.



Şekil 5.9. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun yapmış oldukları araştırma sonrası oluşturdukları varsayımlar

Problemin sadeleştirilmesi için gerçekleşen konuşmalar ve yapılan araştırma sonrası oluşturulan gerçekçi varsayımlar doğrultusunda Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu oluşturacakları takımda oyun kurucusunun üçlük sayılarının ve asistlerinin yüksek ama ribauntlarının az olmasına, Şutör gardın uzun boylu üçlüğü fazla ve asistlerinin yüksek olmasına, pivotun uzun boylu ribauntlarının yüksek ve ikilik sayılarının yüksek olmasına, uzun forvetin uzun boylu üçlük sayı ve ribauntlarının yüksek olmasına, kısa forvetin ise uzun boylu, ribaunt ve ikilik sayılarının yüksek olmasına dikkat etmişlerdir. Ayrıca grup üyelerinden Zeynep bütün oyuncuların uzun boylu olması gerektiğini fark etmiş ve bu durumu arkadaşlarına belirtmiştir. Buna karşılık Mücahit Zeynep'e “Sen hiç kısa basketçi gördün mü? Zaten uzun olması lazım.” diyerek varsayımlarını gerçeğe dayalı olarak oluşturduklarını vurgulamıştır.

Oyuncuları nasıl seçeceklerine dair varsayımlarını oluşturduktan sonra öğrenciler belirlemiş oldukları takımın rakip takımı yenme ihtimalini hesaplamada neye dikkat edeceklerini belirlemek için aşağıdaki gibi tartışmaya başlamışlardır:

Hümeyra: Yenme ihtimalini nasıl yapacağız?

Mücahit: Hümeyra biz oyuncuları özelliklere göre belirledik ya yine o özelliklere bakacağız hangisi daha iyi. Söylemiştim ya onları karşılaştıracamız.

Öğrenciler arasında geçen konuşmalar göz önüne alındığında problem için geliştirilen olası çözüm önerisindeki varsayımlar sayesinde problemin yeteri kadar sadeleştirildiği ve öğrencilerin gerçekçi varsayımlarda bulundukları belirlenmiştir. Bundan hareketle problemi sadeleştirme yeterliğini 4.düzeyde sergiledikleri düşüncesiyle bu yeterliğe yönelik 3 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.1.2.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

Varsayımlarını oluşturan öğrencilerin değişkenleri matematiksel olarak ifade ettikleri bu aşamada aşağıdaki konuşmaları gerçekleştirdikleri kaydedilmiştir:

Zeynep: Bütün oyuncularda üç maç var, şimdi biz bir maça bakıp öyle seçsek haksızlık olur.

Mücahit: Sayıların ortalamalarını bulalım ama sayı virgüllü çıkacak. O zaman sayıların toplamını bulalım.

Abdurrahman: Katılıyorum.

Yukarıda bahsi geçen konuşmalara göre değişkenlerin matematikselleştirilmesi aşamasında ilk fikir Zeynep'ten gelmiş, arkadaşlarına tek bir maçtaki performans değerlerine bakarak oyuncuları seçmesi durumunda haksızlık olacağını ifade etmiştir. Bunun üzerine Mücahit ilk olarak oyuncuların herbir performans değeri için ortalamayı bulabileceklerini söylemiştir. Bir süre sonra bu ortalamaların virgüllü çıktığını fark eden öğrenciler, kullanışsız olabileceği düşüncesiyle bu matematiksel ifadeyi kullanmaktan vazgeçmişlerdir. Bunun yerine Mücahit, her bir performans değeri için toplam değerin bulunması şeklinde yeni bir öneride bulunmuş ve grup üyeleri çalışmalarında bu öneriyi kullanmaya karar vermişlerdir.

Öğrenciler Mücahit'in sunmuş olduğu öneri üzerinde çalışmalarını sürdürürken Abdurrahman'ın kendi kendine herbir oyuncunun üç maçta attıkları sayılarından takımına toplamda kaç puan kazandırdığını hesaplamaya başladığı görülmüştür. Bir süre sonra Abdurrahman ile arkadaşları arasında şu şekilde bir diyalog yaşanmıştır:

Abdurrahman: Arkadaşlar bakın ben burda (yaptığı işlemleri göstererek) ne yaptım? En çok gol atan oyuncuların kazandıkları puanları buldum.

Mücahit: Nasıl yani?

Abdurrahman: Şimdi bunlar ikilik bir de üçlük sayı atıyorlar ya takım puan kazanıyor. İşte ikilik attığında iki puan, üçlük attığında üç puan kazanıyor ya onu buldum.

Zeynep: Ama bu bizim ne işimize yarayacak ki, bazılarında ikilik önemli, bazılarında üçlük önemli. Biz oyuncuları belirlerken toplam puanlarını kullanmayacağız ki?

Hayrunnisa: Zeynep haklı hem öyle işimiz daha da zor olur, bir de onu karıştırmayalım şimdi.

Abdurrahman'ın oyuncuların ikilik ve üçlük sayılardan kazandıkları toplam puan şeklinde yeni bir matematiksel ifade üzerinde tartışan öğrenciler, daha önceden belirlemiş oldukları varsayımlardan hareketle bu stratejinin bir işe yaramayacağı hatta çalışmalarını daha da zorlaştıracakları düşüncesiyle kabul etmemişlerdir.

En çok gol atan oyuncular: (Üç maç için)					
	1. sayılı	2. sayılı	3. sayılı toplam puan	4. sayılı toplam puan	5. sayılı toplam puan
-Mylal Kley	$2+3+3=8$	$2+1+1=4$	$6 \times 2 = 12 \text{ puan}$	$4 \times 3 = 12 \text{ puan}$	24 puan
-Kyle Wiltzer	$2+3+3=8$	$0+1+2=3$	$8 \times 2 = 16 \text{ puan}$	$3 \times 3 = 9 \text{ puan}$	25 puan
-Cole Huff	$1+3+4=8$	$3+0+1=4$	$8 \times 2 = 16 \text{ puan}$	$4 \times 3 = 12 \text{ puan}$	28 puan

Şekil 5.10. Abdurrahman'ın önerdiği ve Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu tarafından reddedilen matematiksel ifadeler

Anadolu Efes takımının Banvit takımını yenme ihtimalini hesaplama aşamasına gelen öğrenciler arasında bu durumu matematiksellemeye yönelik aşağıdaki diyalog gerçekleşmiştir:

Hümeysra: Şimdi tek tek belirlediğimiz oyuncuları yazalım. Mücahit söylemişti ya yine o özelliklere bakıp karşılaştıracamız.

Zeynep: Daha iyi olan oyuncuyu işaretleriz. Sonra şey yaparız. İhtimal diyor ya mesela bizim takımda 2 oyuncu mu çıktı onu kesir olarak yazar sonra da yüzdeye çeviririz.

Mücahit: Çok iyi, harikası.

Anadolu Efes takımının Banvit takımını yenme ihtimalini hesaplama noktasında öğrenciler bu aşamada kabul ettikleri varsayım doğrultusunda oyuncuların ilgili özelliklerine göre karşılaştırılması sonrası Anadolu Efes takımında daha iyi olan oyuncu sayısının takımlardaki oyuncu sayısına oranını yüzde olarak belirtme şeklinde bir matematiksel ifade ortaya koymuşlardır.

Yukarıda belirtilen tüm alıntı ve elde edilen bulgulardan hareketle öğrencilerin hem oyuncuları seçme aşamasında hem de belirledikleri takımın rakip takımı yenme ihtimalini hesaplama aşamasında değişkenler arasındaki ilişkiyi başarılı bir şekilde matematiksel olarak ifade edebildikleri, oluşturdukları matematiksel ifadelerden varsayımlarına uygun olmayanları ayırt edebildikleri tespit edilmiştir. Ancak öğrencilerin matematiksel model oluşturma yeterliğinin en üst göstergesi olarak tanımlanan uygun matematiksel gösterimlerin seçilerek matematiksel model geliştirme aşamasına geçemedikleri belirlenmiştir. Elde edilen tüm bu bulgular doğrultusunda öğrencilerin gerçekçi varsayımlarda bulunmalarına rağmen durumu matematikselleştirme aşamasında tüm yeterlikleri sergileyemediklerinden dolayı model oluşturma yeterliklerinin Düzey 4 seviyesinde olduğu değerlendirilmiş ve sergilemiş oldukları bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.1.2.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

Oyuncuları belirleme aşamasında kabul edilen varsayımlara dayalı olarak oluşturulan matematiksel modeli üç maçtaki performans değerlerinin toplamı şeklinde belirleyen öğrenciler Şekil 5.11'deki gibi matematiksel çözümlerini gerçekleştirip sonuçlarını yazmışlardır.

The left table is a 10x6 grid with columns labeled 'Kırmızı', 'Sarı', 'Yeşil', 'Mavi', 'Beyaz', and 'Diğer'. It contains numerical data for various players.

The right table is a 10x6 grid with columns labeled 'Boy', 'Kırmızı', 'Sarı', 'Yeşil', 'Mavi', and 'Beyaz'. It contains numerical data for various players.

Şekil 5.11. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun gerçekleştirdikleri matematiksel hesaplamalar

Oyuncuları belirledikten sonra belirledikleri Anadolu Efes takımının Banvit takımını yenme ihtimalini Ergin ATAMAN’a yazacakları mektupta açıklamak için her iki takımda da bulunan oyuncuların üç maçtaki performans değerlerinin ayrı ayrı toplamalarını yazarak aynı pozisyonda yer alan oyuncuları ilgili özelliklerine göre karşılaştırmışlardır. Pozisyonuna göre hangi oyuncunun daha başarılı olduğunu tespit eden öğrenciler “ihtimal” kelimesinden yola çıkarak sonucu yüzde olarak belirtmeleri gerektiği sonucuna ulaşmışlardır. Bu anlamda Anadolu Efes takımında rakip takıma göre daha iyi olan oyuncu sayısını takımlardaki oyuncu sayısına oranlayarak doğru bir şekilde buldukları sonucu yüzde kavramıyla ilişkilendirmişlerdir.

The left table is a 10x6 grid with columns labeled 'Kırmızı', 'Sarı', 'Yeşil', 'Mavi', 'Beyaz', and 'Diğer'. It contains numerical data for various players.

The right table is a 10x6 grid with columns labeled 'Boy', 'Kırmızı', 'Sarı', 'Yeşil', 'Mavi', and 'Beyaz'. It contains numerical data for various players.

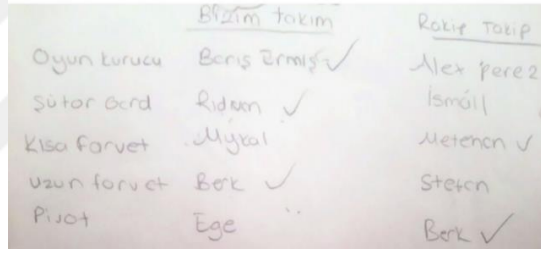
Şekil 5.12. Anadolu Efes takımının Banvit takımını yenme ihtimalini bulma aşamasında Geleceğin Parlayan Yıldızları öğrencileri tarafından gerçekleştirilen matematiksel çözümler

Elde edilen tüm bu bulgulara dayanarak Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu öğrencilerinin eksik oluşturulan matematiksel ifadeleri kullanarak doğru matematiksel

çözümüne ulaştıkları tespit edilmiş, matematiksel olarak çalışma aşamasında sergilemiş oldukları yeterliklerin Düzey 3 seviyesinde olduğu değerlendirilerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.1.2.5. Yorumlama aşaması:

Oluşturdukları matematiksel modeller üzerinde çözümlerini gerçekleştiren öğrenciler ilk olarak oyuncuları ve pozisyonlarını belirlemişler, daha sonra aynı pozisyonlardaki oyuncuları karşılaştırarak hangi oyuncunun daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. Bu anlamda öğrencilerin seçmiş oldukları varsayımlarla uyumlu bir şekilde matematiksel modellerin sonuçlarını gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlayabildikleri anlaşılmaktadır.



	Bizim takım	Rakip Takım
Oyun Kurucu	Boris Ermiş ✓	Alex Perez 2
Şutör	Arda ✓	İsmail
Kısa Forvet	Miyail	Metehan ✓
uzun forvet	Berk ✓	Stefen
Pivot	Ege	Berk ✓

Şekil 5.13. Öğrencilerin pozisyonlarına göre oyuncuları belirleme ve Anadolu Efes takımının rakip takımı yenme ihtimalini bulma aşamalarında ulaştıkları sonuçlar

Ulaşılan bu bulgular göz önüne alındığında öğrencilerin elde ettikleri sayısal sonuçları doğru bir şekilde yorumlayabildikleri gözlenmiş, problemi yorumlama yeterlikleri 5.düzeyde gerçekleştirdikleri düşünülerek bu yeterliklerine 4 puan yani tam puan verilmiştir.

5.1.1.2.6. Doğrulama aşaması:

Öğrencilerin Rapor Formu doldurarak Ergin ATAMAN'a mektup yazma aşamasına geldiklerinde aralarında geçen konuşmalar şu şekilde olmuştur:

Abdurrahman: Sen bir daha baksana Mücahit, yanlış yaptığımız bir şey var mı? Mektupta yazacağız ya.

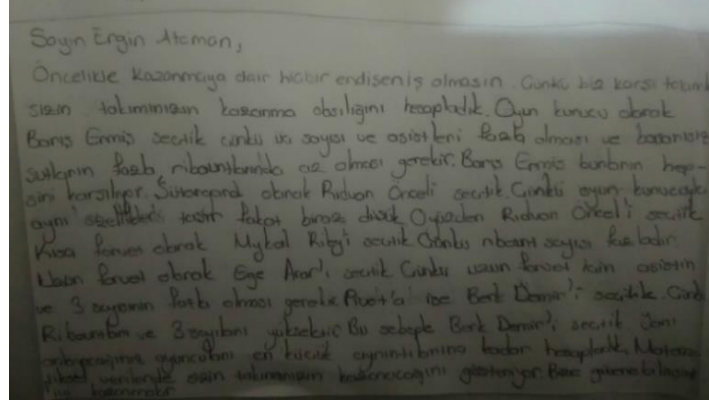
Mücahit: Bir kere, hangisinde daha çok başarılı oyuncu varsa onun yenme ihtimali daha yüksek olacak. Sayıca bizim takımında 3 tane, diğer takımında da 2 tane daha başarılı oyuncu var. O zaman doğru seçim yaptık biz.

Hümeysra: Benle Mücahit kontrol ediyoruz şimdi.

Mücahit ile Hümeysra oluşturdukları varsayımları, bu varsayımlara dayalı olarak oluşturdukları matematiksel modelleri, gerçekleştirmiş oldukları matematiksel çözümleri ve yapmış oldukları yorumlamaların gerçek yaşamda bir karşılığı olup olmadığını kontrol ederek doğrulamışlar, bahsi geçen bu noktalarda herhangi bir hatalarının olmadığı konusunda emin olduktan sonra raporlaştırma aşamasına geçmişlerdir. Bu bağlamda öğrencilerin doğrulama aşamasına ilişkin yeterlikleri büyük ölçüde kullanmalarına rağmen çalışmaları boyunca problemi çözmek için diğer yolları düşünme yeterliğini sergileyemedikleri görülmüştür. Bu nedenle öğrencilerin kısmen doğrulama yaklaşımında bulundukları ve belirledikleri hataları düzelttikleri düşünülerek doğrulama aşamasında Düzey 4 seviyesinde oldukları değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 6 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.1.2.7. Raporlaştırma aşaması:

Öğrenciler tarafından doldurulan Rapor Formu incelendiğinde oyun kurucu, pivot ve uzun forvet oyuncularını seçerken kullanmış oldukları varsayımları doğru ve eksiksiz bir şekilde yazarken şutör gard oyuncusunu hangi varsayımlara göre belirlediklerini yazmadıkları, kısa forvet oyuncusunu belirlemede kullandıkları varsayımları eksik olarak yazdıkları dikkat çekmiştir. Bununla birlikte Ergin ATAMAN'a kendi takımının rakip takımı kazanacağını ve bu anlamda hiçbir endişesinin olmaması gerektiğini ifade etmelerine karşılık hem oyuncuları seçme hem de yenme ihtimalini hesaplama sürecince hangi varsayımları oluşturdukları, hangi matematiksel modeli oluşturdukları, matematiksel olarak gerçekleştirdikleri hiçbir çözüm hakkında bilgi vermedikleri anlaşılmaktadır. Dolayısıyla raporun çözüm süreci hakkında herhangi bir bilgi içermemesi nedeniyle öğrencilerin raporlaştırma yeterliğini Düzey 1 seviyesinde gerçekleştirdikleri değerlendirilerek bu yeterliklerine 0 puan verilmiştir.



Şekil 5.14. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu tarafından yazılan rapor

Düzy 5				Düzy 5		
	Düzy 4	Düzy 4			Düzy 4	
			Düzy 3			
						Düzy 1
Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Raporlaştırma

Şekil 5.15. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun “Takım Kurmaca” problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri

5.1.2. “Hastamız İyileşecek mi?” problemine ilişkin elde edilen bulgular

5.1.2.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’na ait bulgular

5.1.2.1.1. Problemi anlama aşaması:

Problemi okuduktan sonra öğrencilerin aşağıdaki gibi kendi deneyimlerinden örnekler vererek problem durumunu anlamaya çalıştıkları görülmüştür:

Melisa: Günümüzdeki koronaya benziyor. İngiltere’de 12 kişi ölmüş diye yazıyor...

Hayrunnisa: Kronik rahatsızlığı var mı? 65 yaş üstü ve bebeklerde fazla görülür.

Tuba: (Etkinliği göstererek) 65 yaş üstü demiyor. Sadece kronik yara diyor. Yani bu problemin kronik rahatsızlıkla ilgisi yok.

Hayrunnisa: O zaman bu problemin koronayla alakası yok.

Melike: Koronayı virüs yapıyor. Bu problemde ise bakteriden bahsediyor.

Bahsi geçen konuşmalardan da anlaşıldığı üzere problemde belirtilen hastalığın İngiltere’de 12 kişinin ölümüne sebep olmasından dolayı öğrencilerin problemi Covid-19 ile ilişkilendirdikleri belirlenmiştir. Bunun üzerine Tuba arkadaşlarına etkinlik kâğıdını göstererek 65 yaş üstü ve kronik rahatsızlık kavramlarının problem metninde yer almadığını ve problemde belirtilen hastalığın koronayla ilgisinin olmadığını söylemiştir. Melike de problemde belirtilen hastalığın bir bakteri hastalığı olduğunu, Covid-19 hastalığına ise bir virüsün neden olduğunu söyleyerek Tuba’nın düşüncesini desteklemiştir. Grup üyeleri soruda kendilerinden ne istendiğini tam olarak anlayabilmek için soruyu bir daha okuyup tartışmaya devam etmişlerdir:

Melike: Bu hastanın iyileşebilmesi için bakteri sayısının 300.000’in altına inmesi lazım.

Tuba: Melike soruda “...bakteri türünü tedavinin 15.gününde yok etmeyi planlayan Maldon ve ekibi...” diye bir cümle yazıyor.

Hayrunnisa: O zaman 15.günde bakteri sayısının 0 olması lazım.

Tuba: 15.günde bakteri sayısının 0 olması şart değil. Bakteri sayısı 300.000’in altına indiği zaman geriye kalan bakteriler de ölüyor muş zaten. Yani bakteri sayısı 0 olana kadar beklemeye gerek yok.

Melike: Bakteri sayısı 300.000’in altına inecek ve bu süre 15 günü geçmeyecek ki hasta iyileşsin.

Melisa: Eğer hastayı iyileştiremezsek belirlenen süre içinde yani 15 gün içinde iyileşebilmesi için tedaviye bakteri sayısının ne kadar olduğu zamanda başlanması gerektiğini de bulmamızı istiyor.

Hayrunnisa: Eğer iyileşmezse onu bulacağız, demek ki daha önceden başlamamız gerekir diyeceğiz o zaman.

Öğrencilerin soruyu tekrar okuduktan sonra problemde ne anladıklarını ifade ettikleri tartışma sonucunda bakteri sayısının 15 gün içerisinde 300.000’in altına inmesiyle birlikte hastanın iyileşebileceği konusunda hemfikir oldukları belirlenmiştir. Bununla birlikte hastanın 15 gün içinde iyileşmesinin sağlanmadığı durumda tedaviye bakteri sayısının ne kadar olduğu zaman başlanması gerektiğinin de istenildiği üzerinde öğrencilerin fikirlerini söyledikleri anlaşılmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin modelleme

sürecinin ilk basamağını başarılı bir şekilde gerçekleştirdikleri, verilenleri ve istenenleri belirleyerek aralarında uygun bir ilişki kurabildikleri düşüncesiyle problemi anlama yeterliğine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.2.1.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

Öğrencilerin 15 gün içerisinde bakteri sayısının 300.000'in altına inip inmeyeceğini nasıl bulabilecekleri konusunda bir strateji belirleyebilmek amacıyla problemde hangi değişkenleri dikkate alacaklarını ve bunları nasıl kullanacakları konusunda tavsiyelerde bulundukları konuşmalar şu şekilde kaydedilmiştir:

Tuba: Sorunun arka sayfasında bir tablo var, bu tabloda hangi gün kaç tane bakterinin olduğu yazıyor.

Melisa: Bu tablodaki sayıları nasıl kullanacağız, bu günlere göre bakteri sayısı her zaman 300.000'in üstünde.

Tuba: Ama bakteri sayısı her zaman 300.000'in üstünde olmayacak. Burada günden güne sürekli azalıyor. Hastanın iyileşmesi için de vücudundaki bakteri sayısının azalması lazım. O zaman 4 gün yeterli değil demek ki. Biz bu tabloyu devam ettireceğiz. Yani bakteri sayısı azalmaya devam edecek.

Melisa: Şimdi anladım. Ne zaman ki bakteri sayısı 300.000'in altına inecek, biz o günü bulacağız.

Problemi daha da anlaşılır hale getirmek için tabloda verilen bakteri sayılarının kullanılması gerektiği üzerinde görüş birliğine varan öğrencilerden ilk aşamada Tuba ve Melisa, tablodaki verilerin nasıl kullanılacağı üzerinde karşılıklı konuşmaya başlamışlardır. Daha sonra bu konuşmaya Hayrunnisa'nın da katıldığı görülmüştür.

Hayrunnisa: Burada (etkinlik kâğıdı üzerindeki tabloyu göstererek) bakteri sayısı 4 günde de milyon.

Tuba: Bakteri sayısını azaltacağımız için milyondan bine kadar düşecek. Bu tablodan başka bakacağımız yer yok zaten.

Öğrenciler, sunulan problemin çözümüne yönelik hangi değişkenleri göz önünde bulunduracaklarını ve bunları nasıl kullanacaklarını belirleyerek durumu daha da anlaşılır hale getirecek şekilde yapılandırmışlardır. Bu bağlamda öğrenciler, tabloda

günlük olarak belirtilen bakteri sayısının sürekli olarak azalacağını düşünerek tabloda gün ve bakteri sayısı arasındaki ilişkinin devam ettirilmesi gerektiği yönünde karar vermişlerdir. Böylece öğrencilerin gerekli değişkenleri belirleyerek gerçekçi varsayımlarda bulundukları tespit edilmiş, problemi sadeleştirme becerilerinin Düzey 4 seviyesinde olduğu değerlendirilerek bu becerilerine 3 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.2.1.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

Matematiksel kavram bilgilerinin gerçek yaşam durumuna aktarılarak durumu matematikselleştirmelerinin istendiği bu aşamaya gelen öğrenciler arasındaki tartışmayı Tuba aşağıdaki gibi başlatmıştır:

Tuba: Tabloya baktığımızda bakteri sayısının sürekli azaldığını söyledik. Demek ki burada bir örüntü var. Bizim bu örüntünün kuralını bulmamız lazım.

Melisa: Ne kadar azaldığını bulalım.

Hümeysra: Burada 4.güne kadar bakteri sayısı verilmiş. O zaman bulduğumuz örüntü aynı şekilde devam edecek.

Tuba, bakteri sayısındaki azalmanın sürekli olmasından dolayı bakteri sayıları arasında bir örüntünün varlığından bahsetmiştir. Bu tavsiye üzerine durumu örüntü kavramı üzerinde matematikselleştirme yolunu seçen öğrenciler, bakteri sayısındaki azalma miktarının 4.günden sonra baştan tekrarlayarak devam edeceği yönünde karar vermişlerdir. Oluşturulan bu matematiksel modelin belirlenmesi noktasında öğrenci çözüm kâğıdında gerçekleştirilen çalışmalar Şekil 5.16'da verilmiştir.

1	860	$860 - 848 = 12$ milyon
2	848	$848 - 788 = 60$ milyon
3	788	$788 - 512 = 276$ milyon
4	512	

Şekil 5.16. Muhteşem Dörtlü Grubu öğrencilerinin durumu matematikselleştirmeleri

Yukarıda verilen alıntı, öğrencilerin yazılı çözüm kâğıdı incelendiğinde öğrenciler tabloda verilen bakteri sayılarının sürekli azalması gerektiği varsayımına dayanarak örüntü kavramı ile ilişkilendirdikleri durumu başarılı bir şekilde matematiksel olarak

ifade edebilmişlerdir. Ancak öğrencilerin geçen süre boyunca durumu sadece sözel olarak matematikselleştirebildikleri, uygun matematiksel gösterimleri seçerek bir matematiksel model geliştirme aşamasına geçemedikleri dikkat çekmiştir. Dolayısıyla grup üyelerinin gerçekçi varsayımlar oluşturmalarına rağmen duruma uygun matematiksel modeller oluşturma konusunda eksik kaldıkları düşünüldükleri değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.2.1.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

Öğrencilerin bakteri sayılarındaki azalmanın bir örüntü oluşturacak şekilde devam etmesi gerektiği varsayım üzerinden yaptıkları matematiksel işlemleri Şekil 5.17'deki yazılı öğrenci çözüm kâğıdı ortaya koymaktadır.

12 milyon azaldı	512-12=500 milyon
60 milyon azaldı	500-60=440 milyon
276 milyon azaldı	440-276=164 milyon
5 500	164-12=152 milyon
6 440	152-60=92 milyon
7 164 milyon	92-276=-184
8 152	1000-184=816
9 92	816-12=804
10 816 bin	804-60=744
11 804	744-276=468
12 744	468-12=456
13 468	456-60=396
14 276	396-276=120
15 396	

Şekil 5.17. Muhteşem Dörtlü Grubu'nun problem durumunun modellenmesi sürecinde gerçekleştirdikleri matematiksel hesaplamalar

Bakteri sayısındaki azalış miktarını sırasıyla 12.000.000, 60.000.000 ve 267.000.000 olarak bulan öğrenciler bu azalışın 4.günden sonra baştan tekrarlayarak döngüsel bir şekilde devam edeceği şeklinde durumu matematikselleştirmeye karar verdikten sonra 4.günden sonraki bakteri sayılarını bulabilmek için hesaplamalarını yapmışlardır. Bu bağlamda 5.gündeki bakteri sayısını bulmak için 4.gündeki bakteri sayısından (512.000.000) 12.000.000'u çıkardıkları, 6.gündeki bakteri sayısını bulmak için 5.gündeki bakteri sayısından (500.000.000) 60.000.000'u çıkardıkları, 7.gündeki bakteri sayısını bulmak için 6.gündeki bakteri sayısından (440.000.000) 276.000.000'u çıkardıkları anlaşılmaktadır. 7.günden sonra bakteri sayısının tekrar sırasıyla 12, 60, 267

olarak azalma göstereceğini kabul eden öğrenciler 8.gündeki bakteri sayısını bulmak için 7.gündeki bakteri sayısından (164.000.000) 12.000.000'u, 9.gündeki bakteri sayısını bulmak için 8.gündeki bakteri sayısından (152.000.000) 60.000.000'u çıkarmışlardır. Benzer şekilde 10.gündeki bakteri sayısını bulmak için 9.gündeki bakteri sayısından (92.000.000) 276.000.000'u çıkarmak isteyen öğrenciler sonucun -184.000.000 olduğunu fark etmişlerdir. Bu durumu anlamlandırmaya çalışan öğrenciler arasında gerçekleşen konuşmalar şu şekilde kaydedilmiştir:

Melike: Bakteri sayısı -184.000.000 olamaz.

Tuba: Bakteri sayısı eksiye düştüğü için bakterilerin hepsi ölür o zaman.

Hayrunnisa: Bakteri sayısı birden o kadar azalamaz ki. Çünkü bizi 300.000'in altına kadar inmemiz lazım. Bence milyondan bine kadar düşecek demiştik ya, eksi olduğu için artık milyondan binlere geçeceğiz.

Tuba: Bence de mantıklı. Ama eksiden binlere nasıl geçeceğiz?

Hayrunnisa: Milyonlardaki en küçük sayı 1.000.000. Binlere geçeceğimiz için 1.000.000'dan 184.000'i çıkarmamız lazım.

Melisa: 1.000.000'da çok fazla 0 var. Sürekli o kadar 0 yazıp çıkaracak mıyız?

Hayrunnisa: 1.000.000'u 1.000 diye düşünelim, 184.000'i de 184 olarak düşünelim. 1.000'den 184'ü çıkaralım. Bulduğumuz sonucu yine bin olarak söyleriz, sonuç yine değişmeyecek.

Melike'nin 10.gündeki bakteri sayısının-184.000.000 olamayacağı fikrini belirtmesi üzerine Tuba bu durumu bakteri sayılarının tamamının öleceği şeklinde ifade etmiştir. Hayrunnisa, Tuba'nın düşüncesine karşı çıkararak bakteri sayısının 300.000'in altına inecek şekilde yavaş bir şekilde azalma göstereceğini dolayısıyla buldukları sonucun negatif olması nedeniyle bakteri sayısının artık binlere geçecek şekilde ifade edilmesi gerektiğini söylemiştir. Tuba'nın Hayrunnisa'nın bu fikrini onayladıktan sonra bakteri sayısında binlere nasıl geçeceklerini sormasıyla yeni bir tartışma başlamıştır. Hayrunnisa, milyon olarak okunan en küçük sayısının 1.000.000 olduğunu ve 10.gündeki bakteri sayısını 1.000.000'dan 184.000'i çıkararak bulabileceklerini belirtmiştir. Uzun süre sessiz kalıp arkadaşlarını dinleyen Melisa; 1.000.000'dan 184.000'i çıkarırken 0 rakamlarının fazla olması nedeniyle işlemlerinin uzun süreceğini, buna pratik bir yol geliştirmeleri gerektiğini söylemiştir. Bunun üzerine Hayrunnisa,

1.000.000’u 1.000, 184.000’i ise 184 olarak düşünüp işlemlerini bu sayılar üzerinden yapmak ve bulunan sonucu bin şeklinde okumak gibi bir yol izleyebileceklerini ve bu izlenen bu stratejinin sonucu değiştirmeyeceğini söyleyerek arkadaşlarını bu yöntemi uygulama noktasında ikna ettiği görülmüştür.

1.000’den 184’ü çıkararak 816 cevabını bulan öğrenciler bu sonucu 816.000 şeklinde kabul etmişler, 10.gündeki bakteri sayısını 816.000 olarak bulmuşlardır. Bakteri sayısının binlere geçtiğini fark eden öğrenciler; azalma miktarında oluşturdukları örüntü kuralını sırasıyla 12.000, 60.000 ve 276.000 olacak şekilde matematiksel çözümlerine yansıtılmışlardır. Matematiksel bilgilerini kullanan ve çözümlerini gerçekleştiren öğrenciler bu aşamanın sonunda 16.gündeki bakteri sayısını 120.000 olarak bulmuşlardır.

“Hastanın belirlenen süre içinde iyileşebilmesi için tedaviye bakteri sayısının ne kadar olduğu zamanda başlanması gerekirdi?” sorusuna formal olarak cevap vermeleri beklenen Muhteşem Dörtlü grubu öğrencilerinin bu duruma ilişkin herhangi bir matematiksel çalışma gösteremedikleri tespit edilmiştir.

Elde edilen tüm bu bulgulardan hareketle öğrencilerin güne bağlı olarak değişen bakteri sayısını bulurken çözümlerini doğru olarak gerçekleştirmelerine rağmen “Hastanın belirlenen süre içinde iyileşebilmesi için tedaviye bakteri sayısının ne kadar olduğu zamanda başlanması gerekirdi?” sorusunun cevabını aramaya yönelik herhangi bir çözüm sürecine girmedikleri için matematiksel olarak çalışma aşamasında eksikliklerin olduğu değerlendirilerek bu yeterliklerini Düzey 2 seviyesinde sergiledikleri düşünülmüştür. Dolayısıyla grup üyelerinin sergilemiş oldukları bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

5.1.2.1.5. Yorumlama aşaması:

Hastanın iyileşebilmesi için 15 gün içerisinde bakteri sayısının 300.000’in altına inmesi gerektiğini anlayan öğrenciler, gerçekleştirmiş oldukları matematiksel çözümler neticesinde bakteri sayısının ilk kez 16.günde 300.000’in altına indiğini bulmuşlar, bu nedenle hastanın öleceği yorumunda bulunmuşlardır. “Maldon ve arkadaşları belirledikleri sürede hastayı iyileştirebilmişler midir? sorusuna hayır cevabını veren

Muhteşem Dörtlü grubu öğrencilerinden hastanın iyileşebilmesi için tedaviye bakteri sayısının ne kadar olduğu zamanda başlanması gerektiğine yanıt aramaları beklenirken bu soruyu “Biz hastayı 16.günde iyileştirdik, 15 günde iyileşmesi gerektiği için bir gün geciktik. O zaman bir gün önceden tedaviye başlamamız gerekiyordu.” şeklinde cevaplamışlardır. Öğrencilerin bu durum üzerinde matematiksel olarak çalışma göstermemeleri nedeniyle bu soruya sadece sözel ifadeler kullanarak cevap vermeleri dikkat çekmiştir. Ulaşılan bu bulgulardan hareketle öğrencilerin eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında da eksik olarak yorumladıkları değerlendirilmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin yorumlama yeterliklerini Düzey 2 seviyesinde sergiledikleri düşünülerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

5.1.2.1.6. Doğrulama aşaması:

16.günde bakteri sayısının 300.000’in altına indiği sonucuna ulaşan öğrencilerin hastanın iyileşebilmesi için tedaviye 1 gün önceden başlanması gerektiğini belirtmeleri üzerine Hayrunnisa problemde “Belirlenen süre içerisinde hastanın iyileşebilmesi için tedaviye bakteri sayısının ne kadar olduğu zamanda başlanması gerekirdi?” sorusuna cevap vermediklerini söylemiştir. Belli bir süre bu soruya nasıl cevap verebilecekleri üzerinde düşünen Hayrunnisa arkadaşlarına tedaviye başlanmadan 1 gün önceki bakteri sayısını bulmaları gerektiğini ifade etmiştir. Bu sırada arkadaşlarından hiçbir şekilde geri bildirim alamayan Hayrunnisa’nın bu fikrini arkadaşlarına tekrar söylemediği ve üzerinde durmadığı dikkat çekmiştir. Bu anlamda öğrencilerin yorumlamayı eksik yaptıkları ve hastanın iyileşebilmesi için bakteri sayısının ne kadar olduğu zamanda tedaviye başlanmasının gerektiği konusunda matematiksel çözümde bulunmadıklarını fark etmelerine rağmen bu eksiklikleri tamamlamadıkları tespit edilmiştir. Bununla birlikte grup üyelerinin eksik olarak yapmış oldukları yorumlamaların gerçek yaşam bağlamında bir karşılığının olup olmadığı konusunda da herhangi bir doğrulama yaklaşımında bulunmamaları dikkat çekmiştir. Doğrulamaaşamasında öğrencilerden beklenen bir diğer yeterlikte grup üyelerinin problemi çözmek için diğer çözüm yollarını düşünmeleridir. Bu anlamda öğrencilerin sadece bahsi geçen matematiksel ifadelerle ve işlemlerle problemi çözdükleri, başka bir çözüm yolunun olup olmadığı konusunda herhangi bir çalışmada bulunmadıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle

Düzy 5						
	Düzy 4	Düzy 4				
			Düzy 2	Düzy 2		Düzy 2
					Düzy 1	
Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Raporlaştırma

Şekil 5.19. Muhteşem Dörtlü Grubu’nun “Hastamız İyileşecek mi?” problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri

5.1.2.2. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’na ait bulgular

5.1.2.2.1. Problemi anlama aşaması:

Problem metni öğrencilere sunulduktan sonra grup üyeleri metni okuması için Abdurrahman’ı görevlendirmişler, Abdurrahman problemi okurken arkadaşları da onu dinlemişlerdir. Problemin okunması tamamlandıktan sonra kendilerine sunulan problem durumunu gerçek yaşama uyarlayarak anlamlandırmaları ve bunu ifade etmelerinin istendiği bu aşamada öğrenciler arasında geçen konuşmalar aşağıdaki gibi olmuştur:

Abdurrahman: Bakın arkadaşlar biz hastalanıyoruz ilaç içiyoruz ya. Burada da antibiyotik veriyorlarmış. Antibiyotik verilince ne olur? Bak tabloda da söylemiş bakteri sayısı azalacak.

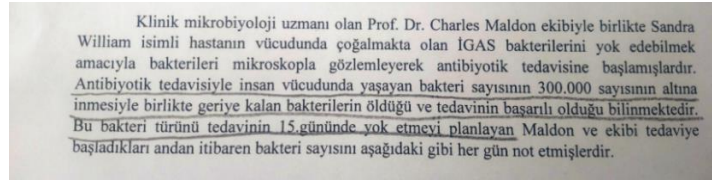
Mücahit: Bakteri sayısının 300.000 sayısının altına inmesiyle birlikte geriye kalan bakterilerin öldüğü ve tedavinin başarılı olduğu bilinmektedir diyor. O zaman biz bakteri sayısını 300.000 sayısının altına kadar indireceğiz.

Abdurrahman: Devamında da diyor ki bu bakteri türünü 15.gününde yok etmeyi planlıyorlar.

Hümevra: 15 günde o zaman 300.000’in altına inmesi lazım ki iyileşsin değil mi?

Abdurrahman: Mücahit’in dediğine göre öyle olacak. Çünkü 300.000’in altına inmesi lazım.

Öğrenciler arasında gerçekleşen bu konuşmalar sonrasında Hümevra Şekil 5.20’deki gibi problem metninde önemli bulunduğu yerlerin altını çizmiştir.



Şekil 5.20. Öğrencilere sunulan etkinlik kâğıdından bir kesit

Yukarıda öğrenciler arasında geçen konuşmalar dikkate alındığında problemin verilenleri ile kendilerinden istenilenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için fikirlerini ortaya koymuşlar, tabloda verilen bakteri sayılarından yola çıkarak bakteri sayısının 300.000'in altına hangi günde ineceğini bulmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte öğrencilerin problem durumunda verilenleri ve istenenleri belirlemek için ifade etmiş oldukları düşüncelerini arkadaşlarına onaylatma yolunu seçtikleri ve önemli bulmuş oldukları cümlelerin altını çizdikleri dikkat çekmiştir.

Araştırmacı gözlem notlarına göre öğrencilerin hastanın iyileşebilmesi için 15.gün sonunda bakteri sayısının 300.000 sayısının altına inmesi gerektiği üzerinde durdukları görülürken “Hastanın iyileşmemesi durumunda tedaviye bakteri sayısının ne kadar olduğu zamanda başlanması gerekirdi?” sorusu üzerinde hiçbir fikir alışverişinde bulunmadıkları, problemi sürekli hastanın iyileşmesi gerektiği şeklinde anlamaya çalıştıkları belirlenmiştir. Bu anlamda öğrencilerin “Hastanın iyileşememesi halinde belirlenen süre içinde iyileşebilmesi için tedaviye bakteri sayısının ne kadar olduğu zamanda başlanması gerekirdi?” sorusunu göz ardı ettikleri söylenebilir.

Bahsi geçen bulgulardan hareketle öğrencilerin problemi tam olarak anladıklarını gösteren ifadelerle yer verdikleri, ancak verilenleri ve istenenleri belirlerken hata yaptıkları, buna rağmen aralarında ilişki kurabildikleri tespit edilerek problemi anlama yeterliğini Düzey 4 seviyesinde sergiledikleri düşünüldükçe bu yeterliklerine 3 puan verilmiştir.

5.1.2.2.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

Abdurrahman, Mücahit ve Hümeysra arasında problemi anlamaya yönelik konuşmaların gerçekleştiği sırada Zeynep'in verilen etkinliğin arka sayfasında yer alan tabloya odaklandığı ve kendi kendine bu tabloda verilen sayılar ile ilgili konuştuğu

gözenmiştir. Zeynep arkadaşlarının konuşmalarını tamamlamalarını bekledikten sonra verilen tablo hakkında düşündüklerini arkadaşlarına anlatmaya başlamıştır:

Zeynep: Siz konuşurken ben de arkadaki tabloya baktım. Tabloya herkes baksın. Bakteri sayısı sürekli azalmış, biz o zaman burada azaltmaya devam edeceğiz ki 300.000'in altına insin. 300.000'in altına hangi günde inecek ona bakacağız burada.

Hümeysra: Eğer 15 günü geçerse iyileşemeyecek.

Zeynep tabloda verilen bakteri sayılarını kullanarak bakteri sayısının 300.000'in altına ineceği günü bulmaları gerektiğini belirtmesi üzerine Hümeysra daha önce arkadaşları arasında geçen konuşmada da belirttiği üzere bakteri sayısının 300.000'in altına indiği sürenin 15 günü geçmesi halinde hastanın iyileşemeyeceğine dikkat çekmiştir. Problemin daha da basitleştirilmesi için öğrenciler arasındaki konuşma aşağıdaki gibi devam etmiştir:

Zeynep: Bu tabloda sayıların nasıl azaldığına bakmamız lazım. Çünkü öyle kafamızın istediği şekilde azalmayacak.

Mücahit: 4.güne kadar bakteri sayısı milyon olarak verilmiş. Bizim 300.000 sayısına kadar indirmemiz gerekiyor ya demek ki bir yerden sonra milyondan bine geçeceğiz artık.

Zeynep: Burada 4.güne kadar nasıl bir azalma varsa diğer günlerde de aynı oranda azaltarak gitmemiz lazım.

Hümeysra: Zaten tedavi uygulandığı için bakteri azalacak hem de daha çok azalarak gidecek bence. Çünkü hasta iyileşiyor ya vücudundaki bakteri sayısının daha da çok azalması lazım.

Problem metninde verilen tablodaki verilerden yola çıkarak bakteri sayıları arasında belli bir azalmanın olması gerektiğini düşünen öğrenciler diğer günlerde de aynı şekilde azalmanın olması gerektiği yönünde varsayımda bulunmuşlardır. Oluşturulan bu varsayım doğrultusunda Hümeysra, tedavinin olumlu etkisinden ötürü sonraki günlerde bakteri sayısındaki azalmanın daha da hızlanacağını ifade etmiştir. Öğrenciler Zeynep'in önerisi üzerine oluşturulan bu varsayımdan hareketle öğrenciler hastanın 15.günde iyileşip iyileşemeyeceğinin bulunması noktasında tablo üzerinde sunulan

değişkenleri kullanmayı seçmişlerdir. Dolayısıyla öğrencilerin belirlenen süre içerisinde hastanın iyileşip iyileşemeyeceğinin belirlenmesi noktasında problemi sadeleştirerek gerekli değişkenleri belirledikleri ve gerçekçi varsayımlarda bulundukları değerlendirilerek sadeleştirme yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde olduğu belirlenmiş, bu yeterliklerine tam puan yani 3 puan verilmiştir.

5.1.2.2.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

Bir önceki aşamada belirlenen varsayımlar doğrultusunda değişkenlerin matematiksel olarak ifade edildiği bu aşamada öğrencilerden doğru matematiksel model(ler) oluşturmaları ve bu model(leri) açıklayarak birbiriyle ilişkilendirmeleri beklenmektedir. Bu beklenti kapsamında belli bir süre sessiz kalan Abdurrahman aşağıdaki gibi bir tartışmayı başlatmıştır:

Abdurrahman: 2.günden 1.günü çıkaracağız. Sonra 3.günden 2.günü en son da 4.günden 3.günü çıkaracağız.

Zeynep: Aradaki farklara bakacağız. Burada kafamıza göre yapmayacağımıza göre belirli bir kural olacak. Yani örüntü olacak.

Abdurrahman: Örüntü olacak tamam orası kesin. Az önce Hümeysra azalma miktarı hızlı olacak dedi ya. Hoca bize bu konuyu anlatırken eğer azalma hızlı oluyorsa bölme yapın demişti hatırladınız mı siz de?

Mücahit: Şimdi sen söyleyince hatırladım. O zaman burada bulduğumuz sonuçları birbirine böleceğiz.

Yukarıdaki konuşmalardan anlaşıldığı üzere bakteri sayıları arasındaki azalma miktarının belli bir kurala göre ilerlemesi gerektiğini düşünen öğrenciler, durumu matematikselleştirmek için örüntü kavramından yararlanmışlardır. Bu düşünce üzerine öğrenciler matematiksel modellerini örüntü kavramından yola çıkarak oluşturmaya karar vermişlerdir. Hümeysra'nın tedavinin olumlu sonuç vermesinden dolayı azalma miktarının hızlanması gerektiği varsayımıyla birlikte gerçekleştirilen matematiksel çözümler sonucunda da azalma miktarının hızlı bir şekilde arttığını gören Abdurrahman, 5.sınıfta öğretmenlerinin örüntü konusunu işlerken azalma miktarının hızlı olduğu durumlarda örüntü kuralını bulurken bölme işlemi yapmaları gerektiğini söylediğini hatırlamış ve bunu arkadaşlarına ifade etmiştir.

Bakteri sayılarının bir örüntü oluşturacak şekilde azalma göstereceği varsayımını kabul eden öğrencilerin örüntü kuralını bulmak amacıyla gerçekleştirdikleri tartışma şu şekilde devam etmiştir:

Zeynep: Günler arasındaki bakteri sayılarının ne kadar azaldığını bulduk, sonra da bu azalış miktarlarını birbirine böldük. Yani bir sonraki azalış miktarının bir önceki azalış miktarının kaç katına çıktığını bulduk.

Abdurrahman: Bulduğumuz sonuçlar arasında küçük azalmalar var. O zaman şimdi bunları çıkarmamız lazım. Kaç kat azalacak onu bulacağız.

Mücahit: O zaman sürekli aynı miktarda azaltıp o sayıyla çarpacağız katı dediğimiz için. Bulduğumuz sonuç bakteri sayısını ne kadar azaltacağımızı söyleyecek.

Matematikselleştirme aşamasının yoğun bir şekilde gerçekleştirildiği yukarıdaki konuşmalar sonucunda öğrenciler, günler arasındaki bakteri sayılarındaki azalma miktarının sonraki günlerde kaç katına çıktığını bulmaları gerektiğini belirledikten sonra çıkan sonuçlar arasındaki azalma miktarının çok daha küçük olduğunu fark etmişlerdir. Bunun üzerine Abdurrahman küçük azalmaların olduğu örüntülerde kuralı bulmak için çıkarma işlemi yapmaları gerektiğini söyleyerek bu şekilde bakterilerin kaç kat azalma gösterdiklerini bulabileceklerini ifade etmiştir. Önerilen bu matematiksel ifadeler doğrultusunda çözümlerini gerçekleştirdikten sonra öğrenciler, tablo üzerinde verilmeyen sonraki günlerdeki bakteri sayılarını bulabilmek için bir önceki gündeki bakteri azalma miktarının sürekli eşit miktarda azaltılıp çıkan sonuçla çarpılarak bir sonraki günde bakteri sayısında ne kadar azalma olacağını bulabilecekleri şeklinde matematiksel ifade oluşturmuşlardır.

The image shows handwritten mathematical work on a piece of paper. At the top, there are three division problems and one multiplication problem. The first division is $860 \div 10 = 86$. The second is $868 \div 10 = 86.8$. The third is $788 \div 10 = 78.8$. The fourth is $60 \div 12 = 5$. Below these, there are two more multiplication problems: $276 \times 60 = 16,560$ and $5,0 \times 4,6 = 23$. At the bottom, there is a diagram showing three numbers (12, 60, 276) each followed by a greater-than sign and a multiplier (x5, x60, x4,6) and then a final result of -0,4.

Şekil 5.21. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu öğrencilerinin oluşturdukları matematiksel ifade

Elde edilen tüm bu bulgular doğrultusunda öğrencilerin gerçekçi varsayımlara dayalı olarak matematiksel ifadeleri doğru bir şekilde oluşturdukları tespit edilmesine rağmen kullanılan matematiksel ifadelerin sadece sözel olarak belirtildiği; herhangi bir denklem, bağıntı, grafik gibi uygun gösterimler yoluyla matematiksel model kurma aşamasına geçilemediği görülmüştür. Dolayısıyla grup üyelerinin gerçekçi varsayımlar doğrultusunda durumu matematiksel olarak ifade etmelerine rağmen bir model geliştiremedikleri düşünülerek matematikselleştirme yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.2.2.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

Oluşturdukları matematiksel modeller üzerinde çözümlerini gerçekleştirmeye başlayan öğrencilerin bakteri sayılarının bir örüntü oluşturacak şekilde azalması gerektiği varsayım üzerinden yaptıkları matematiksel çözümleri aşağıdaki konuşmalar ortaya koymaktadır:

Hümeysra: 2.günden 1.günü çıkardığımızda 12, üçüncü günden 2.günü çıkardığımızda 60, dördüncü günden üçüncü günü çıkardığımızda 276 bulduk.

Abdurrahman: Bulduğumuz bu sayıları böleceğiz ki kaç katına çıkmış bulalım. 60'ı 12'ye böl. Sonra da 276'yı 60'a bölsene Hümeysra.

Hümeysra: Birisi 5, diğeri de 4,6 çıktı.

Mücahit: O zaman Abdurrahman'ın dediğine göre burada az bir azalma olduğu için çıkaracağız. Bunu da yapsana.

Hümeysra: 5'ten 4,6'yı mı çıkardım, 0,4 çıktı.

Mücahit: Çok iyi, şimdi 0,4 azaltacağız sürekli.

Zeynep: 4,6'yı 0,4'ten çıkar.

Hümeysra: 4,2 oldu. Şimdi 4,2 katı kadar azalacak. Yani 276'yı 4,2 ile çarpıyorum. Cevap 1.159,2 oldu.

5.gün bakteri sayısının ne kadar olması gerektiği yönünde çözümlerini gerçekleştiren öğrencilerin oluşturdukları matematiksel modele uygun bir şekilde 4.gündeki bakteri sayısının ne kadar azalacağını bulmak için gerçekleştirdikleri çözümlerin doğru olduğu belirlenmiştir. 5.gündeki bakteri sayısının 4.gündeki bakteri sayısından 1.159,2 eksik

olacağı sonucuna ulaşan öğrencilerin aşağıdaki gibi matematiksel çözümlerini devam ettirdikleri görülmüştür:

Hümeysra: 1.159,2 bulduk ama 512'den 1.159,2'yi nasıl çıkaracağız?

Zeynep: O zaman o sayının 512'den küçük olması lazım değil mi? Bilimsel gösterimde hoca anlatmıştı ya bize virgülü kaydırın sayı küçülsün. 115,92 oluyor. Virgülle de uğraşmayalım hatta. 115 olarak alalım onu. Şimdi 512'den 115'i çıkarabiliriz.

Hümeysra: Bana dediğin mantıklı gelmedi. Çünkü o zaman bulduğumuz sonucu kafamıza göre değiştirmiş olacağız.

Abdurrahman: Bence de. 276'yı 4,2 ile çarpınca 1.159,2 bulmuştuk. Yani 512'den 1.159,2'yi çıkarmamız gerekmez mi?

Hümeysra: Benim aklıma şöyle bir şey geldi arkadaşlar. 1.159,2 sayısını 1.159 olarak alabiliriz. Virgülden sonraki sayı önemsiz gibi. Şimdi 4.güne kadar bakterilerin sayısı milyon. Biz 300.000'e kadar ineceğiz. Burada 512'den 1.159'u çıkardığımızda sonuç negatif olacağı için artık binlere geçeceğiz demek ki.

Abdurrahman: Güzel bir fikir Hümeysra. Benim aklıma yattı bu.

Bahsi geçen konuşmalar incelendiğinde Hümeysra'nın 512'den 1.159,2'yi nasıl çıkarmaları gerektiği üzerine başlatmış olduğu tartışmada Zeynep, bilimsel gösterim konusunda yapmış oldukları gibi sayının içerisinde yer alan virgülü sola doğru kaydırarak sayının küçüleceğini ve böylece çıkarma işlemini yapabilecekleri önerisini getirmiştir. Grup üyelerinden Hümeysra Zeynep'in bu önerisine karşı çıkarak sayıları istedikleri gibi değiştirmenin doğru olmadığını söylemiştir. Böylece Zeynep'in sunmuş olduğu çözüm önerisi grup tarafından kabul görmemiştir. Bunun üzerine Hümeysra, 1.159,2 sayısında virgülden sonraki sayının sonuç üzerinde çok etkisinin önemli olmadığını söyleyerek bu sayıyı 1.159 olarak kullanabileceklerini belirtmiş; problemde bakteri sayısının milyonlardan binlere doğru azalması gerektiğini hatırlatarak bu durumu sonucun negatif tamsayı olması durumuyla ilişkilendirmiştir.

Gün	Saat	Bakteri Sayısı
1		250 m
2		3,8 m
3		788 u
4		512 b
5		672 b
6		575 b
7		146 b

azalıyor $\leftarrow 1.159,2 \rightarrow (1.159,8)$

$1.159 - 512 = 647 \rightarrow 5. \text{gün}$

$4,6 - 0,4 = 4,2 \rightarrow 3,8$

$(4.404,86) \leftarrow 4.404,96$

$4.404 - 647 = 3.757 \rightarrow (375, \text{bin}) \rightarrow 6. \text{gün}$

$3,8 - 0,4 = 3,4 = 14.976,864 \rightarrow (14.976,864)$

$14.976 - 375 = 14.601 \rightarrow (146) \rightarrow 7. \text{gün}$

Şekil 5.22. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun “Hastamız İyileşecek mi?” etkinliğinin çözümüne yönelik gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler

Öğrenci çözüm kâğıdına bakıldığında öğrencilerin çözümleri sonrasında bulmuş oldukları sayıları Zeynep’in sayıyı küçültme önerisini kabul etmemelerine rağmen binlik olarak okunabilecek şekilde küçülttükleri anlaşılmaktadır.

Kaydedilen alıntılar ve öğrenci çözüm kâğıdından ulaşılan bulgular dikkate alındığında öğrencilerin eksik oluşturdukları matematiksel modellerin çözümünde hataların yer aldığı düşünülerek matematiksel olarak çalıştıkları bu aşamada gösterdikleri yeterliklerin Düzey 2 seviyesinde kaldığı değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

5.1.2.2.5. Yorumlama aşaması:

Öğrenciler gerçekleştirmiş oldukları matematiksel çözümler sonrasında 7.gün sonunda bakteri sayısının 300.000’in altına inmesiyle birlikte tedavinin başarılı olduğu ve hastanın iyileşerek yaşamaya devam edeceği şeklinde yorumlama yapmışlardır. Bu nedenle matematiksel çözümlerinde hatalar olmasına rağmen öğrencilerin elde ettikleri sayısal sonuçları gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumladıkları düşünülerek yorumlama yeterliklerinin Düzey 4 seviyesinde olduğuna karar verilmiştir. Dolayısıyla Geleceğin Parlayan Yıldızları grubu öğrencilerinin “Hastamız İyileşecek mi?” problemini yorumlama yeterliklerine 4 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

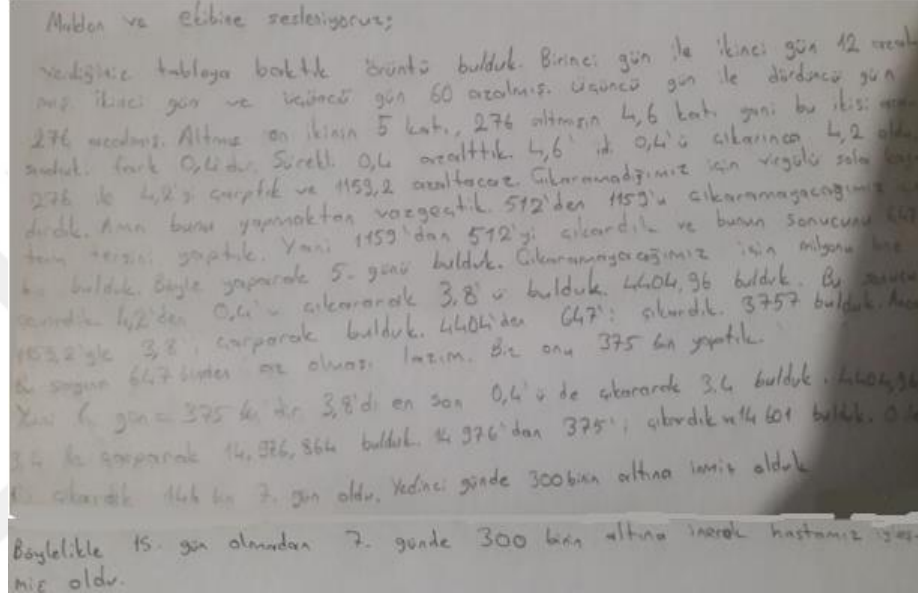
5.1.2.2.6. Doğrulama aşaması:

Öğrencilerin oluşturdukları matematiksel model üzerinde çözümlerini gerçekleştirirken 512'den 1.159,2'yi nasıl çıkaracakları üzerinde düşündükleri görülmüştür. Bu sırada Zeynep, sayının içerisinde yer alan virgülü sola doğru kaydırarak sayının küçüleceğini ve böylece çıkarma işlemini yapabilecekleri önerisini getirmiş; grup üyelerinden Hümeysra Zeynep'in bu önerisine karşı çıkararak sayıları istedikleri gibi değiştirmenin doğru olmadığını söylemiştir. Abdurrahman da 512'den 1.159,2'yi çıkarmaları gerektiğini belirterek aslında matematiksel modellerine uygun olacak şekilde çözümlerini gerçekleştirmeleri gerektiğini ifade etmiştir. Bu anlamda öğrencilerin çözümlerini oluşturdukları matematiksel modele uygun olup olmadığı yönünde kontrol ettikleri söylenebilir. Ancak Zeynep'in sayıyı küçültme önerisini kabul etmeyen grup üyelerinin sayısal sonuçları binlik olarak okuyabilecek şekilde küçülttüklerini fark etmelerine rağmen hiçbir şekilde bu hatayı düzeltmedikleri de tespit edilmiştir. Süreç sonunda grup üyeleri, 7.gün sonunda bakteri sayısının 300.000'in altına inmesinden dolayı hastanın iyileşeceği şeklinde bir yorumlamada bulunmuşlar, ancak bu yorumlamayı gerçek hayat durumu bağlamında kontrol etme çabası içerisine girmemişlerdir. Dolayısıyla öğrencilerin yorumlama aşamasına ilişkin herhangi bir doğrulama yaklaşımında bulunmadıkları görülmüştür. Bununla birlikte öğrencilerin doğrulama yeterliliğinin 3.alt göstergesi olan problemi çözmek için diğer yolları düşünme yeterliklerini ortaya çıkaran herhangi bir çalışma sergilemedikleri de görülmüştür. Dolayısıyla öğrencilerin kısmen doğrulama yaklaşımında bulundukları ve belirlenen hataları bir ölçüde düzelttikleri anlaşılarak doğrulama yeterliklerinin Düzey 3 seviyesinde olduğu değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 6 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.2.2.7. Raporlaştırma aşaması:

Modelleme sürecinin son basamağını oluşturan raporlama aşamasında öğrencilerden beklenen modelleme sürecinin nasıl gerçekleştirildiği hakkında anlaşılır bir şekilde açıklamada bulunmalarıdır. Bu anlamda öğrenciler tarafından yazılan rapor incelendiğinde hangi varsayımların üretildiği, belirlenen matematiksel modele uygun çözümlerin nasıl gerçekleştirildiği ve hangi yorumlamalarda bulunduğu net bir şekilde

anlaşılmaktadır. Dolayısıyla öğrenciler tarafından yazılan raporun çözüm süreci hakkında yeteri kadar bilgi vermesi ve okuyucu tarafından net bir şekilde anlaşılması özelliklerini taşıdığı görülmüş, öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerini Düzey 3 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilerek bu yeterliklerine 2 puan üzerinden tam puan verilmiştir.



Şekil 5.23. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun hazırladığı rapor

Düzey 4	Düzey 4	Düzey 4		Düzey 4		
					Düzey 3	Düzey 3
			Düzey 2			
Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Raporlaştırma

Şekil 5.24. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun “Hastamız İyileşecek mi?” problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri

5.1.3. “Gülten DAYIOĞLU ile Buluşmaya Ne Dersin?” problemine ilişkin elde edilen bulgular

5.1.3.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’na ait bulgular

5.1.3.1.1. Problemi anlama aşaması:

Verilen problemi okuyan öğrenciler arasında problemi anlamak ve genel durumu açıklamaya yönelik şu konuşmalar kaydedilmiştir:

Tuba: Okul müdürü bir yazarı okula çağıracaktı. Çocuklar bahçede yazarla buluşacaklar.

Melisa: Bize bahçeye en fazla ne kadar öğrenci sığabilir diye soruyor. Bunu hesaplayıp okul müdürüne de açıklayacaktınız.

Hayrunnisa: Okul binası ve futbol sahasını da vermiş, bunları içerisinde öğrenci olmayacak mı?

Tuba: Hayrunnisa, bak (etkinlik kâğıdını göstererek). Soruda “Okul bahçesine sığabilecek en fazla öğrenci sayısını hesapla” diyor. Demek ki öğrenciler sadece bahçede olacak.

Melike: Sayıyı bizden niye istiyor? Öğrenciler koskoca bahçeye sığamayacak mı?

Hayrunnisa: Okul müdürü sadece kendi okulundaki öğrencileri çağırmayacak ki. Gümüşhane ve Erzincan’daki bazı okullardan da öğrenciler katılmak istiyorlarmış. Okul müdürü de demek ki bu etkinliği düzenliyor ya demek ki bir sayı belirleyecek, ona göre öğrencileri çağıracak. Biz müdüre yardım edeceğiz.

Tuba: Kontenjan gibi düşünelim. Hani bir şeyin kontenjanı olur da fazlasını çağırılmazlar ya onun gibi işte.

Melike: Şimdi anladım. O zaman bir sürü öğrenci gelmek istiyor ama hepsini davet etmek mümkün değil.

Yukarıda bahsi geçen konuşmalar incelendiğinde problemde kendilerinden istenenin bahçeye en fazla kaç öğrencinin sığabileceğini hesaplamak ve nasıl hesapladıklarını okul müdürüne açıklamak olduğunu belirlemişlerdir. Etkinlik kâğıdında okul bahçesi ve futbol sahasının ölçülerinin verildiğini fark eden Hayrunnisa, arkadaşlarına davet edilecek öğrencilerin okul binası ile futbol sahası içinde olup olmayacağını sormuştur. Tuba, problem metninde geçen bir cümleyi okuyarak öğrencilerin sadece bahçede

olmaları gerektiğini vurgulamıştır. Bir süre sonra Melike, imza günü etkinliğine sadece okulun öğrencilerinin katılacağını düşünerek bahçeye bu öğrencilerin zaten sığacağını belirtmiş; bu nedenle arkadaşlarına sığabilecek en fazla öğrenci sayısını neden hesaplamaları gerektiği sorusunu iletmıştır. Melike'nin bu sorusu üzerine Hayrunnisa, imza gününe sadece okul müdürünün kendi okulundaki öğrencileri değil aynı zamanda Gümüşhane ve Erzincan'daki bazı okullardan da öğrencileri davet edeceği yanıtını vermiştir. Sonuç olarak öğrenciler problemde belirtilen durumu birçok kişinin davete katılmak istemesi ve okul müdürünün bir sayı belirleyerek bu sayıya göre öğrencileri davet edeceği olarak belirlemişler, bu konu hakkında okul müdürüne yardımcı olmalarının istendiğini ifade etmişlerdir.

Alıntılardan da anlaşılacağı üzere öğrencilerin problemde verilenleri kendi cümleleriyle ifade edebildikleri ve bu verilene göre problemde neler istendiğini yorumlayabildikleri anlaşılmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin problemi tam olarak anladıklarını gösteren ifadelere yer verdikleri, verilenleri ve istenenleri belirleyerek bunlar arasında uygun bir ilişki kurabildikleri düşüncesiyle problemi anlama yeterliklerini Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri tespit edilerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.3.1.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

Öğrencilerden problemi daha anlaşılır hale getirmek için hangi değişkenleri nasıl kullanacaklarını belirlemelerinin istendiği bu aşamaya yönelik gerçekleştirilen konuşmalar aşağıdaki gibi olmuştur:

Hayrunnisa: Burada (etkinlik kâğıdını göstererek) bir tane futbol sahası var. Futbolda 11 kişi oynar. 2 takım olduğuna göre 22 kişi olacak. O zaman sahaya 22 kişi sığabilir.

Melisa: Ama öğrenciler sahada değil bahçede olacaklar.

Hayrunnisa: Doğru diyorsun da bunun için sahayı kullanabiliriz diyorum. Şimdi sahaya 22 kişi sığdığını bulduk ya belki bahçeye de kaç kişi sığacağını tahmin edebiliriz.

Hayrunnisa, etkinlik kâğıdında verilen futbol sahasının ölçülerine baktığı sırada arkadaşlarına futbol sahasında 2 takımın oynayacağı ve bir takımın da 11 kişiden oluştuğu bilgisini vererek futbol sahasına 22 kişinin sığabileceği varsayımında bulunmuştur. Bu öneri üzerine Melisa öğrencilerin bahçede olmaları gerektiğini hatırlatarak bu varsayımı kullanmalarının gereksiz olacağını ifade etmiş, Hayrunnisa ise bu bilgiden yararlanarak bahçeye kaç kişinin sığabileceği konusunda tahminlerde bulunabileceklerini belirtmiştir. Gerçekleşen bu tartışma sonrası öğrencilerin farklı varsayımlarda bulunmaya devam ettikleri görülmüştür:

Tuba: Öğrenciler bahçede olacak diyoruz ama bahçenin ölçülerini bilmiyoruz ki.

Melisa: Tahminen yapsak olur mu? Mesela bize futbol sahası ile okulun ölçüleri verilmiş ye onlara bakarak tahmin yürütebiliriz.

Hayrunnisa: Bahçenin en üstteki kenarını bulalım, bakalım olacak mı?

Hayrunnisa: Arkadaşlar bu kenara iki tane saha bir tane de okul sığabilir. Sahanın uzun kenarını, okulun da kısa kenarını kullanacağız.

Melike: Bahçenin üst kenarını bulduk. O zaman Melisa'nın dediği gibi yapalım. Diğer kenarları nasıl bulacağız?

Hayrunnisa: Şurada (etkinlik kâğıdını göstererek) dışa doğru taşan kenar ile okul binasının üst kenarını birleştirip uzatalım. Aynısını altta da yapabiliriz. Şu köşe ile okulun kenarını birleştirip uzatalım yine.

Melisa: Bu üsttekiler (etkinlik kâğıdını göstererek) dikdörtgen oldu bakın. Bu dikdörtgenlerin karşılıklı kenarları eşit olacak.

Tuba: En altta da bir tane üçgen çıktı.

Melike: Sahayı da uzatalım. Bu arada (etkinlik kâğıdını göstererek) bir boş kenar var, oraya 2 diyebiliriz mesela.

Tuba: Kesin mi?

Melike: Tahmin ediyoruz ya Tuba, kesin değil tabi ki.

Tuba: O zaman şu üçgenin küçük kenarı var ya orası en küçük olacak, ona da 1 diyelim.

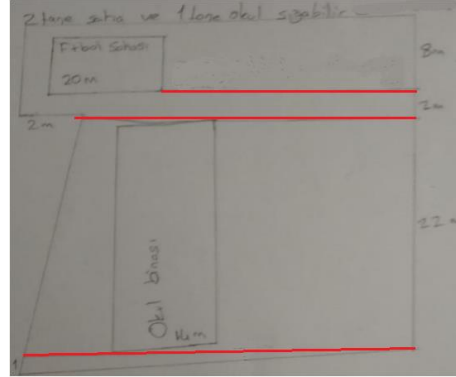
Hayrunnisa: Şurada okulun arkasında eğik bir kenar var, burası kaç olabilir?

Melike: O çizgi zaten düz, sen eğik çizmişsin.

Hayrunnisa: Evet yanlış çizmişim, neyse artık. Bir de şu dışa doğru taşan kenar var, oraya da 2 diyebiliriz.

Melisa: Bahçenin en alt kenarı gerçekten eğik, bunu bulmaya gerek yok. Çünkü üçgenin alanında bunu kullanmayacağız zaten.

Tuba'nın öğrencilerin bahçede olması gerektiğini ancak bahçenin ölçülerini bilmediklerini söylemesi üzerine grup üyeleri bahçenin ölçülerini nasıl bulabilecekleri hakkında fikirlerini söylemeye başlamışlardır. Bu doğrultuda Melisa etkinlik kâğıdında okul bahçesi ile futbol sahasının ölçülerinin verildiğini belirtmiş, verilen bu ölçülerden yararlanarak bahçenin kenar uzunluklarını tahminen bulabilecekleri yönünde bir öneri sunmuştur. Bu önerinin kabul edilebilir olup olmadığı konusunda ilk tahmin yürüten öğrenci Hayrunnisa olmuştur. Hayrunnisa bahçenin üstteki kenar uzunluğunun içine 2 tane futbol sahasının uzun kenarının ve 1 tane okul bahçesinin kısa kenarının sığabileceği varsayımında bulunarak bu kenar uzunluğunu tahminen bulabileceklerini ifade etmiştir. Böylece Melike, Melisa'nın oluşturduğu stratejinin probleme uygun olduğunu düşünerek diğer kenar uzunluklarını nasıl bulacakları yönünde bir soru sormuştur. Grup üyeleri, dışa doğru taşan kenar ile aynı doğrultuda bulunan okul binasının kısa kenarının birleştirilip uzatılması ve bahçenin en altta bulunan köşesi ile aynı doğrultuda bulunan okul binasının kısa kenarının birleştirilip uzatılması halinde dikdörtgensel bölgelerin oluştuğunu fark etmişlerdir. Böylece oluşan dikdörtgenlerin karşılıklı kenar uzunluklarının birbirine eşit olacağı ifade edilmiştir. Ölçüleri verilmeyen diğer kenar uzunluklarını da okul binası ile futbol sahasının kenar uzunluklarına göre karşılaştırarak tahmin eden öğrenciler; sahanın alttaki uzun kenarının uzatılmasıyla arada oluşan boşluğun 2m, oluşan üçgenin kısa kenarının 1m ve dışa doğru taşan kenar uzunluğunun da 2 m olabileceği şekilde tahminlerde bulunmuşlardır. Bununla birlikte Hayrunnisa okul binasının arkasında eğik bir çizginin olduğunu fark ederek bu çizginin kenar uzunluğunun kaç olabileceği yönünde bir soru sormuş, Melike arkadaşlarının eğik olarak çizdikleri bu kenarın etkinlik kâğıdında düz olarak verildiğini fark ederek bu durumu arkadaşlarına söylemiştir. Melisa bahçenin en altında bulunan eğik çizginin uzunluğunun üçgenin alanını hesaplarken kullanılmayacağı düşüncesiyle bu kenarın uzunluğunu bulmalarının gereksiz olduğunu belirtmiştir.



Şekil 5.25. Okul bahçesinin büyüklüğünü bulmak için gerçekleştirilen çizim

Yukarıda verilen alıntılardan ve yazılı öğrenci çözüm kâğıdından elde edilen bulgular ışığında öğrencilerin bahçede olmaları gerektiğini anlayan grup üyeleri, futbolun onbirer kişilik iki takım şeklinde oynandığı bilgisinden hareketle futbol sahasına 22 kişinin sığabileceği varsayımında bulunmuşlardır. Dolayısıyla bu varsayım ile birlikte öğrenciler, futbol sahasına sığacak olan kişi sayısının sahanın büyüklüğünden bağımsız olduğunu düşünerek hareket etmişlerdir. Öğrencilerin bahçede olması gerektiğini anlayan grup üyeleri, bahçenin kenar uzunluklarını bilmediklerini fark ederek bu kenar uzunluklarının okul binası ile futbol sahasının ölçülerinden yararlanarak tahmin edilebileceği şeklinde bir strateji oluşturmuşlardır. Oluşturulan bu strateji doğrultusunda öğrencilerin okul binası ve futbol sahasının ölçüleri ile bahçenin kenar uzunlukları arasında karşılaştırmalar yaparak verilmeyen ölçüler hakkında gerçekçi tahminlerde bulundukları görülmüştür. Bununla birlikte öğrenciler, bahçenin eğik olarak verilen kenarın üçgenin alanını hesaplamada kullanılmayacağı düşüncesiyle bu kenarın uzunluğunu bulmaya gerek duymamışlardır. Tüm bu bulgulardan hareketle öğrencilerin problemi sadeleştirdikleri, gerekli ve gereksiz değişkenleri belirledikleri görülürken oluşturulan varsayımlardan büyüklüğüne bakılmaksızın futbol sahasına 22 kişinin sığabileceği düşüncesinin bir ölçüde kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin problemi sadeleştirme yeterliklerini Düzey 3 seviyesinde sergiledikleri tespit edilerek bu yeterliklerine 3 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.3.1.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

Hayrunnisa'nın futbol sahasına 22 kişinin sığabileceği varsayımı üzerinden durumu matematikselleştirmeye başladıkları görülmüştür. Bu sırada öğrenciler arasında gerçekleşen konuşmalar aşağıdaki gibi kaydedilmiştir:

Melike: Futbol sahasına 22 kişi sığabilir dedik ya bir kişinin ne kadar yer kapladığını buradan burabiliriz.

Tuba: Evet Melike.  nce sahanın alanını bulalım. Bulduğumuz bu alanı 22'ye bölersek bir kişinin ne kadar yer kapladığını biliriz.

Bir kişinin ne kadar yer kaplayacağı durumunu matematiksel ifadelerle doğru bir şekilde belirten öğrencilerin bahçenin kenar uzunluklarını bulmaya yönelik tartışmaya başladıkları görülmüştür.

Hayrunnisa: Bahçenin en üst kenarına sahanın uzun kenarından 2 tane, okulun kısa kenarından 1 tane sığacağı için 2 ile 19,87'yi çarpacağız. Bulduğumuz sonuçla da 13,65'i toplayacağız.

Tuba: Bulduğumuz sonuçtan 2'yi çıkarırsak alttaki üçgenin uzun kenarını da buluruz.

Belirlenen varsayımlar doğrultusunda bahçenin kenar uzunluklarının nasıl bulunacağıyla ilgili matematiksel modellerini yukarıdaki gibi oluşturan öğrenciler, çizimleri sonucunda iki tane dikdörtgensel ve bir tane de üçgensel bölgenin oluştuğunu fark etmişler, bu doğrultuda davet edilecek öğrencilerin yerleştirileceği bahçenin alanının hesaplanmasına yönelik matematiksel modeller kurmuşlardır.

Melisa: En alttaki üçgenin alanını bulurken tabanı ile yüksekliği çarpıp 2'ye böleceğiz. Zaten o eğik çizgiyi kullanmayacağız.

Hayrunnisa: Bu   genin üstünde de iki tane dikdörtgen var, bunların alanlarını bulurken de kısa kenarla uzun kenarı çarpacağız.

Tuba: Ama buraların içinde saha ile okul var. Biz  ğrencileri buralara almayacağız. Onun için bulduğumuz alanlardan okul ve sahanın alanlarını çıkmamız lazım.

Melisa: Saha da okul da dikdörtgen. Burada da kısa kenarla uzun kenarı çarpalım, sonra çıkarırız.

Öğrencilerin yerleştirildiği bahçenin alanını hesaplamada kullanacakları modeli belirleyen grup üyelerinin son aşamada bahçeye kaç kişinin sığabileceği sorusunun cevabını aramaya yönelik durumu aşağıdaki gibi matematiksel olarak ifade etmişlerdir:

Melike: Bulduğumuz tüm alanları toplayalım. Bahçenin alanını buluruz böylece.

Tuba: Bulduğumuz bu sonucu da bir kişinin kapladığı alana bölersek kaç kişinin sığacağını buluruz.

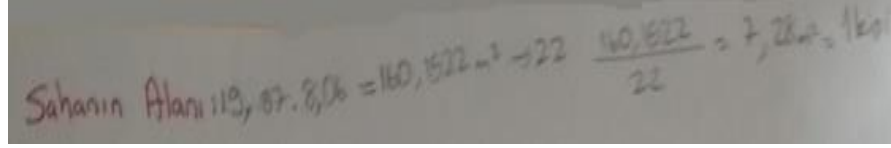
Grup üyeleri, “Bahçenin alabileceği en fazla öğrenci sayısı kaçtır?” sorusuna cevap verebilmek için bulmuş oldukları alanların toplamını bir kişinin kapladığı alana bölünmesi şeklinde matematiksel modellerini oluşturmuşlardır.

Verilen alıntılardan Muhteşem Dörtlü Grubu’nun bir kişinin ne kadar yer kapladığı, öğrencilerin yerleştirileceği bahçenin alanının ne kadar olduğu ve bahçeye en fazla ne kadar öğrencinin sığabileceği sorularına ilişkin değişkenleri matematiksel olarak ifade ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin oluşturdukları varsayımlara uygun bir şekilde gerekli nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematikselleştirmelerine rağmen problemin çözümüne ilişkin bir matematiksel modelin geliştirilemediği tespit edilmiştir. Bu nedenle öğrencilerin oluşturdukları bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda matematikselleştirme aşamasına ilişkin tüm alt yeterlikleri göstermede eksik kaldıkları tespit edilmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin matematikselleştirme yeterliklerini Düzey 2 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

5.1.3.1.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

Futbol sahasına 22 kişinin sığabileceği varsayımından hareketle bir kişinin ne kadar yer kapladığını bulmak isteyen öğrenciler ilk olarak futbol sahasının alanını bulmuşlardır. Futbol sahasının dikdörtgen şeklinde olduğunu fark eden grup üyeleri, futbol sahasına ait kısa kenar (8,06 m) ile uzun kenarı (19,87 m) çarparak alanını $160,1522 m^2$ olarak hesaplamışlardır. $160,1522 m^2$ ’lik alana 22 kişinin sığacağını düşünen öğrenciler daha

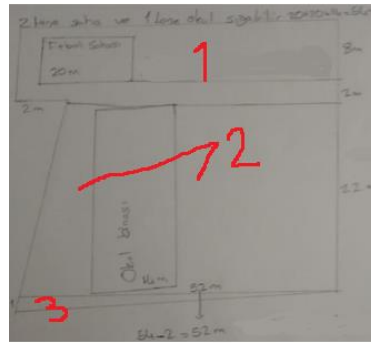
sonra buldukları bu sonucu 22'ye bölerek bir kişinin $7,28 \text{ m}^2$ 'lik yer kapladığı sonucuna ulaşmışlardır.



Sahanın Alanı $160,522 \text{ m}^2 \rightarrow 22 \frac{160,522}{22} = 7,28 \text{ m}^2$

Şekil 5.26. Öğrencileri bir kişinin ne kadar yer kapladığını bulmaya yönelik yaptıkları matematiksel çözümler

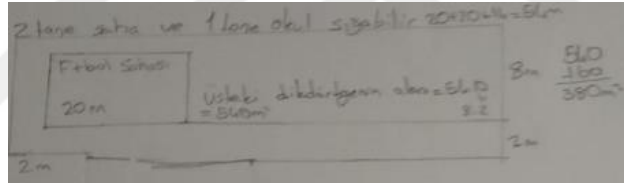
Bahçenin kenar uzunluklarının verilmediğini gören öğrenciler, bu kenar uzunluklarını bulmaya yönelik matematiksel çözümlerini gerçekleştirmeye devam etmişlerdir. Bahçenin en üst kenarına futbol sahasının uzun kenarından 2 tane ve okul binasının kısa kenarından 1 tane sığabileceği tahmininde bulunan öğrencilerin bu kenar uzunluğunu bulabilmek için futbol sahasının uzun kenarı olan $19,87 \text{ m}$ 'yi 20 m 'ye; okul binasının kısa kenarı olan $13,65 \text{ m}$ 'yi de 14 m 'ye yuvarlayarak işlemlerini gerçekleştirdikleri görülmüştür. Bu anlamda gerçekleştirilen matematiksel çözümler sonrasında bahçenin en üst kenarı 54 m olarak hesaplanmıştır. Tuba'nın buldukları bu sonuçtan 2 'yi çıkararak alttaki üçgen şeklindeki bölgenin uzun kenarını bulabileceklerini söylemesi üzerine öğrenciler 54 'ten 2 'yi çıkararak oluşan üçgenin uzun kenarını da 52 m olarak bulmuşlardır.



Şekil 5.27. Öğrencilerin bahçenin kenar uzunluklarını bulmaya yönelik matematiksel çözümleri

Oluşturdıkları varsayımlar ve gerçekleştirdikleri matematiksel çözümler neticesinde bahçenin kenar uzunluklarını bulan grup üyeleri, imza günü etkinliğine davet edilecek

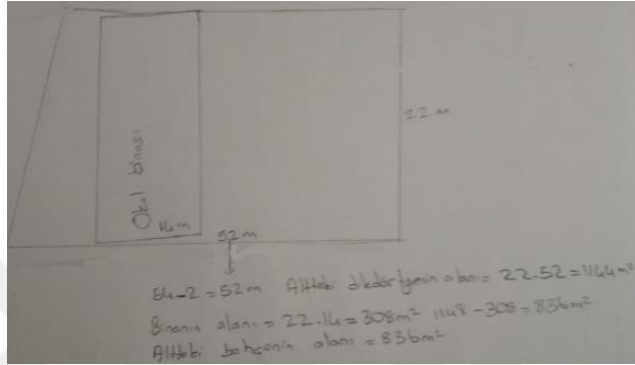
olan öğrencileri bahçenin tamamına yerleştirmeye karar verdikten sonra oluşan şekillerin alanlarını hesaplamaya başlamışlardır. Bu bağlamda etkinlik kâğıdında verilen şekli düzgün geometrik şekillerin oluşacağı şekilde üç parçaya ayıran öğrenciler, ilk olarak 1 numaralı dikdörtgen şeklindeki alanı bulmaya başlamışlardır. Bu bölgenin kısa kenarının 8 m ve 2m uzunluğundaki iki kenardan oluştuğunu gören öğrenciler, bu iki kenarı toplayarak bu dikdörtgensel bölgenin kısa kenar uzunluğunun 10 m olduğunu bulmuşlardır. Böylece bu dikdörtgensel bölgenin uzun kenarının 54 m, kısa kenarının ise 10 m uzunluğunda olduğu sonucuna ulaşan öğrenciler; 54 ile 10'u çarparak 1 numaralı bölgenin alanını 540 m^2 olarak hesaplamışlardır. Muhteşem Dörtlü grubu öğrencileri, 20'ye ve 8'e yuvarlamış oldukları kenar uzunluklarını çarparak futbol sahasının alanını da 160 m^2 olarak hesaplamışlardır. 1 numaralı bölgede yer alan bahçenin alanını bulmak için bu bölgenin alanından futbol sahasının alanının çıkarılması şeklinde matematiksel model oluşturan öğrenciler, 540'tan 160'ı çıkarak bu bölgede bulunan bahçenin alanını 380 m^2 olarak bulmuşlardır.



Şekil 5.28. 1 numaralı bölgede oluşan bahçenin alanını bulmaya yönelik gerçekleştirilen işlemler

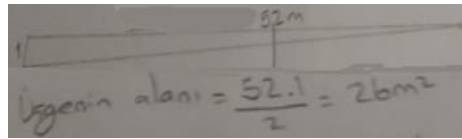
Etkinlik kâğıdında verilen şekli çözüm kâğıdına geçirerek hesaplamalarını çizdikleri bu şekil üzerinde gerçekleştiren öğrencilerden Melisa, okul binasının arkasında yer alan düz kenarı eğik olarak çizdiklerini fark etmiş ve bunu grup arkadaşlarına söylemiştir. Bunun üzerine Hayrunnisa şekli tekrar çizmek istemediğini belirterek arkadaşlarından bu çizgiyi düz olarak kabul etmelerini istemiştir. 2 numaralı bölgede yer alan bu çizgiyi etkinlik kâğıdındaki gibi düz olarak kabul eden öğrenciler, burada da bir dikdörtgen oluştuğunu belirterek hesaplamalarını bu dikdörtgen üzerinden gerçekleştirmişlerdir. Bu anlamda oluşturdukları varsayımlar ve gerçekleştirmiş oldukları işlemler neticesinde bu dikdörtgenin uzun kenarını 52 m ve kısa kenarını 22 m olarak bulan öğrenciler, 52 ile 22 sayılarını çarparak bu dikdörtgenin alanını 1.144 m^2 olarak hesaplamışlardır. Bununla birlikte okul binasının alanını da hesaplamak isteyen öğrencilerin okul bahçesinin uzun kenarı olan 21,78 m'yi 22 m'ye, kısa kenarı olan 13,65 m'yi de 14

m'ye yuvarlayarak işlemlerini gerçekleştirdikleri görülmüştür. Bu anlamda öğrenciler, 22'ye ve 14'e yuvarlamış oldukları kenar uzunluklarını çarparak okul binasının alanını da 308 m^2 olarak hesaplamışlardır. 2 numaralı bölgede yer alan bahçenin alanını bulmak için bu bölgenin alanından okul binasının alanının çıkarılması şeklinde matematiksel model oluşturan öğrenciler, 1.144'ten 308'i çıkararak bu bölgede bulunan bahçenin alanını 836 m^2 olarak bulmuşlardır.



Şekil 5.29. 2 numaralı bölgede oluşan bahçenin alanını bulmaya yönelik gerçekleştirilen işlemler

Gerçekleştirmiş oldukları varsayım ve matematiksel çözümler neticesinde en altta oluşan üçgensel bölgenin uzun kenarını 52 m ve kısa kenarını 1 m olarak bulan öğrenciler; bu bölgenin alanını bulmak için üçgenin alanı üzerinden oluşturdukları matematiksel modele uygun olarak 52 ile 1'i çarpmışlar, buldukları 52 sonucunu da 2'ye bölerek bu bölgenin alanını da 26 m^2 olarak hesaplamışlardır.



Şekil 5.30. 3 numaralı bölgede oluşan bahçenin alanını bulmaya yönelik gerçekleştirilen işlemler

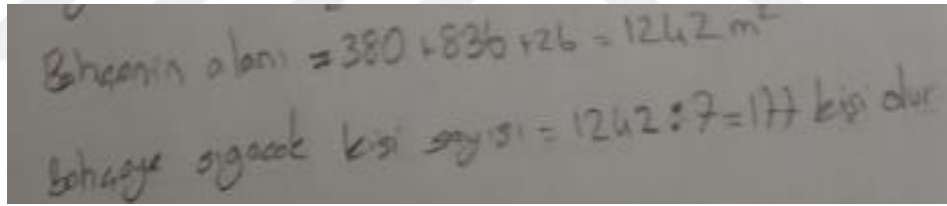
Öğrencilerin yerleştirileceği bahçenin alanını bulmak için çizmiş oldukları düzgün geometrik şekle sahip bölgelerin alanlarını bulan grup üyeleri, gerçekleştirmiş oldukları matematiksel çözümler neticesinde buldukları bu alanları toplamışlardır. Bu anlamda imza günü etkinliğine katılacak öğrencilerin toplamda 1.242 m^2 'lik bir alana yerleştirileceği sonucuna ulaşan Muhteşem Dörtlü grubu, bir kişinin $7,28 \text{ m}^2$ 'lik yer

kapladığı sonucuna ulaştıklarını hatırlayarak bu iki sonucun birbirine bölümü üzerinden oluşturdukları matematiksel modele uygun olarak 1.242'yi 7,28'e bölmeye karar vermişlerdir. Arkadaşlarının bu işlemi gerçekleştirdikleri sırada Tuba bir öneri sunmuş, bu öneri doğrultusunda grup üyelerinin aşağıdaki gibi konuşmaya başladıkları görülmüştür:

Tuba: Bir kişi 7,28 m^2 'lik yer kaplıyor, burada en fazla kaç kişi sığabilir dediği için biz bunu direk 7'ye yuvarlayalım. Böylece daha az yer kaplar, daha çok kişi sığar bahçeye.

Melisa: Bana göre mantıklı. 1.242'yi 7'ye bölelim.

Gerçekleşen konuşmalar doğrultusunda daha fazla kişinin sığması için bir kişinin kapladığı alanı 7,28 m^2 olarak bulan öğrenciler bu sonucu 7'ye yuvarlayarak hesaplamalarını bu sayıya göre gerçekleştirmeye karar vermişlerdir. Bu anlamda bahçeye kaç kişinin sığabileceği sorusuna yönelik öğrenciler 1.242'yi 7'ye bölmüşlerdir.



Bahçenin alanı = $380 \cdot 836 + 26 = 1242 m^2$
Bahçeye sığacak kişi sayısı = $1242 : 7 = 177$ kişi olur

Şekil 5.31. Öğrencilerin bahçeye kaç kişinin sığabileceği sorusuna yönelik yaptıkları matematiksel işlemler

Elde edilen tüm bu bulgular incelendiğinde grup üyelerinin kendi matematiksel yeteneklerini doğru bir şekilde kullandıkları görülmüştür. Bu bağlamda dikdörtgen ve üçgenin özelliklerinden yararlanarak başarılı bir şekilde kenar uzunluklarını ve alanları hesapladıkları, ölçü birimlerini uygun bir şekilde belirttikleri, hesaplama aşamasında kendilerine kolaylık sağlaması açısından sayıları doğru bir şekilde yuvarladıkları, bununla birlikte dört işlem becerilerini de etkili bir şekilde kullandıkları anlaşılmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin eksik oluşturdukları matematiksel modelleri kullanarak doğru matematiksel çözüme ulaştıkları tespit edilmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin matematiksel olarak çalışma yeterliklerini Düzey 3 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.3.1.5. Yorumlama aşaması:

Öğrencilerin gerçekleştirmiş oldukları matematiksel çözümleri gerçek hayata ilişkin yorumlamaya geçtikleri bu aşamada şu konuşmaları gerçekleştirdikleri görülmüştür:

Melisa: 1.242'yi 7'ye böldüğümüzde cevap 177,428... gibi bir şey çıkıyor.

Hayrunnisa: Bunun tam olması lazım. Düşünsene 177,428 kişi diye bir şey olmaz yani. Biz cevaba 177 yazalım.

177,428...sonucuna ulaşan öğrenciler bu sonucun kişi sayısını temsil ettiği için tamsayı olması gerektiğini ifade etmişler ve bu durumu bahçeye en fazla 177 kişinin sığabileceği şeklinde yorumlamışlardır. Böylece öğrencilerin elde ettikleri sonuçların gerçek hayatta uygulanabilirliği üzerinde konuştukları ve gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlamada bulundukları belirlenmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin yorumlama yeterliklerini Düzey 5 seviyesine uygun bir şekilde gerçekleştirdikleri değerlendirilerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.3.1.6. Doğrulama aşaması:

Öğrencilerin süreç içerisinde matematiksel işlemlerini gerçekleştirirken bir yandan da çözümlerini kontrol ettikleri, birbirlerine çözümlerde herhangi bir hata yapıp yapmadıkları konusunda sorular sordukları görülmüştür. Bu duruma örnek olarak aşağıdaki konuşmalar gösterilebilir:

Tuba: Alttaki bahçenin alanını bulurken 22 ile 52'yi çarptım. 1.144 çıktı. Sonra okulun alanını da 308 buldum. Bunların ikisini de çıkarınca 844 buldum ben. Bir de sen baksana Hayrunnisa bir yanlış var mı?

Hayrunnisa: Orada bir kenarı 22, diğeri de 52 bulduk değil mi? Şimdi çarpıyorum ikisini de (telefonda işlemi yapıyor). Evet bunun sonucu 1.144, doğru yapmışsın. Okulun da 22 ve 14'e yuvarlamıştık. Onları da çarpınca cevap 308 çıkıyor.Sen de mi böyle dedin?

Tuba: Evet, okula 308 demiştim.

Hayrunnisa: Sıkıntı yok o zaman. Bu ikisini de çıkarıyorum şimdi (telefonda işlemi yapıyor) 1.144 eksi 308 eşittir 836 olacak o da.

Tuba: Ben niye onu 846 buldum? Doğru ya ben 8'den 4'ü çıkarmışım. 4'ten 8 çıkmaz ki.

Melisa: Onu düzeltin kâğıtta, unutmayalım.

Öğrencilerin bahçeye 177 kişi sığabilir şeklinde vermiş oldukları cevabı da gerçek yaşam bağlamında doğrulamaya çalıştıkları şu konuşmalardan anlaşılmaktadır:

Melike: Bahçeye gerçekten 177 kişi sığabilir mi?

Tuba: Sığar, niye sığmasın ki? Bizim okulda ilkokulu da katsan 150 öğrenci vardır, hepsini bahçeye alsan sığmaz mı? Zaten İstiklal Marşı'nı beraber okuyoruz dışarıda.

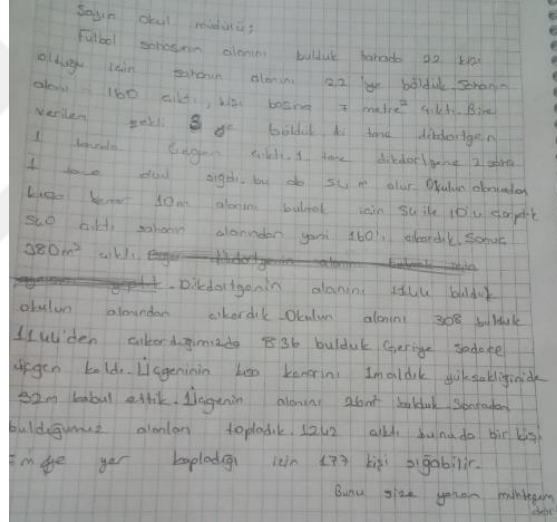
Melike: Doğru diyorsun, hatta çok daha fazlası da sığar, burada sahanın arkası var, sonra okulun arkası var. Oralarda da öğrenciler olacak burada.

Elde edilen bulgulardan hareketle öğrencilerin gerçekleştirdikleri matematiksel çözümleri ve problemin çözümüne yönelik “Bahçeye 177 kişi sığabilir.” şeklinde vermiş oldukları cevabın gerçek yaşamdaki karşılığını doğrulamaya çalıştıkları belirlenmiştir. Ancak bahsi geçen bu durumların dışında öğrencilerin oluşturulan varsayımlar, bu varsayımlara dayalı olarak oluşturulan matematiksel modellerle ilgili herhangi bir doğrulamada bulunmadıkları görülmüştür. Ayrıca grup üyelerinin mevcut çözüm yöntemlerinin dışında problemin başka yollarla çözülüp çözilemeyeceği sorusuna ilişkin cevap aramadıkları da belirlenmiştir. Dolayısıyla grup üyelerinin bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulundukları ve belirlenen hataları düzelttikleri değerlendirilerek bu yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde sergiledikleri anlaşılmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin doğrulama yeterliklerine 6 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.3.1.7. Raporlaştırma aşaması:

Öğrencilerin yazmış oldukları rapor incelendiğinde grup üyelerinin birçok varsayımda bulunmalarına rağmen yalnızca futbol sahasına 22 kişinin sığabileceği ve oluşan üçgenin kısa kenar uzunluğunun 1 m olarak kabul edildiği anlatılmış, oluşturulan diğer varsayımlar hakkında herhangi bir bilgi verilmemiştir. Bu nedenle raporda hangi

değişkenlerin nasıl kullanıldığıyla ilgili yeterince anlaşılır ifadelerin bulunmadığı tespit edilmiştir. Öğrencilerden modelleme süresince önce oluşturulan matematiksel modeller sonra da bu matematiksel modellerin çözümü hakkında bilgi vermeleri beklenmektedir. Bu anlamda öğrencilerin yazılan raporda sadece matematiksel olarak çalışmalarını neticesinde elde ettikleri matematiksel sonuçlardan bahsettikleri görülmüştür. Bu bağlamda raporun süreç boyunca oluşturulan matematiksel modeller hakkında herhangi bir bilgi içermediği anlaşılmaktadır. Elde edilen tüm bu bulgulardan hareketle raporun çözüm süreci hakkında bir ölçüde bilgi verdiği ve okuyucu tarafından yeteri kadar anlaşılmadığı tespit edilerek öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerinin Düzey 2 seviyesinde olduğu değerlendirilmiştir. Bu nedenle öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerine 2 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.



Şekil 5.32. Muhteşem Dörtlü Grubu öğrencileri tarafından yazılan rapor

Düzey 5				Düzey 5		
					Düzey 4	
	Düzey 3		Düzey 3			
		Düzey 2				Düzey 2
Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Raporlaştırma

Şekil 5.33. Muhteşem Dörtlü Grubu'nun "Gülten DAYIOĞLU ile Buluşmaya Ne Dersin?" problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri

5.1.3.2. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'na ait bulgular

5.1.3.2.1. Problemi anlama aşaması:

Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu öğrencilerinin problem metnini Mücahit'in okumasını istemeleri üzerine Mücahit problemi okumaya başlamıştır. Mücahit problemi okumaya devam ettiği sırada Gülten DAYIOĞLU ismini duyan Zeynep'in "Çok ünlü bir yazar, kitapları da çok güzel arkadaşlar." demesi dikkat çekmiştir. Problemin okunması tamamlandıktan sonra öğrenciler problemi anlamaya yönelik fikirlerini söylemeye başlamışlardır:

Zeynep: Arkadaşlar ben bu yazarın birkaç kitabını okumuştum, çok hoşuma gitmişti. Bazen televizyonlarda da gösteriyorlar, böyle ünlü kişiler insanlarla buluşuyor. İnsanlar o yazarın kitaplarını getiriyorlar, yazarla konuşup kitabın ön sayfasına imza attırıyorlar. Hatta bunun için çadırlar falan kuruluyor.

Hümeyra: Doğru diyorsun, ben de magazinde izlemiştim. Ama burada çadır değil de okulun bahçesinde toplanacaklarmış.

Mücahit: Okul müdürü okulda olduğu için okulun bahçesini seçmiş. Bu imza gününe çok fazla öğrenci gelecekmiş diye yazıyor. Bu kadar kalabalık oluyor mu Zeynep?

Zeynep: Dedim ya çadırlar kuruluyor diye. Sabahtan akşama kadar insanlar geliyor, onun için kalabalık olur.

Zeynep'in problemde belirtilen duruma ilişkin televizyondan izlediği bir imza gününü örnek vermesiyle öğrencilerin problemi deneyimlerinden yararlanarak anlamaya çalıştıkları anlaşılmaktadır. Bu bağlamda imza günlerinin genellikle çadırlarda yapıldığını söyleyen öğrenciler, verilen problemde imza gününü okul müdürünün düzenleyeceği için okul bahçesinde yapılacağını ve bu imza gününe öğrencilerin geleceğini ifade etmişlerdir. Mücahit, problem metninde imza gününe çok fazla öğrencinin geleceğinin yazılı olduğunu söyleyerek gerçek hayatta da yapılan imza günlerinin kalabalık olup olmadığını merak etmiştir. Mücahit'in bu merakı üzerine Zeynep, imza günleri için büyük çadırların kurulduğunu ve bu imza günlerinin sabahtan akşama kadar sürdüğünü dolayısıyla imza günlerinin kalabalık olacağı şeklinde karşılık

vermiştir. Problemde kendilerinden ne istenildiği üzerinde öğrenciler aşağıdaki gibi düşüncelerini belirtmişlerdir:

Hümeýra: Okul müdürü Erzincan ve Gümüşhane'den öğrencileri çağıracaktı. Ancak ne kadar öğrenci çağıracağını bilmiyor. Bunun için bizden bahçeye ne kadar öğrenci sığacağını hesaplamamızı istiyor. Biz ne kadar bulursak o kadar öğrenciyi davet edecek.

Abdurrahman: Biz bahçeye en fazla öğrenciyi sığdırmaya çalışacağız. “En fazla ne kadar öğrenci sığabilir?” sorusunun cevabını bulup bunu rapor olarak okul müdürüne açıklayacağız.

Hümeýra: Aşağıda (etkinlik kâğıdını göstererek) okul binası ve futbol sahasının ölçüleri verilmiş, bunları kullanarak hesaplamamızı istiyor demek ki.

Yukarıdaki alıntılarda grup üyelerinin problemi anlamak için kendi deneyimlerden örnekler verdikleri ve problemde istenenin bahçenin alabileceği en fazla öğrenci sayısını hesaplamaları gerektiği konusunda hemfikir olmuşlardır. Bu doğrultuda öğrencilerin problemi anladıklarını gösteren ifadelerle yer verdikleri, verilenleri ve istenenleri belirleyerek aralarında uygun bir ilişki kurabildikleri anlaşılmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin problemi anlama yeterliklerini Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri düşünülerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.3.2.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

Problemi anlama aşamasından problemi sadeleştirme aşamasına geçen öğrencilerin durumu hangi varsayımlar altında matematikselleştirebileceklerini belirleyebilmek amacıyla gerçekleştirdikleri diyalog aşağıdaki gibi kaydedilmiştir:

Hümeýra: Bir kişinin alacağı yer ne kadar?

Zeynep: Bir kişinin ne kadar alan kaplayacağını nasıl bulacağız?

Mücahit: Kendimizden bulabiliriz. Ayaklarımızı yan yana getirip ne kadar yer kaplayacağımızı bulabiliriz.

Öğrenciler problemde bir kişinin ne kadar yer kaplayacağını verilmediğini ve bunu nasıl bulabilecekleri konusunda birbirlerine sorular sormuşlardır. Mücahit kendilerinin

ayak ölçülerinden yararlanarak bir insanın ne kadar alanlık yer kaplayacağını bulabilecekleri yönünde bir varsayım önerisinde bulunmuştur. Mücahit'in bu önerisini mantıklı bulan öğrenciler oluşturulan bu varsayım üzerinde tartışmaya devam etmişlerdir:

Hümeyra: Biz ayaklarımızı yan yana getirip ölçeceğiz ama insanlar bu şekilde ayakta bekleyemezler ki. Normalde ayaklarımızı açıp öyle ayakta duruyoruz.

Hümeyra: O zaman ayaklarımızın arasında boşluk bırakarak ölçüm yapmamız lazım.

Ayak ölçülerini cetvel yardımıyla bulmaya başlayan öğrenciler ölçümleri sonucunda ayak ölçülerinin birbirine çok yakın olduğunu fark etmişlerdir. Bu durum üzerine öğrenciler, grup üyelerinden herkesin ayak ölçüleri üzerinde matematiksel işlemleri gerçekleştirmek yerine bir kişinin ayak ölçülerinin kullanılmasının yeterli olabileceği yönünde uzlaşmışlardır. Bu anlamda grup üyeleri gelecek olan kişilerden bazılarının ayak ölçülerinin büyük olabileceği düşüncesiyle ölçüm sonuçları en fazla çıkan Zeynep'in ayak ölçülerini kullanmaya karar vermişlerdir. Bununla birlikte oluşturdukları varsayımı biraz daha geliştirerek insanların ayakta durmaları sırasında ayakları arasında boşluk olacağı fikrini öne süren öğrenciler model oluşturma aşamasına geçtiklerinde bu varsayımı da dikkate almışlardır. Öğrencilerin bahçeye nasıl yerleştirilecekleri konusunda grup üyelerinin etkinlik kâğıdında verilen şekilde çizimler yaparak tartışmaya devam ettikleri gözlenmiştir.

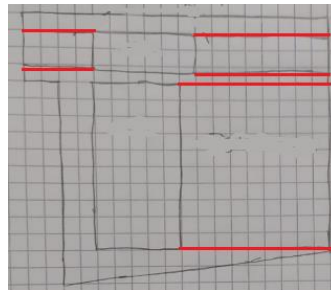
Abdurrahman: İyi de bu kişiler sıkışacak mı, bahçede dip dibe durarak mı bekleyecekler?

Zeynep: Öyle olmaz tabi ki. Aralarında boşluk bırakalım.

Hümeyra: Hazır korona da var, sosyal mesafeye uysunlar. Aralarında 1,5 metre boşluk kalsın. Hatta buçukla da hiç uğraşmayalım. İnsanların arasında 1 metre boşluk olsun.

Zeynep: Bize öğrenciler bahçeye yerleştirilecek diyor. O zaman öğrencileri sadece bahçeye koyacağız. Bence hiç sayıyla falan uğraşmayalım. Kâğıtta okul binası ile futbol sahasını uzatalım. Sonuçta bu şekiller de bahçenin içinde kalacak. Çizdiğimiz bu şekillerin içine öğrencileri yerleştiresek yeter. Geriye kalan boş alanlar da öğrencilerin arasındaki boşluk gibi olsun.

Hümeysra'nın gerçek yaşamdan örnek vererek öğrencilerin ayakta beklerken ayakları arasında boşluk bırakmaları gerektiğini söylemesi üzerine bir süre Abdurrahman'ın bu fikir üzerinde düşündüğü görülmüştür. Hümeysra'nın önerisi üzerinde düşünen Abdurrahman, sıkışmamaları için gelen öğrencilerin aralarında da boşluk bırakılması gerektiği fikrini öne sürmüştür. Bu fikri mantıklı bulan öğrenciler kendi deneyimlerinden örnek vererek öğrencilerin arasında ne kadar boşluk bırakmaları gerektiği ile ilgili düşüncelerini belirtmişlerdir. Bu anlamda Covid-19 pandemisinde mesafe kuralını hatırlayan Hümeysra önce öğrenciler arasında 1,5 metre boşluk bırakabilecekleri, ardından da işlemden kolaylık sağlaması için bu boşluğu 1 metre olacak şekilde ayarlayabilecekleri konusunda öneride bulunmuştur. Öğrencilerin bahçeye yerleştirilmesinin istendiğini hatırlatan Zeynep, sayılarla uğraşmak yerine şekil üzerinde okul binası ile futbol sahasının devamı olacak şekilde bahçe içerisine geometrik şekiller çizerek belirlenen bu alanlara öğrencilerin yerleştirilebileceğini, ayrıca belirlenen bu alanlar dışında kalacak boş alanların da öğrenciler arasında bırakılacak boşluklara denk gelebileceğini söylemiştir. Dolayısıyla Hümeysra tarafından öğrenciler arasında sosyal mesafeye uygun olacak şekilde 1 m boşluk bırakılması şeklinde oluşturulan varsayımın kullanılmasından vazgeçilmiş; yerine etkinlik kâğıdında verilen okul binası ile futbol sahası şekillerinin uzatılarak öğrencilerin bahçe içerisinde oluşan bu alanlara yerleştirilmesi ve kalan bölgelerin de öğrenciler arasında oluşacak boşluklar olarak düşünülebileceği şeklinde oluşturulan varsayımın kullanılması kararlaştırılmıştır. Öğrencilerin bahçeye nasıl yerleştirilmesi gerektiği konusunda uzun süre tartışan ve Zeynep'in önerisini uygulamaya karar veren grup üyeleri, Şekil 5.34'teki gibi bir çizim gerçekleştirmişlerdir.



Şekil 5.34.Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun öğrencileri bahçeye nasıl yerleştirecekleri konusunda gerçekleştirdikleri çizim

Öğrenciler arasında gerçekleşen diyaloglar ve öğrenci çözüm kâğıdındaki verilen alıntı göz önünde bulundurulduğunda grup üyelerinin öğrencilerin ne kadar alan kaplayacağı ve öğrencilerin bahçeye nasıl yerleştirileceği konularında gerçekçi varsayımlar oluşturdukları, oluşturulan bu varsayımlardan bu anlamda gerekli ve gereksiz değişkenleri belirledikleri anlaşılmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin problemi sadeleştirme yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde gerçekleştirdikleri düşünülerek bu yeterliklerine 3 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.3.2.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

Bir öğrencinin kaplayacağı alanı belirlemek için Zeynep'in ayak ölçülerinden yararlanılan öğrencilerin bu durumu nasıl matematikselleştirecekleri konusunda gerçekleştirmiş oldukları diyalog aşağıdaki gibidir:

Mücahit: Zeynep'in ayaklarının ne kadar alanı kaplayacağını bulmamız lazım. Ama bu nasıl olacak?

Zeynep: Şimdi ben bir ayağımı ölçtüm. Eni 9 cm, boyu da 21 cm çıktı. Benim iki ayağım var, bu ayaklarımı birleştirdiğimde dikdörtgene benzeyen bir şekil oluşacak.

Abdurrahman: Tamam işte. Biz o dikdörtgenin alanını bulduğumuzda bir kişinin ne kadar alan kaplayacağını da bulacağız.

Hayrunnisa: Şimdi ben ayakta duruyorum arkadaşlar, dediğiniz gibi ayaklarımı birleştirdiğimde dikdörtgen gibi bir şekil oluştu. Bu dikdörtgenin uzun kenarında ayaklarımızın eninden 2 tane var, boyunda da 1 tane var.

Mücahit: O zaman uzun kenarı bulurken eni 2 defa alacağız. Kısa kenarda 1 tane boy olacak, yani boyu zaten aynı kalacak.

Abdurrahman: Durun arkadaşlar, bu işin içine ayakları arasındaki boşluğu da katmamız lazım. Bu boşluk ta enin içine girecek. O zaman dikdörtgenin uzun kenarını bulurken bu boşluğu da eklememiz lazım.

Hayrunnisa: Dikdörtgende en son bulduğumuz uzun kenarla kısa kenarı çarparak alanı bulacağız.

İmza günü etkinliğine katılacak olan bir öğrencinin bahçede ne kadar büyüklükte bir yer kaplayacağını bulmak isteyen grup üyeleri, bir kişinin kaplayacağı alanın bulunması

A hand-drawn diagram of a foot, viewed from above. The foot is outlined with a simple line. The toes are represented by small squares. The word "başluk" is written horizontally across the middle of the foot, indicating the length measurement. The word "en" is written above the foot, indicating the width measurement. The diagram is drawn on a piece of paper with a grid pattern.

Etkinlik kâğıdında verilen okul binası ile futbol sahasını oluşturan yatay kenarların uzatılmasıyla bahçe içerisinde dikdörtgensel bölgelerin oluşacağı ve oluşan bu bölgelere öğrencilerin yerleştirilebileceği varsayımında bulunan grup üyeleri, elde edilen bu bölgelerin alanlarını nasıl hesaplayabilecekleri üzerinde konuşmaya başlamışlardır:

Zeynep: Bütün kenarları niye çarpıyorsun?

Mücahit: Alanı bulmak için çarpma yapıyorduk ya.

Zeynep: Biz alanı bulurken bütün kenarları çarpıyoruz ki. Sadece kısa kenarla uzun kenarı çarpıyoruz.

Abdurrahman: Ayrıca bizim çizdiğimiz şekillerle bahçenin kenarlarının alakası yok. Biz gelenleri bahçenin tamamına yerleştirmeyeceğiz. Boşluk olan yerler de olacak.

Abdurrahman: Sadece çizdiğimiz şekillerin alanlarını bulsak bize yeter.

Zeynep: Abdurrahman doğru söylüyor arkadaşlar.

Öğrenciler tarafından gelecek olan kişilerin yerleştirileceği bölgelerin alanlarının nasıl hesaplanacağı konusunda oluşturulan ilk matematiksel model, bahçenin bütün kenar uzunluklarının çarpılması şeklinde olmuştur. Mücahit tarafından oluşturulan bu model karşısında Zeynep bütün kenarların neden çarpıldığını merak etmiştir. Mücahit bu soruya alan hesaplamasında çarpma işlemi yaptıkları şeklinde cevap vermiş, Zeynep alan hesaplamasında tüm kenarların değil sadece kısa kenar ile uzun kenarın çarpıldığını söylemiştir. Zeynep ile Mücahit arasında gerçekleşen bu diyalogu dinleyen Abdurrahman, arkadaşlarına öğrencileri bahçenin tamamına değil sadece çizmiş oldukları dikdörtgensel bölgelerin içerisine yerleştireceklerini hatırlatarak çizdikleri bu bölgelerin alanlarını hesaplamalarının yeterli olacağını dile getirmiştir. Dolayısıyla hem bilgi eksikliği içeren hem de oluşturulan varsayıma uygun olmadığı fark edilen bahçedeki tüm kenar uzunluklarının çarpımı şeklinde oluşturulan bu ilk matematiksel modelden vazgeçilmiştir. Öğrencilerin yerleştirileceği bölgelerin alanlarının nasıl hesaplanacağıyla ilgili konuşmalar şu şekilde devam etmiştir:

Zeynep: Bizim bu şekillerin alanlarını bulmamız için kısa kenarla uzun kenarlarını bulmamız lazım.

Mücahit: Okul binasının kenarlarını biliyoruz ya yanındaki şeklin kenarlarını da buna bakarak bulamaz mıyız? Yani tahmin yürütsek. Aynı şekilde futbol sahasının yanındaki şeklin kenarlarını da buluruz.

Hümeysra: Hepsine tek tek kenar bulup onları mı çarpacağız, bu uzun sürer sanki. Bence direk okul binası ile futbol sahasının alanlarını bulalım. Sonra o çizdiğimiz bölgelere bakalım. Mesela yanındaki bölge okul binasından ne kadar büyük. Ona göre alanını tahmin edebiliriz.

Zeynep'in çizilen şekillerin alanlarının bulunabilmesi için kısa kenar ve uzun kenar ölçülerinin bilgisine sahip olmaları gerektiğini hatırlatmasıyla Mücahit, bu şekillerin kenar uzunluklarını okul binası ile futbol sahasının kenar uzunluklarından yola çıkarak karşılaştırma yöntemi ile tahmin edebilecekleri şeklinde yeni bir matematiksel model sunmuştur. Hümeysra; bu modele göre tüm kenar uzunluklarının tahmin edilmesi yerine okul binası ile futbol sahasının alanını hesaplayarak çizmiş oldukları şekillerin alanlarını bu sonuçlara göre karşılaştırarak tahmin etmelerinin daha kullanışlı olacağını ifade etmiştir. Bunun üzerine oluşturulan bu modelin mantıklı ve varsayımlarına uygun olduğunu düşünen öğrenciler aşağıdaki gibi tartışmaya devam etmişlerdir:

Zeynep: Ben Hümeysra'nın ne dediğini anladım. Diyor ki yanına çizdiğimiz şeklin alanı okul binasının alanından ne kadar büyük olabilir? Ona göre tahmin yürüteceğiz.

Abdurrahman: Şöyle yapalım. Yandaki alan okul binasının 2 katı büyüklüğünde sanki. Okul binasının alanını 2 ile çarpalım. Diğerine bakalım. Ama orada iki şekil var, saha tam ortalarında kalıyor. Sağ taraftaki sahanın 1,5 katı; sol taraftaki de onun yarısı kadar sanki.

Mücahit: Abdurrahman 1,5 katı dedin ya o kadar yok. Çok fazla olur o zaman. Bence sağdaki sahayla aynı, soldaki de onun yarısı dediğin gibi.

Abdurrahman: Biz onları toplayalım. O zaman o şekiller de sahanın 1,5 katı olacak. Böyle daha kolay olur çünkü.

Hümeysra: Bu ikisine de öğrencileri yerleştireceğimiz için bulduğumuz alanları toplayacağız.

Abdurrahman, Hümeysra'nın sunduğu matematiksel modeli daha da geliştirerek okul binasının yanına çizdikleri şeklin alanının okul binasının 2 katı, futbol sahasının sağ ve sol tarafına çizilen şekillerin ise sırasıyla sahanın 1,5 katı ve yarısı büyüklüğünde alan kapladığı tahmininde bulunmuştur. Mücahit futbol sahasının sağ tarafına çizilen şeklin futbol sahasının 1,5 katı kadar büyük olmayacağını, bu şeklin ancak futbol sahasının büyüklüğünde olacağını söylemiştir. Abdurrahman, futbol sahasının yanlarına çizilen şekillerin alanlarını ayrı ayrı hesaplamaktansa bu iki şeklin toplam alanının futbol sahasının 1,5 katı kadar ifade edilmesinin daha kullanışlı olacağını ifade etmiştir.

Hümeýra, bahçe içërisine çizdikleri bu şekillerin alanlarını toplayarak öğrencilerin toplamda ne kadarlık bir alana yerleştirileceğini bulabileceklerini belirtmiştir.

İmza gününe gelecek olan öğrencilerin bahçenin kaç m^2 'lik alanına yerleştirileceğini matematiksel olarak ifade eden öğrenciler; kendilerinden istenenin bahçenin alabileceği en fazla öğrenci sayısını hesaplamak olduğunu hatırlamışlar, bu alana kaç tane öğrencinin sığabileceği üzerinde konuşmaya başlamışlardır:

Mücahit: Öğrencileri bahçede ne kadarlık bir alana yerleştireceğimizi de bir kişinin ne kadar alan kapladığını da bulduk. Bunları bölersek kaç kişinin olacağını buluruz.

Oluşturdukları matematiksel modeller doğrultusunda öğrencilerin bahçenin kaç m^2 'lik alanına yerleştirileceği sorusuna verdikleri cevabı bir öğrencinin kaç m^2 'lik yer kapladığı sorusuna verdikleri cevaba bölünmesiyle bahçeye kaç tane öğrencinin sığabileceği sorusunun cevabını bulabilecekleri yönünde bir matematiksel model oluşturulmuştur.

Elde edilen tüm bu bulgulardan hareketle öğrencilerin verilen problem durumunu gerçekçi varsayımlarına uygun olacak şekilde matematiksel olarak ifade ettikleri, ancak matematiksel model oluşturma yeterliğinin en üst göstergesi olarak tanımlanan uygun matematiksel gösterimlerin seçilerek matematiksel model geliştirme aşamasına geçemedikleri tespit edilmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin matematik model oluşturma yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde gerçekleştirdikleri düşünülerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

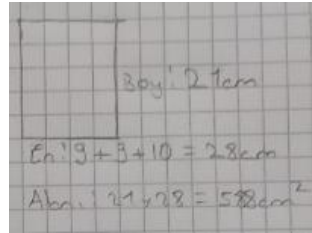
5.1.3.2.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

Bir kişinin ne kadar büyüklükte bir yer kaplayacağı sorusuna cevap arama aşamasında Zeynep'in ayak ölçülerinden yararlanan grup üyelerinin gerçekleştirdikleri ölçümler Şekil 5.36'da verilmiştir.



Şekil 5.36. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu tarafından bir öğrencinin ne kadar yer kaplayacağı üzerine gerçekleştirilen ölçümler

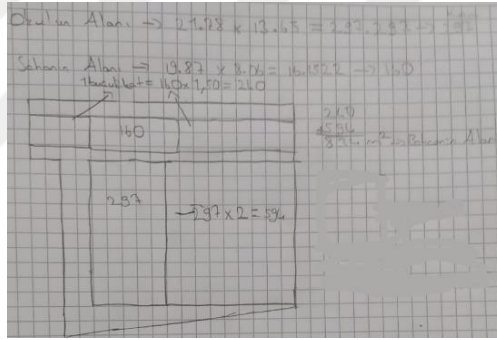
Ölçümlemlerini gerçekleştiren grup üyeleri; ayağın enini 9 cm ve boyunu 21 cm, öğrencilerin ayakta dururken ayakları arasında bir boşluğun oluşacağı varsayımından hareketle bu boşluğu ise 10 cm olarak belirlemişlerdir. Öğrencilerin ayakta dururken didörtgene benzer bir şekilde yer kaplayacağını düşünen grup üyeleri; bu dikdörtgenin uzun kenarının 2 tane ayak eni ve ayaklar arasındaki boşluktan oluşacağı, bu dikdörtgenin kısa kenarının ise bir tane ayak boyundan oluşacağı şeklinde oluşturulan matematiksel model doğrultusunda işlemlerini gerçekleştirmişlerdir. Bu bağlamda öğrenciler bir kişinin kaplayacağı dikdörtgen şeklindeki bölgenin gerçekleştirdikleri ölçümler doğrultusunda buldukları kısa ve uzun kenar uzunluklarını çarpmışlardır. Gerçekleştirdikleri matematiksel çözümler sonucunda grup üyeleri, etkinliğe katılacak olan bir kişinin 588 cm^2 'lik bir yer kapladığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu doğrultuda bir kişinin kapladığı alanın büyüklüğünü hesaplama noktasında gerçekleştirilen matematiksel çözümler Şekil 5.37'deki gibidir.



Şekil 5.37. Bir kişinin kapladığı alanın büyüklüğünü hesaplamaya yönelik gerçekleştirilen matematiksel çözümler

İmza günü etkinliğine katılacak olan öğrencileri okul binası ile futbol sahasının yanlarına çizmiş oldukları bölgelerin içerisine yerleştiren grup üyeleri bu bölgelerin alanlarını hesaplamak için okul binası ile futbol sahasının alanlarını kullanmaya karar vermişlerdir. Bu nedenle öğrenciler; okul binasının alanını okul binasını oluşturan uzun kenar ile kısa kenar uzunluklarını çarparak $297,297 \text{ m}^2$ bulmuşlar, buldukları bu sonucun matematiksel çözümlerinde daha kullanışlı olması sebebiyle 297'ye

yuvarlamışlardır. Aynı şekilde futbol sahasının alanını futbol sahasını oluşturan uzun kenar ile kısa kenar uzunluklarını çarparak $160,1522 \text{ m}^2$ bulan öğrenciler, buldukları bu sonucu ise 160'a yuvarlamışlardır. Okul binasının yanına çizilen şeklin alanının okul binasının alanının 2 katı büyüklüğünde olduğunu kabul eden öğrenciler, bu bölgenin alanını 297 ile 2'yi çarparak 594 m^2 olarak bulmuşlardır. Benzer şekilde futbol sahasının yanlarına çizilen şekillerin alanlarının toplamının futbol sahasının alanının 1,5 katına eşit olduğunu kabul eden öğrenciler, bu bölgelerin alanları toplamını 160 ile 1,5'i çarparak 240 m^2 olarak bulmuşlardır. Gelecek olan öğrencilerin çizilen bu bölgelerin tamamına yerleştirilmesi gerektiğini düşünen grup üyeleri bu şekillerin alanlarını da toplayarak öğrencilerin toplamda 834 m^2 'lik bir alana yerleştirilmesi gerektiği sonucuna ulaşmışlardır. Bu bağlamda gerçekleştirilen matematiksel işlemler Şekil 5.38'deki gibi olmuştur.



Şekil 5.38. Grup üyelerinin öğrencileri bahçe içerisine yerleştirdikleri bölgelerin alanlarını hesaplamaya yönelik gerçekleştirdikleri matematiksel çözümler

Matematiksel çözümleri sonucunda öğrencilerin toplamda 834 m^2 'lik bir alana yerleştirilmesi gerektiği ve bir kişinin 588 cm^2 'lik bir yer kaplayacağı sonucuna ulaşan grup üyelerinin belirlenen bu alana kaç kişinin sığabileceği sorusuna cevap verebilmek için tartışmaya başladıkları görülmüştür:

Mücahit: Bir kişi 588 yer kaplıyor. Bizim bulduğumuz alan 834. O zaman 834'ü 588'e bölmemiz lazım.

Zeynep: Ama direk olarak onları bölemezsin ki. Birisini m^2 , diğerini de cm^2 olarak bulduk. Bunları birbirine çevirmemiz lazım, sonra böleceğiz. Hani basamaklar çiziyorduk ya öyle yapmamız lazım.

Mücahit: Nasıl çevireceğiz o zaman? Ben hatırlamıyorum.

Hümeýra: 6.sınıfta işlemiştik ya basamaklar çiziyorduk. Üste gittikçe 10'a bölüyorduk, alta gittikçe de 10 ile çarpıyorduk.

Zeynep: Sen de yanlış hatırlıyorsun Hümeýra. O dediğini uzunlukta yapıyorduk. Biz burada alanları birbirine çevireceğiz. Yani 100 ile çarpıp böleceğiz.

Hümeýra: Karıştırdım Zeynep. Alta inersek 100 ile çarpacağız, üste çıkarsak 100'e böleceğiz.

Abdurrahman: Burada m^2 'yi mi cm^2 'ye çevirsek, yoksa cm^2 'yi mi m^2 'ye çevirsek?

Zeynep: Bak şimdi, cm^2 'yi mi m^2 'ye çevirirsek 2 basamak yukarı çıkacağız o zaman. Yani 588'i iki kere 100'e böleceğiz. O zaman da sonuç virgüllü çıkacak. Bununla uğraşmayalım.

Abdurrahman: O zaman m^2 'yi mi cm^2 'ye çevirmemiz lazım.

Mücahit buldukları sonuçları bölerek ne kadar kişinin sığabileceğini bulabileceklerini söylemesi üzerine Zeynep buldukları sonuçların ölçü birimlerinin farklı olduğuna dikkat çekmiştir. Bu nedenle bunların birbirine bölünemeyeceği uyarısında bulunan Zeynep, ölçü birimlerini birbirine çevirmeleri gerektiğini ifade etmiştir. Öğrencilerin bu ölçü birimlerini birbirine nasıl çevirmeleri gerektiği konusunda birbirlerine sordukları sorular sonucunda m^2 'yi mi cm^2 'ye çevirmeleri gerektiği sonucuna ulaşmışlardır. Öğrenciler arasında gerçekleşen bu diyalog sonrasında belirlenen alana kaç öğrencinin sığabileceği sorusuna cevap vermek için gerçekleştirilen matematiksel işlemler Şekil 5.39'daki gibi olmuştur.

The image shows handwritten mathematical work on a grid background. On the left, there is a diagram of a square with side length 100 cm. The top side is labeled '100 cm' and the right side is labeled '100 cm'. An arrow points from the top side to the right side, labeled 'x100'. Below the square, the unit 'cm²' is written. To the right of the diagram, the following calculations are written:

$$834 \times 100 \times 100 = 8340000 \text{ cm}^2$$
$$8340000 : 588 = 14183 \text{ kişi}$$

Şekil 5.39. Bahçenin içerisine kaç kişinin sığabileceği sorusuna karşılık öğrencilerin gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler

Öğrenciler arasında gerçekleşen diyaloglar, yazılı öğrenci çözüm kâğıtları incelendiğinde Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun öğrencilerin ne kadar alan

kapladığı, öğrencilerin ne kadar büyüklükte bir alana yerleştirileceği ve belirlenen alana kaç kişinin sığabileceği konularında dile getirilen matematiksel ifadelerle uygun olarak doğru matematiksel çözümlere ulaştıkları tespit edilmiştir. Bununla birlikte grup üyelerinin matematiksel model geliştirme aşamasına geçemedikleri dikkate alındığında matematiksel olarak çalışma yeterliklerini Düzey 3 seviyesinde sergiledikleri düşünüldüğünde bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.3.2.5. Yorumlama aşaması:

Geleceğin Parlayan Yıldızları grubu, oluşturdukları matematiksel modellerin çözümü sonrasında imza gününde toplamda $834 m^2$ 'lik bir alana yerleştirilecek olan öğrencilerden bir kişinin $588 cm^2$ 'lik yer kapladığı sonucuna ulaşmışlardır. Elde ettikleri bu sayısal sonuçlar üzerinde çalışmalarını sürdüren öğrenciler problemde bahsi geçen okul bahçesine 14.183 kişinin sığabileceği şeklinde yorumlamalarını yapmışlardır. Bu anlamda öğrencilerin doğru matematiksel çözümleri neticesinde elde ettikleri sayısal sonuçları doğru bir şekilde yorumladıkları düşünüldüğünde yorumlama yeterliklerini Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin yorumlama yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

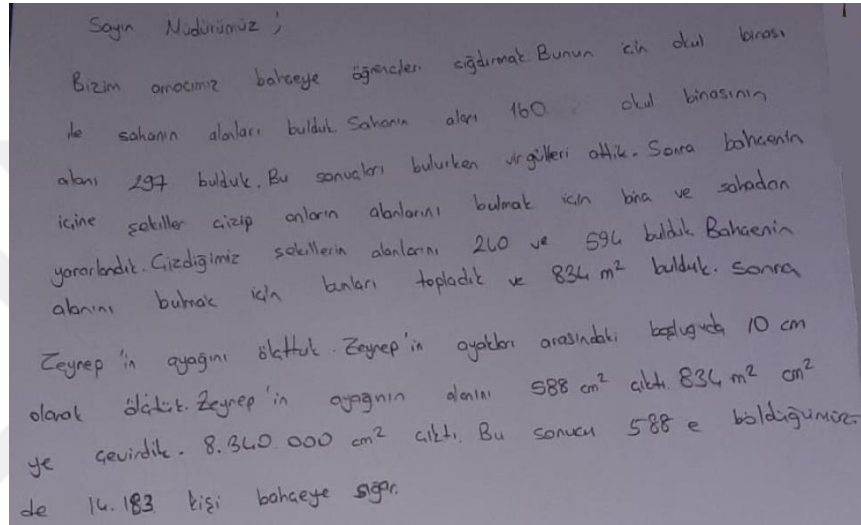
5.1.3.2.6. Doğrulama aşaması:

Öğrencilerin süreç boyunca çalışmaları incelendiğinde varsayımların, bu varsayımlara dayalı olarak bir öğrencinin ne kadar yer kapladığından bahçeye kaç tane kişinin sığdırılabileceği durumlarına kadar oluşturulan matematiksel modellerin ve bu matematiksel modellerin çözümlerinin hiçbir şekilde kontrol edilerek doğrulanmadığı belirlenmiştir. Ayrıca $834 m^2$ 'lik bir alana 14.183 kişinin sığabilmesinin gerçek yaşam bağlamında mümkün olup olmadığı hakkında öğrencilerin hiçbir sorgulama işleminde bulunmadıkları da görülmüştür. Bu nedenle öğrencilerin doğrulama yaklaşımında bulunmadıkları değerlendirilerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 0 puan verilmiştir.

5.1.3.2.7. Raporlaştırma aşaması:

Grup üyelerinden bahçenin alabileceği en fazla öğrenci sayısını hesaplama sürecinde gerçekleştirdikleri tüm çalışmaları okul müdürüne açıklayan bir rapor yazmalarının

istenildiği bu aşamada Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu öğrencileri süreci Şekil 5.40'daki gibi açıklamışlardır.



Şekil 5.40. Öğrencilerin okul müdürüne yazmış oldukları rapor

Öğrenciler tarafından yazılan rapor incelendiğinde futbol sahasının ve okul binasının alanı sayısal olarak sunulmuş, bahçenin içine şekillerin çizildiği ve bu şekillerin alanlarını bulmak için okul binası ile futbol sahasının ölçülerinden yararlanıldığı belirtilmiştir. Ancak bahçe içerisine çizilen bu şekiller hakkında görsel bir bilgi aktarılmamış, bu şekillerin alanlarını bulmada okul binası ile futbol sahasının ölçülerinden nasıl yararlanıldığı net bir şekilde açıklanmamıştır. Çizilen şekillerin alanlarının sadece sayısal değerleri sunulmuş, bu şekillerin alanlarının nasıl hesaplandığıyla ilgili gerçekleştirilen süreç hakkında detaylı bilgi verilmemiştir. Zeynep'in ayak ölçülerinin kullanıldığı söylenmiş, ancak bu durumun gerekçesi açıklanmamıştır. Yine Zeynep'in ayağının alanının 588 cm^2 olarak bulunduğu ifade edilmiş, bu sonucun nasıl hesaplandığı hakkında hiçbir bilgi verilmemiştir. Elde edilen tüm bu bulgulardan hareketle öğrencilerin yazmış oldukları raporda sadece matematiksel hesaplamalar sonucunda bulunan sayısal sonuçlardan bahsedildiği dikkat

çekmektedir. Dolayısıyla raporun oluşturulan varsayımlar, bu varsayımlara dayalı olarak oluşturulan matematiksel modeller, bu matematiksel modellerin çözüm aşamaları hakkında hiçbir bilgi içermediği anlaşılmaktadır. Bu nedenle yazılan raporun çözüm süreci hakkında oldukça sınırlı ölçüde bilgi içerdiği ve okuyucu tarafından yeteri kadar anlaşılmadığı değerlendirilmiş, öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerini Düzey 2 seviyesinde sergiledikleri düşünülerek bu yeterliklerine 2 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

Düzey 5				Düzey 5		
	Düzey 4	Düzey 4				
			Düzey 3			
						Düzey 2
					Düzey 1	
Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Raporlaştırma

Şekil 5.41. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun “Gülten DAYIOĞLU ile Buluşmaya Ne Dersin?” problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri

5.1.4. “Muhteşem İnternet Paketleri Burada!” problemine ilişkin elde edilen bulgular

5.1.4.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’na ait bulgular

5.1.4.1.1. Problemi anlama aşaması:

Öğrencilerden problemde verilen temayı kullanarak durumu ifade etmelerinin istendiği bu aşamaya yönelik aşağıdaki tartışmanın başlatıldığı görülmüştür:

Hayrunnisa: Bize hoca ara sıra videolar izlettiriyor, internetten sorular çözüyor ya burada da Yasemin Hoca varmış. O da derste interneti kullanıyormuş. İnternetini değiştirecek diyor.

Melisa: (Etkinlik kâğıdından okuyor) “En uygun iki tane evde internet paketini oluşturun ve neden bu paketleri oluşturduğunuzu Yasemin Hanım’a açıklayın.” yazıyor.

Tuba: Arkadaşlar, Yasemin Hanım dükkâna gidip son bir yıldaki internet kullanım miktarlarını istemiş. Demek ki paketi oluştururken bunlar lazım olacak bize.

Hayrunnisa: Soruda tablo var ya o işte Tuba. Burada hangi ay ne kadar internet kullanmış, onlar yazıyor.

Tuba: Buradaki sayılara bakarak internet paketlerini oluşturacağız.

Melike: Burada iki tane paket oluşturun demiş ya demek ki biz iki tane paket oluşturacağız, Yasemin Hoca onlardan birisini seçecek.

Tuba: Demek ki, çünkü ikisini aynı anda alamaz. Ya da şöyle mi olacak? Birisini evde birisini de okulda mı kullanacak? Böyle de olabilir?

Melisa: “Evde İnternet” diye yazmış, nasıl okulda kullanacak ki? Melike’nin dediği gibi bence. Biz bulacağız o da birisini seçecek işte. Zaten burada Tuba’nın dediği gibi olsa birisini de okulda kullanacak derdi.

Yukarıdaki alıntılardan da anlaşılacağı üzere öğrencilerin problemi anlamaya yönelik üzerinde en çok konuştukları konu problemde neden iki tane internet paketinin oluşturulmasının istendiği olmuştur. Bu anlamda ilk olarak Melike, Yasemin Hanım’ın oluşturacakları iki tane paketten birisini seçeceğini ifade etmiştir. Tuba, iki paketin aynı anda kullanılmayacağı gerekçesini sunarak Melike’nin bu düşüncesine destek verse de belli bir süre düşündükten sonra Yasemin Hanım’ın internet paketlerinden birisini okulda diğerini de evde kullanmak için kendilerinden iki tane internet paketi oluşturmalarının istendiği tahmininde bulunmuştur. Tuba ve Melike arasında geçen bu karşılıklı konuşmaları dinleyen Melisa, etkinliğin “Evde İnternet” isimli olmasına dikkat çekerek oluşturulan internet paketinin sadece evde kullanılacağını belirtmiş ve Melike’nin “...Biz iki tane paket oluşturacağız, Yasemin Hoca onlardan birisini seçecek.” şeklinde yaptığı yorumu desteklemiştir. Gerçekleştirilen bu tartışmalar sonrasında grup üyeleri, kendilerinden iki tane internet paketi oluşturulmasının istendiği ve Yasemin Hanım’ın bunlardan birisini seçeceği konusunda hemfikir olmuşlardır. Ayrıca grup üyeleri, problemde sunulan tablodaki verilerin Yasemin Hanım’ın son bir yılda hangi ayda ne kadar internet kullandığı hakkında bilgi verdiğini fark etmişler ve bu verileri internet paketlerini oluşturma aşamasında kullanmaları gerektiğini belirtmişlerdir.

Ulaşılan tüm bu bulgular göz önünde bulundurulduğunda öğrencilerin problemde ifade edilen genel durumu anladıkları, bu genel durumu kendi cümleleriyle açıklamaya çalıştıkları görülmektedir. Bununla birlikte grup üyelerinin problemde sunulan tablodaki kullanım miktarlarından yola çıkarak internet paketlerini oluşturmaları gerektiğini anlamışlardır. Böylece öğrencilerin verilenler ve istenenleri belirleyerek bunlar arasında uygun bir ilişki kurmaya çalıştıkları da anlaşılmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin problemi anlama yeterliklerini Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.4.1.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

Problemde sunulan tablodaki verilerden yola çıkarak internet paketlerini oluşturacaklarını anlayan öğrencilerin internet paketlerini oluşturmak için bir strateji belirleyebilmek amacıyla neleri dikkate alacaklarını ve bunları nasıl kullanacakları konusunda gerçekleştirmiş oldukları diyaloglar aşağıdaki gibi olmuştur:

Tuba: En uygun iki tane internet paketini oluşturun dediğine göre en ucuzu olacak. Onun için GB'ı fazla abartmayacağız. Çünkü ne kadar az GB olursa o kadar da ucuz olur.

Hayrunnisa: Çok ta az seçersek bu sefer yetmeyebilir. Videolar izleyecek, sorular çözecek. Zaten bunun için değiştirecekmiş interneti. GB az olursa bunları yapamayacak.

Tuba: Günlük bu kadar harcasın diye bir kural var mı?

Melike: Soruda öyle bir şey demiyor.

Hayrunnisa: GB'ı çok seçersek pahalı olacak yani uygun olmayacak, GB'ı az seçersek bu sefer de yetmeyecek. Onun için paketlerde GB ne az olsun ne de çok fazla olsun.

Yukarıdaki konuşmalara göre Tuba, kendilerinden Yasemin Hanım'a en uygun iki tane internet paketi oluşturmalarının istendiğini hatırlatarak uygun olma kriteri için hazırlayacakları internet paketlerinin ucuz olması gerektiği varsayımında bulunmuştur.

Oluşturduğu bu varsayımdan hareketle Tuba, hazırlayacakları internet paketlerinde GB miktarının ne kadar az olursa o kadar ucuz olacağını belirtmiştir. Buna karşılık Hayrunnisa; Yasemin Hanım'ın videolar izlemesi, sorular çözmesi amacıyla internet paketini değiştirmek istediğini söyleyerek oluşturacakları internet paketlerinde GB miktarının çok az olması durumunda internet miktarının yetmeyebileceği fikrini sunmuştur. Belli bir süre oluşturacakları paketlerde internet miktarının ne olabileceği üzerinde düşünen Tuba'nın arkadaşlarına soruda Yasemin Hanım'ın bir günde harcaması gereken internet miktarı ile ilgili bir bilginin olup olmadığı hakkında soru yönelttiği görülmüştür. Bu soruya Melike soruda günlük harcaması gereken internet miktarı ile ilgili herhangi bir bilginin olmadığı cevabını vermiştir. Bu sırada Tuba'nın "Günlük bu kadar internet harcasın deseydi direk onun üzerinden yapardık." şeklinde kendi kendine konuştuğu dikkat çekmiştir. Hayrunnisa; oluşturacakları internet paketlerinde GB miktarını çok seçtiklerinde Yasemin Hanım için uygun olmayacağı, GB miktarını az seçmeleri durumunda ise internet paketinin yetmeyeceği şeklinde sunulan fikirler doğrultusunda internet paketlerini GB miktarını ne az ne de çok fazla olmayacak şekilde oluşturmaları gerektiğini ifade etmiştir. Öğrencilerin problemin çözümü için aşağıdaki gibi öneriler geliştirmeye devam etmiş oldukları görülmüştür:

Melisa: İki tane paket oluşturacağız ya, internet ne az ne de çok olacak. Onun için önce ikisinin ortasında bir miktar seçeriz, yetsin diye de biraz fazlasını alırız. Bu ilk paket olur.

Hayrunnisa: Melisa'nın dediği mantıklı. Diğerinde de uygun olsun diye interneti az olanı seçeriz, sonra onu da yetmesi için biraz arttırırız.

Melike: Eğer internetim fazla olsun, yetsin isterse çok olanı seçer; eğer ucuz olsun derse de diğerini seçer.

Gerçekleşen konuşmalara göre öğrencilerin internet paketlerini oluştururken hem ucuz olma hem de internet miktarının Yasemin Hanım için yeterli olması kriterlerini göz önünde bulundurdıkları anlaşılmaktadır. Bu anlamda öğrenciler oluşturacakları internet paketlerinde internet miktarının ne çok az ne de çok fazla olması gerektiğini dile getirmişlerdir. Böylece öğrenciler, ilk internet paketini tabloda verilen orta değerdeki kullanım miktarlarından yola çıkarak oluşturmaya; ikinci paketi ise daha çok uygun olma kriterini göz önünde bulundurarak tabloda verilen az değerdeki kullanım

miktarlarından yola çıkarak oluşturmaya karar vermişlerdir. Bununla birlikte grup üyelerinin her iki internet paketinin de Yasemin Hanım için yeterli olabilmesi için oluşturulan kullanım miktarlarının biraz artırılması yönünde bir strateji oluşturdıkları da dikkat çekmektedir. Bu doğrultuda gerçek yaşam bağlamında öğrencilerin internet paketlerini hem ucuz hem de internet miktarının Yasemin Hanım için yeterli olması kriterlerine göre hazırlamaları gerektiği beklentisini karşıladıkları anlaşılmaktadır. Tüm bu bulgular incelendiğinde öğrencilerin problemi sadeleştirdikleri, çözüm noktasında gerekli değişkenleri belirleyebildikleri ve gerçekçi varsayımlarda bulundukları değerlendirilmiştir. Bu anlamda öğrencilerin problemi sadeleştirme yeterliklerinin Düzey 4 seviyesinde olduğu tespit edilmiş ve bu yeterliklerine 3 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.4.1.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

Belirlenen varsayımlar doğrultusunda değişkenlerin matematiksel olarak ifade edilmesinin istendiği bu aşamaya yönelik öğrencilerin şu şekilde konuştukları kaydedilmiştir:

Hayrunnisa: Paketlerden birisinde yüksek miktarları, diğerinde de düşük miktarları alacağımız için tablodaki sayıları büyükten küçüğe doğru sıralayalım önce.

Melisa: Tablodaki gibi hem GB'ları hem de MB'ları yazarsak çok uzun olur. GB'ları ayrı MB'ları da ayrı ayrı mı sıralayalım, ne dersiniz?

Tuba: Bizim için GB'lar daha önemli. Sadece GB'ları sıralarsak yeter bence.

Problem durumunun matematikselleştirilmesi noktasında ilk fikrini söyleyen kişi Hayrunnisa olmuştur. Hayrunnisa; oluşturacakları internet paketlerinden birisinin internet miktarının yüksek, diğerinin de internet miktarının düşük olması şeklinde oluşturdıkları varsayımdan hareketle etkinlik kâğıdında verilen tablodaki kullanım miktarlarını büyükten küçüğe doğru sıralamayı önermiştir. Öğrencilerin oluşturulan bu matematiksel modeli mantıklı bularak üzerinde tartışmaya başladıkları görülmüştür. Bu anlamda Melisa; tabloda sunulan kullanım miktarlarının hem GB hem de MB olarak

verildiğini fark etmiş, bu şekilde sıraladıklarında çözüm kâğıdına yazacakları sıralamanın çok uzun olacağını belirtmiştir. Melisa belirtmiş olduğu bu düşüncesinden dolayı GB'ları ve MB'ları ayrı ayrı sıralayabilecekleri şeklinde bir öneri sunmuş, bu öneri hakkında arkadaşlarının fikrini de almak istemiştir. Melisa'nın bu önerisi üzerinde düşünen Tuba, internet kullanımında GB'ların daha önemli olduğunu söyleyerek sadece GB'ları sıralamalarının yeterli olacağını dile getirmiştir.

Tabloda hem GB hem de MB cinsinden ifade edilen kullanım miktarlarını daha önemli olduğu düşüncesiyle sadece GB cinsinden büyükten küçüğe doğru sıralama şeklinde ilk matematiksel modellerini oluşturan öğrencilerin internet paketlerini oluşturmak için hangi matematiksel ifadeleri kullanacaklarına ilişkin tartışmaya devam ettikleri görülmüştür.

Melisa: İlk pakette ne az ne de çok olacaktı ya sıralamada ortallardan bir sayı seçelim, onu da biraz artırırız ki internet yetsin.

Tuba: Bir sayı almayalım, ortallardan birkaç sayı alıp ortalamasını alalım. Böyle daha güzel olur, soruda matematiği de kullanmış oluruz.

Melisa: Peki ne kadar artıracağımızı nasıl bulacağız?

Tuba: Eğer bulduğumuz sonuç az gelirse elimizde bir sürü sayı var, büyük olanlardan ekleriz. Ortalamasını tekrar alırız.

Hem uygun hem de Yasemin Hanım için yeterli olması kriterlerine dikkat ederek internet paketlerini hazırlamaya karar veren öğrencilerden Melisa, arkadaşlarına ilk paketi oluştururken internet miktarını ne çok az ne de çok fazla olacak şekilde belirlemeleri gerektiğini hatırlatarak büyükten küçüğe doğru sıralamış oldukları kullanım miktarları içerisinde ortallarda bulunan bir sayıyı almaları ve bu sayıyı internetin yeterli olması için biraz artırmaları yönünde düşüncesini dile getirmiştir. Tuba ise yapmış oldukları sıralamada sadece bir sayıdan hareket etmek yerine birkaç sayı belirleyerek bu sayıların ortalamalarını almalarının matematiksel olarak daha doğru olacağını söylemiştir. İlk paketin nasıl oluşturulacağı konusunda sunulan bu matematiksel model önerisini kullanmaya karar veren öğrencilerin oluşturacakları bu paketteki internetin yeterli olması için internet miktarını biraz arttırmaları gerektiği

şeklinde oluşturdukları varsayım doğrultusunda Melisa'nın "Peki ne kadar artıracağımızı nasıl bulacağız?" sorusuyla birlikte bu artırım miktarını nasıl bulacakları konusunda tartışmaya devam ettikleri tespit edilmiştir. Bu soruya Tuba, yaptıkları sıralamada birçok sayının olduğunu söyleyerek buldukları internet miktarının az gelmesi durumunda sıralamadaki büyük sayılardan da ekleme yaparak ortalamayı tekrar bulabilecekleri şeklinde cevap vermiştir.

İlk paketin oluşturulması konusunda durumu matematikselleştiren grup üyelerinin bu kez ikinci paketin oluşturulması durumunu hangi matematiksel ifadelerle belirtecekleri konusunda tartışmaya başladıkları tespit edilmiştir.

Hayrunnisa: İkici paket daha uygun olsun diye az olanlardan seçecektik. Bu sefer de az olanlardan seçip onları ortalamalarını alıruz.

Tuba: Bunu da yetmesi için artırmamız lazım. Büyük olanlardan ekleriz, yeniden ortalamayı buluruz.

İkinci paketi daha uygun hazırlamaya karar veren öğrenciler bu pakette internet miktarının daha az olması varsayımından hareketle büyükten küçüğe doğru sıralamış oldukları kullanım miktarlarından küçük olanlardan seçip bu sayıların ortalamasını alma şeklinde bir matematiksel model kurmuşlardır. İlk pakette olduğu gibi bu paketin de Yasemin Hanım için yeterli olabilesi için belirledikleri internet miktarını biraz artırmak isteyen öğrenciler, büyük sayılardan birkaç tane ekleyip ortalamayı yeniden bulabilecekleri yönünde matematiksel modellerini geliştirmişlerdir.

Yukarıda bahsi geçen elde edilen tüm bu bulgular dikkate alındığında öğrencilerin internet paketlerini nasıl oluşturacaklarına ilişkin durumları matematiksel olarak ifade edebildikleri anlaşılmaktadır. Bu anlamda öğrencilerin matematikselleştirme süreçlerinin oluşturmuş oldukları varsayımlara uygun bir şekilde gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Hazırlanacak olan ilk pakette internet miktarının ne çok az ne de çok fazla olmasına dikkat eden öğrenciler, yapmış oldukları sıralamada ortalarda bulunan birkaç sayının ortalamasını almaya karar vermişlerdir. Bununla birlikte belirlenen internet miktarının Yasemin Hanım için yeterli olabilmesi için bulunan sonucun biraz artırılması gerektiği varsayımı doğrultusunda büyük sayıların da eklenerek ortalamasının yeniden hesaplanabileceği şeklinde matematiksel modellerini kurmuşlardır. İkinci paketin ilk

pakete göre daha uygun olmasına karar veren öğrenciler, bu paketteki internet miktarının daha az olacağı varsayımından hareketle bu kez sıralamada bulunan küçük sayıların ortalamasını almaya karar vermişlerdir. Belirlenen miktarın Yasemin Hanım için yeterli olabilmesi için biraz artırılması gerektiğini düşünen öğrenciler, büyük sayıların da eklenerek ortalamanın yeniden hesaplanabileceği şeklinde durumu matematiksel olarak ifade etmişlerdir. Ancak öğrenciler tarafından bu matematiksel ifadelerin sadece sözel olarak dile getirilmesi; problem durumuna uygun bir şekilde herhangi bir denklem, bağıntı, grafik...gibi matematiksel bir gösterim seçilerek matematiksel modelin geliştirilememesi dikkat çekmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin Blum ve Kaiser (1997)'in “gerçek modelden matematiksel model oluşturma yeterliliği” şeklinde isimlendirmiş olduğu bu aşamaya yönelik beklenen anahtar davranışların bir kısmını ortaya çıkarabildikleri söylenebilir. Dolayısıyla öğrencilerin oluşturmuş oldukları gerçekçi varsayımlara göre durumun matematikselleştirilmesi konusunda eksik kaldıkları tespit edilerek matematikselleştirme yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiştir. Bu nedenle grup üyelerinin bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.4.1.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

Belirledikleri varsayımlara uygun bir şekilde modellerini oluşturan öğrencilerin matematiksel işlemlerini gerçekleştirmek için konuşmaya başladıkları tespit edilmiştir.

Tuba: Bizim için GB'lar daha önemli. Sadece GB'ları sıralarsak yeter bence.

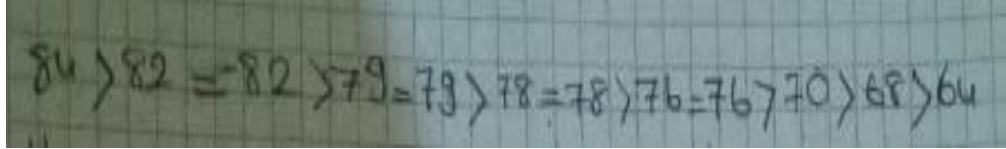
Hayrunnisa: O zaman da MB'ları boş yere vermiş gibi olacak, onları da kullanalım. MB'larda 500'ü geçenleri bir üste yuvarlayalım.

Melike: Nasıl yani?

Hayrunnisa: Mesela 77 GB 628 MB diyor ya onu 78 GB'a yuvarlayacağız.

Tuba'nın sıralama yaparken sadece GB miktarlarını göz önünde bulundurmalarını söylemesine karşılık Hayrunnisa, bu durumda soruda MB miktarlarının boşuna verildiğini belirterek MB ile belirtilen kullanım miktarlarını da kullanmaları gerektiğini dile getirmiştir. Bu anlamda tabloda sunulan kullanım miktarlarında MB cinsinden belirtilen sayılardan 500'i geçenleri bir üste yuvarlayarak sıralamayı yapabileceklerini belirtmiştir. Melike, Hayrunnisa'nın bahsettiği yuvarlama yöntemini anlamamış ve

yuvarlama işlemini nasıl yapacakları konusunda soru sormuştur. Hayrunnisa, tabloda 01/2018 dönemine ait olan 77 GB 628 MB kullanım miktarını örnek vererek yuvarlama işlemini nasıl yapacaklarını açıklamıştır. Böylece öğrencilerin tabloda verilen kullanım miktarlarını Hayrunnisa'nın bahsettiği yöntemle göre yuvarlayarak Şekil 5.42'deki gibi büyükten küçüğe doğru sıralamış oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 5.42. Öğrencilerin tabloda verilen kullanım miktarlarını yuvarlayarak büyükten küçüğe doğru sıralamış oldukları sıralama

Yapmış oldukları sıralamaya göre internet paketlerinden ilkinin oluşturulmaya başlayan grup üyelerinin oluşturdukları matematiksel model doğrultusunda Melisa'nın ortalarından birkaç sayının (79, 78 ve 76) ortalamasını hesapladığı görülmüştür. Bu sırada öğrenciler arasında gerçekleşen konuşmalar şu şekilde kaydedilmiştir:

Melisa: 79, 78 bir de 76. Bu sayıları toplayınca 233 çıkıyor. 233'ü de 3'e böldüğümüzde 77,6 çıkıyor. Bunu da yuvarlarsak 78 GB olur.

Hayrunnisa: Saydım, 78 GB'ın üstünde 5 ay var. Bu 78 GB yetmeyebilir. O zaman 82 ve 84'ü de ekleyelim.

Melisa: Toplam 233 çıkmıştı. Bunun üstüne 82 ve 84'ü de eklediğimizde cevap 399 oluyor. Kaç sayı oldu, 5 tane sayı oldu. Bunu da 5'e bölüyorum. Ortalaması 79,8 çıktı. Üste yuvarla, 80 GB oluyor.

Bahsi geçen konuşmalar doğrultusunda ilk paketin oluşturulması konusunda önce sıralamanın ortalarında bulunan 79, 78 ve 76 sayılarının kullanıldığı anlaşılmaktadır. Bu bağlamda sayıların ortalamasının alınması şeklinde oluşturulan matematiksel modele göre öğrenciler, bu sayıları toplayarak 3'e bölmüşler ve ortalamayı 77,6 olarak bulmuşlardır. Hayrunnisa'nın "MB'larda 500'i geçenleri bir üste yuvarlayalım." şeklinde sunmuş olduğu çözüm önerisine göre Melisa, arkadaşlarına sonucu 78 GB olarak bulduğunu söylemiştir. Bu sırada Hayrunnisa'nın çözüm kâğıdında yapmış oldukları sıralamaya bakarak Yasemin Hanım'ın kaç ayda 78 GB'ın üzerinde internet harcadığını saymaya başladığı dikkat çekmiştir. Bunun üzerine Hayrunnisa; Yasemin

Hanım'ın 5 ayda 78 GB'ın üzerinde internet harcadığını söyleyerek buldukları 78 GB'ın yetmeyebileceği tahmininde bulunmuş, sıralamada daha büyük olan 82 ve 84 sayılarını da eklemeleri gerektiğini ifade etmiştir. Telefonda hesaplamaları yapan Melisa, 82 ve 84 sayılarını da eklediğinde toplamın 399 olduğunu söyleyerek bu sonucun 5'e bölündüğünde ortalamanın 79,8 çıktığını belirtmiştir. Melisa'nın yine bulduğu bu toplamı yuvarlayarak arkadaşlarına sonucun 80 GB çıktığını söylediği görülmüştür.

Handwritten calculations on grid paper:

78+82+84 = 233
233 / 3 = 77,6 = 78 GB olsun

78 GB üstünde olan 5 ay var. 82 ve 84'ü de bunlara ekleyelim.

233
+ 82
+ 84

399
399 / 5 = 79,8 = 80 GB.

Şekil 5.43. Öğrencilerin ilk internet paketini oluşturmaya yönelik gerçekleştirdikleri matematiksel çözümler

Hazırlayacakları ikinci paketin ilk pakete göre daha ucuz olmasına karar veren öğrencilerin ikinci internet paketlerini nasıl oluşturacakları konusunda matematiksel işlemlerini nasıl yapacaklarına ilişkin aşağıdaki gibi tartıştıkları belirlenmiştir.

Melike: Bu sefer de küçük olanlardan seçeceğiz, 64 ve 68'i seçelim.

Melisa: Toplamı 132, 2'ye böldüğümde 66 çıkıyor.

Tuba: 66 GB çok az, sadece 1 ayda 66 GB'ın altında harcamış. Buna 70 ve 76'yı da ekleyelim.

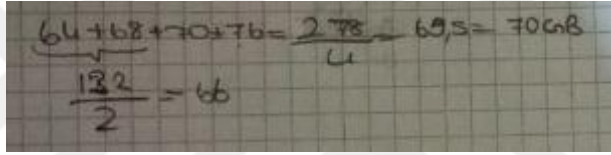
Melisa: 132'ye 70 ve 76'yı da eklediğimizde cevap 278 çıkıyor. 4 ay var bu kez. 278'i de 4'e böldüğümde 69,5 çıkıyor. Bu tam buçuk çıkıyor, nasıl yuvarlayacağız?

Hayrunnisa: Öyle olduğunda da üste yuvarlıyorsun, Melisa.

Melisa: O zaman tam 70 GB oluyor.

İkinci paketin öncelikle ucuz olmasına dikkat eden öğrencilerin önce sıralamanın sonlarında bulunan 64 ve 68 sayılarını kullandıkları anlaşılmaktadır. Bu bağlamda sayıların ortalamasının alınması şeklinde oluşturulan matematiksel modele göre öğrenciler, bu sayıları toplayarak 2'ye bölmüşler ve ortalamayı 66 olarak bulmuşlardır. Bu sırada Tuba; çözüm kâğıdında yapmış oldukları sıralamaya bakarak Yasemin

Hanım'ın sadece bir ayda 66 GB'ın altında internet harcadığını söylemiş, bu nedenle 66 GB'ın Yasemin Hanım için çok az olduğunu belirterek sıralamada daha büyük olan 70 ve 76 sayılarını da eklemeleri gerektiğini ifade etmiştir. Telefonda hesaplamaları yapan Melisa, 70 ve 76 sayılarını da eklediğinde toplamın 278 olduğunu söyleyerek bu sonucun 4'e bölüldüğünde ortalamanın 69,5 çıktığını belirtmiştir. Melisa, sonucun tam buçuk çıktığını fark ederek arkadaşlarına bu sonucu nasıl yuvarlayacakları konusunda soru sorduğu dikkat çekmiştir. Bunun üzerine Hayrunnisa, bu durumda da sayının bir üste yuvarlandığı şeklinde cevap vermiştir. Hayrunnisa'nın verdiği cevap üzerine Melisa'nın yine bulduğu bu toplamı yuvarlayarak arkadaşlarına sonucun 70 GB çıktığını söylediği görülmüştür.


$$\begin{aligned} 64 + 68 + 70 + 76 &= 278 \\ \frac{278}{4} &= 69,5 \\ &= 70 \text{ GB} \end{aligned}$$

Şekil 5.44. Öğrencilerin ikinci internet paketini oluşturmaya yönelik gerçekleştirdikleri matematiksel çözümler

Öğrencilerin matematiksel çözümlerini gerçekleştirdikleri sırada elde edilen tüm bu bulgulardan hareketle grup üyelerinin her iki internet paketini de oluştururken doğru matematiksel çözümlere ulaştıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle öğrencilerin matematikselleştirme aşamasında eksiklik yaşamalarına rağmen matematiksel hesaplamalarını doğru yaptıkları değerlendirilerek matematiksel olarak çalışma yeterliklerini Düzey 3 seviyesinde sergiledikleri belirlenmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.4.1.5. Yorumlama aşaması:

Grup üyeleri, gerçekleştirmiş oldukları matematiksel işlemlerin sonuçlarını gerçek yaşam bağlamında değerlendirerek ilk internet paketini aylık 80 GB, diğer paketini ise aylık 70 GB olacak şekilde yorumlamışlardır. Öğrencilerin yapmış oldukları bu yorumlamayı çözüm kâğıdına da yansıttıkları görülmüştür.



Şekil 5.45. Öğrencilerin matematiksel sonuçlarına göre gerçek yaşam bağlamında yaptıkları yorumlamalar

Öğrencilerin elde etmiş oldukları matematiksel çözümleri gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumladıkları değerlendirilerek yorumlama yeterliklerini Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin bu yeterliklerine 4puan üzerinden tam puan verilmiştir.

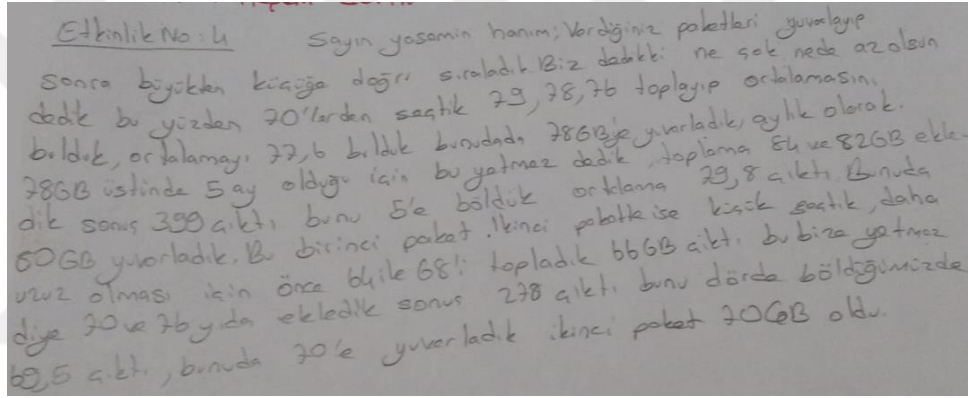
5.1.4.1.6. Doğrulama aşaması:

Öğrencilerin matematiksel olarak çalışmalarını gerçekleştirdikleri aşamada belirledikleri modellere uygun bir şekilde bulmuş oldukları ortalamaların sonuçlarını Yasemin Hanım için yeterli olup olmadığı konusunda kontrol ettikleri görülmüştür. Bu anlamda öğrenciler; oluşturacakları ilk internet paketinde ortalamanın sonucunu 78 GB olarak bulmuşlardır. Daha sonra öğrenciler, çözüm kâğıtlarında yapmış oldukları sıralamaya bakarak Yasemin Hanım'ın 5 ayda 78 GB internet harcadığını fark ederek bu miktarın yeterli olmayacağını düşünmüşlerdir. Aynı şekilde daha ucuz olacak şekilde oluşturdukları ikinci internet paketinde ortalamanın sonucunu 66 GB olarak bulan öğrenciler, çözüm kâğıdında yapmış oldukları sıralamaya bakarak Yasemin Hanım'ın sadece 1 ayda 66 GB'ın altında internet harcadığını fark etmişler ve bu miktarın yeterli olmayacağını düşünmüşlerdir. Her iki durumda da grup üyeleri, buldukları internet miktarını artırma yoluna gitmişler ve bu doğrultuda elde etmiş oldukları sonuçlara göre yorumlamalarını gerçekleştirmişlerdir. Dolayısıyla öğrencilerin yapmış oldukları yorumlamaların gerçek yaşamda bir karşılığı olup olmadığı konusunda sürekli olarak doğrulama yaklaşımında bulundukları söylenebilir. Bununla birlikte öğrencilerin yapmış oldukları işlemleri sürekli olarak bir daha yapıp sonuçların doğruluğunu kontrol ettikleri gözlenmiştir. Bu doğrultuda grup üyelerinin matematiksel olarak çalışma gösterdikleri aşamaya ve yapmış oldukları yorumlamaların gerçek yaşam bağlamında bir karşılığının olup olmadığına yönelik doğrulama yaklaşımında bulunurken varsayımlarının ve oluşturdukları matematiksel modellerin doğruluğu hakkında herhangi bir çalışma yapmadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca grup üyelerinin problemin çözümü için yorumlamalarını yaptıktan sonra problemi farklı yollardan çözme arayışına

da girmemeleri dikkat çekmiştir. Bu nedenle öğrencilerin kısmen doğrulama yaklaşımında bulundukları ve belirledikleri hataları düzeltmiş oldukları değerlendirilerek doğrulama yeterliklerinin Düzey 4 seviyesinde kaldığı belirlenmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin bu yeterliklerine 6 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.4.1.7. Raporlaştırma aşaması:

Öğrencilerin modelleme süresince gerçekleştirmiş oldukları her bir çalışmayı detaylı bir şekilde yazmalarının istendiği bu aşamada grup üyelerinin yazmış oldukları rapor Şekil 5.46'da sunulmuştur.



Şekil 5.46. Öğrencilerin yazmış oldukları rapor

Grup üyeleri; ilk internet paketini ne çok az ne de çok fazla internete sahip olacak şekilde oluşturduklarını, ikinci internet paketini ise ilk pakete göre daha ucuz olacak şekilde oluşturduklarını yazmış oldukları raporda belirtmişlerdir. Bununla birlikte öğrencilerin oluşturmuş oldukları matematiksel modellerden ve bu modellerin çözüm aşamalarından da detaylı bir şekilde bahsetmiş oldukları görülmektedir. Yazılan raporun ilk cümlesinde öğrenciler, Yasemin Hanım'ın son bir yılda harcadığı internet miktarlarını yuvarlayarak büyükten küçüğe doğru sıraladıklarından bahsetmişlerdir. Ancak sayıların nasıl yuvarlandığı ve yapılan bu sıralama neticesinde sayılar arasında nasıl bir ilişkinin kurulduğu hakkında herhangi bir açıklama yapılmamıştır. Dolayısıyla elde edilen tüm bulgular doğrultusunda grup üyeleri tarafından sunulan raporun çözüm süreci hakkında önemli ölçüde bilgi vermesine rağmen eksikliklerinin de olduğu ve bazı hususlarda okuyucu tarafından yeteri kadar anlaşılamadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle

öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerinin Düzey 2 seviyesinde kaldığı değerlendirilerek bu yeterliklerine 2 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

Düzey 5				Düzey 5		
	Düzey 4	Düzey 4			Düzey 4	
			Düzey 3			
						Düzey 2
Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Raporlaştırma

Şekil 5.47. Muhteşem Dörtlü Grubu’nun “Muhteşem İnternet Paketleri Burada!” problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri

5.1.4.2. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’na ait bulgular

5.1.4.2.1. Problemi anlama aşaması:

Öğrencilerin problem metnini okuduktan sonra problemde verilenleri ve istenenleri kendi cümleleriyle yorumlamaya başladıkları görülmüştür.

Hümeýra: Yasemin Hoca interneti yetmediği için yeni bir paket alacakmış. Bizden internet paketi oluşturmamızı istiyor.

Zeynep: Dükkân sahibi Yasemin Hoca’ya bir tablo vermiş, bakın (etkinliği göstererek) “Fatura Bilgileri” diye yazıyor. Burada hangi ayda ne kadar internet harcadığı yazıyor.

Mücahit: Bir de bizden iki tane internet paketi oluşturmamızı istiyor.

Zeynep: Tabloda son bir yılda kullanım miktarı verilmiş, Ekim 2018’den Eylül 2019’a kadar tüm aylarda ne kadar internet harcadığı yazıyor.

Hümeýra: O zaman oradaki sayılara göre belli bir miktar söyleyeceğiz.

Zeynep: Şununla bunun arasında internetin olması lazım da diyebiliriz.

Yukarıda bahsi geçen alıntılardan grup üyelerinin problem durumunda ağırlıklı olarak verilenler ve istenenler konusunda konuşarak problemi anlamaya çalıştıkları görülmektedir. Bu bağlamda öğrenciler, Yasemin Hanım’ın kullandığı internet

paketinin yeterli olmadığı için yeni bir internet paketi almaya karar verdiği ve kendilerinden iki tane internet paketi oluşturmalarının istendiği konusunda hemfikir olmuşlardır. Zeynep'in tabloda Yasemin Hanım'ın hangi aylarda ne kadar internet kullandığına dair bilgilerin yer aldığını söylemesi üzerine öğrencilerin verilenlerle istenenler arasında bir ilişki kurmaya başladıkları dikkat çekmiştir. Bu noktada Hümeysra kullanılan internet miktarını belli bir sayıya göre sabitlenebileceği, Zeynep ise kullanılan internet miktarını iki sayının aralığı şeklinde ifade edilebileceği konusunda fikirlerini belirtmişlerdir. Tüm bu bulgulardan hareketle öğrencilerin problemi yorumlayarak durumu tam olarak anladıklarını gösteren ifadelerle yer verdikleri, verilenleri ve istenenleri belirleyerek aralarında uygun bir ilişki kurabildikleri anlaşılmaktadır. Dolayısıyla grup üyelerinin problemi anlama yeterliklerini Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri düşünülerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.4.2.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

Öğrencilerin problem durumunu daha da anlaşılır bir hale getirmek için çözüm noktasında hangi değişkenleri nasıl kullanacaklarına dair gerçekleştirdikleri çalışmaları şu konuşmalar ortaya koymaktadır:

Hümeysra: Bir ay fazla kullanmış, diğer ay daha az kullanmış.

Abdurrahman: Ama fazla kullandığı da yetmemiş ki değiştirmek istiyor bence.

Zeynep: Belki de fazla kullandığı aylar yetiyor, az kullandığı aylar yetmiyordu. Onun için de internet paketini değiştirmek isteyebilir.

Abdurrahman: Sonuçta internet yetmiyor ki paketi değiştirmek istiyor değil mi?

Hümeysra: O zaman iki tane internet paketi oluşturun demiş ya birisini sabit bir kullanım miktarı üzerinden diğerini de iki sayının aralığı şeklinde oluşturalım, olmaz mı?

Bahsi geçen konuşmalardan da anlaşılacağı üzere öğrenciler Yasemin Hanım'ın interneti yetmediği için değiştirmek istediği tahmininde bulunmuşlardır. Konuşmanın sonunda Hümeysra tarafından internet paketlerinden birisinin sabit kullanım miktarı, diğerinin de belli bir kullanım miktarı aralığı şeklinde oluşturulabileceği varsayımında

bulunulsa da grup üyelerinin bu varsayım üzerinde tartışmadıkları dikkat çekmiştir. Hümeysra, Abdurrahman ve Zeynep yukarıdaki gibi aralarında tabloda verilen kullanım miktarları üzerinde konuşurken Mücahit'in internet paketlerinin nasıl oluşturulacağına ilişkin kendi kendine düşündüğü görülmüştür. Bir süre sonra Mücahit'in de arkadaşları arasında gerçekleşen tartışmaya katılarak varsayımların oluşturulmasına aşağıdaki gibi devam edilmiştir:

Mücahit: Şu canlı derslere girmek için haftaya bizim eve internet bağlanacak. Orada 2 yıllık sabit ücret dediler bize. Ondan sonra artacakmış. Bu problemde de en uygun paketi oluşturun diyor ya ucuz olacak işte. Yani biz en ucuzunu bulmaya çalışacağız.

Zeynep: Mücahit burada bir ücret yok ki. Sadece hangi ay ne kadar internet kullanıldığı verilmiş.

Hümeysra: Şimdi Mücahit 2 yıllık dedi ya, biz de o zaman paketin birisini 1 yıllık oluşturalım.

Mücahit: Zeynep öyle olmaz dedi ya. Benim dediğim yanlış yani.

Abdurrahman: Mücahit doğru diyor, seninki de yanlış olacak o zaman.

Hümeysra: Ben ücretten bahsetmiyorum ki. Burada kullandığı interneti vermiş ya, kullanım miktarını yıllık hazırlayalım diyorum.

Mücahit: Bence ücretin de olması lazım. Soruda uygun olsun demiş, sonuçta vereceği ücret de önemli yani.

Zeynep: Benim şu da aklıma geldi o zaman: Hani burada aylık ne kadar kullandığı yazılmış ya, diğer paketi de aylık oluşturalım.

Abdurrahman: Tamam; paketlerin birisi 1 yıllık, diğeri de 1 aylık olacak o zaman.

Mücahit, problemde geçen “Yasemin Hanım'ın alabileceği en uygun iki tane evde internet paketini oluşturun.” ifadesinden hareketle kendi yaşantısından da örnek vererek internet paketlerini en ucuz olacak şekilde oluşturmaları gerektiği önerisinde bulunmuştur. Zeynep'in problemde ücretlendirme ile ilgili herhangi bir bilgilendirmenin olmadığını söylemesiyle öğrenciler Mücahit tarafından oluşturulan bu varsayımı kullanmaktan vazgeçmişlerdir. Bu sırada Hümeysra, arkadaşlarına Mücahit'in

kullanacağı internete 2 yıl boyunca sabit ücret ödeyeceğini söylediğini hatırlatarak internet paketlerinden birisini 1 yıllık olarak hazırlayabileceklerini belirtmiştir. Gerçekleşen tartışmalar sonrasında Hümeysra; hazırlayacakları internet paketinin ücret üzerinden değil, kullanım miktarı üzerinden oluşturulması gerektiğini ifade etmiştir. Mücahit'in internet paketi seçiminde ücretin de önemli olduğunu tekrar söylemesine rağmen öğrencilerin vazgeçtikleri bu varsayım üzerinde tekrar konuşmadıkları görülmüştür. Hümeysra'nın sunduğu bu öneriyi mantıklı bulan öğrencilerden birisi olan Zeynep, problemde Yasemin Hanım'ın kullanmış olduğu internet miktarlarının aylık olarak verildiğini söyleyerek diğer internet paketini de aylık olarak oluşturabilecekleri varsayımında bulunmuştur. Varsayımların oluşturulması aşamasında yaşanan bu süreç sonunda öğrenciler; internet paketlerinden birisini yıllık, diğerini de aylık olarak hazırlamaya karar vermişlerdir.

Tüm bu bulgulardan hareketle öğrencilerin problemi sadeleştirmek için gerçek yaşamlarındaki deneyimlerden de örnek vererek tartıştıkları ve internet paketlerini nasıl oluşturacaklarına ilişkin konuştukları anlaşılmaktadır. Bu noktada Mücahit internet paketinin seçiminde ücretin de önemli olduğunu söylemesine rağmen grup üyeleri; problemde ücretlendirmeye ilişkin herhangi bir bilgilendirme yapılmadığı gerekçesiyle bu öneriyi kullanmaktan vazgeçmişler, sadece kullanım miktarları üzerinden internet paketlerini oluşturmaya karar vermişlerdir. Dolayısıyla öğrencilerin değişkenleri nasıl kullanacaklarına dair bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulundukları değerlendirilerek problemi sadeleştirme yeterliklerinin Düzey 3 seviyesinde kaldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle sergilemiş oldukları bu yeterliklerine 3 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.4.2.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

İnternet paketlerinin birisini yıllık diğerini de aylık olarak hazırlamaya karar veren grup üyelerinin durumu matematikselleştirmek için aralarında geçen diyaloglar aşağıda verilmiştir.

Abdurrahman: Yıllık olarak hazırlayalım dedik ya burada 2018 yılı bir de 2019 yılı var. 2018 ve 2019 yılındaki kullanım miktarlarını da ayrı ayrı toplayalım.

Mücahit: Burada (etkinliği göstererek) son bir yıllık demiş.

Mücahit'in tabloda son bir yılda kullanılan internet miktarlarının verildiğini belirtmesi üzerine Zeynep'in tabloda ayları saymaya başladığı görülmüştür. Bir süre sonra konuşmalar şu şekilde devam etmiştir:

Zeynep: Ben saydım, 12 ay var. O zaman yıllık ne kadar internet kullandığını bulmak için 2018 ve 2019 yılında harcadığı internet miktarlarını da toplamamız gerekiyor.

Abdurrahman: Yasemin Hoca az geldiği için interneti değiştirecek, o zaman bulduğumuz bu toplam 1 yılda ona yetmiyor demek ki. Bunu artırmamız lazım.

Zeynep: Ne kadar artıracağız?

Mücahit: Şimdi 2018'i ayrı 2019'u da ayrı ayrı topladık ya, 2019'da 2018'e göre kullanım miktarının ne kadar arttığını bulalım. Bulduğumuz sonucu da o kadar arttırırız.

Hümeysra: 2018'i atıyorum 300, 2019'u da 500 bulduk. Ne kadar artmış? 200.

Mücahit: Yıllık dedik ya iki yılı da topla, cevap 800. Bak 800 yetmeyecek. Onun için 800'e 200 ekleyip 1.000 bulacağız. Anladın mı?

Zeynep, tabloda 12 aya ait internet kullanım miktarlarının verildiğini söyleyerek Yasemin Hanım'ın yıllık ne kadar internet kullandığını bulmak için 2018 ve 2019 yılında harcamış olduğu internet kullanım miktarlarını toplamaları gerektiğini ifade etmiştir. Grup tarafından oluşturulan Yasemin Hanım'ın kullandığı internet paketinin yetmediği için yeni bir paket almak istediği varsayımından hareketle Abdurrahman, oluşturacakları yıllık paketin internet miktarının 2018 ve 2019 yıllarında harcanan toplam internet miktarından daha fazla olması gerektiğini belirtmiştir. Bu bağlamda öğrenciler, hazırlayacakları yıllık paketin internet miktarının Yasemin Hanım'ın son bir yılda kullandığı toplam internet miktarından ne kadar fazla olabileceği üzerinde tartışmaya başlamışlardır. Böylece öğrencilerin Yasemin Hanım için yıllık ne kadar internetin yeterli olabileceği hakkında matematiksel model oluşturmak için konuştukları anlaşılmaktadır. Bu noktada Mücahit, 2019 yılındaki toplam kullanım miktarının 2018 yılındaki toplam kullanım miktarına göre artış miktarını bulduktan sonra yıllık kullanım miktarını da o kadar artırabilecekleri yönünde sunduğu öneriyi grup üyeleri matematiksel model olarak kabul etmişlerdir. Zeynep ve Abdurrahman'ın oluşturulan

bu modeli anlamadıklarını gören Hümeysra ve Mücahit, bu matematiksel modeli nasıl kullanacaklarına dair sayısal örneklendirmeler vermişlerdir.

Yıllık internet paketi nasıl oluşturacaklarına dair modellerini oluşturan öğrenciler, aylık olarak oluşturmaya karar verdikleri ikinci paketle ilgili durumu matematikselleştirebilmek için aşağıdaki gibi tartışmaya başlamışlardır:

Zeynep: Diğer paketi aylık oluşturacağız ya biz 12 ayın toplamını bulduk zaten. Bu sonucu 12'ye bölersek aylık ne kadar internet harcadığını buluruz.

Abdurrahman: O zaman aylık olarak bulduğumuz miktarı da artırmamız lazım. Bu da yetmeyecek çünkü.

Mücahit: Yıllık paketteki gibi yapalım. Önce 2018 ve 2019 yıllarında ortalama aylık ne kadar internet harcadığını bulalım.

Zeynep: 2018 yılında ortalama aylık ne kadar internet harcadığını nasıl bulacağız? Şimdi 2018 yılında toplam ne kadar internet harcadığını bulmuştuk. Burada saydım, 4 ay var. O zaman bulduğumuz toplamı 4'e böleceğiz.

Hümeysra: O zaman 2019'daki toplamın sonucunu da 8'e bölmemiz lazım. Orada da 8 ay var.

Abdurrahman: Şimdi ne yapacağız? Benim kafam çok karıştı. Bir sürü şey söyledik.

Mücahit: Biraz karışık oldu ama biz bunları neden yaptık?

Hümeysra: Şimdi aylık ortalamayı bulduk ya Abdurrahman dedi ki bu miktar yetmeyecek, arttırmamız lazım. Biz de ne kadar arttığını buluyoruz.

Zeynep: Tamam, 2018 ve 2019'daki aylık bulduğumuz sonuçların farkına bakacağız yine, 2018'den 2019'a ne kadar artmış diye bulacağız ya.

Hümeysra: Bulduğumuz aylık ortalama ne kadar artmışsa onu da ekleyip bulacağız.

İkinci paketi aylık olarak hazırlamaya karar veren grup üyeleri, Yasemin Hanım'ın ayda ortalama ne kadar internet harcadığını bulmak için son bir yıllık toplam kullanım miktarının 12'ye bölünmesi şeklinde bir model oluşturmuşlardır. Kullanılan mevcut paketin yetmemesi şeklinde oluşturulan varsayımdan hareketle öğrenciler, bu miktarın artırılması gerektiği yönünde tahminde bulunarak mevcut ortalama aylık kullanım miktarının ne kadar artırılması gerektiğine ilişkin matematiksel model oluşturmaya

başlamışlardır. Bu modeli oluşturmak için gerçekleştirilen tartışmalar sonucunda grup üyeleri, 2018 ve 2019 yıllarındaki aylık ortalama kullanım miktarlarını bularak bu iki sonuç arasında oluşan fark kadar son bir yıllık toplam kullanım miktarı üzerinden bulunan aylık ortalamanın artırılmasına karar vermişlerdir.

Elde edilen tüm bu bulgular ışığında öğrencilerin aylık paketi hazırlamada 2018 ve 2019 yıllarında kullanılan aylık ortalama kullanım miktarları üzerinden modellerini oluştururken yıllık paketin hazırlanması aşamasında ise 2018 ve 2019 yıllarındaki toplam kullanım miktarı üzerinden modellerini oluşturdukları görülmektedir. Mevcut kullanım miktarının Yasemin Hanım'a yetmeyeceği düşüncesiyle internet paketini değiştirmek istediği varsayımından hareketle bu toplam miktarın artırılması gerektiği yönünde ortaklaşa karar veren grup üyeleri, 2018 ve 2019 yıllarındaki toplam kullanım miktarı arasında oluşan fark kadar kullanım miktarını artırma yönünde matematiksel modellerini kurmuşlardır. Ancak öğrencilerin 2018 yılında 4 aya, 2019 yılında ise 8 aya ilişkin kullanım miktarlarını kullandıklarını fark etmedikleri dolayısıyla modellerini yıllık kullanım miktarı üzerinden doğru bir şekilde oluşturamadıkları tespit edilmiştir. Halbuki öğrencilerin yıllık paket hazırlama noktasında aylık paket hazırlama aşamasında sergiledikleri gibi önce 2018 ve 2019 yıllarında ayrı ayrı yıllık olarak ortalama kullanım miktarlarını bulup bu miktarların ortalaması şeklinde buldukları sonucu ne kadar artırmaları gerektiği şeklinde matematiksel modellerini oluşturmaları beklenmektedir. Bu anlamda öğrencilerin paketlerden birisini aylık olarak hazırlamaya karar verdikleri aşamada modellerini doğru oluştururken paketlerden birisini yıllık olarak hazırlamaya karar verdikleri süreçte ise matematiksel modellerini hatalı bir şekilde oluşturdukları sonucuna ulaşılmıştır. Problemin matematikselleştirilmesi sırasında öğrencilerden uygun matematiksel gösterimleri seçerek durumları denklem, grafik, bağıntı benzeri yollarla sunmaları da beklenmektedir. Ancak bu aşamada gerçekleştirilen çalışmalara bakıldığında bu yeterliği sergilediklerine dair herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır. Bu nedenle öğrencilerin bir ölçüde kabul edilen varsayımlar doğrultusunda hatalı matematiksel modeller oluşturdukları değerlendirilerek matematikselleştirme yeterliklerini Düzey 2 seviyesinde sergiledikleri belirlenmiştir. Dolayısıyla bu seviyede sergilemiş oldukları matematikselleştirme yeterliklerine 4 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

5.1.4.2.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

İlk paketi yıllık olarak hazırlamaya karar veren öğrencilerin oluşturdukları matematiksel modeller üzerinde çözümlerini nasıl gerçekleştireceklerine ilişkin kaydedilen konuşmalar aşağıdaki gibi olmuştur:

Hümeýra: Tabloda hem GB var hem de MB var, bunları nasıl toplayacağız?

Zeynep: Onları da ayrı ayrı toplayalım mı? Önce GB'ları toplayalım, sonra da MB'ları toplayalım.

Hümeýra: Zeynep onları en son nasıl toplayacaksın?

Abdurrahman: Araştıralım arkadaşlar, bunlar birbirine dönüştürülüyordur mutlaka. Mesela cm ile m'yi toplamak için birbirine dönüştürüyoruz ya.

Zeynep: 1 GB, 1.024 MB'a eşitmiş.

Yıllık paketin hazırlanması noktasında ilk olarak 2018 ve 2019 yıllarındaki kullanım miktarlarının ayrı ayrı toplanması yönünde oluşturulan matematiksel model doğrultusunda öğrenciler, kullanım miktarlarında belirtilen GB ve MB cinsinden belirtilen sayıları nasıl toplayacakları konusunda tartışmaya başlamışlardır. Bu sırada Abdurrahman, farklı birimlerdeki sayıların nasıl toplandığına ilişkin cm ve m birimlerini örnek vererek GB ile MB birimlerini birbirine dönüştürülmesi gerektiği yönünde tavsiyede bulunmuştur. Bu tavsiye üzerine Zeynep, internetten yapmış olduğu araştırma sonrasında arkadaşlarına 1 GB'ın 1.024 MB'tan oluştuğunu ifade etmiştir. 2018 ve 2019 yıllarındaki toplam kullanım miktarlarının ayrı ayrı hesaplanması yönünde konuşmaların şu şekilde devam ettiği görülmüştür:

Zeynep: Biz bunu yuvarlayalım. 1 GB=1.000 MB diye yaz Hümeýra.

Abdurrahman: 2018'dekileri tek tek dönüştürmeyelim. Önce hepsini toplayalım. Bulduğumuz sonucu GB'a dönüştürürüz. Diğer türlü çok uzar.

Mücahit: Önce GB'ları topla, sonra MB'ları topla. En son da onları dönüştürelim.

Zeynep: Sonra yıllık ne kadar harcamış diye bulacağız ya, bu bulduğumuz sonuçları da aynı şekilde tekrar toplayacağız. Onu da dönüştürürüz en sonda.

Gerçekleştirilen konuşmalar doğrultusunda dönüşümlerini 1 GB=1.000 MB eşitliğine göre yapmaya karar veren öğrenciler, 2018 ve 2019 yıllarındaki toplam kullanım

Oluşturulan yıllık paketin Yasemin Hanım için yeterli olabilmesi için 2018 ve 2019 yıllarında harcanan toplam kullanım miktarına 2018 ve 2019 yıllarındaki kullanım miktarları arasındaki farkın eklenmesine karar veren öğrencilerden Hümeysra, 2018 ve 2019 yıllarındaki kullanılan internet miktarlarını 300 ve 600 GB'a yuvarlayarak bu farkın 300 GB olduğunu belirtmiştir. Yuvarlanarak gerçekleştirilen bu işlem sonucuna göre Abdurrahman, yuvarlama yapılmadığında çıkacak farkın 300'den daha az olacağını dolayısıyla oluşturulacak yıllık paketin 300 GB artırıldığında Yasemin Hanım'a fazlasıyla yeteceğini söylemiştir. Bu noktada öğrenciler sayıları bu şekilde yuvarlayarak işlemlerini gerçekleştirmeyi kabul etmişlerdir.

1. Paket (Yıllık Olun)

Az gelidiğin göre 915 GB'den fark olacak 2018'e göre

harcadığı internet miktarı 300 GB artmış. Yine 300 GB artırma

$$\begin{array}{r} \text{İçerik: } 915 \text{ GB} \\ + 300 \text{ GB} \\ \hline 1215 \text{ GB} \end{array}$$

Şekil 5.49. Oluşturulan yıllık paketin kullanım miktarının ne kadar olacağı sorusuna ilişkin öğrencilerin gerçekleştirdikleri matematiksel çalışmalar

İkinci paketin aylık olarak oluşturulmasına karar veren öğrenciler, Yasemin Hanım'ın aylık ortalama ne kadar internet harcadığını bulmak için 915 GB'a yuvarlamış oldukları yıllık kullanım miktarını 12'ye bölerek 76,25 GB sonucuna ulaşmışlardır. Kullanılan internet paketinin Yasemin Hanım için yetersiz olduğu varsayımından hareketle 76,25 GB olarak bulmuş oldukları aylık ortalama kullanım miktarının ne kadar artırılması gerektiği hakkında gerçekleştirilen diyaloglar aşağıdaki gibi kaydedilmiştir:

Zeynep: Yıllıkta nasıl 2018 ile 2019'u ayrı ayrı yaptıysak bunda da öyle yapalım. Sonra ne kadar artmışsa o kadar ekleriz üstüne biz de.

Mücahit: 2018 ve 2019'daki aylık miktarları bulalım diyorsun.

Zeynep'in önerisi üzerine öğrenciler, yıllık paketin hazırlanmasında olduğu gibi aylık paketin hazırlanmasında da 2018 ve 2019 yıllarındaki aylık ortalama kullanım miktarlarının ayrı ayrı hesaplanarak mevcut ortalama aylık kullanım miktarının arada oluşan fark kadar artırılması gerektiği yönünde ortaklaşa karar vermişlerdir. Öğrenciler konuşmalarına aşağıdaki gibi devam etmişlerdir:

Mücahit: 2018'de 313 GB 667 MB harcamış. 2018'de aylık ne kadar harcamış?

Hümeyra: Saydım, 4 ay var. 4'e böleceğiz. 313'ü 4'e bölsene.

Zeynep: 78,25 çıktı. 78 yani.

Mücahit: 2019'da da 601'i 8'e böleceğiz.

Zeynep: 75,125 çıktı. O da 75.

Abdurrahman: 78 de yetmiyor, 75 de yetmiyor o zaman. Ne kadar fark var? 78'den 75'i çıkart, 3 fark var.

Hümeyra: Aylığı 76 bulmuştuk. 76'ya 3 ekle, 79 yapar.

Abdurrahman: Tamam o zaman 78'den de fazla, yeter yani.

Yukarıda bahsi geçen konuşmalar incelendiğinde öğrencilerin 2018 ve 2019 yıllarında aylık ortalama kullanım miktarlarını hesaplariken MB olarak ifade edilen miktarları ihmal ettikleri görülmektedir. Bu bağlamda oluşturulan matematiksel modellere uygun olarak 2018 ve 2019 yıllarında aylık ortalama kullanım miktarlarını sırasıyla 78 GB ve 75 GB olarak hesaplayan öğrencilerden Abdurrahman, bulunan bu sonuçlar arasında oluşan 3 GB'lık farkın aylık ortalama olarak bulunan 76 GB'a eklenmesi gerektiğini söylemiştir. Gerçekleşen konuşmalar neticesinde grup üyelerinin gerçekleştirmiş oldukları matematiksel çalışmalar Şekil 5.50'de sunulmuştur.

The image shows handwritten calculations on a grid background. On the left, under the heading '2018', the calculation $\frac{313}{4} = 78,25 \text{ GB}$ is written. Below this, $78 - 75 = 3 \text{ GB}$ is calculated. Then, it says 'Aylık 78'de yetmiyor' (Monthly 78 is not enough). On the right, under the heading '2019', the calculation $\frac{601}{8} = 75,125 \text{ GB}$ is written. Below this, it says '75'de yetmiyor' (75 is not enough). At the bottom, the final calculation $76 + 3 = 79 \text{ GB}$ is written, followed by 'olabilir.' (it can be).

Şekil 5.50. Grup üyelerinin mevcut paketteki aylık ortalama kullanım miktarının ne kadar artırılması gerektiğine ilişkin gerçekleştirmiş oldukları matematiksel çalışmalar

Öğrenciler arasında gerçekleşen konuşmalar ve öğrenci çözüm kâğıtlarından sunulan alıntılar dikkate alındığında hem yıllık paketin oluşturulmasında hem de aylık paketin oluşturulmasında grup üyelerinin kurmuş oldukları matematiksel modellere uygun olarak matematiksel sonuçlara geçiş aşamasını doğru bir şekilde tamamlamış oldukları, çözümlerini doğru bir şekilde gerçekleştirmiş oldukları tespit edilmiştir. Ancak yıllık paketin hazırlanması noktasında öğrencilerin matematiksel modellerini hatalı olarak kurmuş olmaları nedeniyle matematiksel modellerini çözmüş oldukları bu aşamada

hatalı oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözüme olarak tanımlanan Düzey 3 seviyesinde kaldıkları değerlendirilmiştir. Dolayısıyla grup üyelerinin bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.4.2.5. Yorumlama aşaması:

Öğrenciler, matematiksel çözümler sonrasında buldukları sonuçların gerçek yaşamdaki karşılığını sorgulamaya başlamışlar ve bu konuyla ilgili tartışmaları aşağıdaki gibi gerçekleştirmiştir:

Hümeysra: Yıllık pakette 1.215 GB bulduk. Bunu 12'ye bölsen 100 GB'tan fazla olur.

Mücahit: Tabloda en fazla 83 GB harcamış, bulduğumuz miktar ona fazlasıyla yeter.

Hümeysra: Neredeyse 20 GB var arada, bu az değil yani. Harca harca bitmez.

Hümeysra: Aylıkta da 79 GB bulduk. Şimdi tabloda 79 GB'tan fazla olanlar da var: Mesela 81 var, sonra 83 var, bir de 82 var. Yeter dedik ama yeter mi acaba?

Zeynep: Bence yeter sadece 3 ayda 79 GB'tan fazla harcamış. Biz hepsine göre düşünelim, o zaman yeter.

Mücahit: Yıllık 1.215 GB, aylık ta 79 GB olsun. Bunu yazalım mektupta.

Yukarıdaki konuşmalar incelendiğinde Hümeysra, oluşturmuş oldukları yıllık paketdeki 1.215 GB kullanım miktarını 12'ye bölündüğünde aylık ortalama kullanım miktarının 100 GB'tan fazla olacağını belirtmiştir. Bunun üzerine Mücahit, etkinlik kâğıdında verilen tabloya göre Yasemin Hanım'ın ayda en fazla 83 GB harcadığını dolayısıyla yıllık bazda buldukları miktarın Yasemin Hanım'a fazlasıyla yeteceği konusunda düşüncesini ifade etmiştir. Hümeysra da yıllık olarak hazırlamış oldukları internet paketine göre oluşan aylık ortalama kullanım miktarının Yasemin Hanım'ın mevcut internet paketine göre en fazla harcamış olduğu aylık kullanım miktarından neredeyse 20 GB daha fazla olduğunu belirterek Mücahit'in düşüncesini desteklemiştir. Böylece hazırlanan yıllık paketin Yasemin Hanım için fazlasıyla yeterli olacağı kararı verilmiştir. Oluşturulan aylık paketin de yeterli olup olmadığı konusunda düşüncesini ilk olarak belirten kişi Hümeysra olmuştur. Hümeysra, aylık 79 GB şeklinde hazırlamış oldukları ikinci paketi hatırlatarak verilen tabloda Yasemin Hanım'ın bazı aylarda 79

GB'tan daha fazla internet harcadığını dolayısıyla bu miktarın yetip yetmeyeceği konusundaki endişesini belirtmiştir. Bunun üzerine Zeynep, Yasemin Hanım'ın 12 ay içerisinde sadece 3 ayda 79 GB'tan daha fazla internet harcadığını, aylık olarak genel bazda düşünüldüğünde aylık 79 GB'ın yeterli olacağı kanaatinde bulunmuştur.

Elde edilen tüm bu bulgular ışığında grup üyelerinin elde ettikleri sayısal sonuçları gerçek yaşam bağlamında yorumlayarak Yasemin Hanım için tavsiyelerde bulundukları anlaşılmaktadır. Bu anlamda öğrencilerin elde ettikleri doğru matematiksel çözümleri doğru bir şekilde yorumladıkları değerlendirilerek yorumlama yeterliklerini Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.4.2.6. Doğrulama aşaması:

Yasemin Hanım'ın satın alabileceği en uygun iki tane internet paketinin oluşturulmasının istendiği bu model oluşturma etkinliğinde problemin sadeleştirilmesi aşamasında Mücahit'in paketlerin ücretlerinin de belirtilerek oluşturulması gerektiği önerisinde bulunmasına rağmen grup üyelerinin problemde herhangi bir ücretten bahsedilmediği için bu varsayımı oluşturmaktan vazgeçtikleri görülmüştür. Dolayısıyla öğrencilerin bu varsayım üzerinde hiç düşünmeden yeni varsayımlar oluşturmaya geçtikleri görülmüştür. Halbuki öğrencilerin gerçekçi varsayımlar oluşturmaları anlamında bu konu üzerinde tartışıp paketlerin oluşturulması sürecinde ücretlendirmenin de göz önünde bulundurulması beklenmektedir. Bununla birlikte yeterli olmadığı düşüncesiyle Yasemin Hanım'ın mevcut internet paketini değiştirmek istediği şeklinde oluşturulan varsayım doğrultusunda öğrencilerin yıllık ve aylık olarak oluşturmuş oldukları paketlerin gerçekten Yasemin Hanım için yeterli olup olmayacağı konusunda sürekli olarak sorgulama yaptıkları ve buldukları sayısal sonuçları doğrulamaya çalıştıkları gözlenmektedir. Ayrıca öğrencilerin matematiksel modellerini oluşturmaları sırasında örneklendirmeler yaptıkları, bu modellerini birbirlerine sorular sorarak doğrulamaya çalıştıkları da tespit edilmiştir. Bu duruma öğrenciler arasında gerçekleşen aşağıdaki tartışma örnek olarak gösterilebilir:

Abdurrahman: Yasemin Hoca az geldiği için interneti değiştirecek, o zaman bulduğumuz bu toplam 1 yılda ona yetmiyor demek ki. Bunu artırmamız lazım.

Zeynep: Ne kadar artıracamız?

Mücahit: Şimdi 2018'i ayrı 2019'u da ayrı ayrı topladık ya, 2019'da 2018'e göre kullanım miktarının ne kadar arttığını bulalım. Bulduğumuz sonucu da o kadar arttırırız.

Hümeysra: 2018'i atıyorum 300, 2019'u da 500 bulduk. Ne kadar artmış? 200.

Mücahit: Yıllık dedik ya iki yılı da topla, cevap 800. Bak 800 yetmeyecek. Onun için 800'e 200 ekleyip 1.000 bulacağız. Anladın mı?

...

Zeynep: 2018 yılında ortalama aylık ne kadar internet harcadığını nasıl bulacağız? Şimdi 2018 yılında toplam ne kadar internet harcadığını bulmuştuk. Burada saydım, 4 ay var. O zaman bulduğumuz toplamı 4'e böleceğiz.

Hümeysra: O zaman 2019'daki toplamın sonucunu da 8'e bölmemiz lazım. Orada da 8 ay var.

Abdurrahman: Şimdi ne yapacağız? Benim kafam çok karıştı. Bir sürü şey söyledik.

Mücahit: Biraz karışık oldu ama biz bunları neden yaptık?

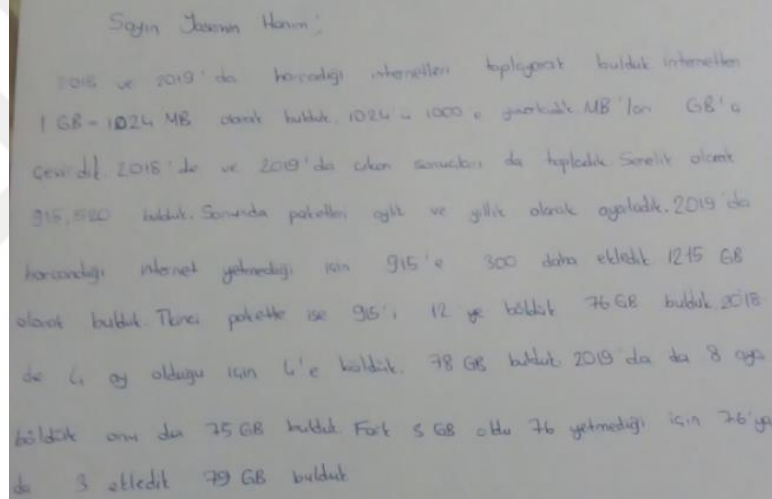
Hümeysra: Şimdi aylık ortalamayı bulduk ya Abdurrahman dedi ki bu miktar yetmeyecek, arttırmamız lazım. Biz de ne kadar arttığını buluyoruz.

Öğrencilerin matematiksel çözümlerini gerçekleştirdikleri sırada sonuçları da tekrar hesap makinesinden kontrol ettikleri tespit edilmiştir. Ulaşılan bu bulgulardan hareketle öğrencilerin varsayımların oluşturulması, matematiksel modellerin oluşturulması ve bu modellerin çözülmesi aşamalarında doğrulama yaklaşımında bulunmalarına rağmen varsayımların oluşturulması aşamasında oluşturulan internet paketlerinde ücretlendirmenin de dikkate alınması gerektiği ifade edilmesine rağmen öğrencilerin bu durumu göz önünde bulundurmadıkları anlaşılmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin aylık ve yıllık olarak belirlemiş oldukları paketlere göre belirledikleri internet miktarının Yasemin Hanım'a yetip yetmeyeceği konusunda sürekli sorgulama yapmalarına karşın ücretlendirme konusunu göz ardı ederek yapmış oldukları yorumlamaların gerçek yaşamda nasıl bir karşılığı olduğu konusunda yeteri kadar doğrulama işlemini gerçekleştiremedikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin doğrulama yeterliliğinin 3. alt göstergesi olan problemi çözmek için diğer yolları düşünme yeterliklerini ortaya çıkaran herhangi bir çalışma sergilemedikleri de görülmüştür.

Dolayısıyla öğrencilerin kısmen doğrulama yaklaşımında bulundukları ancak hataları belirlemelerine rağmen bu hataları düzeltmedikleri sebebiyle doğrulama yeterliklerinin Düzey 2 seviyesinde kaldığı görülmektedir. Bu nedenle sergilemiş oldukları bu yeterliklerine 6 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

5.1.4.2.7. Raporlaştırma aşaması:

Sürecin sonunda yapılan tüm çalışmaların ayrıntılı bir şekilde yazılarak internet paketlerinin nasıl oluşturulduğu konusunda Yasemin Hanım'a açıklamalarda bulunmalarının istendiği bu aşamada öğrencilerin yazmış oldukları rapor Şekil 5.51'de sunulmuştur.



Şekil 5.51. Grup üyelerinin yazmış oldukları rapor

Öğrenciler tarafından yazılan rapor incelendiğinde internet paketlerinden birisinin yıllık, diğerinin de aylık olarak hazırlandığı belirtilmiştir. Bununla birlikte mevcut internet paketinin Yasemin Hanım'a yetmediği için internet paketini değiştirmek istediği şeklinde oluşturulan varsayımdan da bahsedildiği görülmektedir. Bu raporda öğrencilerin durumu nasıl matematikselleştirdiklerine ve buldukları matematiksel çözümlere ilişkin sayısal sonuçlara da ulaşılmaktadır. Ancak yazılı olan “2019’da harcadığı internet yetmediği için 915’e 300 daha ekledik.” ifadesinde neden 300 eklendiği hakkında herhangi bir bilgilendirmenin yapılmadığı dikkat çekmektedir. Elde edilen matematiksel çözümler neticesinde problem durumuna uygun bir şekilde yapılan yorumlamaların da hazırlanan raporda yazılı olmasının istenmesine rağmen öğrencilerin

sadece matematiksel sonuçları yazdıkları, gerçek yaşam bağlamında gerçekleştirdikleri yorumlamalara ait herhangi bir ifadenin yer almadığı belirlenmiştir. Elde edilen tüm bu bulgular nedeniyle hazırlanan raporun çözüm süreci hakkında bir ölçüde bilgi verdiği ve okuyucu tarafından yeteri kadar anlaşılmadığı tespit edilerek öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerini Düzey 2 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin bu yeterliklerine 2 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

Düzey 5				Düzey 5		
	Düzey 3		Düzey 3			
		Düzey 2			Düzey 2	Düzey 2
Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Raporlaştırma

Şekil 5.52. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun “Muhteşem İnternet Paketleri Burada!” problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri

5.1.5. “Polis Soyguncunun Peşinde!” problemine ilişkin elde edilen bulgular

5.1.5.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’na ait bulgular

5.1.5.1.1. Problemi anlama aşaması:

Öğrencilerin problem metnini bireysel olarak sessizce okuduktan sonra problem durumu hakkındaki ilk düşüncelerini aşağıdaki gibi ifade etmeye çalıştıkları görülmüştür.

Hayrunnisa: Kuyumcunun dükkânı soyulmuş, adam bunu pazartesi işe geldiğinde fark ediyor. Demek ki dükkân hafta sonu soyuldu.

Melisa: Pazar günü soyulmuştur. Dükkânlar o gün kapalı oluyor ya.

Melisa: Bir önceki gün de cumartesi günü oluyor, o gün gelip dükkânın kamerasını kırmış bir de. Onun için hırsız soyarken görememişler.

Tuba: Bu adam kamerayı kırarken görülmemiş mi yüzü? Sonuçta o zaman kamera onu çekiyor.

Melike: Nasıl gözüksün ki Tuba. Adam kamerayı kırmış, kamera çalışmıyor ki. Önceki görüntüler de çıkmayacak o zaman.

Hayrunnisa: Burada (etkinlik kâğıdını göstererek) “Polisler bir önceki gün soyguncunun dükkâna girmeden önce kamera ekranını kırdığını görürler.” diyor ama hırsız tam gözükmüyormuş. Demek ki kamera az da olsa çalışıyor.

Tuba: Çalışsa da işe yaramıyor. Polisler başka dükkânın kamerasına bakıyorlar ama burada da sadece hırsızın gölgesi çıkmış.

Yukarıda bahsi geçen konuşmalar incelendiğinde öğrencilerin problem metninde yazılı olan cümleleri sırasıyla açıklamaya çalıştıkları anlaşılmaktadır. Öğrencilerin dikkatini çeken ilk konu kuyumcunun dükkânının soyulduğunu pazartesi günü fark etmesi olmuştur. Bu anlamda Hayrunnisa, dükkânın hafta sonu soyulduğunu söylerken Melisa ise dükkânların kapalı olmasından dolayı soygunun pazar günü gerçekleşmiş olabileceğini dile getirmiştir. Tuba, hırsızın soygundan bir önceki gün kamerayı kırmaya geldiğinde kameranın çekim yaptığını belirterek kamerada hırsızın yüzünün nasıl gözümediği konusunda arkadaşlarına soru yöneltmiştir. Bu soruya Melike, kameranın kırılmasından dolayı çalışmadığını ve bu nedenle önceki görüntülerin de çıkmayacağı şeklinde cevap vermiştir. Bu sırada Hayrunnisa, polislerin soyguncunun kamerayı kırdığını gördüklerini ifade eden cümleyi okuyarak kameranın az da olsa çalıştığı çıkarımında bulunmuştur. Hayrunnisa’nın bulunduğu bu çıkarım üzerine Tuba kameranın çalışmış olsa da işe yaramadığını ifade ederek polislerin başka dükkânın kamerasından hırsıza ulaşmaya çalıştıklarını ancak bu kamerada da hırsızın sadece gölgesinin çıktığını söylemiştir. Daha sonra öğrencilerin etkinlik kâğıdında verilen kamera görüntüsüne odaklanarak problem durumu hakkında konuşmaya devam ettikleri gözlenmiştir.

Tuba: Aşağıda (etkinlik kâğıdını göstererek) hırsızın gölgesini vermiş. Polislere yardım edeceğiz, gölgeye bakıp hırsızın boyunu bulmamız lazım.

Hayrunnisa: Kamera 1/20 oranında küçültüyormuş görüntüyü.

Tuba: Mesela uzunluk 60 cm ise böl 20’ye 3 cm olarak gösteriyor.

Melike: Adam oldukça profesyonel. Hiçbir kameraya gözükmemiş, soygunu çok iyi planlamış önceden.

Hayrunnisa: Kamerada tek kişi gözücüyor ama belki de tek başına değil. Birkaç kişi de olabilirler.

Tuba: O da olabilir ama bizden sadece kamerada gölgesi çıkan adamın boyunu bulmamızı istiyor. Önemli olan bu.

Melisa: Bakın bir de saat 12:10'un yanında parantez içinde bir şey yazıyor. Diyor ki cismin gölge boyu ışığın düşme açısına bağlı olarak değişiyor. Ne demek istemiş burada?

Tuba: Saat değişince gölge boyu da değişir. Mesela akşam gölgen olmaz, onun gibi.

Tuba, etkinlik kâğıdında verilen kamera görüntüsünü göstererek polisler hırsızın boy uzunluğunu bulmaları noktasında yardım etmeleri gerektiğini belirtmiştir. Kameranın görüntüyü 1/20 oranında küçülttüğü bilgisinin verildiğini fark eden öğrencilerden Tuba'nın bu durumu 60 cm uzunluğunda olan bir cismin kamerada 3 cm olarak görüleceği şeklinde verdiği örnekle izah etmeye çalıştığı görölmüştür. Bu sırada Melike'nin belli bir süre düşündükten sonra hırsızın hiçbir kameraya gözükmeyeceğini ve soygunu çok iyi bir şekilde önceden planlamış olduğu çıkarımında bulunması dikkat çekmiştir. Buna karşılık Hayrunnisa, soygunun birkaç kişi tarafından gerçekleştirilebileceği olasılığında bulunmuştur. Tuba sadece kamerada gölgesi çıkan adamın boy uzunluğunu bulmaları gerektiğine vurgu yaparak Hayrunnisa'nın yapmış olduğu tahmininin önemsiz olduğunu dile getirmiştir.

Bu aşamaya yönelik gerçekleştirilen konuşmalar dikkate alındığında öğrencilerin uzun bir süre problem durumuyla ilgili kişisel görüşlerini belirtmelerinin yanı sıra soygun olayının ne zaman ve nasıl gerçekleştiğine dair yorumlamalarda da bulundukları anlaşılmaktadır. Bu noktada soygun olayının pazar günü ve birkaç kişi tarafından gerçekleştirilebileceğine ilişkin tahminlerin yürütöldüğü görölmüştür. Grup üyelerinin problem durumu için yapılan bu tahminlerin önemsiz olduğunu düşünerek istenilenin sadece kamerada gölgesi çıkan hırsızın boy uzunluğuna ulaşmak olduğuna karar verdikleri tespit edilmiştir. Aynı zamanda Tuba'nın problemde bahsi geçen gölgenin saat 12:10'da kameraya yansıması durumunu da kendi deneyiminden örnek vererek saatin değişmesine bağlı olarak gölge boyunun da değişeceği şeklinde izah etmeye çalıştığı belirlenmiştir. Tüm bu bulgulardan hareketle öğrencilerin problemi tam olarak anladıklarını gösteren ifadelere yer verdikleri, verilenleri ve istenenleri belirleyerek

aralarında uygun bir ilişki kurdukları düşünülerek problemi anlama yeterliklerini Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri söylenebilir. Dolayısıyla grup üyelerinin problemi anlama yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.5.1.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

Öğrenciler, problemi daha da anlaşılır hale getirmek için ilk olarak kamera görüntüsündeki gölgenin uzamsal yapısı hakkında aşağıdaki gibi konuşmaya başlamışlardır.

Melike: Adamın gölgesine bakılırsa ince yapılı biri gibi gözüküyor.

Hayrunnisa: Göbeği de yok baksana. Zayıf ya boyu da uzun olur genelde.

Tuba: Ama bacakları çok kısa sanki.

Melike: Altınları torbada taşıyor ya bacakları tam gözükmez. Ondan öyle görünüyor. Şu alta doğru (etkinlik kâğıdındaki kamera görüntüsüne işaret ederek) şişkinlik var ya o torba gibi bakın.

Tuba: Tamam da boyunu işlem yaparak bulacağız.

Melike'nin kameradaki gölgeye bakarak hırsızın zayıf birisi olduğu şeklinde dile getirdiği düşüncesini Hayrunnisa hırsızın göbekli birisi olmadığını söyleyerek desteklemiş ve hırsızın zayıf olmasından dolayı uzun boylu olabileceği çıkarımında bulunmuştur. Arkadaşlarının yaptıkları bu yorumlardan sonra gölgenin şekline odaklanan Tuba, hırsızın bacaklarının çok kısa olduğunu belirtmiş; Melike ise hırsızın çaldığı altınları torbayla taşıdığı için bacaklarının tam olarak gözükmeyebileceği şeklinde tahminde bulunarak gölgedeki şişkinliğin de torbanın gölgesine ait olabileceğini ifade etmiştir. Hırsızın uzun boylu birisi olduğunu düşünen öğrencilerin bu düşüncelerini matematiksel işlemlerle desteklemek için problemde verilenleri nasıl kullanacaklarına ilişkin tartışmaya devam ettikleri tespit edilmiştir.

Hayrunnisa: Gölgenin altında şu parke taşlarının çizgileri var ya onları kullansak olur mu?

Tuba: Bir uzun kenarı bir de kısa kenarı var, hangisini kullanalım?

Melisa: Adamın gölgesi düz dursa ona göre yapacağız da burada eğik duruyor. Hem uzun kenarı hem de kısa kenarı kullanmamız lazım.

Melike: Bir kere o parke taşının uzun ve kısa kenarlarını nasıl bulacağız ki? Onunla ilgili hiçbir şey yazmamış burada.

Tuba: Ben şimdi baktım, sekizlik kilit parke taşıymış bunlar. Kısa kenarı 162 mm, uzun kenarı da 197 mm imiş. Hatta yükseklik ve ağırlığı da yazıyor, bunlar da işimiz yarar belki. Hırsızın boyunu soruyor ya yükseklik te olabilir bence.

Hayrunnisa: Uzun ve kısa kenar. Diğerleriyle işimiz yok.

Kamera görüntüsündeki gölgenin altındaki parke taşlarına ait çizgilere odaklanan öğrencilerin dikdörtgen şeklindeki parke taşının uzun ve kısa kenarlarından hangisini kullanacaklarına ilişkin belli bir süre düşündükleri görülmüştür. Bu bağlamda ilk olarak Melisa'nın hırsızın gölgesinin eğik bir şekilde durduğunu belirterek parke taşlarının hem uzun hem de kısa kenarlarını kullanmaları gerektiği şeklinde düşüncesini ifade ettiği tespit edilmiştir. Bu öneri üzerine Melike'nin problem metninde parke taşının ölçülerine ait bir bilgilendirmenin yapılmadığını söylemesiyle birlikte parke taşının uzun ve kısa kenar ölçülerini nasıl bulabilecekleri yönünde bir soru iletmesi dikkat çekmiştir. Bu sırada Tuba, internetten araştırma yaparak arkadaşlarına parke taşına ait ölçüleri söylemiş ve yaptığı araştırma sonucunda parke taşının yükseklik ve ağırlığı hakkındaki bilgiye bile ulaştığına vurgu yapmıştır. Hayrunnisa'nın çözüme ulaşmak için parke taşının uzun ve kısa kenar ölçülerini kullanacaklarını tekrarlayarak parke taşının yükseklik ve ağırlığını kullanmayacaklarını dile getirdiği görülmüştür.

8'LİK KİLİT PARKE TAŞI



Teknik Özellikler					
Renk	Ölçü mm			Ağırlık (kg) ±1	1 m ² için Taş Miktarı (ad/m ²)
	En	Boy	Yüks. ±2		
Kırmızı Naturel	162	197	80	4,72	36

Şekil 5.53. Grup üyelerinin parke taşı ölçülerine ulaşmak için internetten yaptıkları araştırmaya ait ekran görüntüsü

Hırsızın boy uzunluğunu tahmin etme noktasında kamera görüntüsünde verilen parke taşlarının hem uzun hem de kısa kenar ölçülerini kullanma konusunda hemfikir olan öğrencilerin bu uzunlukları nasıl kullanacaklarını belirlemeye yönelik çalışmalarını aşağıdaki konuşmalar ortaya koymaktadır.

Hayrunnisa: Adamın gölgesi dik dursa aşağıdan yukarıya doğru kısa kenarları yani eni sayarız, yatay dursa bu sefer de boyu sayarız.

Tuba: Hayrunnisa doğru söylüyor. Şöyle dik dursa kısa kenarlar geçiyor, yatay olduğunda da bu sefer uzun kenarlar geçiyor.

Melisa: Önce kısa kenarlardan başlasak, kısa kenarları takip ederek hırsızın ayaklarına doğru gidelim. Sonra kaldığımız yerden ayaklarına doğru bu sefer de uzun kenarları takip ederek gidelim. Şu en baştaki yerle en son geldiğimiz yer arasında kalıyor gölge.

Hayrunnisa'nın hırsızın kameradaki gölgesinin dik durması durumunda parke taşının kısa kenarlarını, yatay durması durumunda da parke taşının uzun kenarlarını saymaları gerektiğini belirtmesi üzerine Melisa'nın belli bir süre verilen kamera görüntüsü üzerinde düşündükten sonra Şekil 5.54'deki çizimi yaparak yukarıda bahsi geçen düşüncesini açıklamaya çalıştığı gözlenmiştir.



Şekil 5.54. Parke taşına ait buldukları ölçüleri nasıl kullanacaklarına ilişkin grup üyelerinin yaptıkları çizim

Özetlemek gerekirse hırsızın kameradaki gölgesinden zayıf ve uzun boylu olduğu şeklinde tahmin yürüten öğrencilerin bu durumu bir sonraki aşamada matematiksel olarak ifade edebilmek için hangi değişkenleri nasıl kullanacakları konusunda uzun süre tartışmışlar ve kamera görüntüsünde gölgenin altındaki parke taşlarının özelliklerinden yararlanmaya karar vermişlerdir. Bu doğrultuda internetten yapmış oldukları araştırma sonrası parke taşının ölçüleri ve ağırlığı hakkındaki bilgilere ulaşan öğrenciler parke taşının sadece uzun ve kısa kenar uzunluklarını kullanmaları gerektiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca grup üyeleri gerçekleştirdikleri bir çizim üzerinden parke taşının uzun ve kısa kenar uzunluklarını nasıl kullanacaklarını da açıklamışlardır. Elde edilen tüm bu bulgulardan hareketle grup üyelerinin görüşlerini belirterek çözüme ulaşma

noktasında hangi değişkenleri nasıl kullanacaklarına dair tespitlerde bulundukları ve gerekli olan değişkenleri belirleyerek gerçekçi varsayımlarda bulundukları belirlenmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin problemi sadeleştirme yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde sergiledikleri düşünülerek bu yeterliklerine 3 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.5.1.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

Öğrencilerin parke taşlarının uzun ve kısa kenar ölçülerini kullanarak durumu matematiksel olarak ifade etme arayışına girdikleri bu aşamaya yönelik gerçekleştirdikleri konuşmalar şu şekilde kaydedilmiştir:

Tuba: Bu çizgilerin uzunluğunu bulmamız lazım önce.

Melike: Baştan ayağa doğruduk olandan başlarsak burada kısa kenarlardan kaç tane varsa onu 162 ile çarpacağız.

Tuba: Yatay olanda da uzun kenarları sayacağız, kaç tane ise onu 197 ile çarpacağız.

Yaptıkları çizim sırasında dikey kenar uzunluğunun bulunmasında parke taşlarına ait eni, yatay kenar uzunluğunun bulunmasında ise parke taşlarına ait boyu kullanmaları gerektiğini belirleyen öğrenciler; bu varsayımlara uygun olarak bahsedilen uzunlukları nasıl bulacaklarını matematiksel olarak ifade edebilmişlerdir. Daha sonra grup üyeleri, yaptıkları çizim üzerine odaklanarak hırsızın gölgesinin uzunluğunu nasıl bulabilecekleri hakkında aşağıdaki gibi konuşmaya devam etmişlerdir.

Melisa: Burada (yaptıkları çizimi göstererek) gölgenin üzerine de bir çizgi çizersek bir tane üçgen oluşuyor.

Melike: Yatay çizgi ile dikey çizgi arasında dik açı da var. Hoca bize anlatmıştı ya burada bir tane yabancı adamın ismini kullanıyorduk, neydi o Melisa?

Melisa: Pi ile başlıyordu, Pisagor Bağıntısı. Dik açının yanındaki kenarların karelerini alıp topluyorduk. Sonra da karşı kenarı buluyorduk.

Melike: Topladıktan sonra karekökünü alıyorduk. Burada da gölgeyi bulacağız. Yatayla dikeyin karelerini alıp toplayacağız, sonra da onun karekökünü alacağız.

Öğrenciler kamera görüntüsü üzerinde yapmış oldukları çizimde hırsızın gölgesini bir çizgi ile temsil ettiklerinde dik açılı bir üçgenin oluştuğunu fark etmişlerdir. Oluşan bu üçgende Pisagor Bağıntısı'nı kullanarak hırsızın gölgesinin uzunluğuna ulaşabileceklerini söyleyen öğrenciler, bu konu ile ilgili derste öğrenmiş oldukları bilgileri birbirlerine hatırlatarak yatay ve dikey kenarların uzunluklarının karelerini alıp toplayacaklarını ve buldukları bu sonucun da karekökünü alacaklarını ifade etmişlerdir. Dik kenar uzunluklarının karelerinin toplandıktan sonra karekökünü alınmasıyla birlikte hırsızın boy uzunluğuna ulaştıklarını düşünen öğrenciler, belli bir süre sonra çıkan sonucun bir kişinin boy uzunluğuna ait olamayacak kadar büyük olduğunu fark ederek tartışmaya devam etmişlerdir.

Tuba: Adamın boyu 415,09 cm oluyor.

Melike: Bunu m'ye çevirsen 4 m'den fazla oluyor adamın boyu. Bence bu kadar uzun olamaz. Sen 4 m'lik bir adam gördün mü hiç?

Hayrunnisa: Arkadaşlar biz şunu unuttuk. Hani $1/20$ vardı ya 20 'ye böleceğiz bu sonucu.

Pisagor Bağıntısı'ndan yararlanarak buldukları 415,09 cm sonucunun hırsızın boy uzunluğuna ait olamayacak kadar büyük olduğunu fark eden öğrencilerden Hayrunnisa, arkadaşlarına kameranın çekmiş olduğu görüntüyü $1/20$ oranında küçülttüğü bilgisini hatırlatarak buldukları bu sonucu 20 'ye böldüklerinde hırsızın boy uzunluğunu elde edeceklerini söylemiştir. Önerilen bu matematiksel ifadeye uygun olarak işlemlerini gerçekleştiren öğrenciler, bu kez de sonucun hırsızın uzun boylu birisi olacağı şeklinde oluşturdukları varsayıma uygun olmadığı gerekçesiyle bu modeli kullanmaktan vazgeçmişlerdir. 4 dakikaya yakın bir süre boyunca hırsızın boy uzunluğunun nasıl bulunacağı konusunda bireysel olarak düşünen öğrencilerden Melisa'nın tartışmayı yeniden açtığı görülmüştür.

Melisa: 20 'ye neden bölüyoruz ki zaten? 415,09 cm adamın gölgesi. 20 'ye bölersek kameradaki gölgesinin uzunluğunu buluyoruz, buna gerek yok.

Hayrunnisa: Neye böleceğiz o zaman?

Tuba: Mesela ben dışarı çıksam, sonra da gölgemin uzunluğunu ölçsem aynı kameradaki gibi. Kendi boyumu da biliyorum, ona göre buluruz bence.

Melisa 415,09 cm olarak buldukları sonucun hırsızın gölge boyunu temsil ettiğini belirterek bu sonucu 20'ye bölmeleri durumunda hırsızın kameradaki gölge boyuna ulaşacaklarına ve çözüme ulaşma noktasında hırsızın kameradaki gölge boyunu bulmalarının gereksiz olduğuna dikkat çekmiştir. Bu sırada Tuba dışarı çıkıp gölgesinin uzunluğunu ölçerek gölge boyu ile kendi boyu arasında bir matematiksel ilişki bulabilecekleri yönünde bir öneri sunmuştur. Böylece Tuba'nın dışarı çıkarak gölgesinin uzunluğunu ölçtüğü ve sonrasında arkadaşlarıyla birlikte gölge boyu ile kendi boyu arasında bir matematiksel ilişki kurabilmek için aşağıdaki gibi tartışmaya başladığı görülmüştür.

Tuba: Gölgeimin uzunluğu boyumdan daha fazla çıktı. Önce ne kadar fazla olduğunu bulalım. Şimdi biz hırsızın gölgesini bulduk ya gölgesinin uzunluğundan bulduğumuz sonucu çıkarırsak hırsızın boyunu buluruz.

Melisa: Az önce 20'ye bölmüştük ya yine öyle yapamaz mıyız? Tuba'nın gölgesinin uzunluğunu kendi boyuna bölsek nasıl olur?

Hayrunnisa: Çıkan sonucu ne yapacaksın sonra?

Tuba: Gölgem boyumun kaç katı onu buluruz.

Melisa: Tamam işte arkadaşlar. Aynı şeyi bu hırsız için de yapacağız. Gölge boyunun kaç katı ise bu hırsızda da aynısı olacak. Biz hırsızın gölgesinin uzunluğunu bulduk. Hırsızın gölgesinin uzunluğunu bulduğumuz sonuca bölersek boyunu bulmuş oluruz.

Tuba, yaptığı ölçüm neticesinde gölgesinin uzunluğunun kendi boyundan daha fazla çıktığını söyleyerek arada oluşan farkın hırsızın boy uzunluğunu bulmada kullanabileceklerini dile getirmiştir. Bu bağlamda aynı farkın hırsızın gölge uzunluğu ile hırsızın boyu arasında da oluşacağı görüşüne sahip olan Tuba, sonucunu buldukları hırsızın gölge uzunluğundan belirlenen farkı çıkarttıklarında hırsızın boy uzunluğuna ulaşacaklarını ifade etmiştir. Bunun üzerine Melisa; arkadaşlarına daha önce hırsızın gölge boyunu 20'ye böldüklerini hatırlatarak bu aşamada bölme işlemi yapıp yapamayacaklarını sorgulamış, bu duruma yönelik Tuba'nın gölge boyunu Tuba'nın boy uzunluğuna bölmelerinin doğru olup olmayacağı konusunda bir soru yöneltmiştir. Hayrunnisa'nın bahsi geçen bu bölme işlemini yapmaları halinde çıkacak olan sonucu nasıl kullanacaklarına dair yaşadığı tereddüdü belirtmesi üzerine Tuba bölme işlemi

sayesinde buldukları sonuç ile kendi gölge uzunluğunun boyunun kaç katına eşit olduğunu bulabileceklerini izah etmiştir. Tuba'nın gölge uzunluğu ile Tuba'nın boyu arasında bu şekilde kurulan matematiksel ilişkiyi hırsızın gölgesizin uzunluğu ile hırsızın boy uzunluğu arasında da kullanabileceklerini ifade eden öğrenciler, buldukları hırsızın gölge uzunluğunu çıkan sonuca böldüklerinde hırsızın boy uzunluğuna ulaşabileceklerini belirtmişlerdir.

Elde edilen tüm bu bulgular dikkate alındığında öğrencilerin ilk olarak kamera görüntüsü üzerine yapmış oldukları çizimde bulunan dikey ve yatay çizgilerin uzunluklarını bulmaya yönelik durumu matematikselleştirdikleri ve bu aşamada dikey çizginin uzunluğunun bulunmasında parke taşının enini, yatay çizginin uzunluğunun bulunmasında ise parke taşının boyunu kullanmaları gerektiği şeklinde oluşturdukları varsayıma dikkat ettikleri tespit edilmiştir. Daha sonra hırsızın kameradaki gölgesini de bir çizgi ile göstererek oluşan şeklin bir dik üçgen olduğunu fark eden öğrenciler, Pisagor Bağıntısı yardımıyla gölgenin uzunluğunu da bulabileceklerini belirtmişlerdir. Bu noktada problem durumunu Pisagor Bağıntısı'na uygun bir şekilde uyarlayarak dik kenar uzunluklarının karelerinin toplamının karekökü alındığında hırsızın gölge boyuna ulaşabileceklerini ifade eden öğrenciler, çıkacak olan sonucun hırsızın boy uzunluğunu da temsil ettiğini düşünmüşlerdir. Sonucun bir kişinin boy uzunluğunu temsil edemeyecek kadar büyük olduğunu fark eden öğrenciler, kameranın görüntüyü 1/20 oranında küçülttüğü bilgisinden hareketle buldukları sonucun 20'ye bölünmesiyle hırsızın boy uzunluğuna ulaşabilecekleri yönünde durumu matematikselleştirmişlerdir. Bu sefer de sonucun bir kişinin boy uzunluğunu temsil edemeyecek kadar küçük olduğunu fark eden öğrencilerden Tuba dışarı çıkıp gölgesinin boyunu ölçtüktan sonra grup üyeleri Tuba'nın boyu ile gölgesinin boyu arasında nasıl bir matematiksel ilişkinin olduğunu tartışmaya başlamışlardır. Tuba'nın gölgesinin boyunun kendi boyundan daha fazla çıktığını gören öğrenciler arada oluşan farkın hırsızın gölge boyu ile hırsızın boy uzunluğu arasında da oluşacağı çıkarımında bulunmuşlardır. Bir süre sonra öğrenciler Tuba'nın gölge boyunu boy uzunluğuna oranlayarak çıkacak olan sonucun hırsızın gölgesinin hırsızın boy uzunluğuna oranına eşit olacağı şeklinde yeni bir matematiksel ilişki kurmuşlardır. Dolayısıyla öğrencilerin problem durumu için en uygun matematiksel ifadeyi oluşturana kadar süreci devam ettirdikleri anlaşılmaktadır. Ancak öğrencilerin durumu en iyi şekilde matematiksel olarak ifade etmelerine rağmen

matematiksel model oluşturma yeterliğinin en üst göstergesi olarak tanımlanan uygun matematiksel gösterimlerin seçilerek matematiksel model geliştirme aşamasına geçemedikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle grup üyelerinin gerçekçi varsayımlar oluşturmalarına rağmen matematiksel model oluşturma yeterliliğine ilişkin tüm yeterlikleri sergilemede eksik kaldıkları düşünülerek matematikselleştirme yeterliklerinin Düzey 4 seviyesinde olduğu değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.5.1.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

Grup üyelerinin yaptıkları çizim ile birlikte dikey ve yatay çizgilerin uzunluklarını bulmak için bu çizgiler üzerindeki parke sayılarını saymaya başladıkları görülmüştür.

Melike: Aşağıdan yukarıya doğru saydım, 21 tane parke taşı var. Bir de şöyle yarıda kalmış bir parke taşı var.

Hayrunnisa: O yarım kalanı da 1 sayarsak 22 tane var diyelim.

Tuba: Diğerinde de 10 tanesi tam, 1 tanesi yarım. Senin dediğin gibi yaparsak 11 tane de orada var.

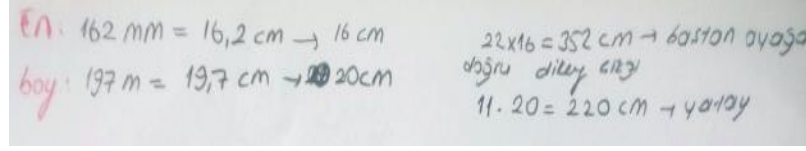
Melike dikey çizginin üzerinden 21 tane parke taşının geçtiğini söyleyerek bunun dışında yarım kalan bir parke taşının olduğuna vurgu yapmıştır. Hayrunnisa yarım kalan parke taşını da tam olarak sayabileceklerini söyleyerek dikey çizginin üzerinden 22 tane parke taşının geçtiğini belirtmiştir. Bu sırada yatay çizgi üzerindeki parke taşlarını sayan Tuba, Hayrunnisa'nın yarım kalan parke taşlarını tam olarak sayabilecekleri yönünde sunmuş olduğu önerisini duyduktan sonra yatay çizgi üzerinden 11 tane parke taşının geçtiğini söylemiştir. Daha sonra öğrencilerin internetten yapmış oldukları araştırma sonrası parke taşının ölçülerine odaklanarak dikey ve yatay çizgilerin uzunluklarını hesaplamaya çalıştıkları dikkat çekmiştir.

Tuba: Bir tanesinin eni 162 mm, boyu da 197 mm.

Melisa: İkisini de cm'ye çevirelim. 16,2 diğeri de 19,7. Hatta şu virgülleri de kaldıralım. 16'ya 20 diyelim.

Tuba: 19,7 sayısı 20'ye daha yakın. Onu 20 yapalım.

Melisa: Şu dik olanda 22 tane vardı. Bunda eniyle çarpacaktık. Eni 16 cm. 22 çarpı 16'dan 352 cm oluyor. Yatayda da 11 tane vardı. Boyu 20 cm'di. 11 çarpı 20'den o da 220 cm oluyor.



En: 162 mm = 16,2 cm → 16 cm
boy: 197 m = 19,7 cm → 20 cm
22 x 16 = 352 cm → boydan boy
11 x 20 = 220 cm → yatay

Şekil 5.55. Öğrencilerin yaptıkları çizimde dikey ve yatay kenar uzunluklarını hesaplamaya yönelik gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler

Dikey ve yatay kenar uzunluklarını hesaplayan öğrenciler, hırsızın kameradaki gölge boyunu da bir çizgi ile gösterdikten sonra oluşan şeklin bir dik üçgen olduğun fark etmeleri sebebiyle kullanmaya karar verdikleri Pisagor Bağıntısı üzerinde matematiksel olarak çalışmalarını sürdürmüşlerdir.

Melisa: Kenarlardan birisi 352 cm, 352'nin karesi 123.904. Diğer kenar da 220 cm, bunun karesi de 48.400.

Melike: Bu ikisini toplayacağız.

Melisa: 123.904 artı 48.400 cevap 172.304 oluyor.

Melike: Şimdi de bunun karekökünü alacaksın.

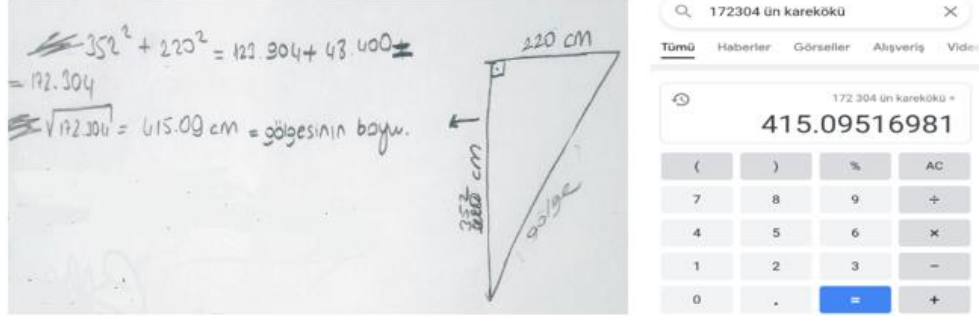
Melisa: Bunu nasıl yapayım ki. Kök yok benim telefonda.

Hayrunnisa: İnternete yazsak, neydi? 172.304'ün karekökü. Uzun bir şey çıktı. 415.0951 diye gidiyor, bakın.

Melike: 415,09 diyelim.

Tuba: Hırsızın gölgesi 415,09 cm o zaman.

Melisa telefonundaki hesap makinesini kullanarak Pisagor Bağıntısı'na uygun bir şekilde dik kenar uzunluklarının karelerini sırasıyla 123.904 ve 48.400 olarak hesapladıktan sonra toplamı 172304 olarak bulmuştur. Toplamın karekökünün alınmasıyla hırsızın gölge boyuna ulaşabileceklerini ifade eden öğrencilerden Melisa'nın bu işlemi telefonunda yapamayacağını söylemesi üzerine Hayrunnisa, Şekil 5.56'da gösterildiği gibi internetten 172.304 sayısının karekökünü 415,09516981 olarak bulmuştur. Grup üyeleri elde edilen bu sonucu 415,09 cm olarak kabul ederek hırsızın gölge boyunu temsil ettiğini dile getirmişlerdir.



Şekil 5.56. Öğrencilerin hırsızın gölge boyuna ulaşmak için gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler

Öğrenciler ilk olarak hırsızın boy uzunluğunun da 415,09 cm olabileceğini düşünmüşlerdir. Ancak belli bir süre sonra grup üyeleri bir kişinin bu kadar uzun boylu olamayacağı şeklinde ortaklaşa karar verdikten sonra öğrencilerin etkinlik kâğıdında kameranın çekmiş olduğu görüntüyü 1/20 oranında küçülttüğü bilgisine odaklandıkları görülmüştür. Bu bağlamda öğrenciler, elde etmiş oldukları 415,09 sonucunu 20'ye böldüklerinde hırsızın boy uzunluğuna ulaşacaklarını düşünmüşlerdir. Bu sırada öğrenciler arasında geçen konuşmalar aşağıdaki gibi kaydedilmiştir:

Tuba: 20'ye böldüğünde de 20,75 çıkıyor. Bu da olamaz ki adamın boyu, çok kısa oluyor bu sefer de. Adam uzun olacak bir kere.

Tuba 415,09'un 20'ye bölündüğünde çıkan sonucun bir kişinin boy uzunluğu olamayacak kadar küçük olmakla birlikte hırsızın uzun boylu birisi olduğu şeklinde oluşturulan varsayıma da uygun olmadığını dile getirmiştir. Daha sonra öğrencilerin Tuba'nın gölgesinin boyu ile boy uzunluğu arasındaki oranın hırsızın gölge boyu ile hırsızın boy uzunluğu arasındaki orana eşit olacağı şeklinde durumu matematikselleştirmeleriyle birlikte Şekil 5.57'deki matematiksel işlemleri gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir.

Tuba'nın boyu: 165 cm
 gölgesinin boyu: 349 kaç katı?

$$\begin{array}{r} 165 \\ 2,12 \overline{) 349} \\ \underline{212} \\ 136 \end{array}$$

136 cm → gerçek boyu.

$$\begin{array}{r} 415,09 \\ 2,12 \overline{) 879,78} \\ \underline{415,09} \\ 464,69 \end{array}$$

464,69 → 196'ya yuvarladıkları görülmüştür.

Şekil 5.57. Öğrencilerin Tuba'nın gölge boyu ile boy uzunluğundan yararlanarak hırsızın boy uzunluğunu hesaplamaya yönelik gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler

Tuba yapmış olduğu ölçümlerle boy uzunluğunu 165 cm, gölgesinin boyunu ise 349 cm olarak bulmuştur. Daha sonra bu iki sayıyı birbirine oranlayarak Tuba'nın gölge boyunun boy uzunluğunun 2,12 katına eşit olduğu sonucuna ulaşan öğrenciler, aynı şekilde hırsızın gölge boyunun da hırsızın boy uzunluğunun 2,12 katına eşit olacağı çıkarımında bulunmuşlardır. Bu bağlamda grup üyeleri hırsızın gölge boyu olarak elde ettikleri 415,09 sayısını 2,12'ye bölerek sonucu 195,75 cm bulmuşlardır. Matematiksel olarak çalışma aşamasının en son kısmında öğrencilerin bu sonucu 196'ya yuvarladıkları görülmüştür.

Araştırmacı gözlem notundan elde edilen bilgiye göre Tuba'nın kendi gölgesinin boyunu ölçerken saatin 15:28 olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin problemi anlama aşamasında bahsi geçen gölgenin saat 12:10'da kameraya yansıdığına vurgu yapmalarına ve zamanın gölge boyunun uzunluğunda ne kadar etkili olduğunu kendi deneyimlerinden örnek vererek açıklamalarına rağmen ölçümlerinde bu duruma dikkat etmedikleri anlaşılmaktadır. Dolayısıyla gölge boyu ile boy uzunluğu arasındaki oranın hesaplanması noktasında öğrenciler tarafından günün farklı saatlerinde bir cismin gölge boyunun uzunluğunun ışığın düşme açısına bağlı olarak sürekli değiştiği bilgisinin göz ardı edildiği belirlenmiş, yapılan ölçümlere bağlı olarak hırsızın gölge boyundan hırsızın boy uzunluğuna ulaşma aşamasında bahsi geçen matematiksel işlemlerin problem durumuna tam olarak uygun olmadığı anlaşılmıştır. Bu bağlamda öğrencilerin hırsızın gölge boyunu bulana kadar matematiksel çözümlerini doğru bir şekilde gerçekleştirirken hırsızın boy uzunluğuna ulaşma noktasında yapmış oldukları ölçüme dayanarak gerçekleştirdikleri matematiksel çözümlerinin hatalı olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin eksik bir şekilde oluşturdukları matematiksel modellerin çözümlerinde hataların olduğu değerlendirilerek matematiksel olarak

Çalışma yeterliklerinin Düzey 2 seviyesinde kaldığı belirlenmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

5.1.5.1.5. Yorumlama aşaması:

Öğrencilerin elde ettikleri matematiksel sonuçları gerçek yaşam bağlamında değerlendirdikleri bu aşamaya yönelik konuşmaları aşağıdaki gibi gelişmiştir:

Hayrunnisa: 415,09 cm hırsızın gölgesinin boyu oluyor. Öğleden sonra olduğu için güneş fazla olacak, onun için gölgesinin boyu da bu kadar fazla olmuş.

Tuba: Bir de adam uzun, onu da düşünürsek gölgesinin boyunun bu kadar fazla olması normal yani.

Hayrunnisa: Zaten Tuba senin gölgen de kendi boyunun 2 katından fazla çıktı, kaçtı senin boyun?

Tuba: Benimki 165.

Melike: Ama Tuba da bize göre uzun. Hem de kızlar erkeklere göre daha kısa olur. Burada hırsız erkek olduğu için boyu zaten uzun olacak.

Melisa: Doğru diyorsun. Adamın boyu 196 cm çıktı. Yani 1 m 96 cm, neredeyse 2 m'ye yakın. Bir de ince yapılı, adam uzun boylu olacak demiştik en baştan.

Yukarıda bahsi geçen konuşmalar incelendiğinde grup üyeleri hırsızın gölge boyunu 415,09 cm olarak bulmalarını olay saatinin öğleden sonra olduğu için güneş ışınlarının etkisinden dolayı gölge boyunun da fazla çıkması olarak değerlendirmişlerdir. Bununla birlikte öğrencilerin Tuba'nın boy uzunluğu ile hırsızın boy uzunluğu arasında karşılaştırma yaparak buldukları sonuçları yorumlamaları dikkat çekmiştir. Bu bağlamda Tuba'nın kendilerine göre daha uzun boylu olduğunu vurgulayan öğrenciler, Tuba'nın yaptığı ölçüm neticesinde gölge boyunun boy uzunluğunun 2 katından fazla çıktığını dolayısıyla erkek olduğunu düşündükleri hırsızın Tuba'dan daha uzun boylu olacağı şeklinde çıkarımda bulunmuşlardır. Böylece öğrenciler problemi anlama aşamasında kamera görüntüsüne bakarak hırsızın uzun boylu olacağı şeklinde bulundukları tahminin elde ettikleri matematiksel sonucu da doğruladığını ifade etmişlerdir. Elde edilen bu bulgular doğrultusunda bir önceki aşamada gerçekleştirilen matematiksel çözümlerde hataların olması da dikkate alınırsa grup üyelerinin hatalar içeren matematiksel çözümlerini gerçek yaşam bağlamında doğru olarak yorumladıkları

düşünülebilir. Dolayısıyla öğrencilerin yorumlama yeterliklerini Düzey 3 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.5.1.6. Doğrulama aşaması:

Öğrencilerin Pisagor Bağıntısı'nı kullanarak hırsızın gölge boyunu 415,09 cm olarak bulduktan hırsızın boy uzunluğunu da bulduklarını düşündükleri görülmüştür. Bir süre sonra bu sonucun bir kişinin boy uzunluğunu temsil edemeyecek kadar fazla olduğunu fark eden grup üyeleri, kameranın çekmiş olduğu görüntüyü 1/20 oranında küçülttüğü bilgisinden hareketle gölge boyunun 20'ye bölünmesiyle hırsızın boy uzunluğuna ulaşabileceklerini ifade etmişlerdir. Bunun üzerine 415,09'u 20'ye bölerek 20,75 sonucuna ulaşan öğrenciler; çıkan bu sonucun da bir kişinin boy uzunluğunu temsil edemeyecek kadar az olduğunu fark etmişler, ayrıca 415,09'un 20'ye bölünmesiyle hırsızın boy uzunluğunu değil kameradaki gölge boyunu bulduklarını söyleyerek bu matematiksel işlemi yapmalarının gereksiz olduğu çıkarımında bulunmuşlardır. Son olarak öğrenciler, Tuba'nın önerisiyle kendi gölge boyu ile boy uzunluğu arasındaki oranın hırsızın gölge boyu ile boy uzunluğu arasındaki orana eşit olacağı şeklinde ifade ettiği matematiksel modeli kullanmaya karar vermişlerdir. Bu bağlamda süreç boyunca öğrencilerin oluşturdukları matematiksel modellerin problem durumuna uygun olup olmadığını ve elde etmiş oldukları matematiksel sonuçlara göre yapmış oldukları yorumlamaların gerçek yaşam bağlamına uygunluğunu kontrol ettikleri söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin en çok zaman geçirdikleri tespit edilen problemi sadeleştirme aşamasında problemin çözümüne yönelik hangi değişkenleri nasıl kullanacaklarına ilişkin sunulan önerilerin de sürekli olarak doğruluğunun sorgulandığı görülmüştür. Elde edilen bu bulguları aşağıdaki konuşmalar desteklemektedir.

Tuba: Ben şimdi baktım, sekizlik kilit parke taşıymış bunlar. Kısa kenarı 162 mm, uzun kenarı da 197 mm imiş. Hatta yükseklik ve ağırlığı da yazıyor, bunlar da işimiz yarar belki. Hırsızın boyunu soruyor ya yükseklik te olabilir bence.

Hayrunnisa: Uzun ve kısa kenar. Diğerleriyle işimiz yok.

...

Hayrunnisa: Adamın gölgesi dik dursa aşağıdan yukarıya doğru kısa kenarları yani eni sayarız, yatay dursa bu sefer de boyu sayarız.

Tuba: Hayrunnisa doğru söylüyor. Şöyle dik dursa kısa kenarlar geçiyor, yatay olduğunda da bu sefer uzun kenarlar geçiyor.

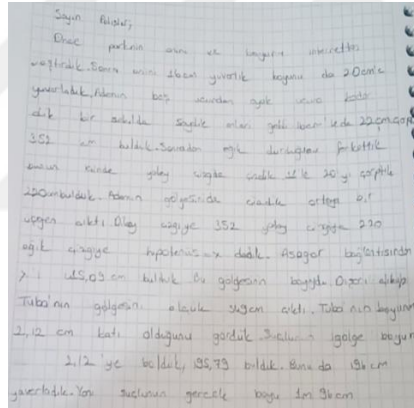
Matematiksel çözümlerini gerçekleştirdikleri aşamada öğrenciler Tuba'nın gölge boyunu ölçtüğü saat (15:28) ile problem durumunda bahsi geçen saatin (12:10) uyuşmadığını fark edememişler, dolayısıyla gölge boyunun zamana bağlı olarak sürekli değişiklik gösterdiği bilgisini dikkate almadıklarını anlayamamışlardır. Ayrıca öğrencilerin yaptıkları matematiksel işlemlerin sonuçlarının doğru olup olmadığını da sorgulamadıkları görülmüştür. Bu anlamda öğrencilerin matematiksel olarak çalışma aşamasında herhangi bir doğrulama yaklaşımında bulunmadıkları söylenebilir. Bununla birlikte grup üyelerinin problemin çözümüne ilişkin başka yolları düşünme çabasına girmedikleri tespit edilmiştir. Elde edilen tüm bu bulgulardan hareketle öğrencilerin kısmen doğrulama yaklaşımında bulundukları ve belirledikleri hataları düzelttikleri anlaşılarak doğrulama yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiştir. Bu anlamda grup üyelerinin doğrulama yeterliklerine 6 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.5.1.7. Raporlaştırma aşaması:

Öğrenciler tarafından yazılan Şekil 5.58'deki rapor incelendiğinde grup üyelerinin çözüme ulaşma noktasında parke taşının en ve boy ölçülerini kullandıkları anlaşılmaktadır. Parke taşına ait en ve boy ölçülerini internetten araştırarak bulduklarını yazan öğrencilerin öncelikle hırsızın baş ucundan ayak uçlarına kadar dik bir şekilde çizgi oluşturdukları daha sonra hırsızın gölgesinin eğik bir şekilde durduğunu fark etmelerinden dolayı yatay bir çizgi daha oluşturdukları anlaşılmaktadır. Bu anlamda öğrencilerin raporlarında oluşturdukları dikey ve yatay çizgilerin uzunluklarını nasıl hesapladıkları hakkında okuyucuyu yeteri kadar bilgilendirdikleri görülmektedir. Raporun devamında hırsızın gölgesini de bir çizgi ile göstermeleriyle birlikte üçgen şeklinin oluştuğunu ifade eden öğrenciler, Pisagor Bağntısı'ndan yararlanarak hırsızın gölge boyunu bulduklarını yazmışlardır. Ancak oluşan bu şekle ait herhangi bir görsel bilgilendirmenin yapılmadığı görülmektedir. Dolayısıyla raporda anlatılmasına rağmen çizgilerin nasıl oluşturulduğu, nasıl bir şeklin ortaya çıktığı ve hangi kenar uzunluklarının 352 cm, 220 cm ve 415,09 cm olduğu yeteri kadar anlaşılamamaktadır.

Tuba'nın gölge boyunu ölçtüğünü ifade eden öğrenciler bu uzunluğun Tuba'nın boyunun 2,12 katına eşit olduğundan bahsetmişlerdir. Bu anlamda öğrenciler, hırsızın gölge boyunu 2,12'ye bölerek hırsızın boyunun 196 cm olduğuna ilişkin açıklama yapmışlardır.

Yukarıda elde edilen bulgular göz önüne alındığında öğrenciler tarafından yazılan raporun çözüm süreci hakkında büyük ölçüde bilgi vermesinin yanı sıra eksikliklerinin de olduğu ve okuyucu tarafından yeteri kadar anlaşılamadığı düşünüerek grup üyelerinin raporlaştırma yeterliklerini Düzey 2 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiştir. Böylece öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerine 2 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.



Şekil 5.58. Öğrenciler tarafından yazılan rapor

Düzey 5						
	Düzey 4	Düzey 4			Düzey 4	
				Düzey 3		
			Düzey 2			Düzey 2
Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Raporlaştırma

Şekil 5.59. Muhteşem Dörtlü Grubu'nun "Polis Soyguncunun Peşinde!" problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri

5.1.5.2. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'na ait bulgular

5.1.5.2.1. Problemi anlama aşaması:

Grup üyelerinin problem metnini okuduktan sonra problemde ifade edilmek istenen genel durumu açıklamaya çalışmak için aşağıdaki gibi tartışmaya başladıkları görülmüştür:

Mücahit: Bir tane hırsız var, galiba bu adamı hiç kimse görmemiş. Kamera da görmemiş nasıl oluyorsa.

Zeynep: Soyan adam kamerayı bir gün önceden kırmış, kamera çalışmıyor yani.

Mücahit: O zaman bu görüntüyü (etkinlik kâğıdındaki fotoğrafı göstererek) nereden bulmuşlar?

Abdurrahman: Sen soruyu tam okumadın mı? Diyor ki kamera bozuk çıkınca marketin kamerasına bakmışlar, orada da adamın sadece gölgesi çıkmış. Onun için yüzünü falan görememişler.

Problemin anlaşılmasına yönelik gerçekleştirilen ilk konuşmalarda öğrencilerin kameranın nasıl çalışmadığı ve hırsızın gölgesine nasıl ulaşıldığı soruları üzerinde yoğunlaştıkları anlaşılmaktadır. Mücahit; hiç kimsenin hırsızı görmediğini belirtmiş, daha sonra da kuyumcu dükkanındaki kameranın hırsız nasıl görmediği konusundaki şaşkınlığını dile getirmiştir. Bunun üzerine Zeynep, hırsızın kuyumcuyu soymadan bir gün önce kamerayı kırmasından dolayı kameranın çalışmadığını ifade etmiştir. Bu sırada Mücahit'in etkinlik kâğıdında verilen fotoğrafı işaret ederek arkadaşlarına polislerin hırsızın gölgesine ait görüntüyü nereden bulduklarını sorması dikkat çekmiştir. Abdurrahman, Mücahit'e soruyu tam olarak okuyup okumadığını sorarak problem durumunu anlatmaya başlamıştır. Bu bağlamda Abdurrahman, kuyumcu dükkanına ait kameranın bozuk çıkması üzerine polislerin marketin kamerasına baktıklarını ve bu kamerada hırsızın sadece gölgesine ulaşabildiklerini söylemiştir. Abdurrahman'ın arkadaşlarına polislerin hırsızın gölgesine nasıl ulaştıklarını anlatmasından sonra konuşmasına devam ettiği görülmüştür.

Abdurrahman: Polislerin amacı bu adamın boyunu tahmin etmek. Polisler bizden yardım istiyor, bir şekilde adamın boyunu bulup onlara söyleyeceğiz.

Hümeýra: Dedektif gibi, aynı filmlerdeki gibi.

Konuşmasına devam eden Abdurrahman, kendilerinden hırsızın boyunu tahmin ederek polislere yardım etmelerinin istendiğini söylemiştir. Hümeýra ise problemde belirtilen olayın filmlerdeki gibi olduğunu belirterek ilgi çekici olduğunu belirtmiştir.

Yukarıda bahsi geçen alıntılar doğrultusunda öğrencilerin problem durumunu kendi cümleleriyle ifade ettikleri, problemi tam olarak anladıklarını gösteren ifadelere yer verdikleri, hırsızın gölgesinin verildiğini ve kendilerinden hırsızın boyunu tahmin etmelerinin istendiğini dile getirdikleri anlaşılmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin problemde verilenleri ve istenilenleri belirleyerek bunlar arasında uygun bir ilişkiyi de kurmuş oldukları tespit edilerek problemi anlama yeterliklerini Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri tespit edilmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.5.2.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

Problem durumunu ifade ederek verilenler ile istenenleri belirleyen öğrenciler, daha sonra bu durumu daha da detaylı bir şekilde analiz ederek çözüme nasıl ulaşabilecekleri üzerinde konuşmaya başlamışlardır.

Zeynep: Adamın gölgesini cetvelle ölçüp boyunu bulabiliriz.

... (Öğrenciler bu varsayıma göre matematiksel modellerini oluştururlar.)

Mücahit: Zeynep sen adamın gölgesini ölçtün ama bu gölge düz değil ki.

Zeynep, kamera görüntülerinde çıkan hırsızın gölgesinin uzunluğunu cetvel yardımıyla ölçerek boyunu da bulabilecekleri yönünde bir öneri sunmuştur. Zeynep'in önerisini kabul eden öğrencilerin bu varsayım doğrultusunda matematiksel modellerini oluşturdukları ve ardından da çözümlerini gerçekleştirmeye başladıkları görülmüştür. Grup üyeleri matematiksel işlemlerini gerçekleştirmeye başlar başlamaz Mücahit; etkinlik kâğıdında verilen kamera görüntüsüne belli bir süre bakarak düşünmüş, ardından da hırsızın gölgesinin eğik bir şekilde olduğunu fark ederek bu durumu

arkadaşlarına söylemiştir. Bunun üzerine grup üyeleri oluşturmuş oldukları matematiksel model üzerinden çözümlerini gerçekleştirmekten vazgeçerek tekrar varsayım oluşturma aşamasına dönmüşler, bu bağlamda tartışmaya devam etmişlerdir.

Mücahit: Zeminde parkeler var, parkeleri sayarak bir şey bulabilir miyiz?

Abdurrahman: Sayalım da parkenin uzunluğu ne kadar?

Zeynep: Gölgesinin üzerindeki taşlar da düz değil, nasıl sayacağız ki?

Mücahit: Düz olanları sayacağız.

Zeynep: İyi de orada (etkinlik kâğıdını göstererek) sadece gölge var, onun üzerindeki parkeler de düz değil zaten.

Mücahit, verilen kamera görüntüsünde zeminin parke taşlarından oluştuğunu fark ederek bu parke taşlarını sayma yoluyla çözüme ulaşp ulaşamayacakları konusunda arkadaşlarına soru sormuştur. Abdurrahman, bu soruya parke taşlarının uzunluğunun da önemli olduğunu belirterek parke taşlarının uzunluğunun ne kadar olduğu şeklinde yeni bir soruyla karşılık vermiştir. Bu soruların sorulması sırasında Zeynep; Şekil 5.60'daki çizimi yaparak grup arkadaşlarına hırsızın gölgesi boyunca parke taşlarının eğik bir şekilde dizili olduğunu söylemiş, bu durumda parke taşlarını nasıl sayacaklarıyla ilgili başka bir soru yöneltmiştir. Mücahit; Zeynep'in bu sorusu üzerine eğik olmayacak şekilde dizili olan parke taşlarını sayacaklarını belirtmiş, Zeynep ise etkinlik kâğıdında yer alan kamera görüntüsünü göstererek fotoğrafta sadece hırsızın gölgesinin olduğunu ve bu gölge boyunca uzanan parke taşlarının da eğik olarak dizili olduğunu tekrar dile getirmiştir.



Şekil 5.60. Parke taşlarının sayılması şeklinde oluşturulan varsayıma yönelik öğrenciler tarafından gerçekleştirilen ilk çizim

Zeynep hırsızın gölgesi üzerindeki parke taşlarını saymak için Şekil 5.60'dayapmış olduğu çizim sonucunda kesik çizgiyle gösterdiği parke taşlarının eğik halde dizili

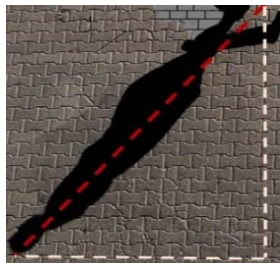
olduğunu fark etmiş, bundan dolayı bu parke taşlarını sayamayacaklarını ifade etmiştir. Dolayısıyla grup üyeleri parke taşlarının sayılması konusunda yapmış oldukları bu çizimikullanmaktan vazgeçerek tartışmaya devam etmişlerdir.

Hümeýra: Adamın ayaklarından aşağıya doğru düz sayalım, olmaz mı?

Mücahit: Olur da oradaki parkelerin adamın gölgesiyle hiçbir alakası yok.

Arkadaşlarının bu konuşmalarını dinleyen Hümeýra, hırsızın ayaklarından aşağıya doğru dikey bir şekilde uzanan parke taşlarını sayabilecekleri tavsiyesinde bulunmuştur. Mücahit, Hümeýra'nın saymalarını tavsiye ettiği parke taşlarının hırsızın gölgesiyle herhangi bir ilişkinin olmadığını vurgulamıştır. Bunun üzerine Hümeýra'nın etkinlik kâğıdında verilen kamera görüntüsüne bakıp belli bir süre düşündükten sonra hırsızın ayaklarından aşağıya doğru parke taşlarını sayma fikrini geliştirerek aşağıdaki gibi yeni bir öneri sunduğu tespit edilmiştir. Bu sırada Hümeýra'nın Şekil 5.61'deki çizimi de yaparak arkadaşlarına önerisini açıklayarak anlatmış olduğu görülmüştür.

Hümeýra: Bu çizdiğim çizgiyi adamın kafasına doğru uzatırsam bu sefer gölgesiyle alakası olacak herhalde. Çünkü çizgi adamın ayaklarında başlıyor, kafasında bitiyor. Bu arada da adamın gölgesi var işte.



Şekil 5.61. Parke taşlarının sayılması şeklinde oluşturulan varsayıma yönelik öğrenciler tarafından gerçekleştirilen ikinci çizim

Öğrencilerin yaptıkları çizim üzerinden gerçekleştirmiş oldukları konuşmalar şu şekilde kaydedilmiştir:

Mücahit: Ayaklardan aşağı doğru inen çizgi 6 cm.

Hümeýra: Onu nasıl buldun?

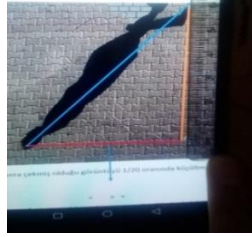
Mücahit: Resmi büyüttüm sonra da cetvelle ölçtüm.

Hümeysra: Ama o doğru olmaz ki.

Mücahit: Niye çizgi düz, bunu da mı ölçemiyoruz?

Hümeysra: Sen şekli daha çok büyütürsen o çizgi daha büyük çıkacak. Kesin bir şey değil o yaptığın.

Mücahit'in kendi kendine telefon ekranını büyüterek yaptıkları çizim üzerinden oluşan kenarların uzunluklarını cetvelle ölçmeye başlaması dikkat çekmiştir. Mücahit yaptığı ölçüm sonrası dikey çizginin uzunluğunun 6 cm olduğunu söylemesi üzerine Hümeysra, Mücahit'in yapmış olduğu ölçümün doğru sonuç vermeyeceği şeklinde düşüncesini belirtmiştir. Mücahit, daha önce "Düz olanları sayacağız" şeklinde ifade etmiş olduğu düşüncesinden hareketle ölçtüğü çizginin düz olduğuna dikkat çekmiş ve "Bunu da mı ölçemiyoruz?" şeklinde karşılık vermiştir. Hümeysra, telefon ekranında şeklin ne kadar çok büyütülürse çizgilerin uzunluğunun da o kadar büyüyeceğini belirterek Mücahit'in yapmış olduğu ölçümün kesin sonuçlar vermeyeceği çıkarımında bulunmuştur. Böylece grup üyeleri, cetvel kullanarak kenar uzunluklarını bulma stratejisinden vazgeçmişlerdir.



Şekil 5.62. Mücahit'in yaptıkları çizimi telefon ekranından büyüterek gerçekleştirmiş olduğu ölçüm

Hümeysra'nın yapmış olduğu çizimle birlikte dikey ve yatay çizgi arasında oluşan kısmın adamın gölgesinin uzunluğunu temsil ettiğini söylemesi üzerine grup üyeleri, yaptıkları ikinci çizim üzerinden parke taşlarını saymaya karar vermişlerdir. Daha sonra Abdurrahman, arkadaşlarına bu sayma işleminde parke taşının uzunluğunun da kullanılması gerektiği şeklinde dile getirmiş olduğu önerisini hatırlatarak bu konu üzerinde konuştukları belirlenmiştir.

Zeynep: Taşları sayarak bu çizgilerin uzunluğunu bulacağız.

Abdurrahman: O çizgilerin uzunluğunu bulmak için de parke taşının uzunluğuna ihtiyaç var.

Hümeysra: Ben bir internete bakayım, orada yazıyor mu?

Hümeysra: 16,5 cm eninin genişliği, 20 cm de uzunluğuymuş. 6 ve 8 cm de kalınlığı varmış.

Zeynep, yapmış oldukları çizimde bulunan kenar uzunluklarını bulmaları gerektiğini söyleyince Abdurrahman bu çizgilerin uzunluklarını bulmak için parke taşlarının uzunluğuna ihtiyaç duyduklarını hatırlatmıştır. Bunun üzerine Hümeysra internetten araştırma yaparak Şekil 5.63'te verilen bilgilerden hareketle bir parke taşının ölçülerini söylemiştir.

Ara yollara, yaya kaldırımlarına ve tüm özel alanlara uygulanan beton elemanıdır. **Kilit taşı** ölçüleri nelerdir? 16.5 **cm** en genişliği, 20 **cm** uzunluk, 6 ve 8 **cm** et kalınlığı = 16.5x20x6-8 **cm** 'dir.

Şekil 5.63. Grup üyelerinin parke taşının ölçülerini bulmak için internetten yapmış oldukları araştırma sonucuna ait ekran görüntüsü

Hümeysra: Uzunluğu bulacağımız için 20 üzerinden sayacağız o zaman.

Zeynep: Parkelerin kısa kenarı 16,5; uzun kenarları da 20 cm. Önce ayaklarından başına doğru aşağıya giden çizgiyi uzattık ya orada kısa kenarları sayacağız. Diğer çizgide de uzun kenarları sayacağız. Birisinin üzerinden kısa kenarlar, diğerinin üzerinden de uzun kenarlar geçiyor.

İnternette yapmış oldukları araştırma sonrası Hümeysra, çizgilerin uzunluklarını hesaplayacakları için parke taşının uzunluğu olan 20 cm ölçüsünü kullanacaklarını ifade etmiştir. Buna karşılık Zeynep; yapmış oldukları çizimde dikey çizginin parke taşının kısa kenarlarından, yatay çizginin ise parke taşının uzun kenarlarından oluştuğunu belirterek dikey çizginin uzunluğunu hesaplamada parke taşının kısa kenar uzunluğunu, yatay çizginin uzunluğunu hesaplamada ise parke taşının uzun kenar uzunluğunu kullanmaları gerektiğini vurgulamıştır.

Özetlenmesi gerekirse problemin sadeleştirilmesi aşamasında öğrencilerin önce hırsızın gölge boyunu cetvelle ölçerek boyunun uzunluğunu da tahmin edebilecekleri şeklinde oluşturmuş oldukları varsayım doğrultusunda matematiksel modellerini oluşturdukları tespit edilmiştir. Oluşturulan matematiksel modelin çözülmeye başlandığı anda Mücahit, hırsızın gölgesinin eğik bir şekilde olmasından dolayı cetvelle ölçüm yapamayacaklarını söylemiştir. Bu nedenle öğrenciler oluşturmuş oldukları bu ilk varsayımdan vazgeçmişlerdir. Parke taşlarının sayılarak hırsızın boy uzunluğunun tahmin edilebileceği stratejisinden hareket eden öğrenciler, ilk olarak etkinlik kâğıdında verilen kamera görüntüsünde hırsızın ayaklarından aşağıya doğru dikey bir çizgi oluşturmuşlardır. Oluşturulan bu çizginin hırsızın gölgesiyle temsil etmiş oldukları çizgi arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı çıkarımında bulunan öğrenciler, oluşturdukları dikey çizginin bitiminden hırsızın başına doğru yatay bir çizgi daha çizmişlerdir. Çizimini yapmış oldukları dikey ve yatay çizgi arasında kalan kısmın hırsızın gölgesini temsil ettiğini fark eden öğrenciler, bu dikey ve yatay çizgilerin uzunluklarını bularak hırsızın boy uzunluğuna ulaşabileceklerini düşünmüşlerdir. Bu anlamda Mücahit telefon ekranında yaptıkları çizimi büyüterek bu çizgilerin uzunluklarını cetvel yardımıyla ölçmesi dikkat çekmiştir. Hümeysra'nın şeklin büyütülmesi durumunda çizgilerin uzunluğunun da büyüdüğünü söylemesi üzerine grup üyeleri, cetvel kullanarak çizgilerin uzunluğunun bulunması yönteminden vazgeçmişlerdir. İnternette yapmış oldukları araştırma sonrası parke taşının ölçülerine ulaşan öğrenciler; yapmış oldukları çizimde dikey çizginin uzunluğunu hesaplarken parke taşının kısa kenar ölçüsünü, yatay çizginin uzunluğunu hesaplarken ise parke taşının uzun kenar ölçüsünü kullanmaya karar vermişlerdir. Bu bağlamda öğrencilerin problemi sadeleştirdikleri, tartışmalar sonucunda gerekli ve gereksiz değişkenleri belirleyerek gerçekçi varsayımları belirledikleri anlaşılmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin problemi sadeleştirme yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde sergiledikleri düşünülerek bu yeterliklerine 3 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.5.2.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

Zeynep'in kamera görüntüsündeki gölge uzunluğunu cetvel yardımıyla ölçerek hırsızın boy uzunluğunu bulabilecekleri şeklindeki önerisi doğrultusunda Hümeysra, şu sözleriyle durumu nasıl matematikselleştireceklerini ifade etmiştir:

Hümeýra: Adamın gölgesini ölçeceğiz, sonra da kamera 1/20 oranında küçülttüğu için bulduğumuz sayıyı 20 ile çarpacağız.

Hümeýra, kameranın çekmiş olduğu görüntüyü 1/20 oranında küçülttüğu bilgisinden yola çıkarak gölge uzunluğunun 20 katı alındığında hırsızın boy uzunluğuna ulaşacaklarını belirtmiştir. Bu matematiksel modelin oluşturulmasında öğrencilerin gölge uzunluğunun aynı zamanda hırsızın boy uzunluğunu da temsil ettiği şeklinde düşünmelerinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Halbuki etkinlik kâğıdında yazılı olan “Günün farklı saatlerinde bir cismin gölge boyunun uzunluğu, ışığın düşme açısına bağlı olarak sürekli değişmektedir.” ifadesiyle gölge uzunluğunun sürekli olarak değiştii açıklanmıştır. Dolayısıyla oluşturulan bu matematiksel modelin hatalı olduğu belirlenmiştir. Oluşturdukları bu matematiksel modeli çözme aşamasına gelen öğrencilerden Mücahit, hırsızın gölgesinin eğik bir şekilde olmasından dolayı cetvel kullanarak gölge uzunluğunu ölçemeyeceklerini söylemesi üzerine grup üyeleri hatalı olarak oluşturmuş oldukları bu matematiksel modeli kullanmaktan vazgeçmişlerdir.

Gerçekleştirilen tartışmalar neticesinde yapmış oldukları çizimler üzerinden matematiksel modellerini oluşturmaya karar veren öğrencilerin durumu nasıl matematikselleştirebilecekleri konusunda konuşmaya başladıkları görülmüştür.

Abdurrahman: Arkadaşlar bakın (yaptıkları çizimi göstererek), üçgen var burada.

Mücahit: Pisagor diye bir şey öğrendik ya burada o var işte. Düz çizgilerin arasındaki açı dik açı. Şu eğik çizgiye bir şey diyorduk, adı neydi?

Hümeýra: Büyük kenar, orası hipotenüs. Karesini alıyorduk.

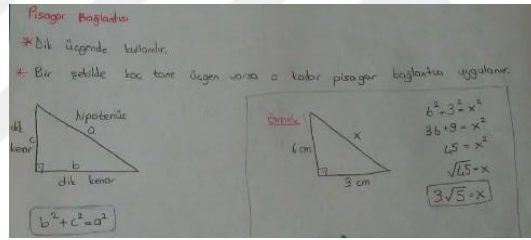
Mücahit: Hoca anlattı ya, düz çizgilerin karelerini alıp topluyorduk. Bulduğumuz sonuç eğik çizginin karesine eşit oluyordu.

Hümeýra: Düz kenarları topladıktan sonra karesini alıyorduk sanki. Durun bir dakika, notlardan bakayım.

Hümeýra: Senin dediđin doğruymuş, Mücahit.

Abdurrahman’ın yapmış oldukları çizime bakarak oluşan şeklin bir üçgen olduğunu fark edip bu durumu dile getirmesiyle Mücahit, durumun matematikselleştirilmesi sürecinde Pisagor Bağıntısı’nı kullanacaklarını ifade etmiştir. Mücahit, hırsızın gölgesini temsil

eden eğik çizginin Pisagor Bağntısı'ndaki ismini hatırlayamamış, arkadaşlarına sormuştur. Hümeysra üçgende büyük kenara karşılık gelen bu kenarın isminin hipotenüs olduğunu ve bağntıda hipotenüsün karesini aldıklarını söylemiştir. Hümeysra'nın bağntıda hipotesün karesini aldıklarını söylerken tereddüt içinde olması dikkat çekmiştir. Bu nedenle Mücahit'in arkadaşlarına Pisagor Bağntısı'nda düz çizgilerin karelerinin toplamının hipotenüsün karesine eşit olduğu bilgisini aktardığı görülmüştür. Hümeysra'nın yine kendinden emin olmadan bağntıda düz kenarların uzunluklarının toplandıktan sonra karesini aldıklarını söyledikten sonra LGS'ye hazırlık için tutmuş olduğu Pisagor Bağntısı ile ilgili notunu incelediği gözlenmiştir.



Şekil 5.64. Hümeysra'nın Pisagor Bağntısı'nı tam olarak hatırlayamaması üzerine incelediği ders notu

Verilen problem durumunu Pisagor Bağntısı ile matematikselleştirebileceklerine karar veren öğrencilerin şu şekilde konuşmaya devam ettikleri gözlenmiştir:

Mücahit: Önce düz duran şu çizgilerin uzunluklarını bulacağız. Bu çizgilerin uzunluklarının karelerini alıp toplayacağız.

Hümeysra: Eğik duran gölgeyi bulacağız ya onu bilmediğimiz için x deriz. Denklemi çözeriz.

Abdurrahman: Tamam da burada (etkinlik kâğıdını göstererek) 1/20 diyor ya onu nerede kullanacağız?

Mücahit: Parkeleri saydık, dikey çizgide kaç tane parke varsa onu 16,5 ile çarpacağız. Kamera 1/20 oranında küçültüyor diyor ya onun için bulduğumuz sonucu da 20'ye böleceğiz.

Abdurrahman: Aynısını yatay için de yapacağız o zaman. Ama burada parkeleri sayıp 20 ile çarpacağız. Sonra da 20'ye böleceğiz.

Hümeyra: İkisini de 20'ye böldükten sonra mı kareleri alacağız?

Mücahit: Yani öyle oluyor. Küçüldüğü için ikisini de 20'ye böleceğiz. Ondan sonra karelerini alıp toplayacağız. En son da dediğin gibi x 'i bulacağız.

Zeynep: x nere?

Hümeyra: Adamın gölgesini bilmiyoruz ya ona x diyeceğiz.

Hümeyra'nın tutmuş olduğu notu incelemesinden sonra Mücahit; "düz duran çizgiler" diye bahsettiği dik kenarların uzunluklarının karelerini hesaplayıp toplamaları gerektiğini tekrar ifade etmiştir. Hümeyra ise incelemiş olduğu notta yer alan örnek sorudan hareketle değerini bulmak istedikleri hırsızın gölge boyunun uzunluğunu x ile temsil ederek denklemi çözmeleri gerektiğini vurgulamıştır. Bu sırada Abdurrahman'ın etkinlik kâğıdında verilen kamera görüntüsünün altındaki bilgiye odaklanarak bahsi geçen 1/20 oranını nerede kullanacaklarını sorması dikkat çekmiştir. Bu soruya Mücahit, çizimlerindeki dikey çizginin üzerinden geçen parke sayısını 16,5 ile çarptıklarında bu dikey kenarın uzunluğunu bulabileceklerini ifade ederek kameranın görüntüyü 1/20 oranında küçültmesi sebebiyle buldukları değeri 20'ye bölmeleri gerektiği şeklinde karşılık vermiştir. Yatay çizginin kamera görüntüsündeki uzunluğunu hesaplama noktasında da aynı işlemlerin yapılacağını fark eden Abdurrahman, yatay çizginin uzunluğunu hesaplamada parke taşının uzun kenar ölçülerini kullanmaya karar vermeleri nedeniyle bu kez parke sayısının 20 ile çarpılması gerektiğine dikkat çekmiştir. Böylece öğrencilerin gerçek uzunluklarını hesapladıkları dik kenarların kamera görüntüsündeki uzunluklarını nasıl bulacakları konusunu da matematiksel olarak ifade etmeye çalıştıkları anlaşılmaktadır. Bununla birlikte Hümeyra'nın dik kenarların uzunluklarının 20'ye bölündükten sonra karelerini hesaplayacakları konusunda yaşamış olduğu tereddüt, Zeynep'in ise x olarak isimlendirdikleri değişkenin ne olduğunu sorması oluşturulan matematiksel ifadenin anlaşılmasında bazı zorlukların yaşandığına işaret etmektedir. Bu bağlamda grup üyelerinin birbirlerine açıklamalar yaparak bu zorlukları aştıkları tespit edilmiştir.

Öğrencilerin hırsızın kamera görüntüsündeki uzunluğunu bulmak için matematiksel modelleri üzerinde çözümlerini gerçekleştirdikten sonra gölgenin gerçek boyunun nasıl hesaplanacağı ve hırsızın boy uzunluğuna ulaşmak için hangi matematiksel ifadeleri kullanacakları konusunda konuşmalarını devam ettirdikleri gözlenmiştir.

Zeynep: x 'i bulduk. Hırsızın gölgesinin uzunluğunu biliyoruz artık.

Hümeysra: Daha doğrusu adamın kameradaki gölgesinin uzunluğunu biliyoruz. Gölgenin gerçek uzunluğunu bulmamız lazım.

Mücahit: Kameradaki görüntüyü küçültüyordu. O zaman gerçek gölgeyi bulmak için 20 ile çarpacağız.

Abdurrahman: Adamın boyunu nasıl bulacağız ki, anlamadım.

Hümeysra: Burada (etkinlik kâğıdını göstererek) saat 12:10 diyor.

Abdurrahman: Bir kere öğleden sonra olduğu için gölgesi daha uzun olacak. Adamın boyu normalde daha kısa yani.

Zeynep: Saat 12'yi geçmiş, 13'e doğru gidiyor. Gölgesi boyunun 13 katı desek olur mu?

Mücahit: Gölgesini 13'e böleceğiz. O zaman da adamın boyu çok kısa olur.

Zeynep: Belki de çocuk olamaz mı?

Abdurrahman: Çocuk nasıl kuyumcuyu soyacak ki?

Hümeysra: 13'e değil de 1,3'e bölelim.

Pisagor Bağıntısı'nda x olarak temsil ettikleri hırsızın gölgesinin uzunluğunu hesaplayan öğrencilerden Hümeysra, bulmuş oldukları sonucun hırsızın kameradaki gölgesinin uzunluğuna karşılık geldiğini ve gölgenin gerçek uzunluğunu bulmaları gerektiğini vurgulamıştır. Bunun üzerine Mücahit, kameranın görüntüyü 1/20 oranında küçülttüğünü hatırlatarak hırsızın gölgesinin gerçek uzunluğunu bulmak için buldukları sonucu 20 ile çarpmaları gerektiğini ifade etmiştir. Hırsızın boy uzunluğuna henüz ulaşamadıklarını fark eden grup üyelerinin kendilerinden istenileni bulmak için durumu matematikselleştirmeye devam ettikleri görülmüştür. Bu anlamda Hümeysra'nın olay saatinin 12:10 olduğunu söylemesi üzerine Abdurrahman olayın öğleden sonra gerçekleştiği için hırsızın gölgesinin boyuna göre daha uzun olacağı çıkarımında bulunmuştur. Zeynep'in bu çıkarımdan hareketle saatin 13'e doğru gittiğini söyleyerek hırsızın gölge uzunluğunun gerçek boyunun 13 katı olabileceği şeklinde durumu

matematikselleştirmeye çalışması dikkat çekmiştir. Oluşturulan bu matematiksel model tavsiyesine göre Mücahit; gölge uzunluğunun 13'e bölünmesi durumunda hırsızın boyunun çok kısa olacağını söylemiştir. Bu durumun problem ifadesine uygun olmadığı sonucuna ulaşan öğrenciler, gölge uzunluğunun 1,3'e bölünmesi durumunda hırsızın boy uzunluğuna ulaşabilecekleri yönünde matematiksel modellerini kurmuşlardır.

Elde edilen tüm bu bulgulardan hareketle öğrencilerin hırsızın boy uzunluğunu tahmin etmek için durumu matematikselleştirme aşamaları iki bölümde incelenebilir. Bu bağlamda grup üyelerinin önce hırsızın gölge uzunluğunu nasıl bulacakları konusunda daha sonra da hırsızın gölge uzunluğundan yararlanarak boy uzunluğunu nasıl bulacakları konusunda ilgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematikselleştirdikleri tespit edilmiştir. İlk bölümde öğrenciler verilen kamera görüntüsü üzerinde üçgen şeklinde bir çizim yaparak Pisagor Bağıntısı'nı kullanmaya karar vermişlerdir. Burada parke taşlarının sayılarak üçgeni oluşturan dik kenar uzunluklarının bulunması, kameranın çekmiş olduğu görüntüyü 1/20 oranında küçülttüğü bilgisinden hareketle dik kenar uzunluklarının kamera görüntüsündeki uzunluklarının hesaplanması, bağıntı formülünden yararlanarak hırsızın kameradaki gölge boyunun bulunması ve yine kameranın çekmiş olduğu görüntüyü 1/20 oranında küçülttüğü bilgisinden hareketle hırsızın gölgesinin gerçek uzunluğuna ulaşılması durumlarının tek tek doğru bir şekilde matematiksel olarak ifade edildiği saptanmıştır. İkinci bölümde ise olay saatinin 12:10 olduğunu fark eden öğrenciler, bu zaman diliminde gölge boyunun hırsızın boyundan daha uzun olacağı çıkarımında bulunarak hırsızın gölge boyunun kendi boyunun 1,3 katı olacağı şeklinde bir matematiksel ilişki kurmuşlardır. Gerek öğrenciler arasında geçen konuşmalar gerekse çalışma sonrası öğrencilerden alınan teyitler doğrultusunda olay saatinin 13'e doğru gitmesinden dolayı böyle bir ilişkinin kurulduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin gölge boyundan yararlanarak hırsızın boy uzunluğunu bulma noktasında mantıklı bir temele dayanmadığı gerekçesiyle hatalı bir matematiksel ifadenin oluşturulduğu değerlendirilmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin oluşturdukları varsayımlara uygun bir şekilde gerekli nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematikselleştirmelerine rağmen hem hırsızın gölge uzunluğunun nasıl bulunacağı hem de hırsızın gölge uzunluğundan yararlanarak boy uzunluğunun nasıl bulunacağına ilişkin bir matematiksel modelin geliştirilemediği tespit edilmiştir. Böylece grup üyelerinin

gerçekçi varsayımlar oluşturmalarına rağmen matematikselleştirme aşamasına ilişkin tüm alt yeterlikleri göstermede eksik kaldıkları düşünülerek matematiksel model oluşturma yeterliklerinin Düzey 4 seviyesinde kaldığı belirlenmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.5.2.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

Öğrencilerin yaptıkları çizim sonrası ilk olarak kullanmaya karar verdikleri parke taşlarını sayma stratejisi ile dik kenar uzunluklarını bulmaya yönelik gerçekleştirdikleri matematiksel işlemleri aşağıdaki konuşmalar ortaya koymaktadır:

Abdurrahman: Parkeleri sayacağız da bazıları tam değil.

Mücahit: 2 tane yarım taşı birleştirirsek 1 tane olarak sayabiliriz. Dikey çizgide 20,5 tane parke var.

Hümeysra: 21 tane diyelim biz ona. Diğerinde kaç tane var, onu da saysana.

Mücahit: Orada tam 9 tane var. Normalde 2 tanesi yarım, onları birleştirdim.

Abdurrahman: Dikey çizgiyi bulmak için 21 ile 16,5'i çarpacağız.

Zeynep: 346,5 çıkıyor.

Abdurrahman: 346 diyelim. Yatay çizgiyi bulmak için de 9 ile 20'yi çarparsak 180 çıkar.

Mücahit: Kamera bunları küçültüyor ya bulduğumuz bu sonuçları da 20'ye bölelim. 346 bölü 20.

Zeynep: 17,3. Diğer kaçtı?

Abdurrahman: 180. 180'i 20'ye bölünce de 9 oluyor.

Mücahit: Birisi 17,3 diğeri de 9 cm o zaman.

Yaptıkları çizimde dik kenar uzunluklarını bulmak için parke sayma stratejisini kullanmaya karar veren öğrencilerden Abdurrahman'ın dik kenarlar üzerindeki parke taşlarını saymaya başladığı anda bazı taşların tam olmadığını fark ederek bu taşları nasıl sayacakları konusunda yaşamış olduğu zorluğu dile getirdiği anlaşılmaktadır. Bunun üzerine Mücahit, yarım kalan taşlardan 2 tanesini 1 tam olarak sayabilecekleri yönünde bir öneri sunarak yapmış olduğu sayım sonucunda dikey çizginin 20,5 tane parkeden oluştuğunu belirtmiştir. Hümeysra matematiksel işlemlerinin daha kolay olabilmesi için dikey çizgiyi oluşturan parke sayısını 21 olarak kabul etmeleri yönünde bir tavsiyede

bulunmuştur. Bu sırada Mücahit'in yatay çizgi üzerindeki parkeleri de sayarak 9 tane parkenin olduğunu söylediği görülmüştür. Dik kenarlar üzerindeki parke sayılarını bulduktan sonra öğrencilerin bu kenar uzunluklarını bulmak için konuşmalarına devam ettikleri anlaşılmaktadır. Bu bağlamda Abdurrahman; dikey çizginin uzunluğunu bulmak için 21 ile 16,5'i ve yatay çizginin uzunluğunu bulmak için de 9 ile 20'yi çarpmaları gerektiğini söylemiştir. Yapılan işlemler sonucunda grup üyeleri dikey çizginin uzunluğunu 346,5 cm ve yatay çizginin uzunluğunu ise 180 cm olarak bulmuşlardır. Bu sırada alınan teyit doğrultusunda öğrencilerin yine matematiksel işlemlerini kolay yapabilmeleri için 346,5 cm olarak buldukları dikey çizginin uzunluğunu 346 cm olarak kabul ettikleri tespit edilmiştir. Daha sonra grup üyeleri buldukları bu sonuçları 20'ye bölerek dikey kenarın kameradaki görüntüsünün uzunluğunu 17,3 cm; yatay kenarın kameradaki görüntüsünün uzunluğunu ise 9 cm olarak bulmuşlardır.

Dik kenar uzunluklarının kamera görüntüsündeki uzunluklarına ulaşan öğrencilerin Pisagor Bağıntısı'nı kullanarak x diye temsil ettikleri hırsızın kameradaki gölge boyunu bulmak için gerçekleştirmiş oldukları konuşmalar şu şekilde kaydedilmiştir:

Hümeysra: 17,3'ün karesi bir de 9'un karesi, bunları toplayalım.

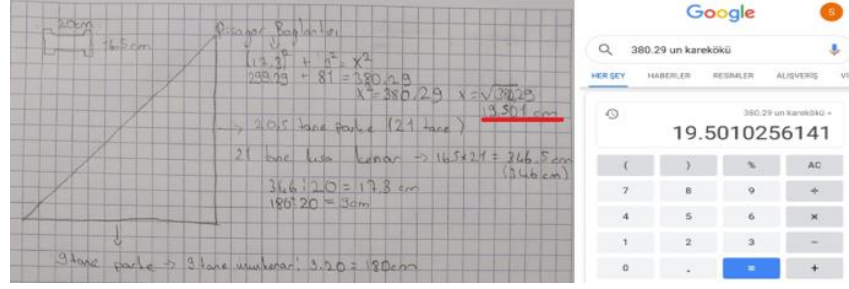
Zeynep: 17,3'ün karesi 299,29. 81 ile toplayınca 380,29 oluyor.

Mücahit: x'in karesi 380,29. Karekökünü al.

Zeynep: Uzun bir sayı çıkıyor. 19,50102 diye gidiyor.

Mücahit: 19,501 diyelim.

Hümeysra LGS'ye hazırlık için tutmuş olduğu Pisagor Bağıntısı ile ilgili nottaki örnek sorunun çözümüne bakarak dik kenar uzunlukları olan 17,3 ile 9'un karelerini bulup toplamaları gerektiğini söylemiştir. Hümeysra'nın söylediği işlemleri telefonunda yapan Zeynep toplamın sonucunun 380,29 olduğunu söylediği anda Mücahit bu değerin x'in karesine eşit olduğuna vurgu yapmıştır. Bu bağlamda 380,29'un karekökünün alınmasıyla x'in bulunabileceğini fark eden Mücahit, Zeynep'ten 380,29'un karekökünü almasını istemiştir. Zeynep'in işlemin sonucunun 19,50102 şeklinde uzun bir sayı olduğunu ifade etmesi üzerine öğrenciler buldukları x değerini 19,501 olarak kabul etmişlerdir.



Şekil 5.65. Öğrencilerin hırsızın kameradaki gölge boyuna ulaşmak için gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler

Öğrencilerin hırsızın boy uzunluğunu tahmin etmek için matematiksel olarak çalışma sürecine aşağıdaki konuşmalar ile devam ettikleri gözlenmiştir.

Mücahit: Adamın gölgesi 19,501. Bunu 20 ile çarp.

Zeynep: 390,02

Abdurrahman: Adamın boyu 390,02 cm.

Hümeysra: O adamın boyu değil, hırsızın gölgesinin gerçek uzunluğu. Saate baktık ya ona göre bulacağız hırsızın boyunu.

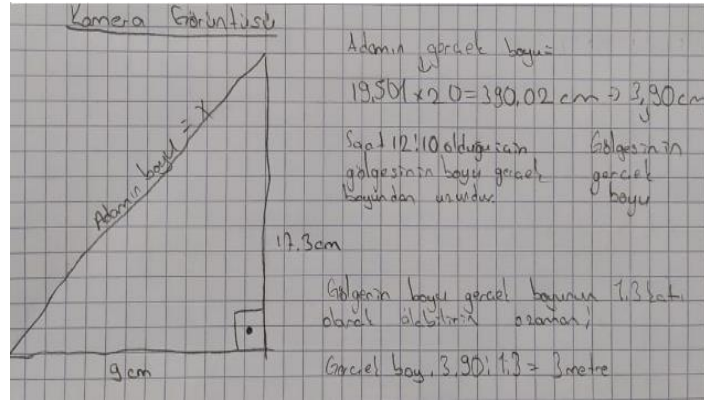
Zeynep: 390 cm desek o da 3,90 m oluyor.

Hümeysra: Bunu da 1,3'e bölecektik. 3,90 bölü 1,3

Zeynep: Cevap 3

Hırsızın gölgesinin gerçek uzunluğunun bulunması durumunu kameradaki gölge uzunluğunun 20 ile çarpılması şeklinde matematiksel olarak ifade eden öğrenciler; 19,501 ile 20'yi çarparak hırsızın gölgesinin gerçek uzunluğunun 390,02 cm olduğunu dile getirmişlerdir. Abdurrahman böylece hırsızın boy uzunluğunu bulduklarını söylese de Hümeysra bu sonucun hırsızın gölgesinin gerçek uzunluğunu belirttiğini vurgulamıştır. Zeynep 390,02 cm olarak buldukları gölgenin gerçek uzunluğunu 390 cm olarak kabul edebileceklerini söylemiş, uzunluk ölçü birimleri arasındaki dönüşümlerden yararlanarak bu sonucun 3,90 m'ye karşılık geldiğini ifade etmiştir. Gölgenin gerçek uzunluğunun hırsızın boyunun 1,3 katı olduğunu kabul eden öğrenciler; 3,90'ı 1,3'e bölerek işlemin sonucunu 3 olarak bulmuşlardır.

Yukarıdaki konuşmaların gerçekleştirilmesi sırasında öğrenciler tarafından gerçekleştirilen matematiksel işlemlere ait öğrenci çözüm kâğıdı Şekil 5.66'da verilmiştir.



Şekil 5.66. Grup üyelerinin kameradaki gölge boyundan yararlanarak hırsızın boy uzunluğuna ulaşmak için yaptıkları matematiksel hesaplamalar

Elde edilen bu bulgular doğrultusunda öğrencilerin hem hırsızın kameradaki gölge uzunluğuna hem de hırsızın boy uzunluğuna ulaşmak için oluşturdukları matematiksel ifadelerin çözümlerini doğru bir şekilde gerçekleştirmiş oldukları tespit edilmiştir. Bununla birlikte olay saatinin 13'e doğru gitmesi nedeniyle gölge uzunluğunun hırsızın boy uzunluğunun 1,3 katı olabileceği şeklinde mantıklı bir temele dayanmadan oluşturulan hatalı matematiksel modelin de doğru bir şekilde matematiksel hesaplamalarla çözüme ulaştırıldığı görülmüştür. Bu nedenle matematiksel olarak çalışma aşamasında öğrencilerin hatalı oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözme olarak tanımlanan Düzey 3 seviyesinde kaldıkları değerlendirilerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.5.2.5. Yorumlama aşaması:

Grup öğrencileri ortaya koymuş oldukları matematiksel işlemlerin ardından elde etmiş oldukları sonuçlar doğrultusunda hırsızın boy uzunluğunun 3 m olabileceği tahmininde bulunmuşlardır. Öğrencilerin bu tahmin üzerinde de aşağıdaki gibi konuştukları dikkat çekmiştir:

Abdurrahman: Adamın boyu 3 metre, çok fazla uzunmuş. Belki de onun için kamerayı kırdı, boyu uzun ya.

Zeynep: Doğru diyorsun, boyu uzun olduğu için direk kamerayı kırdı işte.

Yukarıda geçen konuşmalardan da anlaşılacağı üzere öğrencilerin hırsızın boy uzunluğunun 3 m olabileceği şeklinde yapmış oldukları tahminin problem durumuna

uygunluğunu test ettikleri belirlenmiştir. Bu anlamda öğrenciler, hırsızın soygundan bir önceki gün kamerayı kırmasını hırsızın uzun boylu olmasına bağlamışlardır.

Elde edilen tüm bu bulgular ışığında grup üyelerinin ulaştıkları sayısal sonuçları gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumladıkları düşünülerek yorumlama yeterliklerini Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.5.2.6. Doğrulama aşaması:

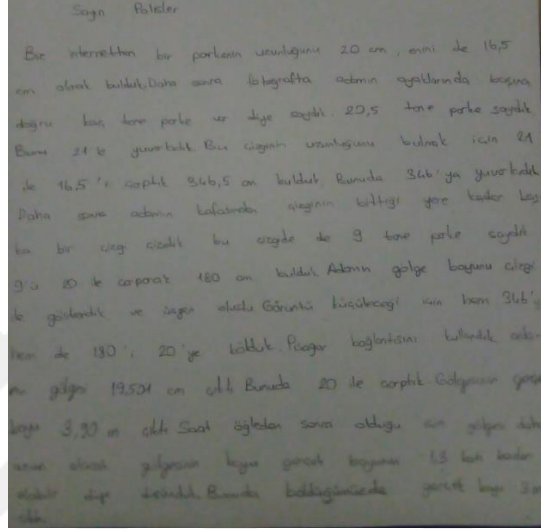
Öğrencilerin modelleme süresince yapmış oldukları çalışmalar incelendiğinde problemin sadeleştirilmesi aşamasında ilk olarak hırsızın kameradaki gölge uzunluğunun direk cetvel yardımıyla ölçülerek hırsızın boy uzunluğuna ulaşılabilceği varsayımında bulundukları ve hatta bu varsayıma dayalı olarak çizimlerini yaptıktan sonra durumu matematikselleştirip çözüm aşamasına dahi geçmiş oldukları tespit edilmiştir. Bu sırada öğrencilerden Mücahit'in hırsızın kameradaki gölgesinin eğik bir çizgi olduğundan dolayı cetvelle uzunluğunun ölçülemeyeceğini söylemesi üzerine öğrencilerin oluşturdukları bu varsayımdan vazgeçerek yeni varsayımlar oluşturmaya çalıştıkları gözlenmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin hırsızın ayaklarından başına doğru bir dikey çizgi ve bu dikey çizginin bitiminden hırsızın başına doğru bir yatay çizginin oluşturulmasıyla dik üçgen şeklinde oluşturulan yeni çizimleri doğrultusunda öğrencilerin durumu matematikselleştirdikleri ve çözümlerini gerçekleştirdikleri belirlenmiştir. Yapılan bu yeni çizim üzerinde dikey ve yatay çizginin düz olduğunu fark eden Mücahit'in telefon ekranında şekli büyüterek cetvelle ölçüm yaptığı sırada Hümeysra'nın şeklin büyütülmesi durumunda kenar uzunluklarının da sürekli olarak değişeceğini belirtmesi üzerine öğrenciler cetvel kullanarak kenar uzunluklarını bulma yönteminden tamamen vazgeçmişlerdir. Yaşanan bu uzun süreç sonunda grup üyelerinin oluşturulan bu varsayımları kullanmaktan vazgeçerek çözüme ulaşmanın en doğru yönteminin parke taşlarını saymak olduğuna karar verdikleri görülmüştür. Böylece öğrencilerin oluşturdukları varsayımlardan problem durumuna uygun olmayanları ayırt ederek çözüme ulaşma noktasında en uygun yöntemi belirlemeye çalıştıkları anlaşılmaktadır.

Hırsızın kameradaki gölge uzunluğunun cetvel yardımıyla ölçülerek bu uzunluğun 20 ile çarpılmasıyla hırsızın boy uzunluğuna ulaşabilecekleri şeklinde durumu matematikselleştiren öğrencilerin cetvel yardımıyla ölçüm yapmaktan vazgeçmeleriyle birlikte durumu farklı bir şekilde matematiksel olarak ifade etmeye çalışmışlardır. Bu anlamda öğrencilerin durumu kabul ettikleri ikinci çizim üzerinde Pisagor Bağıntısı ile matematiksel olarak ifade etmiş oldukları belirlenmiştir. Buna rağmen Pisagor Bağıntısı ve kameranın çekmiş olduğu görüntüyü $1/20$ oranında küçülttüğü bilgisinden hareketle hırsızın gölgesinin gerçek uzunluğuna ulaşan öğrenciler, hırsızın gölge boyu ile boy uzunluğu arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade etmede zorluk çekmişlerdir. Bu aşamada öğrenciler, olay saatinin 13'e doğru gitmesinden dolayı hiçbir matematiksel dayanağı sebep göstermeksizin hırsızın gölge uzunluğunun boy uzunluğunun 1,3 katı olabileceği şeklinde bir çıkarımda bulunmuşlardır. Daha sonraki süreçte öğrencilerin hiçbir şekilde gölge uzunluğu ile boy uzunluğu arasında nasıl bir matematiksel ilişkinin olabileceği üzerinde tartışmadıkları dikkat çekmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin oluşturdukları matematiksel modelleri doğrulama aşamasında eksik kaldıkları tespit edilmiştir. Matematiksel olarak çalışma aşamasında ise grup üyelerinden Zeynep'in telefonun hesap makinesi üzerinden işlemleri yazarak sonuçlarını söylediği, diğer öğrenciler tarafından bu sonuçların doğruluğunun hiçbir şekilde kontrol edilmediği belirlenmiştir.

Elde edilen bu bulgulardan anlaşılabacağı üzere öğrencilerin varsayımları oluşturma sürecinin her aşamasında belirledikleri hataları düzeltirken durumu matematikselleştirme aşamasında yeniden belirledikleri varsayımlara göre modellerini yeniden oluşturmalarına rağmen gölge boyu ile boy uzunluğu arasındaki matematiksel ilişkinin belirlenmesi ve yapmış oldukları yorumlamaların gerçek yaşam şartlarına uygun olup olmadığı noktasında herhangi bir doğrulamada bulunmadıkları saptanmıştır. Ayrıca grup üyelerinin mevcut çözüm yöntemlerinin dışında problemin başka yollarla çözülüp çözilemeyeceği sorusuna ilişkin cevap aramadıkları da belirlenmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin matematiksel olarak çalışma aşamasında herhangi bir doğrulama yaklaşımında bulunulmadığı da dikkate alındığında kısmen doğrulama yaklaşımında bulundukları ve belirlemiş oldukları hataları düzelttikleri söylenebilir. Dolayısıyla öğrencilerin doğrulama yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilerek bu yeterliklerine 6 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.5.2.7. Raporlaştırma aşaması:

Öğrencilerden hırsızın boy uzunluğunu tahmin etmek için gerçekleştirdikleri tüm çalışmaların açıklanarak polislere bir rapor şeklinde sunulmasının istendiği bu aşamaya yönelik Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu tarafından yazılan rapor Şekil 5.67’de verilmiştir.



Şekil 5.67. Öğrenciler tarafından hazırlanan rapor

Şekil 5.67’de verilen rapor incelendiğinde öğrenciler, ilk olarak bir parke taşının uzunluğunu 20 cm ve enini ise 16,5 cm olarak bulduklarından bahsetmişlerdir. Ancak bu ölçülerin nasıl bulunduğu dair herhangi bir açıklamanın yapılmadığı dikkat çekmektedir. Raporun devamında kamera görüntüsü üzerinde öğrenciler tarafından yapılan üçgen şeklindeki çizimin nasıl oluşturulduğu ve dik kenar uzunluklarının hem gerçek uzunluklarının hem de kamera görüntüsündeki uzunluklarının nasıl hesaplandığı (parke taşlarını sayma) hakkında bilgi verilmiştir. Raporda öğrencilerden bu çizime ait bilgilendirmeleri yapmalarının yanı sıra bu çizime ait görsel bir detayın sunulması da beklenmektedir. Ancak raporda yapılan çizime ait bir görsel detayın yer almadığı görülmüştür. Dolayısıyla raporda bahsi geçmesine rağmen gerçek uzunlukları 346 ve 180 cm olarak bulunan dik kenarların kamera görüntüsünde nerede olduğu tam olarak anlaşılamamaktadır. Bununla birlikte öğrenciler, hırsızın kameradaki gölge uzunluğunun 19,501 cm olarak bulunması noktasında Pisagor Bağıntısı’nı kullandıklarından bahsetmiş olsalar da bu bağıntının kullanılması sırasında denklemin

nasıl kurulduğu ve nasıl çözüldüğü hakkında herhangi bir açıklamanın yapılmadığı tespit edilmiştir. Hırsızın gölgesinin gerçek uzunluğunun 3,90 m olarak bulunmasından sonra gölge boyunun hırsızın boy uzunluğunun 1,3 katına eşit olarak kabul edildiğinin aktarılmasına rağmen gölge boyu ile boy uzunluğu arasında neden böyle bir matematiksel ilişkinin kurulduğu hakkında herhangi bir açıklama yapılmamıştır. Özetlemek gerekirse yazılan raporun hem varsayımların oluşturulması hem de matematiksel modellerin kurulması ve matematiksel olarak çalışma süreçlerine ilişkin sınırlı ölçüde bilgi içerdiği ve okuyucu tarafından yeteri kadar anlaşılamadığı görülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerini Düzey 2 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilerek bu yeterliklerine 2 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

Düzey 5				Düzey 5		
	Düzey 4	Düzey 4			Düzey 4	
			Düzey 3			
						Düzey 2
Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Raporlaştırma

Şekil 5.68. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun “Polis Soyguncunun Peşinde!” problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri

5.1.6. “Çıktık Bir Yola” problemine ilişkin elde edilen bulgular

5.1.6.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’na ait bulgular

5.1.6.1.1. Problemi anlama aşaması:

Grup üyelerinin bireysel olarak problem durumunu okuduktan sonra problemi anlamlandırmaya ilişkin gerçekleştirmiş oldukları konuşmalar şu şekilde kaydedilmiştir:

Melisa: Komik bir film varmış, Rıza diye bir adam bu filmin reklamını yaptıracakmış.

Tuba: Dizilerin oluyor ya her hafta hani bir sonraki bölümde neler olacağını gösteriyor, onun gibi.

Hayrunnisa: Okurken “Yol Arkadaşım” diye bir film geldi aklıma, ona benziyor. Hani bir tane şarkıcı vardı ya o da oynuyor.

Tuba: Onu ben de izlemiştim, gerçekten çok komikti.

Melisa: Bu adam 10 tane reklamcıyla görüşmüş ama sadece ikisiyle çalışmaya karar vermiş.

Melike: Fikri Orijinal bir de Süper Medya Reklam Ajansı.

Melisa’nın problem durumunun bir komedi filmine ait reklam yapılması üzerine kurulu olduğunu belirtmesiyle Hayrunnisa, kendi deneyiminden bir örnek sunarak problemde bahsi geçen filmin konusunun daha önceden izlemiş olduğu “Yol Arkadaşım” isimli filme benzediğini dile getirmiştir. Daha sonra öğrenciler Rıza Bey’in görüştüğü 10 tane reklam ajansından Fikri Orijinal ve Süper Medya Reklam Ajansları ile çalışmaya karar verdiğine vurgu yapmışlardır. Grup üyelerinin belli bir süre sonra verilen sürelerle odaklanarak problemde verilenleri ve istenilenleri belirlemeye çalıştıkları gözlenmiştir.

Tuba: Reklamın süresi 3 dakika 30 saniye ile 4 dakika arasında olacakmış.

Melisa: Hani o reklam ajansları mesaj göndermişler ya ikisinde de taban süre 3 dakika 30 saniyeymiş. En fazla da 4 dakika oluyor. Orada da belli oluyor zaten reklamın süresi.

Tuba: Birisi 10.000 TL, diğeri de 9.800 TL teklif etmiş.

Melike: Ek ücretler de var gördünüz mü? Demek ki bu paraların üstüne yine para istiyorlar.

Melisa: Reklamın süresi değiştikçe ek ücretler de artıyor.

Melike: Her salise için 2 TL ek ücret, diğesinde 2,5 TL, en sonuncusunda da 3 TL. Giderek artmış, doğru diyorsun.

Tuba: Şunu demek istiyor: İlkinde 1 salise geçiyor, 2 TL alıyor. Salise ne demek?

Melike: Saliseyi bilmiyor musun? Hani 1 saat 60 dakika ya, 1 dakika da 60 saniye, 1 saniye de 60 salise.

Hayrunnisa: Hangi durumlarda hangi reklam ajansını seçeceği konusunda karar vermede kullanabileceği en uygun matematiksel modeli oluşturun diyor.

Melisa: Yani yine işlem yapacağız.

Hayrunnisa: Bir de hangi durumlarda hangi reklam ajansını tercih etmesini önerirdiniz? diye sormuş.

Tuba: Hangi durumlarda dediği şu süreler var ya, bakın (etkinlik kâğıdını göstererek) hepsinin ek ücretleri farklı. O zaman ayrı ayrı teklif ettikleri ücretleri hesaplayıp hangisi ucuzsa onu seçeceğiz Rıza Bey’e yardım etmek için.

Tuba reklam süresinin 3 dakika 30 saniye ile 4 dakika arasında olduğunu söylemiştir. Bu sırada Melisa, reklam ajanslarının göndermiş oldukları maillerde de reklamın 3 dakika 30 saniyeden başlayarak en fazla 4 dakikaya kadar uzayabildiğinin anlaşıldığını dile getirmiştir. Reklam ajanslarının göndermiş oldukları mailleri inceleyen öğrenciler; Fikri Orijinal Reklam Ajansı’nın 10.000 TL, Süper Medya Reklam Ajansı’nın ise 9.800 TL teklifte bulunmalarının yanı sıra reklam süresine göre ek ücretler de talep ettiklerinden bahsetmişlerdir. Bu bağlamda öğrenciler reklam süresinin arttıkça alınan ek ücretlerin de artacağı şeklinde bir çıkarımda bulunmuşlardır. Bu duruma grup üyeleri Fikri Orijinal Reklam Ajansı’nın reklam süresi arttıkça sırasıyla her salise için 2 TL ve 2,5 TL ile 3 TL ek ücret istemesini örnek olarak göstermişlerdir. Yapılan bu açıklama üzerinden konuşmalarına devam eden öğrencilerin ek ücretlerin her salise için alındığını fark etmelerinden sonra salise kavramının ne anlama geldiğini sorguladıkları gözlenmiştir. Melike arkadaşlarının salise kavramının ne olduğunu bilmemelerinin şaşkınlığı içerisinde 1 saniyenin 60 saliseden oluştuğunu izah etmiştir. Konuşmalarının sonunda grup üyeleri kendilerinden sürelerine göre reklam ücretlerini hesaplayarak hangi durumlarda hangi reklam ajansını tercih etmesi gerektiği yönünde Rıza Bey’e yardımcı olmalarının istendiğini dile getirmişlerdir.

Yukarıdaki alıntılardan da anlaşılabacağı üzere grup üyelerinin problemde verilenler ve istenilenlerin neler olduğu üzerinde tartışarak genel durumu açıklamaya çalıştıkları, problem durumu üzerinde zihinsel olarak yapılandırma gerçekleştirdikleri ve kendilerinden reklam ücretlerini hesaplayarak hangi durumlarda hangi reklam ajansını tercih etmesi gerektiği yönünde Rıza Bey’e yardımcı olmalarının istendiği konusunda hemfikir oldukları görülmüştür. Böylece öğrencilerin problemi tam olarak anladıklarını gösteren ifadelere yer verdikleri, verilenleri ve istenenleri belirleyerek aralarında ilişki kurabildikleri söylenebilir. Dolayısıyla öğrencilerin problemi anlama yeterliklerini Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.6.1.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

Öğrencilerin problemi daha da anlamlı bir hale getirmek ve çözüm noktasında hangi değişkenleri nasıl kullanacaklarını belirleyebilmek için reklam süreleri hakkında konuşmaya başlamışlardır.

Melike: 3 dakika 30 saniye ile 4 dakika arası, o zaman 30 saniyelik olacak reklam.

Hayrunnisa: Ama devamında reklam süresini tam olarak belirleyebilmek için diyor. Reklamın süresi zaten 30 saniye oluyor, nasıl belli değil ki?

Tuba: Şu kutu içindekilere bir baksanıza (etkinlik kâğıdını göstererek). Hani mail olarak göndermişler ya tekliflerini. 3 dakika 40 saniye, 3 dakika 50 saniye bir de 4 dakika var.

Melisa: Süper Medya yazanda da öyle.

Melike: 3 dakika 30 saniye ile 4 dakika arasında demiş ya, bunlar o işte. Onun için belli değil, herhangi birisi olabilir.

Hayrunnisa: 3 dakika 30 saniye ile 4 dakika arasını 3 duruma ayırmışlar, hani hangi duruma göre hangisini tercih etmeli diyor ya, bu yüzden işte.

Melike reklam süresinin 3 dakika 30 saniye ile 4 dakika arasında olduğu bilgisinden yola çıkarak reklamın 30 saniye süreceğini düşünmüştür. Melike'nin ifade etmiş olduğu bu düşüncesine göre Hayrunnisa bir yandan reklam süresinin belli olduğunu düşünürken diğer yandan da arkadaşlarına problemde geçen “Rıza Bey’in reklam süresini tam olarak belirleyebilmek için muhasebeci arkadaşına danışmak istediği” ifadesinden bahsederek reklam süresinin belli olup olmadığı konusundaki tereddüdü iletmiştir. Bu bağlamda reklam ajansları tarafından gönderilen maillere odaklanan öğrenciler, reklam süresinin 3 dakika 40 saniye, 3 dakika 50 saniye veya 4 dakika olabileceği çıkarımında bulunarak reklam süresinin bu seçeneklerden birisi olabileceğine dolayısıyla reklam süresinin belli olmadığına karar vermişlerdir. Böyle bir kararın neden verildiği konusunda öğrencilerden alınan dönütlerde grup üyelerinin duruma göre belirtilen zaman aralıklarına gelebilecek tüm sürelerden ziyade sadece “dahil” kelimesiyle ilişkilendirilen süreler kadar reklamın süreceği şeklinde düşündükleri anlaşılmıştır.

Yukarıda elde edilen bulgulardan hareketle öğrencilerin reklam süresinin 3 dakika 30 saniye ile 4 dakika arasında süreceğini ifade etmelerine rağmen sadece “dahil” olarak

belirtilen (3 dakika 40 saniye, 3 dakika 50 saniye veya 4 dakika) süreler kadar reklamın sürebileceğini düşündükleri görülmüştür. Dolayısıyla öğrencilerin 3 dakika 30 saniye ile 4 dakika aralığındaki herhangi bir süre kadar reklamın sürebileceğini fark edemedikleri anlaşılmıştır. Bununla birlikte gerçekleşen konuşmalardan da anlaşılaacağı üzere öğrencilerin reklamın taban süre kadar sürebileceği ihtimali üzerinde de hiç durmadıkları görülmüştür. Öğrencilerden alınan dönütler doğrultusunda bu durumun nedeni olarak yapılacak olan reklama karşılık ek ücretin de alınması gerektiği ve taban süreye karşılık gelen reklam için herhangi bir ek ücret talep edilmediği için reklam süresinin 3 dakika 30 saniye olamayacağı ifade edilmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin problemi doğru anlamalarına ve doğru ifade etmelerine rağmen bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulundukları söylenebilir. Dolayısıyla grup üyelerinin problemi Düzey 3 seviyesinde sadeleştirebildikleri değerlendirilerek problemi sadeleştirme yeterliklerine 3 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.6.1.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

Grup üyelerinin reklam sürelerini sırasıyla 3 dakika 40 saniye, 3 dakika 50 saniye ve 4 dakika olacak şekilde kabul ettikleri varsayımlarla birlikte bu durumları nasıl matematikselleştireceklerine ilişkin çalışmalarını aşağıdaki konuşmalar ortaya koymuştur.

Tuba: Önce Fikri Orijinal'e bakalım. İlk durumda reklam 3 dakika 40 saniye olacak. Taban süreyi geçen her salise için 2 TL ek ücret.

Hayrunnisa: Taban süre 3 dakika 30 saniye ise 10 saniye geçmiş.

Melike: Önce 1 saniye için ne kadar alacağına bakalım. 1 saniye 60 salise. 1 salise geçince 2 TL alacaksa 60 kere alacak. 60 ile 2'yi çarpacağız. Bunu 1 saniyede alacak.

Melisa: Burada 10 saniye geçmiş, bulduğumuzu da 10 ile çarpacağız.

Tuba: Ek ücret, taban süreye ne kadar istiyordu? 10.000 TL. 10.000 TL oradan, bir de ek ücret. Bunları toplarız.

Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın verdiği tekliflere göre reklam ücretlerini nasıl bulacakları konusunda öğrenciler, reklam süresini 3 dakika 40 saniye olarak belirledikleri ilk durum üzerinde konuşmaya başlamışlardır. Grup üyeleri ek ücretin

taban süreyi geçen her salise için alındığını belirterek taban sürenin 3 dakika 30 saniye olduğu bilgisinden hareketle 3 dakika 40 saniye sürecek reklamın taban süreyi 10 saniye kadar geçtiğini söylemişlerdir. Bu sırada Melike'nin ilk olarak 1 saniye için ne kadar ek ücret alınacağını hesaplamaları gerektiğini belirterek bu durumu matematiksel olarak nasıl ifade edecekleri konusunda arkadaşlarına açıklamalar yapmaya başladığı görülmüştür. 1 saniyenin 60 saliseden oluştuğunu tekrar hatırlatan Melike, 1 saniye içinde her salise için belirtilen ücretin 60 kere alınacağını vurgulamıştır. Böylece 1 saniye için alınacak ücretin nasıl hesaplanacağı konusunda fikir sahibi olan öğrenciler, ilk durum için reklam süresinin taban süreyi 10 saniye kadar geçtiği gerekçesiyle buldukları sonucu 10 ile çarpmaları gerektiğini ifade etmişlerdir. Daha sonra hesaplanacak bu ücretin ek ücret olduğuna dikkat çeken Tuba, reklam ücretinin hesaplanması noktasında taban süreye karşılık istenen ücrete bu ek ücretin de eklenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın vermiş olduğu teklife göre ilk durum için reklam ücretinin nasıl hesaplanacağı konusunda hemfikir olan öğrenciler, ikinci durum olarak belirledikleri reklam süresinin 3 dakika 50 saniye olması halinde reklam ücretini nasıl hesaplayacakları konusunda konuşmaya devam etmişlerdir.

Hayrunnisa: Bu sefer 1 saliseye 2,5 TL alınacak, 1 saniyedeki fiyatı bulmak için yine 60 ile çarpacağız. Burada taban süreyi 20 saniye geçmiş, o zaman bulduğumuz sonucu da 20 ile çarpacağız.

Melike: Yine taban süre için 10.000 TL vereceğiz ya bulduğumuz ek ücreti buna ekleyeceğiz.

Hayrunnisa: Aslında hepsinde aynısını yapıyoruz, sadece şu her salise için alınan ek ücretle taban süreyi ne kadar geçtiği değişiyor.

Tuba: Önce 60 ile her salise için alınan parayı çarpıyoruz, sonra da taban süreyi ne kadar geçmişse onla çarpma yapıyoruz yine. En sonunda da en başta verilen parayla topluyoruz, bu kadar.

Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın vermiş olduğu teklife göre reklam süresinin 3 dakika 50 saniye olması durumunda her salise için 2,5 TL alındığını belirten öğrenciler, yine 1 saniye için ne kadar ücret alınacağını belirlemek için 60 ile çarpmaları gerektiğini ifade etmişlerdir. Daha sonra yapılması planlanan bu reklamın süresinin taban süreyi 20

saniye kadar geçtiğini fark eden grup üyeleri, buldukları sonucun 20 ile çarpılmasıyla ek ücretin ne kadar olacağını bulabileceklerini dile getirmişlerdir. En son aşamada ise taban süre için istenen reklam ücretine bulunan ek ücretin eklenmesiyle reklam ücretinin nasıl hesaplanacağı kararlaştırılmıştır. Süreleri belirlenen diğer durumlar için de aynı matematiksel ifadelerin kullanılacağına vurgu yapan öğrenciler; durumlar arasında sadece her salise için alınan ek ücretin ve reklam süresinin taban süreyi geçen miktarının değişkenlik gösterdiğinden bahsetmişlerdir. Bu sırada grup üyeleri tarafından önce her salise için alınacak ücretin 60 ile çarpılmasıyla 1 saniyede ne kadar ücret alınacağını bulunabileceği, daha sonra da taban süreyi geçen zaman miktarının (saniye türünden) elde edilen sonuç ile çarpılmasıyla ek ücretin bulunabileceği açıklanmış, en son aşamada ise ek ücretin taban süre için alınacak ücrete eklenmesiyle birlikte reklam ücretinin hesaplanabileceği vurgulanmıştır. Bu bağlamda öğrencilerin Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın vermiş olduğu tekliflere göre ilk durum ve ikinci durum olarak bahsettikleri reklam sürelerine karşılık alınacak ücretlerin nasıl hesaplanacağı konusunda gerçekleştirdikleri matematikselleştirme sürecini diğer durumlar için de belirlemiş oldukları reklam sürelerine göre genelleyerek bir matematiksel model kurmaya çalıştıkları anlaşılmaktadır. Ancak grup üyelerinin problem durumunda verilen nicelikleri sadece belirledikleri reklam sürelerine göre birbirleriyle doğru bir şekilde ilişkilendirerek matematiksel olarak ifade edebildikleri tespit edilmiştir. Dolayısıyla problemin öğrencilerin belirlemiş olduğu reklam süreleri çerçevesinde özelleştirilerek matematiksel olarak ifade edildiği, problemin genel durumu için bir matematikselleştirmenin söz konusu olmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca kullanılan matematiksel ifadelerin sadece sözel olarak belirtildiği; herhangi bir denklem, bağıntı, grafik gibi uygun gösterimler yoluyla matematiksel model kurma aşamasına geçilemediği de tespit edilmiştir. Bu nedenle grup üyelerinin bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda durumu matematiksel olarak ifade etmelerine rağmen bir model geliştiremedikleri düşünülerek matematikselleştirme yeterliklerini Düzey 2 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

5.1.6.1.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

Belirledikleri sürelerle karşılık gelen reklam ücretlerini hesaplama noktasında öğrencilerin ilk olarak Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın vermiş olduğu teklifler üzerinden matematiksel hesaplamalarını gerçekleştirmeye başladıkları görülmüştür.

Melisa: İlk başta şu 10.000 TL'yi yazalım. Bunun üstüne ek ücreti ekleriz. İlk durumda reklam 3 dakika 40 saniye ise taban süreyi 10 dakika geçiyor demektir.

Hayrunnisa: 10 dakika değil, 10 saniye. 1 saniye 60 salise. 1 salisede 2 TL ücret varsa 60 çarpı 2, 120 TL'yi 1 saniyede alacak. 10 saniye, o zaman 10 çarpı 120'den 1.200 TL ek ücret olacak.

Melisa: 10.000 artı 1.200, toplayınca 11.200 TL ediyor.

İlk durum için reklam süresini 3 dakika 40 saniye olarak belirleyen öğrenciler, Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın vermiş olduğu teklife göre taban süre için istenen 10.000 TL'ye ek ücretin eklenmesi gerektiğine dikkat çekerek ek ücretin hesaplanması noktasında yapacakları çözümleri konuşmuşlardır. Bu anlamda öğrenciler, ilk durumda inceledikleri reklam süresine göre her salise için 2 TL ek ücret alındığı bilgisinden hareketle 1 saniyede 120 TL kadar ek ücret alınacağı sonucuna ulaşmışlardır. Daha sonra 3 dakika 40 saniye olarak bahsettikleri reklam süresinin taban süreyi 10 dakika kadar geçtiğini belirten öğrenciler; 1.200 TL'lik ek ücretin alınacağını hesaplamışlar, konuşmalarının başında bahsi geçen 10.000 TL'lik taban süre ücretiyle birlikte toplam ücretin 11.200 TL tuttuğunu ifade etmişlerdir. Bu bağlamda grup üyeleri, taban süreyi geçen salise miktarına ve her salise için alınacak ek ücret bilgisine dikkat ederek benzer matematiksel işlemleri Şekil 5.69'daki gibi ikinci ve üçüncü olarak belirledikleri durumlar için de gerçekleştirmişlerdir.

Fikri Orijinal reklam ajansı
 $1 = 60$ saniye
 İlk durum burada 10 saniye var $2 \cdot 60 = 120$ $120 \cdot 10 = 1200$ TL
 $10000 + 1200 = 11200$ TL
 İkinci durum $60 \cdot 2,5 = 150$ (1 saniye için) burada 20 saniye beşmiş
 $150 \cdot 20 = 3000$ $10000 + 3000 = 13000$ TL
 Üçüncü durum $60 \cdot 3 = 180$ (1 saniye için) burada 20 saniye beşmiş
 $30 \cdot 180 = 5400$ $10000 + 5400 = 15400$ TL

Şekil 5.69. Öğrencilerin Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın teklifine göre belirledikleri reklam sürelerine karşılık gelen ücretleri bulabilmek için gerçekleştirdikleri hesaplamalar

Grup üyeleri, Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın teklifine göre belirledikleri reklam sürelerine karşılık gelen ücretleri hesapladıktan sonra Süper Medya Reklam Ajansı'nın vermiş olduğu teklifler üzerinden çözümlerini gerçekleştirmeye devam etmişlerdir.

Hayrunnisa: Yine ilk durum, bu sefer 2,5 TL alınacakmış. 60 çarpı 2,5'dan 150 yapar. Demek ki 1 saniyede 150 TL alıyor.

Tuba: Taban süreyi 10 saniye geçmiş, yaz 150 çarpı 10 eşittir 1500.

Melike: 1.500 TL ek ücret. 9.800'le toplayınca 11.300 TL oluyor.

Süper Medya Reklam Ajansı'nın vermiş olduğu teklife göre öğrencilerin ilk durum olarak belirledikleri 3 dakika 40 saniyelik reklama göre taban süreyi geçen her salise için 2,5 TL ek ücret alındığını belirten öğrenciler, 1 saniye için 150 TL ek ücret alınacağı sonucuna ulaşmışlardır. Bu bağlamda bahsi geçen reklam süresinin taban süreyi 10 saniye kadar geçtiğini dile getiren grup üyeleri, geçen bu süreye karşılık 1.500 TL ek ücret alınacağını söylemişlerdir. Son olarak öğrenciler 9.800 TL'ye 1.500 TL'lik ek ücretin de eklenmesiyle 3 dakika 40 saniyelik reklam ücretinin 11.300 TL tutacağını belirtmişlerdir. Bu bağlamda grup üyeleri, taban süreyi geçen salise miktarına ve her salise için alınacak ek ücret bilgisine dikkat ederek benzer matematiksel işlemleri Şekil 5.70'deki gibi ikinci ve üçüncü olarak belirledikleri durumlar için de gerçekleştirmişlerdir.

Süper Medya reklam ajansı

İlk durum $60 \cdot 2.5 = 150$ (15 saniye için) burada 10 saniye geçmiş
 $150 \cdot 10 = 1500$ $3800 + 1500 = 11.300$ TL

İkinci durum $60 \cdot 2.75 = 165 + 1$ (15 saniye için) burada 20 saniye geçmiş
 $165 \cdot 20 = 3300$ $3800 + 3300 = 11.100$ TL

Üçüncü durum $60 \cdot 2.9 = 174$ (15 saniye için) burada 30 saniye geçmiş
 $174 \cdot 30 = 5220$ $3800 + 5220 = 15.020$

Şekil 5.70. Öğrencilerin Süper Medya Reklam Ajansı'nın teklifine göre belirledikleri reklam sürelerine karşılık gelen ücretleri bulabilmek için gerçekleştirdikleri hesaplamalar

Yukarıdaki alıntılar ve öğrenci çözüm kâğıtlarından Muhteşem Dörtlü grubu öğrencilerinin matematiksel ifadelerine uygun bir şekilde çözümlerini doğru olarak gerçekleştirdikleri anlaşılmaktadır. Bu noktada öğrencilerin eksik oluşturdukları matematiksel modelleri doğru çözdükleri düşünülerek matematiksel olarak çalışma yeterliklerini Düzey 3 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.6.1.5. Yorumlama aşaması:

Matematiksel modelleme süresince elde edilen matematiksel sonuçların matematik dışı bağlamlarda yorumlanarak probleme ilişkin çözümlerin sunulmasının istendiği bu aşamaya yönelik öğrenciler tarafından gerçekleştirilen konuşmalar şu şekilde kaydedilmiştir:

Melike: Reklam 3 dakika 40 saniyelik olursa Fikri Orijinal'i seçsin, o daha ucuz.

Hayrunnisa: 11.200, 11.300. 100 TL daha ucuz.

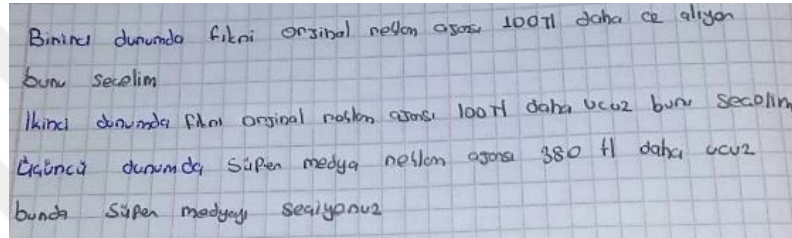
Tuba: İkincisinde de Fikri Orijinal daha ucuz, yine 100 TL.

Hayrunnisa: Üçüncü durumda Süper Medya oluyor. Fikri Orijinal 15.400 TL, Süper Medya 15.020 TL alacak.

Melike: Ama bu sefer fark daha fazla, 380 TL daha ucuz Süper Medya.

Grup üyeleri reklam süresini 3 dakika 40 saniye olarak belirledikleri ilk durum için yapmış oldukları matematiksel çözümler neticesinde reklam ücretinin 100 TL daha ucuz olduğu gerekçesiyle Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın tercih edilmesi gerektiği yorumunda bulunmuşlardır. Reklam süresinin 3 dakika 50 saniye olarak belirlendiği

ikinci durum için de iki reklam ajansının önerdiği tekliflere göre 100 TL'lik bir ücret farkı olduğunu gören öğrenciler, yine daha ucuz olduğu gerekçesiyle Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın tercih edilmesi yönünde tavsiye vermişlerdir. Reklam süresinin 4 dakika olarak belirlendiği üçüncü durumda ise reklam ücretlerini sırasıyla 15.400 TL ve 15.020 TL olarak hesaplayan öğrenciler, iki reklam ajansının vermiş olduğu teklife göre aradaki reklam ücreti farkının 380 TL'ye kadar çıktığına dikkat çekerek Süper Medya Reklam Ajansı'nın tercih edilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Öğrenciler arasında gerçekleştirilen konuşmalarda bahsi geçen bu yorumlamaların Şekil 5.71'deki gibi öğrenci çözüm kâğıdına da yansıdığı görülmüştür.



Şekil 5.71. Elde edilen sonuçlara göre gerçekleştirilen yorumlamalara ilişkin öğrenci çözüm kâğıdından bir kesit

Ulaşılan tüm bu bulgular doğrultusunda grup üyelerinin doğru olarak çözmüş oldukları matematiksel işlemler neticesinde ulaştıkları sayısal sonuçları gerçek yaşam bağlamında da doğru bir şekilde yorumladıkları anlaşılmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin yorumlama yeterliklerini Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri düşünüldüğünde bu yeterliklerine 4 puanüzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.6.1.6. Doğrulama aşaması:

Grup üyelerinin problemi daha da iyi anlamlandırmak için tartıştıkları problemi sadeleştirme aşamasında öğrenciler, reklam süresinin 3 dakika 30 saniye ile 4 dakika arasında olduğu bilgisinden hareketle yapılacak olan reklamın önce 30 saniye süreceğini düşünmüşlerdir. Bu bağlamda reklam süresinin belli olduğu şeklinde çıkarımda bulunan öğrenciler; problem metninde Rıza Bey'in reklam süresini tam olarak belirleyebilmek için muhasebeci olan arkadaşına danışmak istediği şeklinde verilen ifadede yola çıkarak reklam süresinin belli olmaması gerektiği konusunda hemfikir olmuşlardır. Bu sırada reklam ajanslarının göndermiş oldukları maillerde verilen sürelerle odaklanan

öğrenciler, reklam süresinin durumlara göre değişkenlik gösterdiğini fark ederek reklam süresinin belli olmadığını anlamışlar ve reklam süresinin neler olabileceği üzerinde konuşmaya başlamışlardır. Konuşmalar ve alınan dönütler doğrultusunda öğrencilerin sadece “dahil” kelimesi ile ilişkilendirilen (3 dakika 40 saniye, 3 dakika 50 saniye ve 4 dakika) süreler kadar reklamın sürebileceği konusunda hemfikir oldukları anlaşılmaktadır. Halbuki öğrencilerden reklam süresinin 3 dakika 30 saniye ile 4 dakika arasında geçen her saliseye bir reklamın yapılabilceğini düşünmeleri beklenmektedir. Bu noktada öğrencilerin reklam süresinin belli olmadığı bilgisine dayanarak reklam sürelerini oluştururken tüm ihtimalleri fark edemedikleri söylenebilir. Dolayısıyla problemin sadeleştirilmesi aşamasında öğrencilerin varsayımlarını yeteri kadar gözden geçirdikleri söylenemez. Durumun matematiksel olarak ifade edilmesi noktasında ise öğrencilerin arkadaşları tarafından önerilenleri sorgulamadan kabul ettikleri görülürken çözümlerini gerçekleştirme sırasında hesap makinesinden sürekli olarak buldukları sonuçları kontrol ettikleri gözlenmiştir. Bununla birlikte grup üyelerinin problemin çözümü için yorumlamalarını yaptıktan sonra bu yorumlamaların gerçek yaşamda nasıl bir karşılığı olduğu konusunda sorgulamada bulunmadıkları ve problemi farklı yollardan çözme arayışına da girmemeleri dikkat çekmiştir. Böylece öğrencilerin bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulundukları ve belirlemiş oldukları hataları ancak bir ölçüde düzeltebildikleri düşünülerek doğrulama yeterliklerinin Düzey 3 seviyesinde kaldığı değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 6 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.6.1.7. Raporlaştırma aşaması:

Öğrencilerin modelleme sürecinin sonunda yapmış oldukları çalışmalara ilişkin hazırlamış oldukları rapor Şekil 5.72’deki gibidir.

Sayın Rıza Bey
Üç duruma bakıp reklam ajanslarını karşılaştırdık. 1. durum için fikri orijinal reklam ajansında her saniye için 120 TL vericek ~~120 TL~~ ~~120 TL~~ ~~120 TL~~ ~~120 TL~~ on saniye geçtiği için 120 TL ~~120 TL~~ 200 TL bulduk. Burada her saniye için toplamda 11 200 TL bulduk. 2. durum için her saniye için 150 TL vericek burada da 20 sn geçtiği için toplam sonucu 13 000 bulduk. 3. durum da ise her saniye için 180 TL bulduk. Burada da 30 sn geçtiği için toplam 5400 TL bulduk. Topladığımızda ise 13 400 TL oldu. Sonra da Sipar Medya'ya geçtik ilk durumda her saniye için 150 TL vericek burada on saniye geçtiği için taban durum ile toplam 1500 TL 3800 TL ile toplam sonucu 11 300 TL bulduk. İkinci durumda ise her saniye için 165 TL vericek burada da 20 sn geçtiği için toplam sonucu 3300 TL bulduk 3800 TL ile toplam 12 100 TL bulduk. 3. durumda ise her saniye için 175 TL vericek burada da 20 sn geçiyor toplam 5200 TL bulduk topladığımızda da 13020 TL bulduk. Sonra da bu sonuçları durumlar göre karşılaştırdık. ~~1. ve 2. durumda~~ 1. ve 2. durumda fileri orijinal daha uygun, 3. durumda ise Sipar medya daha uygun.

Şekil 5.72. Öğrenciler tarafından hazırlanan rapor

Öğrenciler, hazırlamış oldukları raporda üç duruma bakarak reklam ajanslarının vermiş oldukları tekliflere göre reklam ücretlerini karşılaştırdıklarından bahsetmişlerdir. Ancak raporun devamında bu üç duruma ilişkin herhangi bir açıklamanın yapılmadığı, reklam sürelerinin nasıl belirlendiği hakkında bir bilginin verilmediği görülmektedir. Dolayısıyla raporun oluşturulan varsayımlar hakkında herhangi bir bilgi içermediği söylenebilir. Grup üyeleri; sunmuş oldukları raporda verilen problem durumunu nasıl matematikselleştirdiklerini açıklamışlar, gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler neticesinde elde ettikleri sayısal sonuçlarla 3 dakika 40 saniye, 3 dakika 50 saniye ve 4 dakika olarak belirledikleri reklam sürelerine karşılık gelen ücretleri ifade etmişlerdir. Bununla birlikte raporun sonunda öğrencilerin Rıza Bey'in hangi durumlarda hangi reklam ajansını tercih etmesi gerektiği yönündeki tavsiyelerini nedenleriyle birlikte açıklayarak yazmış oldukları görülmektedir. Elde edilen bu bulgular doğrultusunda hazırlanan raporun gerçekleştirilen matematiksel işlemler ve sonuçlarıyla birlikte probleme sunulan çözümlere yer verdiği ancak oluşturulan varsayımlar konusunda anlaşılır olmadığı değerlendirilmiştir. Bu nedenle raporun çözüm süreci hakkında bir ölçüde bilgi verdiği ve okuyucu tarafından yeteri kadar anlaşılamadığı düşünülerek

öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerinin Düzey 2 seviyesinde kaldığı tespit edilerek bu yeterliklerine 2 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

Düzey 5				Düzey 5		
	Düzey 3		Düzey 3		Düzey 3	
		Düzey 2				Düzey 2
Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Raporlaştırma

Şekil 5.73. Muhteşem Dörtlü Grubu’nun “Çıktık Bir Yola” problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri

5.1.6.2. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’na ait bulgular

5.1.6.2.1. Problemi anlama aşaması:

Problem durumunda gerekli verilerin toplanarak analiz edilmesinin istendiği bu aşamaya yönelik öğrenciler tarafından gerçekleştirilen konuşmalar aşağıdaki gibi gelişmiştir:

Abdurrahman: Yeni bir film yapacaklarmış, bu filmin televizyonda reklamı yapılacaktı.

Hümeysra: Filmi yapan adam, neydi adı? Rıza Bey 10 tane ajansla görüşmüş ama sadece ikisiyle çalışmaya karar vermiş diyor. Bunlardan birisini seçecek, biz de ona yardım edeceğiz bu konuda. Yani hangisi seçeceğini anlatacağız.

Mücahit: Ama bir tanesini seçin demiyor ki. Diyor ki hangi durumlarda hangi reklam ajansını tercih etmesini önerirdiniz?

Abdurrahman: Demek ki bazen Fikri Orijinal’i seçeceğiz, bazen de Süper Medya’yı.

Zeynep: Çok karışık bir soru. Ben olsam Süper Medya’yı seçerdim. O daha ucuz baksana.

Hümeysra: Nereden anladın daha ucuz olduğunu?

Zeynep: Diğer 10.000 TL istiyor bu ise 9.800 TL istiyor.

Abdurrahman: Öyle olur mu? Orada reklam süresi 3 dakika 30 saniye diyor. Bu adam daha reklam süresini ayarlayamamış ki. Nereden biliyorsun 3 dakika 30 saniye olduğunu?

Öğrencilerden Hümeysra filmin yönetmeni olan Rıza Bey'in 10 tane reklam ajansı ile görüştüğünü ve bunlardan sadece ikisiyle çalışmaya karar verdiğini söyleyerek verilen problemde kendilerinden bu iki reklam ajansından hangisini seçeceğine dair Rıza Bey'e yardım etmelerinin istendiğini dile getirmiştir. Bunun üzerine Mücahit'in problem metninde yer alan "Hangi durumlarda hangi reklam ajansını tercih etmesini önerirdiniz?" şeklinde vurgu yaptığı soru cümlesini Abdurrahman bazı durumlarda Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın, bazı durumlarda ise Süper Medya Reklam Ajansı'nın tercih edilebileceği şeklinde anlamlandırmıştır. Bir süre sonra Zeynep soruyu çok karmaşık bulduğunu ifade etmiş; Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın 10.000 TL, Süper Medya Reklam Ajansı'nın ise 9.800 TL ücret istemesini neden olarak gösterip daha ucuz olmasından dolayı kendisinin Süper Medya Reklam Ajansı'nı tercih edeceğini belirtmiştir. Abdurrahman Zeynep'in ifade ettiği ücretlerin reklam süresinin sadece 3 dakika 30 saniye olması durumunda geçerli olduğunu dile getirmiştir. Abdurrahman'ın bu düşüncesini reklam süresinin belli olmadığı bilgisine dayanarak desteklemesiyle birlikte öğrencilerin reklam ajanslarının göndermiş oldukları maillerdeki reklam sürelerine odaklanarak problem durumunu anlamak için gerçekleştirdikleri tartışmayı sürdürdükleri gözlenmiştir.

Mücahit: Arkadaşlar, şu kutularda (etkinlik kâğıdını göstererek) reklamın ne kadar süreceğini yazmışlar. Birincisi Zeynep'in dediği gibi, 3 dakika 30 saniye. Sonra da diğerleri.

Hümeysra: Diğerleri dediğin 3 dakika 30 saniye ile 3 dakika 40 saniye arası, 3 dakika 40 saniye ile 3 dakika 50 saniye arası, bir de 3 dakika 50 saniye ile 4 dakika arası. Öbüründe de aynı mı?

Zeynep: Süper Medya'da da aynı süreler var.

Mücahit: Tamam o zaman, sıkıntı yok. Kaç çeşit reklam süresi var? "Hangi durumlarda hangisini seçecek?" diye soruyor ya anladınız mı şimdi? Biz hepsine

bakacağız. Birincisinde hangisini seçeceğiz, ikincisinde hangisini seçeceğiz?
Tamam mı?

Zeynep: Tamam şimdi daha iyi anladım, sadece bir süreye bakarak seçmeyeceğiz.
Hangi sürede hangi reklam ajansını seçeceğine karar vereceğiz.

Abdurrahman: Bir de reklam sürelerinin yanına ücretlerini de yazmışlar.
Neymiş? Hepsinde de taban süreyi geçen her salise için diye yazmışlar.

Mücahit: Her salise yani 1 salise geçtiğinde ne kadar ücret alındığı yazıyor.

Zeynep: Taban süre ne oluyor?

Mücahit: Taban süre dediği de 3 dakika 30 saniye, bak (etkinlik kâğıdını göstererek) yukarıda yazıyor.

Zeynep: Aynısını Süper Medya da yazmış.

Abdurrahman: Yani 3 dakika 30 saniyeden kısa olmayacak.

Mücahit'in reklam ajanslarının göndermiş oldukları maillerde yer alan reklam sürelerine dikkat çekmesiyle Hümeysra Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın verdiği teklife göre reklam sürelerinin neler olabileceğini sıralamıştır. Bu sırada öğrencilerden Zeynep Süper Medya Reklam Ajansı'nın vermiş olduğu teklifte de aynı sürelerin olduğunu fark etmiştir. Böylece grup üyeleri amaçlarının verilen sürelerle göre reklam sürelerini 3 durumda inceleyerek hangi durumlarda hangi reklam ajanslarını seçeceklerini belirlemek olduğuna karar vermişlerdir. Daha sonra Abdurrahman'ın gönderilen maillerde reklam süreleriyle birlikte taban süreyi geçen her salise için ne kadar ücret alındığı hakkında bilgi verildiğini belirtmesiyle öğrencilerin taban süre hakkında konuşmaya başladıkları görülmüştür. Bu bağlamda öğrenciler her iki reklam ajansının teklifinde de taban sürenin 3 dakika 30 saniye olarak belirlendiğini fark etmişler ve bu durumu her iki reklam ajansı için de reklam süresinin 3 dakika 30 saniyeden kısa olmayacağı şeklinde izah etmişlerdir.

Zeynep: Reklam süresi 3 dakika 30 saniye ile 4 dakika arasında olması gerekiyor diye yazıyor.

Hümeysra: Tamam işte, burada da reklamın süresi 3 dakika 30 saniyeden başlıyor, 4 dakikaya kadar gidiyor.

Zeynep’in reklam süresinin 3 dakika 30 saniye ile 4 dakika arasında olması gerektiğini belirtmesi üzerine Hümeysra reklam ajanslarından gelen maillere göre reklam süresinin 3 dakika 30 saniyeden başlayarak 4 dakikaya kadar uzadığını ifade etmiştir. Böylece öğrenciler reklam sürelerinin neler olabileceği konusunda yapmış oldukları yorumlamaların doğru olduğunu düşünmüşlerdir. Daha sonra grup üyelerinin reklam ajanslarının gönderdikleri maillerde yazılı olan “dahil” kelimesinin nasıl anlamlandırılması gerektiği konusunda tartışmaya başladıkları tespit edilmiştir.

Abdurrahman: Birincisinde de 3 dakika 40 saniye var, ikincisinde de. Nasıl oluyor bu?

Mücahit: Birisinde dahil var, diğerinde yok. Yani 3 dakika 40 saniye birincisinde var ama diğerinde yok, anladın mı?

Zeynep: O zaman 3 dakika 50 saniye hem ikinci de hem üçüncüde yazıyor ya, biz onu ikincide alacağız. Orada dahilmiş.

3 dakika 40 saniye olarak belirtilen sürenin hem 1.durumda hem de 2.durumda olduğunu gören öğrencilerden Mücahit, “dahil” kelimesinin varlığından hareketle 3 dakika 40 saniye olarak belirtilen sürenin 1.duruma ait olduğunu izah etmiştir. Buna paralel olarak Zeynep de 3 dakika 50 saniye olarak belirtilen sürenin 2.duruma ait olduğunu ifade etmiştir.

Elde edilen yukarıdaki bulgulardan hareketle öğrencilerin reklam ajanslarının göndermiş oldukları mailler doğrultusunda reklam sürelerine ve taban süreyi geçen her salise için alınan ücretlere bakarak Rıza Bey’e hangi durumda hangi reklam ajanslarını tercih etmesi konusunda yardım etmeleri gerektiğini anlamışlardır. Bu anlamda taban sürenin her iki reklam ajansı için de 3 dakika 30 saniye olarak ifade edildiğini söyleyen öğrenciler, bu durumu yapılacak reklamın 3 dakika 30 saniyeden daha kısa süremeyeceği şeklinde yorumlamışlardır. Ayrıca öğrenciler, hangi durumda “dahil” olarak belirtilmişse bahsi geçen sürenin o duruma ait olduğunu da açıklamışlardır. Böylece öğrencilerin problemi tam olarak anladıklarını gösteren ifadelerle yer verdikleri, verilenleri belirleyerek problemde neler istendiğini yorumlayabildikleri ve ayrıca kurdukları diyaloglar sayesinde verilenler ile istenenler arasında ilişki kurdukları söylenebilir. Dolayısıyla grup üyelerinin Düzey 5 seviyesinde problemi anlama

yeterliklerine sahip oldukları değerlendirilerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.6.2.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

Grup üyeleri filmin yönetmeni olan Rıza Bey'e hangi durumlarda hangi reklam ajansını tercih etmesi gerektiği yönünde yardımcı olabilmek için bir strateji belirleyebilmek amacıyla neleri dikkate alacaklarını ve bunları nasıl değerlendirecekleri konusunda çeşitli önerilerde bulunmuşlar ve bu öneriler aşağıdaki gibi tartışılmaya başlanmıştır.

Mücahit: Burada kaç durum var? İlki 3 dakika 30 saniye ile 3 dakika 40 saniye arası, ikincisi 3 dakika 40 saniye ile 3 dakika 50 saniye arası, üçüncüsü de 3 dakika 50 saniye ile 4 dakika arası. 3 çeşit durum var.

Abdurrahman: O zaman reklamın süresi 3 çeşit olacak.

Yukarıda bahsi geçen konuşmalar incelendiğinde öğrencilerin Zeynep'in reklam süresinin 3 dakika 30 saniye olması durumuna bağlı olarak Süper Medya Reklam Ajansı'nı tercih edeceği şeklinde belirttiği düşüncesi üzerinde tartışmadıkları görülmüştür. Dolayısıyla grup üyeleri tarafından reklam süresinin 3 dakika 30 saniye olma ihtimalinin göz ardı edildiği ve bundan dolayı öğrencilerin reklam sürelerini 4 duruma göre incelemeleri beklenirken 3 duruma göre incelemeleri gerektiği şeklinde düşündükleri anlaşılmaktadır. Böylece grup üyelerinin farklı durumlara göre seçecekleri reklam ajansının da değişebileceğini fark etmelerine rağmen 3 duruma bakarak reklam süresinin neler olabileceği konusundaki ihtimalleri eksik olarak belirledikleri söylenebilir.

Zeynep: İlk durumda ikisinde de ücret en az, Fikri Orijinal'de 2 TL, Süper Medya'da 2,5 TL. Reklamın süresi arttıkça ücreti de artıyor. O zaman reklamın süresi 3 dakika 30 saniye ile 3 dakika 40 saniye arasında olsun ki daha az ücret ödesinler.

Abdurrahman: Zeynep az önce dedik ya reklamın süresi belli değil. Yani her şey olabilir anladın mı? Oradaki tüm durumlara bakacağız, sen sadece birinin söylüyorsun ama.

Zeynep her iki reklam ajansının tekliflerine de bakarak en az ücretlendirmelerin reklam süresinin 3 dakika 30 saniye ile 3 dakika 40 saniye arasında olması durumunda yapıldığını söylemiş, dolayısıyla daha az ücret ödenmesi için yapılacak olan reklamın süresinin bu aralıklarda olması gerektiğini vurgulamıştır. Abdurrahman'ın problemi anlama aşamasında olduğu gibi Zeynep'e reklam süresinin belli olmadığını tekrar hatırlatmasıyla sunulan bu stratejiden vazgeçilmiştir. Daha sonra öğrenciler hangi kriterlere göre reklam ajansını seçeceklerine ilişkin tartışmalarına devam etmişlerdir.

Hümeýra: Önceilk duruma bakacağız.Fikri Orijinal midaha ucuz, yoksa Süper Medya mı? Hangisi daha ucuzsa onu seçeceğiz. Sonra da diğer durumlara geçeceğiz, yine aynısını yapacağız.

Mücahit: Tamam daAbdurrahman dedi ya her şey olabilir diye mesela ilk durumda bir sürü süre var, hepsine tek tek bakacağız mı hangisi daha ucuz diye?

Zeynep: Öyle çok uzun sürer, bitmez ki. Reklam süresi belli olsa direk yaparız da şimdi hiçbir şey belli değil, nasıl olacak?

Hümeýra: Aslında çok ta değil, hepsinde onar saniyelik fark var. 10,20,30. Toplamda 30 tane reklam olacak.

Abdurrahman: Doğru diyorsun da şimdi adam tek tek 30'una da bakıp hangisi daha ucuz diye mi bakacak, başka işi yok mu bu adamın?

Mücahit: Bir de şu var, 30 tane Fikri Orijinal'de reklam var, 30 tane de Süper Medya'da var. Toplarsan 60 tane reklam var, hangi birisini bulacaksın?

Öğrencilerden Hümeýra daha önce belirtmiş oldukları durumlara sırasıyla bakarak her iki reklam ajansının reklam ücretlerini karşılaştırmaları ve ardından daha ucuz teklif sunan reklam ajansını seçmeleri gerektiği şeklinde bir öneri sunmuştur. Bu sırada ücret tekliflerindeki reklam sürelerini incelediği görülen Mücahit, Abdurrahman'ın reklam süresinin her şey olabileceği şeklinde belirtmiş olduğu düşüncesinden hareketle ilk durumda (3 dakika 30 saniye ile 3 dakika 40 saniye arası) reklam süresinin birçok değer alabileceğine vurgu yaparak bu değişkenin alabileceği tüm değerler için reklam ajanslarının hangisinin daha ucuz teklif verdiğine tek tek bakmak zorunda olacakları şeklinde şaşkınlığını dile getirmiştir. Bu anlamda Zeynep bu sürecin çok uzun zaman alacağını ve reklam süresinin belli olması halinde bu sürecin çok daha kısa süreceğini ifade etmiştir. Arkadaşlarının bu konuşmaları sırasında reklam sürelerinin durumlara

göre alabileceği değerleri düşünen Hümeýra belirledikleri her bir durumda reklam süresinin 10 değer olmak üzere toplamda 30 değer aldığını söyleyerek reklam sürelerine karşılık gelen bu değerlerin ücretlerini karşılaştırmanın fazla da zaman almayacağını savunmuştur. Bu noktada Mücahit ise her iki reklam ajansının verdiği teklifleri karşılaştıracaklarından dolayı reklam süresinin alabileceği her değere karşılık gelecek ücreti Süper Medya Reklam Ajansı için de bulacaklarını ifade ederek toplamda 60 reklam süresi için ücret hesaplamak zorunda kalacaklarına dikkat çekmiş ve bu durumun zaman açısından pek de mümkün olmadığını dile getirmiştir. Öğrencilerin verilen tekliflerdeki durumlara göre reklam süreleri arasındaki zaman farkına odaklanarak seçimlerini nasıl yapacaklarına ilişkin gerçekleştirdikleri tartışma şu şekilde devam etmiştir:

Abdurrahman: Ücretleri karşılaştıracamız daburada (etkinlik kâğıdını göstererek) her salise için diyor. Salise ne demek?

Zeynep: Ben bir yerden duymuştum sanki ama şimdi çıkaramadım bir türlü.

Hümeýra: O da herhalde bir süre arkadaşlar.

Grup üyelerinden Abdurrahman'ın reklam ajanslarının ücret tekliflerini her salise için vermiş olduklarını fark etmesiyle öğrencilerin salise kavramının ne olduğu hakkında konuşmaya başladıkları ve bu kavramın süreyi belirttiği şeklinde bir tahmin yürüttükleri görülmüştür. Ancak salise kavramının ne olduğu hakkında net bir bilgi sahibi olmadıkları anlaşılan öğrenciler, bu kavramı internetten araştırmaya karar vermişlerdir.

Zeynep: Hümeýra'nın dediği doğruymuş, zaman birimiymiş bu. Saniyenin altmışta biri olan zaman birimi diyor.

Mücahit: Demek ki saniyeden de küçük. O zaman bir şey söyleyeyim mi? Biz saniyelere değil saliselere bakarak ücretleri hesaplayacağız.

Zeynep: Bu sefer kaç tane reklam olacak ki? Daha mı az, yoksa daha mı fazla?

Hümeýra: Her salise diyor ya o zaman her salisede bir reklam olacak, saniyenin altmışta biri. O zaman 1 saniyenin içinde 60 salise var değil mi?

Mücahit: Altmış parçaya bölüyorsun, 1 salise oluyor. Evet 1 saniyenin içinde 60 tane salise var. Az önce toplamda 60 tane reklam vardı, şimdi 60 çarpı 60'tan 3.600 tane reklam var. Çok daha fazla yani.

Zeynep: Biz bu işin içinden çıkamayacağız, bence dediğim gibi tüm durumlarda reklam süresi belli olsun.

Yaptıkları araştırma neticesinde “salisenin saniyenin altmışta biri olan zaman birimi olduğu” şeklinde ulaştıkları bilgiye dayanarak 1 saniyenin 60 saliseye eşit olduğu yorumunda bulunan öğrenciler, reklam ücretlerini belirledikleri durumlara göre saniyeye değil saliseye bakarak hesaplamaları gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu bağlamda olası kaç tane reklamın yapılabileceği üzerinde düşünen öğrenciler, geçen her saniye için bir reklam oluşturulduğunda toplamda 60 tane reklamın oluşabileceğini hatırlayarak 1 saniyenin içinde 60 tane salisenin olduğu şeklinde yaptıkları çıkarımdan hareketle geçen her salise için bir reklam oluşturulduğunda toplam 3.600 tane reklamın oluşturulabileceğine vurgu yapmışlardır. Bu bağlamda 3.600 tane reklamın ücretlerini hesaplayarak karşılaştırmanın oldukça zor olacağını öngören öğrenciler, bu kez Zeynep'in belirttiği gibi tüm durumlarda reklam süresinin belli olması üzerinden varsayımlar oluşturmaya devam etmişlerdir.

Hümeysra: Reklam süresi belli olsun dedik te her salise için diyor, onu ne yapacağız?

Zeynep: Doğrusu o da hepsini yapamayız ki tek tek, çok uzun sürer.

Mücahit: Başka fikri olan varsa söylesin, yoksa Zeynep'in dediği gibi reklam sürelerini bütün durumlarda biz seçeceğiz. Ona göre hangisi daha ucuz, ona bakacağız.

Zeynep: Ben zaten başladığımızda aklıma bir şey gelmişti, onu söyleyeceğim. Birincisinde reklam süresi 3 dakika 30 saniye ile 3 dakika 40 saniye arasında olsun diyor ya 3 dakika 35 saniye yapalım bunu.

Abdurrahman: Tam ortası oluyor. İkincisi de o zaman 3 dakika 45 saniye, sonuncusu da 3 dakika 55 saniye olacak.

İfade etmiş oldukları her üç durumda da reklam sürelerini belli olacak şekilde ayarlamaya karar veren grup üyelerinin Zeynep'in önerisiyle reklam sürelerini belirtilen zaman aralıklarının tam ortasına denk gelecek şekilde oluşturdukları tespit edilmiştir.

Bu anlamda öğrenciler; ilk durumda reklam süresinin 3 dakika 35 saniye, ikinci durumda 3 dakika 45 saniye, son durumda ise 3 dakika 55 saniye olacağını varsaymışlardır.

Elde edilen tüm bu bulgular incelendiğinde dikkat çeken ilk husus, öğrencilerin ajansların vermiş oldukları tekliflere göre reklam sürelerinin 3 dakika 30 saniye ile 3 dakika 40 saniye (dâhil) arasında, 3 dakika 40 saniye ile 3 dakika 50 saniye (dâhil) arasında ve 3 dakika 50 saniye ile 4 dakika (dâhil) arasında olmak üzere üç farklı şekilde ücretlendirilebileceğini kabul etmeleridir. Böylece öğrencilerin reklam süresinin gönderilen tekliflerde taban süre olarak ifade edilen 3 dakika 30 saniye olabileceği durumunu göz ardı ettikleri anlaşılmaktadır. Dolayısıyla grup üyelerinin problem durumunda ifade edilen tüm seçeneklere göre reklam sürelerini incelemedikleri söylenebilir. Bu durumlar üzerinde çalıştıkları görülen öğrenciler ilk olarak daha az ek ücret istenmesinden dolayı yapılacak olan reklamın daha ucuz olması için her iki reklam ajansının da teklifine göre reklam süresinin 3 dakika 30 saniye ile 3 dakika 40 saniye (dâhil) arasında olması gerektiğini düşünmüşlerdir. Grup üyeleri tarafından reklam sürelerinin 3 duruma göre de incelenmesi gerektiğinden dolayı reklam süresinin belli olmadığı belirtilerek öğrencilerin bu şekilde oluşturulan ilk yöntemden vazgeçtikleri görülmüştür. Daha sonra yapılacak reklamların sürelerinin neler olabileceği üzerine odaklandıkları görülen öğrenciler, bütün durumlarda onar saniyelik zaman farkının olduğunu fark etmeleriyle birlikte her durumda 10 tane reklamın oluşturulabileceği şeklinde bulundukları çıkarımdan hareketle toplamda 60 tane reklamın ücretlerini verilen tekliflere göre tek tek hesaplamaları gerektiğini söylemişlerdir. Bu sırada iki reklam ajansı için de ek ücretlerin her salise için verildiğini fark eden öğrenciler, reklam ücretlerinin hesaplanmasında saniye yerine salise değişkeninin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları araştırma sonrası grup üyeleri 1 saniyenin içinde 60 salisenin olduğu şeklinde bir yorumlamada bulunarak her saliseye göre toplamda 3.600 tane reklamın oluşturulabileceğini ifade etmişlerdir. 3.600 tane reklamın ücretlerinin tek tek hesaplanarak hangisi daha ucuz diye karşılaştırma yapılmasının mümkün olmadığını düşünen öğrenciler, yanlış olduğunu söylemelerine rağmen grup üyelerinden Zeynep'in sürekli olarak ifade ettiği gibi tüm durumlarda reklam süresinin belli olması gerektiği yönünde hemfikir olmuşlardır. Bu bağlamda tüm durumlarda reklam sürelerini belirtilen zaman aralıklarının tam ortasına denk gelecek şekilde oluşturmaya karar veren

öğrenciler sırasıyla reklam sürelerinin 3 dakika 35 saniye, 3 dakika 45 saniye ve 3 dakika 55 saniye şeklinde olacağını ifade etmişlerdir. Böylece öğrencilerin durumlara göre reklam sürelerini kesin olarak belirleyip yapacakları ücret kıyaslamasını oldukça sınırladıkları anlaşılmaktadır. Halbuki öğrencilerden reklam süresinin alabileceği her değişkene göre ücret kıyaslamasının yapılması beklenmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin reklam sürelerini salise değişkenine göre oluşturmaları gerektiğini ifade etmelerine rağmen hem reklam süresinin kaç durumda inceleneceği hem de hangi sürelerle göre kıyaslamanın yapılması gerektiği yönünde öğrenciler tarafından oluşturulan varsayımların gerçekçi olmadığı görülmektedir. Böylece öğrenciler tarafından problemin sadeleştirilebildiği, reklam ajansının tercih edilmesi noktasında reklam ücretinin daha ucuz olmasına dikkat edilmesi gerektiği belirlenmiştir. Ancak öğrencilerin seçilen durumlara göre reklam sürelerini bahsi geçen zaman aralıklarının tam ortasına denk gelecek şekilde ayarlamalarıyla 3 dakika 30 saniye ile 4 dakika arasındaki tüm zaman dilimlerinin reklam süresi olabileceği ihtimalini göz önünde bulundurmadıkları da tespit edilmiştir. Bu bağlamda grup üyelerinin bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulundukları belirlenmiş, dolayısıyla problemi sadeleştirme yeterliklerinin Düzey 3 seviyesinde kaldığı değerlendirilerek bu yeterliklerine 3 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.6.2.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

Reklam sürelerini belirlemiş oldukları durumlara göre sırasıyla 3 dakika 35 saniye, 3 dakika 45 saniye ve 3 dakika 55 saniye olarak kabul eden öğrencilerin bu durumu nasıl matematikselleştireceklerine ilişkin Abdurrahman aşağıdaki gibi tartışmayı başlatmıştır.

Abdurrahman: İlkinde süre 3 dakika 35 saniye. İki reklam ajansı da taban süreyi geçen her salise için ek ücret alacak ya taban süreyi ne kadar geçmiş, önce onu bulalım.

Mücahit: Taban süreyi ne kadar geçmiş? Taban süre 3 dakika 30 saniye diyor, 3 dakika 35 saniyeden bunu çıkaracağız.

Mücahit: Ama süreyi salise olarak bulmamız lazım. Her saliseye 2 TL alıyor, o zaman kaç salise geçmişse onu da 2 ile çarpmak lazım.

Zeynep: Aynısını Süper Medya için de yapacağız. Burada da her salise için 2,5 TL ek ücret diyor, o zaman yine kaç salise geçmişse bu sefer 2,5 ile çarpacağız. En son da bu ikisini karşılaştıracakız hangisi daha ucuz diye.

Abdurrahman, reklam süresini 3 dakika 35 saniye olarak belirledikleri ilk durumda iki reklam ajansının da taban süreyi geçen her salise için ek ücret aldıklarını söyleyerek önce belirledikleri reklam süresinin taban süreyi ne kadar geçtiğini bulmaları gerektiğini vurgulamıştır. Bunun üzerine Mücahit, reklam süresinden 3 dakika 30 saniye olarak bahsedilen taban süreyi çıkardıklarında belirledikleri reklam süresinin taban süreyi ne kadar geçtiğini bulabileceklerini ifade etmiştir. Belli bir süre sonra yine öğrencilerden Mücahit'in taban süreyi geçen bu süreyi salise olarak bulmaları gerektiğine dikkat çekerek ücretin nasıl hesaplanacağı konusunda Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın vermiş olduğu teklif üzerinden açıklama yaptığı görülmüştür. Bu bağlamda ilk durumda taban süreyi geçen her salise için 2 TL ücret alındığını belirten Mücahit, buldukları geçen süreyi 2 ile çarpmaları gerektiğini dile getirmiştir. İzah edilen bu matematiksel ifadelerin Süper Medya Reklam Ajansı'nın ilk durum için vermiş olduğu teklif için de geçerli olduğunu söyleyen Zeynep, bu sefer taban süreyi geçen her salise için 2,5 TL ücret alındığına vurgu yaparak geçen süreyi 2,5 ile çarpmaları gerektiği yönünde arkadaşlarının dikkatini çekmiştir. Bu matematiksel ifadelerin çözüme kavuşturulmasıyla birlikte hangi reklam ajansının teklifinin daha ucuz olduğuna karar verebileceklerini düşünen öğrencilerin bir süre sonra iki reklam ajansının taban süre için vermiş oldukları ücreti nerede kullanacaklarına ilişkin tartışmaya kaldıkları yerden devam ettikleri görülmüştür.

Hümeysra: Şu en üstlerde (etkinlik kâğıdını göstererek) bir ücret daha var, 3 dakika 30 saniyelik reklam ücreti diyor. Bunu ne yapacağız?

Zeynep: Birinde 10.000 TL, diğerinde 9.800 TL.

Mücahit: Taban süre dedik ya reklamlar 3 dakika 30 saniyeden daha az olmayacak. Onu en başta ödeyeceğiz zaten, bulduklarımız ek ücret. O taban sürenin ücretlerine ek ücretleri de ekleyip öyle bulacağız reklamın ne kadar para tutacağını.

Abdurrahman: Diğer sürelerde de bunu ekleyecek miyiz?

Hümeysra: Diğerlerinde de ek ücret yazmış, onlarda da sonuca ekleyeceğiz.

İlk durumda taban süreyi geçen salise miktarını sırasıyla 2 ve 2,5 ile çarparak buldukları sonuçların ek ücret olduğunu söyleyen Mücahit, bu sonuçların belirtilen taban sürenin ücretine eklenmesiyle belirledikleri reklamın ne kadar tutacağını bulabileceklerini dile getirmiştir. Bu bağlamda öğrenciler ikinci ve üçüncü durumlarda da her salise için belirtilen ücretlerin ek ücret olduğuna vurgu yaparak çarparak buldukları sonuçlara bu taban süreye karşılık gelen ücreti eklemeleri gerektiğini söylemişlerdir.

Ulaşılan bu bulgular dikkate alındığında öğrencilerin belirledikleri süreye göre reklam ücretlerini nasıl hesaplayacakları konusunda belirledikleri varsayım doğrultusunda ilk durum (reklam süresinin 3 dakika 35 saniye olması) üzerinde tartıştıkları tespit edilmiştir. Bu bağlamda ilk olarak belirledikleri reklam süresinin taban süreyi ne kadar geçtiğini bulmaları gerektiğini ifade eden öğrenciler, bu durumu reklam süresinden taban süresinin çıkarılması şeklinde matematikselleştirmişlerdir. Reklam süresi ile taban süre arasındaki zaman farkının salise olarak ifade edilmesi noktasında hemfikir olan öğrenciler, her salise için alınan ücretlerle geçen salise miktarının çarpılmasıyla elde ettikleri sonuçların ek ücret olduğunu fark ederek reklam ücretinin bulunması için bu ek ücretin taban süreye karşılık gelen ücrete eklenmesi gerektiğini dile getirmişlerdir. Öğrenciler tarafından diğer durumlarda da varsayımlar doğrultusunda süreleri belirlenen reklamların ücretlerinin aynı şekilde bulunabileceği söylenmiştir. Ancak grup üyelerinin problem durumunda verilen nicelikleri sadece belirledikleri reklam sürelerine göre birbirleriyle doğru bir şekilde ilişkilendirerek matematiksel olarak ifade edebildikleri tespit edilmiştir. Dolayısıyla problemin öğrencilerin belirlemiş olduğu reklam süreleri çerçevesinde özelleştirilerek matematiksel olarak ifade edildiği, problemin genel durumu için bir matematikselleştirmenin söz konusu olmadığı anlaşılmıştır. Ayrıca belirlenen reklam süreleri için kullanılan matematiksel ifadelerin bir matematiksel model geliştirme aşamasına ulaşamadığı da dikkat çekmektedir. Bu nedenle grup üyelerinin bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda durumu matematikselleştirmeye çalıştıkları, ancak uygun matematiksel gösterimlerin seçilmesi noktasında başarısız oldukları düşünülerek matematikselleştirme yeterliklerini Düzey 2 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

5.1.6.2.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

İlk durumda reklam süresini 3 dakika 35 saniye olarak belirleyen öğrencilerin Rıza Bey'e hangi reklam ajansını seçmesi gerektiği konusunda yardımcı olabilmek için gerçekleştirmiş oldukları matematiksel çözümleri aşağıdaki konuşmalar ortaya koymaktadır.

Abdurrahman: Fikri Orijinal'den başlayalım. Taban süre 3 dakika 30 saniye, reklamın süresi 3 dakika 35 saniye. Ne kadar geçmiş? 5 saniye.

Zeynep: Onu saliseye çevireceğiz. 1 saniyenin içinde 60 tane salise vardı. 5 çarpı 60'tan 300 salise yapar.

Zeynep: Her saliseden 2 TL alıyorsa yine çarpma. 300 çarpı 2, cevap 600.

Zeynep: 600 TL

Mücahit: Bu ek ücret. Bir de ilk baştaki vardı, 10.000 TL. Toplarsan 10.600 TL istiyor.

Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın vermiş olduğu teklife göre reklam süresinin 3 dakika 35 saniye olması durumunda Rıza Bey'in ne kadar ödeme yapması gerektiğine ilişkin yukarıda yapılan konuşmaların benzeri Süper Medya Reklam Ajansı için de gerçekleşmiştir.

Hümeysra: Burada da süre 3 dakika 35 saniye zaten. Yine 5 saniye geçmiş. Yine 300 salise var. 300 çarpı her salise ne kadardı?

Zeynep: Bunda 2,5 TL.

Hümeysra: 300 çarpı 2,5.

Abdurrahman: Dur, yapayım. 750 oluyor.

Zeynep: 750 TL'si ek ücret. 9.800 TL de en başta istiyor. 9.800 artı 750

Abdurrahman: 10.550 TL.

Fikri Orijinal Reklam Ajansı
Reklam süresi 3 dk 30 sn - 3 dk 40 sn arası
Bunun tam olarak olanı $\rightarrow 3.35$ sn $\rightarrow$ taban süreden 5 sn 4
1 sn $\rightarrow$ 60 salise
 $5 \times 60 = 300 \times 2 = 600$ TL ek ücret
 $10.000 + 600 = 10.600$

Süper Medya Reklam Ajansı
3 dk 35 sn
 $5 \times 60 = 300 \times 2,5 = 750$ TL ek ücret
 $9800 + 750 = 10.550$ TL

Şekil 5.74. Reklam süresinin 3 dakika 35 saniye olması durumuna ilişkin gerçekleştirilen matematiksel çözümler

İlk duruma ait matematiksel çözümlerini gerçekleştiren grup üyelerinin reklam süresini 3 dakika 45 saniye olarak kabul ettikleri ikinci durum hakkında konuşmaya başladıkları görülmüştür.

Mücahit: 3 dakika 45 saniyeden 3 dakika 30 saniyeyi çıkarırsak 15 saniye olur. Aradan 15 saniye geçmiş. Çarp 60 ile, 900 salise yapar.

Zeynep: Her saliseden 2,5 TL alıyor.

Abdurrahman: 900 çarpı 2,5'tan 2.250 TL.

Zeynep: 10.000 artı 2.250'den 12.250 TL istiyor.

Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın vermiş olduğu teklife göre reklam süresinin 3 dakika 45 saniye olması durumunda Rıza Bey'in ne kadar ödeme yapması gerektiğine ilişkin yukarıda yapılan konuşmaların benzerini Süper Medya Reklam Ajansı için de gerçekleştiren öğrenciler, reklam süresinin yine 3 dakika 45 saniye olmasından dolayı taban süre ile 15 saniyelik bir zaman farkı olduğunu belirtmişlerdir. Bu süreyi yine 900 salise olarak ifade eden öğrenciler, bu kez her salise için 2,75 TL ek ücret istendiğine vurgu yaparak Şekil 5.75'teki gibi çözümlerini gerçekleştirmişlerdir.

Reklam 3 dk 35 sn olarak Super Medya Seçeriz.

	Fikri	Orjinal
Reklam 3 dk 45	15 sn = 900 salise	15 sn = 900 salise
3 dk 45 sn	900 x 2,5 = 2.250 TL ek ücret	900 x 2,5 = 2.250 TL ek ücret
3 dk 35 sn	10.000 + 2.250 = 12.250 TL	10.000 + 2.250 = 12.250 TL
0 dk 15 sn		

Super Medya

3-45
 $15 \times 60 = 900$ salise
 $900 \times 2,5 = 2.250$ TL ek ücret
 $10.000 + 2.250 = 12.250$ TL

Reklam süresi 3 dk 45 sn olarak Fikri Orjinal

Şekil 5.75. Reklam süresinin 3 dakika 35 saniye olması durumuna ilişkin gerçekleştirilen matematiksel çözümler

Öğrencilerin matematiksel çözümlerini yapmaya yönelik gerçekleştirdikleri en son çalışmalarında ise reklam süresinin 3 dakika 55 saniye olması durumuna odaklandıkları görülmüştür.

Hümeysra: Bu sefer reklam 3 dakika 55 saniyelik. Taban süreyi 25 saniye geçmiş, 25 çarpı 60. 25 çarpı 6 150, o zaman 1.500 olur. 1.500 salise ediyor. Her salise ne kadar?

Zeynep: 3 TL, 1.500 çarpı 3'ten 4.500 TL ek ücret

Hümeysra: 10.000 artı 4.500, 14.500 TL istiyor.

3 dakika 55 saniye olarak seçtikleri reklam süresinin taban süreyi 25 saniye geçtiğini belirten Hümeysra, bu sürenin 1.500 salise olarak ifade edilebileceğini söylemiştir. Fikri Orjinal Reklam Ajansı'nın vermiş olduğu teklife göre bu süreye karşılık gelen ek ücretlendirmenin taban süreyi geçen her salise için 3 TL olarak yapıldığına dikkat çeken Zeynep, 1.500 ile 3'ü çarparak 4.500 TL ek ücret istendiğini aktarmıştır. Bunun üzerine Hümeysra, Fikri Orjinal Reklam Ajansı'nın taban süre olarak ifade edilen reklam için 10.000 TL istediğini hatırlatarak süresini 3 dakika 55 saniye olarak belirledikleri reklamın toplamda 14.500 TL olarak ücretlendirileceğini ifade etmiştir. 3 dakika 55 saniyelik reklamın Süper Medya Reklam Ajansı'nın teklifine göre ne kadar ücretlendirildiğini bulmak için öğrenciler yine aynı sıralama ile çözümlerini Şekil 5.76'daki gibi gerçekleştirmişlerdir. Bu noktada öğrencilerin her salise için 2,9 TL ek ücret istendiği bilgisine uygun olarak hesaplamalarını yapmaları dikkat çekmiştir.

Fikri Orijinal
 Reklam süresi 3 dk 55 sn
 $25 \times 60 = 1500$ saniye
 $1500 \times 3 = 4500$ TL ek ücret
 $9800 + 4500 = 14.300$ TL

Super Medya
 3 dk 55 sn $\Rightarrow 25 \times 60 = 1500$ saniye
 $1500 \times 2.9 = 4.350$ TL ek ücret
 $9800 + 4350 = 14.150$ TL

Şekil 5.76. Öğrencilerin reklam süresinin 3 dakika 35 saniye olması durumuna ilişkin elde ettikleri matematiksel sonuçlar

Ulaşılan yukarıdaki tüm bulgulara göre öğrencilerin verilen tekliflerdeki her salise için alınacak ücretlendirmelere de dikkat ederek matematiksel olarak ifade etmiş oldukları durumların çözümlerini doğru bir şekilde gerçekleştirmiş oldukları anlaşılmaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin oluşturdukları eksik matematiksel modelleri kullanarak doğru matematiksel çözüme ulaştıkları değerlendirilmiştir. Dolayısıyla grup üyelerinin matematiksel olarak çalışma yeterliklerini Düzey 3 seviyesinde sergiledikleri düşünüldüğünde bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.6.2.5. Yorumlama aşaması:

Elde edilen matematiksel çözümlerin gerçek yaşam bağlamına uyarlanarak yorumlanması aşamasında öğrencilerin şu şekilde konuşmaya başladıkları görülmüştür:

Mücahit: İlk durumda Fikri Orijinal 10.600 TL, Süper Medya 10.550 TL istiyor. Çok fazla bir fiyat farkı yok ama daha ucuz olduğu için Süper Medya'yı seçeriz diye yazalım.

Zeynep: Benim dediğim gibi direk ek ücretlere baksaydık, mesela burada (ilk durumdan bahsediyor) Fikri Orijinal 600 TL, Süper Medya 750 TL istiyor. O zaman Fikri Orijinal'i seçecektik.

Abdurrahman: Yanlış yapacaktık işte o zaman. Ek ücretin yanında başta istediği para da önemli yani.

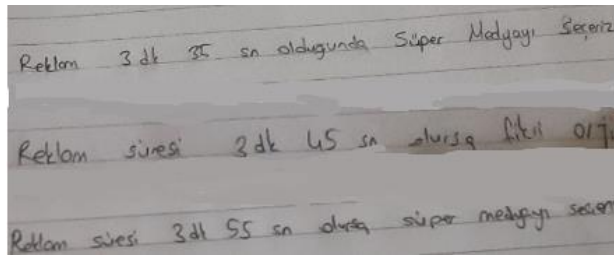
Hümeysra: Reklam 3 dakika 45 saniye olduğunda da tam tersi Fikri Orijinal'i seçmemiz lazım. 25 TL daha ucuz değerine göre.

Mücahit: Yine fazla bir fark yok aralarında. İlkinde 50 TL fark vardı, şimdi 25 TL. Aradaki fark daha da azaldı.

Zeynep: En sonuncusunda da 3 dakika 55 saniye var ya onda da Süper Medya'yı seçeceğiz.

Mücahit: Bakın, bu sefer aralarındaki fark daha fazla. 350 TL daha ucuz söylemiş Süper Medya. Kesinlikle Süper Medya.

Mücahit, reklam süresini 3 dakika 35 saniye olarak seçtikleri ilk durumda daha ucuz teklif verdiği için Süper Medya Reklam Ajansı'nı seçmeleri gerektiğini belirtmiştir. Daha sonra Zeynep ilk durumda Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nın 600 TL, Süper Medya Reklam Ajansı'nın ise 750 TL ek ücret istediklerini söyleyerek ek ücretlere bakarak seçimlerini yapabilecekleri şeklinde sunmuş olduğu önerisini hatırlatmış; arkadaşlarına bu öneriyi dikkate almış olsalardı Fikri Orijinal Reklam Ajansı'nı tercih edeceklerini ifade etmiştir. Bu noktada Abdurrahman reklam ajanslarını tercih ederken sunmuş oldukları ek ücretle birlikte taban süre için önerdiği ücretin de dikkate alınması gerektiğini vurgulamıştır. Böylece öğrencilerin özel bir durum için geliştirmiş oldukları çözümlerin sonuçlarını benzer durumlar için de genelleme yoluna gittikleri söylenebilir. Daha ucuz teklifin sunulması kriterine göre öğrenciler, Rıza Bey'e reklam süresinin 3 dakika 45 saniye olması halinde Fikri Orijinal, reklam süresinin 3 dakika 55 saniye olması halinde ise Süper Medya Reklam Ajansı'nı tercih etmesi gerektiği konusunda tavsiyede bulunmuşlardır. Bununla birlikte grup üyeleri, reklam süresinin 3 dakika 35 saniye veya 3 dakika 45 saniye olması durumunda reklam ajanslarının sunmuş oldukları fiyat farkının önemsenmeyecek kadar az olduğunu söylerken reklam süresinin 3 dakika 55 saniye olması durumunda bu fiyat farkının genişleyerek 300 TL'ye kadar ulaştığına dikkat çekmişlerdir. Öğrencilerin belirledikleri durumlara göre hangi reklam ajansını tercih edeceklerine ilişkin gerçekleştirmiş oldukları yorumlamalar Şekil 5.77'deki gibi öğrenci çözüm kâğıtlarına da yansımıştır.



Şekil 5.77. Öğrencilerin belirledikleri durumlara göre hangi reklam ajansını tercih edeceklerine ilişkin tavsiyeleri

Tüm bu bulgulardan da anlaşılacağı üzere öğrenciler, elde ettikleri doğru matematiksel çözümleri gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlamışlardır. Dolayısıyla öğrencilerin yorumlama yeterliklerini Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri düşünülecek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.6.2.6. Doğrulama aşaması:

Öğrencilerden reklam sürelerine göre karşılaştırmalar yaparak daha uygun teklif sunan reklam ajansını tercih etmelerinin beklendiği bu problem durumunda grup üyelerinin varsayımlarını oluştururken reklam süresinin taban süre olarak bahsi geçen 3 dakika 30 saniye olma ihtimalini dikkate almadıkları ve süreç boyunca bu durumun hiç farkında olmadıkları tespit edilmiştir. Bununla birlikte öğrenciler tarafından tekliflerde sunulan sürelerin arasında yer alan bütün değerlere karşılık gelen reklam ücretlerini hesaplayıp karşılaştırma yapmaları gerektiği düşüncesinden hareketle 3.600 tane reklam süresinin oluşabileceği ve tüm bu durumların incelenmesinin mümkün olmayacağı belirtilmiştir. Dolayısıyla hata yaptıklarını söylemelerine rağmen öğrenciler, reklam sürelerini belirtilen zaman aralıklarının tam ortasına gelecek şekilde kabul etmişlerdir. Bu bağlamda öğrencilerin yeteri kadar varsayımlarını gözden geçirdikleri söylenemez. Durumun matematiksel olarak ifade edilmesi aşamasında ise Zeynep'in belirlenen durumlar için taban süreyi geçen salise miktarının her salise için alınacak ek ücret ile çarpılmasıyla reklam ücretlerini hesaplayabileceklerini söylemesine rağmen grup üyeleri tarafından bulunan bu sonucun ek ücreti temsil edeceği ve reklam ücretinin hesaplanabilmesi için bu sonuca taban süreye karşılık gelen ücretin de eklenmesi gerektiği ifade edilmiştir. Böylece grup üyelerinin durumu en uygun şekilde matematiksel olarak ifade edene kadar eleştirel olarak kontrollerde bulundukları söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin süreç boyunca çözümlerini hesap makinesi yardımıyla kontrol ederek yaptıkları çözümler üzerine yansımalarla bulundukları görülmüştür.

Yukarıda bahsi geçen bulgulardan hareketle öğrencilerin matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma aşamalarında doğrulama yaklaşımında bulunup hatalarını düzelttikleri, varsayımları oluşturma aşamasında ise yeterli doğrulama işlemini yapmadıkları anlaşılmaktadır. Ayrıca reklam sürelerini belirleme aşamasında hata yaptıklarını bilmelerine rağmen grup üyelerinin bu durumu düzeltmeye yönelmedikleri

de tespit edilmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin bahsi geçen tüm zaman aralıklarına denk gelecek şekilde yorumlama yapmaları gerektiğini ifade etmelerine rağmen sadece belirlemiş oldukları sürelerle göre yorumlamalarını gerçekleştirip gerçek yaşam bağlamında bu yorumlamaları kontrol etmedikleri tespit edilmiştir. Ayrıca grup üyelerinin doğrulama yeterliliğinin 3. alt göstergesi olan problemi çözmek için diğer yolları düşünme yeterliklerini ortaya çıkaran herhangi bir çalışma sergilemedikleri de görülmüştür. Dolayısıyla öğrencilerin kısmen doğrulama yaklaşımında bulundukları ve belirlenen hataları bir ölçüde düzelttikleri düşünülerek doğrulama yeterliklerinin Düzey 3 seviyesinde kaldığı belirlenmiştir. Bu nedenle grup üyelerinin doğrulama yeterliklerine 6 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.6.2.7. Raporlaştırma aşaması:

Öğrencilerin elde etmiş oldukları matematiksel sonuçları yorumladıktan sonra Rıza Bey'e hangi durumlarda hangi reklam ajansını tercih etmesi gerektiği yönündeki tavsiyelerini açıklamak için rapor şeklinde bir sunum hazırlamaya başladıkları görülmüştür. Bu bağlamda ilk olarak öğrenciler, reklam sürelerini nasıl belirlediklerinden ve ilk durum için gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler ile sonuçlarından bahsederek hangi reklam ajansının tercih edilmesi gerektiğini açıklamışlardır.

Marubet Risa Bayı Sumas olduğuna burada süre
 olarak tam ortalarına seçtik. İlk durumda 3 dk 35 sn
 olarak seçtik. İnteraktifte yaşadık 1 saniyeyi 60 saniye olarak
 bulduk. Önce sonra tabiri süreyi ne kadar geçtiğini
 bulduk. 15. saniye geçti. 5 saniye ile 60'ı karşıtık. 300 saniye
 bulduk. 300'ü de 2 ile karşıtık. 600 TL ek ücret çıktı.
 Bunu da 10.000 TL ile topladık. 10.600 TL bulduk.
 Daha sonra aynı şekilde Super Medya için yaptık.
 Bu sefer 300'ü 2,5 ile karşıtık. 750 TL bulduk. 9800
 ile 750'yı topladık ve 10.550 TL bulduk. Super Medya'ya
 daha az para ödendiğine göre onu seçtik.

Şekil 5.78. Öğrenciler tarafından hazırlanan rapordan bir kesit

Raporu yazmaya devam eden grup üyelerinin daha sonra reklam sürelerini sırasıyla 3 dakika 45 saniye ve 3 dakika 55 saniye olarak belirledikleri durumlara ait gerçekleştirmiş oldukları matematiksel işlemler ile bu sonuçlara dayalı olarak gerçekleştirmiş oldukları yorumlamalara yer verdikleri görülmüştür.

Sorum 2'ncisine
 geçtik. Bu sefer süreyi 3 dk 45 sn yaptık. Tabiri süreyi
 15 sn geçtik. Bunu da Salıya karşılığında 900 saniye
 çıktı. 900'ü 2,5 ile karşıtık. 2.250 ek ücret bulduk.
 Bunu 10.000 ile topladık. 12.250 TL bulduk. Super Medya
 ile aynı şekilde yaptık. Burada 900 ile 2,5 ile karşıtık.
 2.250 TL çıktı. Bunu da 9800 topladık. 12.275 TL oldu.
 Fikri orijinal daha ucuz çıktı. işin anı tercih ettik.
 3'üncüsüne geçtik. Reklam süresini 3 dk 55 sn bulduk. Bu kez
 25 sn fazla çıktı. Bu da 1500 saniye yaptı. 1500'ü
 3 ile karşıtık. 4500 TL ek ücret bulduk. 4500 ile
 10.000'ı topladık. 14.500 bulduk. Aynı işlemleri Super Medya
 için de yaptık. Bu sefer 1500'ü 2,5 ile karşıtık. 4350 TL
 ek ücret çıktı. Bunu da 9800'ü topladık. 14.750 TL bulduk.
 Burada da Super Medya'yı seçtik.

Şekil 5.79. Öğrenciler tarafından hazırlanan rapordan bir kesit

Rapor detaylı bir şekilde incelendiğinde öğrencilerin reklam sürelerini nasıl belirledikleri, bu sürelerle ilgili olarak reklam ücretlerini nasıl hesapladıkları ve elde etmiş oldukları matematiksel sonuçları gerçek yaşam bağlamında nasıl yorumladıkları net bir şekilde anlaşılmaktadır. Dolayısıyla hazırlanan raporun çözüm süreci hakkında yeteri kadar bilgi verdiği düşüncesiyle öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerini Düzey 3

seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 2 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

Düzy 5				Düzy 5		
	Düzy 3		Düzy 3		Düzy 3	Düzy 3
		Düzy 2				
Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Raporlaştırma

Şekil 5.80. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun “Çıktık Bir Yola” problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri

5.1.7. “Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?” problemine ilişkin elde edilen bulgular

5.1.7.1. Muhteşem Dörtlü Grubu’na ait bulgular

5.1.7.1.1. Problemi anlama aşaması:

Problem metninin Tuba tarafından okunmasını isteyen öğrenciler, Tuba’nın okumasını tamamladıktan sonra problem durumu hakkındaki düşüncelerini aşağıdaki gibi ifade etmeye başlamışlardır.

Melisa: Arada böyle oluyor ya indirimler, burada da bir mağazada indirim varmış. 15 gün sürecekmış diyor.

Hayrunnisa: Kıyafetlerin satıldığı bir dükkân, aynı ürünlerin fiyatı aynı olacakmış. Adam başka bir mağaza da açacaktı. Bu indirimin yapıldığı mağazaya bir müdür seçmek istiyor. Demek ki kendisi o yeni açtığı mağaza gidecek. 5 tane çalışan var, bakın (etkinlik kâğıdını göstererek) Aslı, Ayhan diye isimlerini yazmış ya, onlar işte. Bunları yarıştıyor herhalde, içlerinden birisini müdür seçecekmış. Biz kimi müdür seçeceğiyle ilgili ona yardım edeceğiz.

Melike: Üç tane tablo var. İlkinde kıyafetlerin fiyatlarını vermişler, ikincisinde o çalışanlar var ya onların hangi kıyafetten ne kadar sattıklarını söylüyor, en sonuncusunda da prim miktarları demiş.

Hayrunnisa: Benim abim de böyle bir şeyden bahsediyordu, fazla çalıştığı zaman alacakmış.

Tuba: Ama burada fazla çalışınca demiyor, kendileri istiyormuş. Ek para istiyorlar maaşlarına.

Melisa: Hani bazen televizyonlar da gösteriyor ya. Çalışanlar yürüyorlar, daha fazla para almak için.

Melike: Zam işte zam. Maaşlarına zam istiyorlar.

Bir mağazada 15 günlük bir indirim kampanyasının olduğunu belirten öğrencilerden Hayrunnisa; bu kampanya boyunca aynı ürünlerin fiyatlarının aynı olacağını, mağaza sahibinin başka bir mağaza daha açacağını ve kampanyanın yapıldığı mağazada çalışan 5 kişi içerisinde birisini bu mağazaya müdür olarak seçeceğini söyleyerek problem durumunun içeriğini genel olarak açıklamıştır. Problemde verilen üç tabloya dikkat çeken Melike ise ilk tabloda her bir ürünün kampanya süresince kaç TL'ye satılacağı, ikinci tabloda mağazadaki her bir çalışanın hangi üründen kaç tane sattığı, son tabloda ise çalışanların talep ettikleri prim miktarları hakkında bilgi verdiğini ifade etmiştir. Grup üyeleri tarafından problem durumunun içeriğine yönelik yapılan bu açıklamalardan sonra öğrencilerin prim kavramı üzerinde tartıştıkları görülmüştür. Bu bağlamda Hayrunnisa; bahsi geçen prim kavramını duyduğunu söyleyerek kendi yaşantısından verdiği bir örnekle abisinin fazla çalışması durumunda prim alacağından bahsetmiştir. Bunun üzerine Tuba, problemde mağazadaki görevlilerin prim almaları için fazla çalışmalarının gerekli olduğundan bahsedilmediğini ilerek problemde çalışanların maaşlarına ek ücret istemelerinin söz konusu olduğunu vurgulamıştır. Böylece öğrencilerin prim kavramını maaşa istenen zam olarak anlamlandırdıkları görülmüştür.

Elde edilen tüm bu bulgular dikkate alındığında öğrencilerin problemde yer alan tablolardaki verilerin sırasıyla neyi temsil ettiğini ve ayrıca kendilerinden mağazada çalışan satış görevlilerinden birisinin mağaza müdürü olarak seçilmesi noktasında Alper Bey'e yardım etmelerinin istendiğini ifade ettikleri anlaşılmaktadır. Böylece grup üyelerinin kendi yaşantılarından da desteklemiş oldukları örneklerle birlikte problemin içeriğine yönelik düşüncelerini söyleyerek genel durumu başarılı bir şekilde açıklayabildikleri, verilenleri ve istenenleri belirleyebildikleri söylenebilir. Dolayısıyla

öğrencilerin problemi anlama yeterliklerini problemi tam olarak anladıklarını gösteren ifadelerle yer verme, verilenleri ve istenilenleri belirleyerek aralarında uygun bir ilişki kurma olarak tanımlanan Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri tespit edilmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.7.1.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

Amaçlarının mağaza müdürünün belirlenmesi noktasında Alper Bey’e yardım etmek olduğunu anlayan öğrenciler; bu amaca ulaşmak için hangi varsayımları oluşturacakları ve hangi değişkenleri nasıl kullanacakları konularında tartışmaya başlamışlardır.

Hayrunnisa: Müdür olacak kişinin bir kere çok satış yapması lazım. Dükkâna ne kadar çok para kazandırıyor o kadar iyidir.

Melisa: Müşterilere iyi davranacak, onlarla ilgilenecek. Bir de mesela satacağı şeyi beğendirecek ona.

Hayrunnisa: Senin dediklerinden burada bahsetmiyor. Zaten benim dediğim de ona geliyor. Senin dediklerini yapan birisinin satışı da çok olur, fazla para kazandırır.

Tuba: Bir de bizden az para isteyecek. Hem çok çalışacak hem de az para isteyecek.

Melisa: Maaşı az olacak yani.

Grup üyeleri ilk olarak mağaza müdürü olarak seçilecek kişinin çok satış yapması gerektiğini dolayısıyla mağazaya çok para kazandırması gerektiğini dile getirmişlerdir. Bu sırada Melisa’nın başarılı bir satış görevlisinin müşterilere iyi davranması, onlarla ilgilenmesi ve ürünü satmada müşteriye ikna edebilmesi özelliklerine de sahip olması gerektiğine vurgu yaptığı görülmüştür. Hayrunnisa; problemde Melisa’nın bahsettiği bu özelliklere ilişkin herhangi bir bilgilendirmenin bulunmadığını söyleyerek ilgili özelliklere sahip olan bir satış görevlisinin daha çok satış yapacağı, dolayısıyla mağazaya daha çok para kazandıracağı çıkarımında bulunmuştur. Maaş tutarı ve herbir satış görevlisi için verilen prim yüzdelerine odaklanan Tuba ise en az maaş isteyen kişinin mağaza müdürü olarak seçilmesi gerektiğine dikkat çekmiştir. Gerçekleşen bu tartışma neticesinde grup üyeleri mağaza müdürünün seçilmesi noktasında kriterlerini satış görevlisinin mağazaya en çok para kazandırması ve en az ücret istemesi olarak

belirlemişlerdir. Ulaşılan bu bulgulara göre öğrencilerin gerçekçi varsayımlarda bulunarak durumu yeteri kadar sadeleştirebildikleri ve mağaza müdürünün seçilmesi noktasında gerekli değişkenleri belirleyebildikleri anlaşılmıştır. Dolayısıyla grup üyelerinin problemi sadeleştirme yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde sergiledikleri düşünülerek bu yeterliklerine 3 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.7.1.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

Çözüme ulaşma noktasında öğrenciler tarafından belirlenen ilgili niceliklerin ve bunlar arasındaki ilişkilerin matematikselleştirilmesinin istendiği bu süreç, grup üyelerinden Melisa'nın satış görevlilerinin satmış oldukları ürünlerin toplam fiyatının hesaplanması gerektiği şeklindeki önerisi ile başlamış ve bu konu grup üyeleri arasında aşağıdaki gibi tartışılmıştır.

Melisa: Dedik ya çok para kazanacak diye, o zaman sattığı ürünlerden ne kadar kazandığına bakacağız. Sattıklarının hepsini toplayacağız. Aslı ne kadar kazanmış, Ayhan ne kadar kazanmış gibi. Bunlara bakacağız.

Tuba: Önce ayrı ayrı ürünlerden kazandıklarını bulmamız lazım. En üstteki tablo (etkinlik kâğıdını göstererek) bir tane t-shirtin, bir tane şortun fiyatı gibi gidiyor. Kaç tane t-shirt satmışsa bir tanesinin fiyatıyla çarpacağız. En son kaç tane gömlek satmışsa bir tane gömleğin parasıyla çarpacağız. En son da bunları toplayacağız. Ne kadar para kazandıklarını bulacağız.

Mağaza müdürünün seçilmesi noktasında kriterlerden birisini satış görevlisinin mağazaya en çok para kazandırması olarak belirleyen öğrencilerden Melisa, her bir satış görevlisinin ne kadar para kazandığını hesaplamak için satmış oldukları ürünlerin fiyatlarının toplanması gerektiği şeklinde bir öneri sunmuştur. Bu öneri üzerine Tuba'nın her bir satış görevlisi için ilk olarak aynı cinsteki ürünlerden ne kadar para kazandıklarını bulmaları gerektiğini söyleyerek bu durumu nasıl matematiksel olarak ifade edecekleri konusunda arkadaşlarına açıklamalarda bulunmaya başladığı görülmüştür. Bu bağlamda etkinlik kâğıdında tüm ürünler için adet fiyatı bilgisinin yer aldığı tabloya dikkat çeken Tuba, her bir satış görevlisi için aynı ürüne ait adet fiyatı ile satılan adet miktarını çarpmaları gerektiğini ifade etmiştir. Tuba, daha sonra elde edilen

bu çarpımların toplanmasıyla da her bir satış görevlisinin kampanya süresince ne kadar para kazanmış olduğu bilgisine ulaşabileceklerini dile getirmiştir.

Her bir satış görevlisi için satışlardan ne kadar para kazandıkları hakkında durumu matematiksel olarak ifade edebilen öğrenciler, daha sonra mağaza müdürünün seçilmesi noktasında ikinci kriter olarak belirledikleri satış görevlisinin en az ücret istemesi üzerinde konuşmaya başlamışlardır.

Melike: Bir de ne kadar istediklerine bakacaktık. Primleri yüzde olarak vermişler, önce onları bulmamız lazım. Satmış oldukları ürünlerden ne kadar para kazandıklarını bulduk ya onların yüzdelerini alacağız.

Melisa: Ama maaş üzerinden primle çalışacaklar diyor. Hepsinde 3.500'ün yüzdesini alacağız. Aslı'da 3.500'ün yüzde 5'ini, Ayhan'da 3.500'ün yüzde 6'sını, Betül'de 3.500'ün yüzde 4'ünü, Hakan'da da yüzde 4'ünü, en son Bekir'de de yüzde 5'ini alacağız.

Tuba: 3.500'ü yüzde diye söylediği rakamla önce çarpacağız, sonra da onu 100'e böleceğiz.

Satış görevlilerinin istemiş oldukları ücretleri de bulmaları gerektiğini hatırlatan Melike, prim miktarlarının yüzde olarak ifade edildiğini söyleyerek her bir satış görevlisinin ne kadar para kazandıklarını bulmak için gerçekleştirdikleri işlemler sonucunda elde ettikleri sayısal sonuçların yüzdelerini hesapladıklarında prim miktarlarını bulabileceklerini dile getirmiştir. Buna karşılık Melisa; satış görevlilerinin almış oldukları 3.500 TL maaş üzerinden prim talep ettiklerine vurgu yaparak tüm satış görevlileri için kazandıkları para üzerinden değil, 3.500 TL üzerinden prim miktarlarını bulmaları gerektiğini belirtmiştir. Bu bağlamda Tuba önce yüzde olarak ifade edilen rakamla 3.500'ün çarpılması, sonra da buldukları sonucun 100'e bölünmesiyle satış görevlilerinin istedikleri prim miktarlarına ulaşabileceklerini söylemiştir.

Bir süre sonra Melike'nin prim miktarlarının zama karşılık geldiğini söylemesi üzerine öğrencilerin tartışmaya devam ettikleri görülmüştür.

Melike: Bunlar istedikleri zamlar.

Hayrunnisa: 3.500'ün üzerine bu zamları ekleyeceğiz ki ne kadar ücret istedikleri belli olsun.

Melike'nin satış görevlilerinin talep ettikleri prim miktarlarının maaşlarına zam olarak yansması gerektiğini ifade etmesi üzerine grup üyeleri, satış görevlilerinin ne kadar ücret istediklerini bulabilmek için prim miktarlarının 3.500 TL olan maaş üzerine eklenmesi gerektiği konusunda hemfikir olmuşlardır.

Yukarıdaki alıntılar doğrultusunda elde edilen tüm bu bulgulardan hareketle öğrencilerin oluşturmuş oldukları varsayımlar doğrultusunda ilk olarak satış görevlilerinin kampanya süresince ne kadar satış yaptıkları, sonra da mağaza müdürü olmaları halinde satış görevlilerinin ne kadar ücret istedikleri sorularına cevap bulabilmek için ilgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematiksel olarak ifade edebildikleri tespit edilmiştir. Satış görevlilerinin talep ettikleri prim miktarlarını nasıl bulacakları konusunda öğrenciler ilk olarak satış görevlilerinin kampanya süresince satmış oldukları ürünlerin toplam fiyatı üzerinden bahsi geçen yüzdelikleri hesaplamaları gerektiğini belirtmişler, daha sonra satış görevlilerinin maaş üzerinden prim istediklerini fark eden öğrenciler 3.500 TL'lik maaş üzerinden yüzdelikleri hesaplamaları gerektiğini anlamışlardır. Böylece öğrencilerin durumu en uygun şekilde matematiksel olarak ifade edene kadar tartışmaya devam ettikleri ve bu aşamada yapmış oldukları hataları fark ederek düzelttikleri anlaşılmıştır. Ancak öğrenciler tarafından bu matematiksel ifadelerin sadece sözel olarak dile getirilmesi; problem durumuna uygun bir şekilde herhangi bir denklem, bağıntı, grafik...gibi matematiksel bir gösterim seçilerek matematiksel modelin geliştirilememesi dikkat çekmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin Blum ve Kaiser (1997)'in "gerçek modelden matematiksel model oluşturma yeterliliği" şeklinde isimlendirmiş olduğu bu aşamaya yönelik beklenen anahtar davranışların bir kısmını ortaya çıkarabildikleri söylenebilir. Bu nedenle grup üyelerinin gerçekçi varsayımlar doğrultusunda matematiksel model oluşturmada eksik oldukları değerlendirilerek matematiksel model oluşturma yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde sergiledikleri düşünülerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.7.1.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

Grup üyelerinin her bir satış görevlisinin kampanya süresince satmış oldukları ürünlerden ne kadar para kazandıklarını bulma noktasında gerçekleştirdikleri matematiksel işlemleri şu konuşmalar ortaya koymaktadır:

Tuba: Mesela Aslı t-shirtlerden 12 tane satmış, t-shirtlerin bir tanesi 34,99 TL ise 12 çarpı 34,99 t-shirtlerden kazanacak. Şortlarda 9 çarpı 45 kazanacak. Pantolonda 5 çarpı 100 kazanacak. Bunları yazalım.

Hayrunnisa: 9 çarpı 45, 100 çarpı 5 bunları buluruz. 12 çarpı 34,99 biraz zor çıkar. Bir de sadece Aslı yok, diğerlerinde de yapacağız aynı işlemleri. Sadece şort ile pantolonun fiyatları tam, diğerleri hep kuruşlu. 34,99'a 35 diyelim. Ceketin ki 195,45, ona 195 diyelim.

Melike: 195,45'i 195 TL olarak alırsak 45 kuruş eksik var, 45 kuruş ta az değil yani. Bir de Aslı ceketlerden 5 tane satmış, o zaman sonuç daha çok değişecek. Ceket 195,45 TL olduğu için onu 195,50 TL yapalım, bu daha yakın.

Tuba: Eteğe 60, şapkaya 25, elbiseye 84,50, gömleğe de 55 TL diyelim. Kâğıda da böyle yazalım, unutmayın.

Melike: Soruda tablo çizmiş ya, biz de tablo çizelim. Daha düzgün olur. Kimin hangi üründen ne kadar kazandığını yazalım. Tuba sen yapsana bu sefer işlemleri.

Tuba, kampanya süresince Aslı'nın yapmış olduğu satışlardan örnek vererek satış görevlilerinin ürün satışlarından ne kadar kazanacaklarını açıklamıştır. Bu bağlamda Tuba, Aslı'nın 12 tane t-shirt satışı yaptığını ve bir t-shirtin 34,99 TL değerinde olduğunu belirterek Aslı'nın t-shirt satışından 12 ile 34,99'un çarpılmasıyla elde edilen sonuç kadar para kazanacağını ifade etmiştir. Buna benzer olarak Tuba; yine Aslı üzerinden vermiş olduğu örnek üzerinden devam ederek Aslı'nın şortların satışından 9 ile 45'in çarpılmasıyla, pantolonların satışından ise 5 ile 100'ün çarpılmasıyla elde edilen sonuç kadar para kazanacağını açıklamıştır. Bu sırada Hayrunnisa; her bir ürün cinsine ait fiyatların verildiği tabloya odaklanarak çoğu ürün fiyatının kuruşlu olduğunu fark etmiş, kuruşlarla işlem yapmanın daha zor olacağını belirterek fiyatları kuruş olmayacak şekilde yuvarlayabilecekleri önerisinde bulunmuştur. Bu önerisi doğrultusunda Hayrunnisa, 34,99 TL olarak belirtilen t-shirt fiyatının 35 TL, 195,45 TL olarak belirtilen ceket fiyatının ise 195 TL olarak kabul edebileceklerini dile getirmiştir.

Melike; 195,45 TL olan ceket fiyatının 195 TL'ye yuvarlanması halinde 45 kuruşluk bir fark oluşacağını belirterek bu farkın azımsanmayacak ölçüde fazla olduğuna dikkat çekmiş ve Aslı'nın 5 tane ceket sattığını söyleyerek bu 45 kuruşluk farkın daha da artacağını dile getirmiştir. Yapmış olduğu bu açıklama nedeniyle Melike; ürün fiyatlarından tamamen kuruşların atılarak yuvarlanmasından ziyade kendisine daha yakın olan bir sayıya yuvarlanmasının daha doğru olacağını söylemiş, 195,45 TL olarak belirtilen ceket fiyatını 195,50 TL'ye yuvarlayabileceklerini belirtmiştir. Melike'nin önerisini daha mantıklı bulan öğrenciler; matematiksel işlemleri yapma konusunda Tuba'yı görevlendirerek yapacakları matematiksel işlemlerde fiyatı kuruşlu olarak belirtilen ürünlerden eteğin 60 TL, şapkanın 25 TL, elbisenin 84,50 TL, gömleğin ise 55 TL olarak kabul edilmesi yönünde hemfikir olmuşlardır. Bu noktada öğrencilerin her bir satış görevlisinin yapmış oldukları satışlara ilişkin ulaştıkları sayısal sonuçlar Şekil 5.81'deki gibi olmuştur.

Görevli	T-Shirt	Şort	Pantolon	Ceket	Etek	Şapka	Elbise	Gömlek	Toplam
Aslı	420	405	500	377,50	360	125	253,50	440	3481 TL
Ayhan	315	315	600	377,50	300	200	502	550	3764,50 TL
Betül	280	405	500	717,3	300	150	412,50	330	3560,50 TL
Hakan	350	360	800	782	240	175	338	440	3585 TL
Bekir	420	360	600	1173	180	150	531,50	275	3749,50 TL

T-Shirt = 35 TL
 Etek = 60 TL
 Şort = 45 TL
 Şapka = 25 TL
 Pantolon = 200 TL
 Ceket = 185,50 TL
 Elbise = 84,50 TL
 Gömlek = 55 TL

Şekil 5.81. Öğrencilerin her bir satış görevlisinin kampanya süresince yapmış oldukları satışlara ilişkin ulaştıkları sayısal sonuçlar

Herbir satış görevlisinin kampanya süresince satışlardan ne kadar kazandıklarını hesaplayan öğrenciler, daha sonra satış görevlilerinin talep ettikleri prim miktarlarını hesaplamak için konuşmaya başlamışlardır.

Melisa: Aslı, 3.500 TL'nin yüzde 5'i kadar zam istiyor. 3.500 çarpı 5, 17.500. Bunu 100'e bölersek 175 TL zam istiyor.

Tuba: 3.500 artı 175'ten 3.675 TL ücret isteyecek.

Melike: Zamları da tablo ile gösteriyorum.

Satış görevlilerinin talep ettikleri prim miktarlarının hesaplanması durumunu 3.500 TL olarak bahsedilen maaş tutarının yüzde olarak ifade edilen rakamla çarpıldıktan sonra 100'e bölünmesi şeklinde matematiksel olarak ifade eden öğrencilerden Melisa, Aslı'nın maaşın yüzde 5'i kadar prim istediğini belirterek 3.500'ü ile 5'i çarparak 17.500 sonucunu bulmuştur. Daha sonra Melisa, bulduğu bu 17.500 sayısını 100'e bölerek Aslı'nın 175 TL zam istediğini söylemiştir. Bunun üzerine Tuba, 3.500 ile 175 sayılarını toplayarak Aslı'nın mağaza müdürü olması durumunda 3.675 TL ücret isteyeceğini dile getirmiştir. Aynı işlemleri gerçekleştiren grup üyeleri, tüm satış görevlilerinin mağaza müdürü olmaları durumunda istedikleri ücretleri Şekil 5.82'deki gibi bulmuşlardır.

Handwritten table and calculations for group members' salary increases. The table shows the sales representative, the percentage increase, the calculated increase, and the total salary. Below the table, the calculations for each member are written out.

Satış görevlisi	Prim miktarı	Zam	İstediği maaş
Aslı	% 5	175 TL	3675 TL
Ayhan	% 6	210 TL	3710 TL
Betül	% 4	140 TL	3640 TL
Hakan	% 4	140 TL	3640 TL
Bekir	% 5	175 TL	3675 TL

Aslı : $3500 \cdot 5 = 17500$ $17500 : 100 = 175 \text{ TL zam}$ $3500 + 175 = 3675 \text{ TL}$
Ayhan : $3500 \cdot 6 = 21000$ $21000 : 100 = 210 \text{ TL zam}$ $3500 + 210 = 3710 \text{ TL}$
Betül : $3500 \cdot 4 = 1400$ $1400 : 100 = 140 \text{ TL zam}$ $3500 + 140 = 3640 \text{ TL}$
Hakan : 140 TL zam $3500 + 140 = 3640 \text{ TL}$
Bekir : 175 TL zam $3500 + 175 = 3675 \text{ TL}$

Şekil 5.82. Grup üyelerinin satış görevlilerinin mağaza müdürü olmaları durumunda ne kadar ücret istediklerine ilişkin gerçekleştirdikleri matematiksel işlemler

Sunulan alıntılar ve öğrenci çözüm kâğıtlarından da anlaşılabileceği üzere grup üyelerinin sırasıyla satış görevlilerinin kampanya süresince satmış oldukları ürünlerden ne kadar para kazandıkları ve mağaza müdürü olmaları halinde talep ettikleri prim miktarları ile birlikte ne kadar ücret istedikleri sorularına cevap aramak için matematiksel çözümlerini doğru bir şekilde gerçekleştirmiş oldukları anlaşılmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin matematiksel model oluşturma aşamasında eksikliklerinin olmasına rağmen verileri gerekli yerlerde uygun bir şekilde kullanarak doğru matematiksel çözümlere ulaştıkları tespit edilmiştir. Dolayısıyla grup üyelerinin matematiksel olarak çalışma yeterliklerini Düzey 3 seviyesinde sergiledikleri düşünüldüğünde bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.7.1.5. Yorumlama aşaması:

Sözel olarak dile getirdikleri matematiksel cümlelere uygun bir şekilde matematiksel hesaplamalarını gerçekleştiren öğrenciler, mağaza müdürü olacak kişinin yaptığı satışlardan çok para kazanmasına rağmen az ücret istemesi gerektiği şeklinde oluşturdukları varsayımdan hareketle elde ettikleri sayısal sonuçlar üzerinde tartışmaya başlamışlardır.

Hayrunnisa: Çok para kazanacak, az ücret isteyecek. Bu görevlilerin sattıklarıyla istedikleri arasında fazla bir fark yok, mağazanın sahibi nasıl para kazanacak ki? Hatta bazıları kazandıklarından daha çok para istemiş. Mesela Hakan 3.585 TL kazanmış, 3.640 TL istiyor. Saçma değil mi?

Melike: Niye öyle oldu biliyor musun? İstedikleri ücret bir aylık, çünkü maaşlarını 1 aylık alıyorlar. Ama biz ne kadar kazandıklarını bulduk ya, onlar 15 günlük. Çünkü kampanya 15 gün sürmüştü.

Tuba: O zaman 1 ayda ne kadar kazandıklarını da bulup yazalım. Kazandıkları paraları 2 ile çarpacağız.

Mağaza müdürü olacak kişinin seçilmesinde satışlardan çok para kazanmasına karşılık az ücret istemesi kriterine dikkat eden öğrenciler, bulmuş oldukları sayısal sonuçlar doğrultusunda satış görevlilerinin kampanya süresince kazandıkları para ile istedikleri ücretleri karşılaştırmaya başlamışlardır. Bu bağlamda konuşmayı ilk başlatan Hayrunnisa; satış görevlilerinin satışlardan kazandıkları para ile istedikleri ücret arasındaki farkın çok az olduğunu ve bu durumda mağaza sahibinin para kazanmasının mümkün olmayacağını ifade etmiştir. Bununla birlikte Hayrunnisa, bazı satış görevlilerinin satışlardan kazandıkları paradan daha çok ücret istediklerini belirterek bu duruma Hakan'ı örnek vermiş ve bu durumun anlamsız olduğuna dikkat çekmiştir. Melike, Hayrunnisa'nın anlamakta zorlandığı bu duruma satış görevlilerinin satışlardan kazandıkları parayı 15 gün için hesaplarken istedikleri ücretleri ise 1 aylık için hesaplamalarının neden olduğu şeklinde açıklama yapmıştır. Melike'nin yaptığı bu açıklama üzerine Tuba, satış görevlilerinin kazanmış oldukları parayı da 1 ay için hesaplayabilecekleri yönünde bir öneri sunarak bu anlamda her bir satış görevlisi için 15 günlük kampanya süresince kazandıkları para miktarını 2 ile çarpmaları gerektiğini dile getirmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin her bir satış görevlisinin kampanya süresince ne

kadar para kazandıklarına ilişkin sayısal sonuçlara yer verdikleri tabloya satış görevlilerinin 1 ay boyunca ne kadar para kazanacaklarına yönelik ulaştıkları sayısal sonuçları da eklemişlerdir.

Satış adı	T-shirt	Sart	Pantolon	Ceket	etek	Sapka	elbise	gömlek	toplam (15 günde)	1 aylık
Aslı	420	405	500	377.50	360	125	253.50	440	3481 TL	6362
Ayhan	315	315	600	377.50	300	200	502	550	3764.50 TL	7529
Betül	280	405	500	1173	300	150	412.50	330	3560.50 TL	7121
Hakan	350	360	300	782	240	125	338	440	2585 TL	7170
Bekir	420	360	600	1173	180	150	1531.50	275	3749.50 TL	7499

Şekil 5.83. Öğrencilerin satış görevlilerinin 1 aylık satışlarına ilişkin ulaştıkları sayısal sonuçlar

Satış görevlilerinin istedikleri ücret ile satışlardan kazandıkları para arasında karşılaştırma yapabilmek için her iki duruma ait verilerin de 1 aylık olmasına dikkat eden öğrenciler, mağaza müdürünün kim olabileceği konusunda ulaştıkları sayısal sonuçları yorumlamaya başlamışlardır.

Tuba: Şimdi hepsinin de satışlardan kazandığı para istedikleri ücretlerden fazla. Hayrunnisa'nın dediğine göre artık mağaza sahibine para kalacak.

Hayrunnisa: Çok para isteyecek, az ücret isteyecekse aradaki fark en fazla olanı müdür seçmemiz lazım. Aslı 6.962 TL kazanmış, 3.287 TL ücret istiyor. Ne kadar fark var?

Tuba: 3.287 TL fark var. Ben sana söyleyeyim, sen yaz Melike. Ayhan'da 7.529 eksi 3.710, 3.819 TL fark var. Betül'de 7.121 eksi 3.640, 3.481 TL fark var. Hakan'da 7.170 eksi 3.640'dan 3.530 TL fark var. En son Bekir'de 7.499 eksi 3.675'den 3.824 TL fark var. En fazla fark Bekir'de. O zaman Bekir müdür olacak.

Tuba, 1 aylık sürece ilişkin elde etmiş oldukları sayısal verilerden hareketle her bir satış görevlisi için satışlardan kazanılan paranın istenilen ücretten fazla olduğunu belirterek mağaza sahibinin para kazanabileceğini vurgulamıştır. Hayrunnisa, matematiksel olarak çalışma aşamasında olduğu gibi mağaza müdürü olacak kişinin satışlardan çok para kazanmasına rağmen az ücret istemesi gerektiğini tekrar hatırlatarak kazanılan para ile istenilen ücret arasındaki farkın en fazla olduğu kişinin mağaza müdürü olması gerektiği

çıkarmasında bulunmuştur. Bu bağlamda öğrenciler, her bir satış görevlisi için kazanılan para ile istenilen ücret arasındaki farkı hesaplayarak bu farkın en fazla olduğu kişinin Bekir olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Dolayısıyla grup üyeleri Bekir'in mağaza müdürü olması gerektiği yönünde hemfikir olmuşlardır. Böyle bir yorumun yapılması noktasında gerçekleştirilen çalışmalara Şekil 5.84'deki gibi öğrenci çözüm kağıdına da yansımıştır.

• Müşür Olacak kişinin bize çok Para kazandırması lazım aynı zamanda bideden az Para istemesi lazım yani ikisinin arasındaki fark en fazla Olacak

Farkları

Ali $6362 - 3675 = 3287$ TL	Hakan $7170 - 3640 = 3530$ TL	} Anadaki fark en fazla Bekirde O zaman müşür Bekir Olacak
Ayhan $7529 - 3710 = 3819$ TL	Bekir $7499 - 3675 = 3824$ TL	
Betül $7121 - 3640 = 3481$ TL		

Şekil 5.84. Mağaza müdürünün kim olması gerektiği konusundaki yorumlamalar

Elde edilen bu bulgular dikkate alındığında öğrencilerin mağaza müdürünün seçilmesi noktasında satışlardan çok para kazanırken az ücret istemesi şeklinde belirledikleri kriterlere uygun bir şekilde ulaştıkları sayısal sonuçları gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumladıkları ve problemi çözüme kavuşturdıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle grup üyelerinin yorumlama yeterliklerini elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama olarak tanımlanan Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri düşünülerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.7.1.6. Doğrulama aşaması:

Öğrenciler mağaza müdürü olacak kişinin ilk olarak mağazaya en çok para kazandırması gerektiğini daha sonra da müşterilere iyi davranması, onlarla ilgilenmesi ve müşterinin ürünü alma noktasında ikna edici özelliklere sahip olması gerektiğini söylemişlerdir. Sunulan problemin içeriğinde satış görevlilerinin müşterilere iyi davranması, onlarla ilgilenmesi ve ikna edici olması gibi sosyal özelliklerine ilişkin herhangi bir bilgi verilmediğini fark eden öğrenciler; mağaza müdürünün seçilmesi noktasında ilk olarak mağazaya en çok para kazandırmasına dikkat etmeleri gerektiğine karar vermişlerdir. Ayrıca grup üyelerinin satış konusunda sosyal becerileri iyi olan bir

satış görevlisinin mağazaya çok para kazandıracağı çıkarımında bulundukları da görülmüştür. Bu açıdan bakıldığında öğrencilerin varsayımlarını eleştirel bir bakış açısıyla problemdeki verilerle örtüşecek şekilde belirledikleri söylenebilir.

Durumun matematikselleştirilmesi aşamasında ise öğrenciler ilk olarak satış görevlilerinin talep ettikleri prim miktarlarını bulmak için her bir satış görevlisi için sattıkları ürünlerden kazanmış oldukları toplam para miktarının bahsedilen yüzdesini hesaplamaları gerektiğini düşünmüşlerdir. Ancak problem metnini dikkatli okuyan öğrenciler, her bir satış görevlisi için prim miktarlarının 3.500 TL'lik maaş üzerinden talep edildiğini anladıktan sonra her bir satış görevlisinin talep ettikleri prim miktarlarını bulmak için 3.500'ün sırasıyla bahsi geçen yüzdeliklerinin alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu anlamda öğrencilerin durumu sağlamayan matematiksel ifadeler için düzeltmelerde bulundukları söylenebilir.

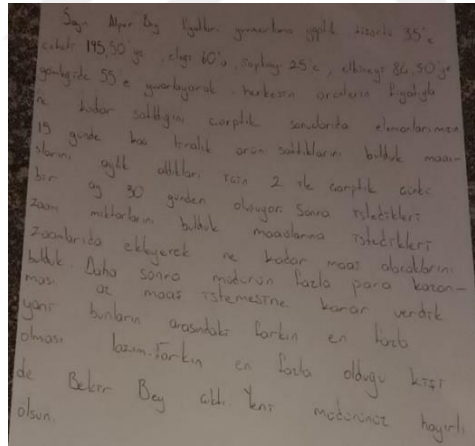
Satış görevlilerinin aynı cinsteki ürünlerden yaptıkları satış tutarının hesaplanması noktasında daha kolay olması için bahsi geçen fiyatlardaki kuruşların dikkate alınmadan işlemlerini yapmaya karar veren öğrenciler, satılan ürün miktarı arttıkça sonucun azımsanmayacak kadar değiştiğini fark etmişler ve fiyatların kuruşlar atılmadan en yakın sayıya yuvarlanacak şekilde çözümlerini gerçekleştirmişlerdir. Bununla birlikte öğrencilerin çözümlerini telefondaki hesap makinesini kullanarak yapmalarının yanı sıra sonuçlarını çözüm kâğıtlarına yazdıkları sırada kontrol etmeleri de dikkat çekmiştir. Mağaza müdürünün seçilmesi noktasında satış görevlisinin satışlardan çok para kazanması ve az ücret istemesi şeklinde belirlenen kriterler doğrultusunda her bir satış görevlisi için satışlardan kazandığı para miktarı ile istediği ücret miktarını karşılaştıran öğrenciler, satışların 15 günlük kampanya süresince gerçekleştirildiğini fark ettikten sonra istenilen ücretlerde olduğu gibi satışlardan kazanılan paraların da 1 aylık süre için hesaplanması gerektiğine karar vermişlerdir. Bu bağlamda grup üyelerinin gerçekleştirdikleri çözümlere ilişkin yansılarda bulundukları söylenebilir.

Öğrencilerin matematiksel çözümleri sonrasında her bir satış görevlisi için aylık yapmış oldukları satış tutarları ile istemiş oldukları maaşlar arasında karşılaştırmalar yaparak yorumlamalarını gerçek yaşam bağlamına uygun bir şekilde sürekli olarak kontrol ettikleri görülmüştür.

Elde edilen tüm bu bulgulara göre grup üyelerinin problemin sadeleştirilmesi, durumun matematikselleştirilmesi ve matematiksel olarak çalışma aşamalarında gerçekleştirmiş oldukları çalışmaları ile yapmış oldukları yorumlamaların gerçek yaşamda nasıl bir karşılığı olduğunu kontrol ederek doğrulama yaklaşımında bulundukları tespit edilmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin doğrulama aşamasına ilişkin yeterlikleri büyük ölçüde kullanmalarına rağmen çalışmaları boyunca problemi çözmek için diğer yolları düşünme yeterliğini sergileyemedikleri görülmüştür. Dolayısıyla grup üyelerinin kısmen doğrulama yaklaşımında bulundukları ve belirledikleri hataları düzelttikleri düşünülerek doğrulama yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 6 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.7.1.7. Raporlaştırma aşaması:

Modelleme sürecinin sonunda grup üyelerinden beklenen şey, herbir aşamaya ilişkin gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarla ilgili okuyucuyu bilgilendirmeleridir. Bu beklenti karşılığında öğrenciler tarafından hazırlanan rapor Şekil 5.85'te sunulmuştur.



Şekil 5.85. Öğrenciler tarafından sunulan rapor

Grup üyeleri sunmuş oldukları raporda ilk olarak matematiksel işlemlerinin daha kolay olabilmesi için ürün fiyatlarını hangi sayılara yuvarlamış olduklarından bahsetmişlerdir. Bu bağlamda öğrenciler, 15 günlük kampanya süresince satış görevlilerinin kaç liralık ürün sattıklarını bulabilmek için her bir ürünün fiyatı ile ilgili üründen satılan miktar sayısını çarptıklarını belirtmişlerdir. Daha sonra grup üyeleri, satış görevlilerinin maaşlarını 1 aylık aldıkları gerekçesiyle satmış oldukları ürünlerden kazandıkları parayı

da 1 aylık olarak hesaplamak istediklerini, dolayısıyla 15 günlük kampanya süresince kazandıkları para miktarlarını 2 ile çarptıklarını ifade etmişlerdir. Elde edilen bu bulgulara bakıldığında öğrencilerin satmış oldukları ürünlerden kazanmış oldukları para miktarını bulurken durumu nasıl matematikselleştirdikleri anlaşılmaktadır, ancak gerçekleştirilen matematiksel çözüm süreci ve elde edilen sayısal sonuçlar hakkında herhangi bir şekilde bilgi verilmemesi de dikkat çekmektedir. Satış görevlilerinin talep ettikleri prim miktarlarını zam olarak anlamlandıran öğrenciler, devam eden süreçte sadece satış görevlilerinin istedikleri zam miktarlarını bulduklarından ve bu zamları 3500 TL'lik maaşlarına ekleyerek satış görevlilerinin ne kadar ücret istediklerini hesapladıklarından bahsetmişlerdir. Bu bağlamda yazılan raporun öğrencilerin satış görevlilerinin talep ettikleri prim miktarlarını nasıl hesapladıkları, ne kadar prim talep ettikleri ve ne kadar ücret istedikleri sorularına ilişkin herhangi bir açıklamanın yapılmadığı anlaşılmaktadır. Raporun son bölümünde ise grup üyeleri, mağaza müdürü olacak kişinin satışlardan fazla para kazanırken az ücret istemesi şeklinde bir varsayımda bulunduklarını, dolayısıyla bu değişkenlere ait nicelikler arasındaki farkın en fazla olduğu kişinin mağaza müdürü seçilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu doğrultuda öğrenciler, satışlardan kazanılan para ile istenilen ücret arasındaki farkın en fazla olduğu kişinin Bekir olduğu gerekçesiyle mağaza müdürünün Bekir olması gerektiği yönünde yorumlamalarına yer vermişlerdir. Ancak yapılan bu yorumlamaya ilişkin yine gerçekleştirilen matematiksel çözüm süreci ve sonuçları hakkında herhangi bir açıklamanın yapılmadığı görülmektedir.

Öğrencilerin raporlaştırma sürecine ilişkin elde edilen tüm bu bulgulardan hareketle yazılan raporun oluşturulan varsayımlar ve gerçekleştirilen yorumlamalara ilişkin bilgi içermesine rağmen satış görevlilerinin kaç liralık ürün satışı yaptıkları dışında durumun nasıl matematikselleştirildiği ve elde edilen sayısal sonuçlar hakkında herhangi bir içeriğe sahip olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla raporun süreç hakkında çok az ölçüde bilgi verdiği ve okuyucu tarafından yeteri kadar anlaşılamadığı düşünülmüş, bu yeterliklerine 2 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

Düzy 5				Düzy 5		
	Düzy 4	Düzy 4			Düzy 4	
			Düzy 3			
						Düzy 2
Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Raporlaştırma

Şekil 5.86. Muhteşem Dörtlü Grubu’nun “Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?” problemine ait matematiksel modelleme yeterli düzeyleri

5.1.7.2. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’na ait bulgular

5.1.7.2.1. Problemi anlama aşaması:

Grup üyelerinin problem durumunu anlamaya çalışmak, verilenler ile istenilenleri belirleyebilmek için gerçekleştirmiş oldukları tartışmaları aşağıdaki konuşmalar ortaya koymaktadır.

Mücahit: Alper Bey’in bir tane giyim mağazası varmış, kampanya yapıyormuş. Kampanya 15 gün sürecekmiş. Bu adam başka bir mağaza daha açacakmış, bu eski mağazanın başına şu aşağıdaki (etkinlik kâğıdını göstererek) tablo var ya Aslı, Ayhan diyor. O beş kişiden birisini getirecekmiş.

Zeynep: Şu ikincisini diyorsun, orada 15 günde kimin ne kadar ürün sattığı yazıyor.

Abdurrahman: Tamam da şimdi bütün t-shirtler nasıl 34,99 TL oluyor ki. Ben dükkâna girdiğimde atıyorum birisi 10 lira oluyor, diğeri 50 lira oluyor. Kaliteye göre değişmesi lazım fiyatı.

Zeynep: Hayrunnisa sen herhalde soruyu güzel okumadın, fiyatlar sabit olacakmış diyor. Yani bütün t-shirtlerin fiyatı 34,99 TL olacak. Yine bütün şortların fiyatı 45 TL olacak, hiç değişmeyecek.

Hümeysra: 15 gün sonra ne olacak? O zaman mecbur değişecek fiyatlar, hepsi aynı olmayacak ki.

Zeynep: Siz orayı niye karıştırıyorsunuz ki? Burada bir kampanya var, 15 gün fiyatlar böyle olacak. Kampanya bitsin bitmesin, bizim onunla işimiz yok.

Öğrencilerden Mücahit; bir giyim mağazasının sahibi olan Alper Bey'in 15 gün sürecek olan bir kampanya hazırladığını, başka bir mağaza daha açmayı planladığını ve satış görevlilerinden birisini eski mağazanın başına müdür olarak görevlendirmek istediğini söyleyerek problemin içeriğinden genel olarak bahsetmiştir. Zeynep, problem durumunda verilen ikinci sıradaki tabloyu işaret ederek bu tabloda satış görevlilerinin kampanya süresince hangi üründen ne kadar sattığına ilişkin bilgilerin yer aldığına vurgu yapmıştır. Bu sırada ürünlerin fiyatlarının yazılı olduğu tabloya odaklanan Abdurrahman, yapmış olduğu alışveriş deneyiminden örnek vererek kalitesine göre t-şirtlerin fiyatlarının değiştiğini belirterek verilen problem durumundaki gibi bütün t-şirtlerin fiyatlarının 34,99 TL olamayacağını söylemiştir. Bunun üzerine Zeynep, aynı türdeki ürünlerin fiyatlarının kampanya süresince sabit tutulacağı şeklinde verilen bilgiye dikkat çekerek tüm t-şirtlerin fiyatının 34,99 TL olacağını belirtmiş ve yine tüm şortların 45 TL'ye satılacağını belirterek durumu izah etmeye çalışmıştır. Fiyatların aynı olması durumunu anlamakta zorluk çeken Hümeysra ise kampanya bitiminde fiyatların değişmek zorunda olacağını söyleyerek her ürünün yine farklı fiyatlardan satılacağını ifade etmiş, Abdurrahman'ın fiyatların farklı olması gerektiği yönündeki düşüncesini desteklemiştir. Zeynep, arkadaşlarına kampanya süresince bahsi geçen fiyatların sabit olacağını tekrar dile getirerek kampanya sonrası fiyatların problem durumu ile alakalı olmadığını dolayısıyla kampanya sonrasındaki fiyatları düşünmemeleri gerektiğini belirtmiştir. Kampanya süresince aynı türdeki ürün fiyatlarının etkinlik kâğıdında verilen ilk tablodaki gibi sabit kalacağı ve ikinci sırada verilen tablonun ise satış görevlilerinin kampanya süresince hangi üründen ne kadar sattıklarına ilişkin bilgileri içerdiği konusunda hemfikir olan öğrencilerin satış görevlilerinin talep ettikleri prim miktarlarından bahsederek kendilerinden ne istenildiği konusunda konuşmaya devam ettikleri görülmüştür.

Abdurrahman: Bu alttaki tabloda da (etkinlik kâğıdını göstererek) prim miktarlarını vermiş. Fazladan para istiyorlar yani.

Mücahit: Şey gibi işte, zam gibi.

Hümeysra: En fazla zammı da Ayhan istemiş, %6. En az zammı da Betül ile Hakan istemiş, ikisi de %4.

Mücahit: Normal maaşları da 3.500 TL imiş.

Abdurrahman: Alper Bey'in yerine karar vermemizi istiyor. Hani mağaza müdürü seçecekti ya siz olsaydınız kimi mağaza müdürü olarak görevlendirirdiniz diye soruyor.

Zeynep: Matematiksel olarak Alper Bey'e mektup yazacağız.

Bahsi geçen yukarıdaki alıntılardan hareketle öğrenciler; mağaza müdürü olan Alper Bey'in yeni bir mağaza açacağını, eski mağazasında yapmış olduğu 15 günlük bir kampanya süresince çalışan görevlilerinin performanslarına bakarak içlerinden birisini eski mağazanın müdürü olarak görevlendirmek istediği şeklinde problem durumunun içeriğini belirlemişlerdir. Bununla birlikte grup üyeleri; tablolarda sırasıyla bahsedilen kampanya süresince ürünlerin sabit bırakılan fiyatları, her bir satış görevlisinin hangi üründen ne kadar sattığı ve görevlilerin istedikleri prim yüzdelerini problemin verilenleri olarak tespit ederek kendilerinden istenenin Alper Bey'e kimi mağaza müdürü olarak görevlendirebileceği hakkında yardımcı olmaları gerektiği konusunda hemfikir olmuşlardır. Böylece öğrencilerin problem durumunu kendi cümleleriyle ifade edebildikleri, verilenleri ve istenenleri belirleyerek aralarında ilişki kurabildikleri anlaşılmıştır. Bu nedenle grup üyelerinin Düzey 5 seviyesinde problemi anladıkları değerlendirilerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.7.2.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

Öğrenciler, mağaza müdürünün kim olabileceğini belirleyebilmek için durumu analiz etmek ve bir strateji belirleyebilmek amacıyla neleri dikkate alacaklarını ve bunları nasıl değerlendirecekleri konusunda aşağıdaki gibi tartışmışlardır.

Abdurrahman: Ben olsam mağazada kim en iyi çalışıyorsa onu müdür yapardım.

Mücahit: Zaten öyle yapacağız. En çok ürünü kim satmışsa o müdür olsun.

Zeynep: Fazla ürün satması yeter mi?

Hümeysra: Şimdi şu fiyatları da vermişler ya, en fazla ürün derken para olarak fazla olacak bence.

Zeynep: Yani kaç liralık ürün satmışlar, ona bakalım diyorsun.

Grup üyelerinden Abdurrahman, sayıca en fazla ürünü satan kişinin mağaza müdürü olarak seçilebileceği önerisinde bulunmuştur. Bu anlamda problemde ürün fiyatlarının da verildiğine vurgu yapan grup arkadaşları, mağaza müdürünün seçilmesinde sadece sattığı ürün sayısının fazla olması kriterinin yeterli olmayacağını düşünerek sattığı ürünlerin para açısından en fazla olan kişinin müdür olarak görevlendirilebileceği şeklinde yeni bir öneri sunmuşlardır. Dolayısıyla öğrenciler, mağaza müdürünün seçilmesi noktasında satış görevlilerinin kaç liralık ürün sattıklarını bulmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Daha sonra grup üyelerinin satış görevlilerinin talep ettikleri prim yüzdelere odaklanarak konuşmalarını sürdürdükleri görülmüştür.

Mücahit: Bu istedikleri primlere de bakacağız, o zaman.

Abdurrahman: Bir kere hepsi aynı maaş alacak, 3.500 TL. Daha mı fazla zam isteyen alırsın, yoka daha az zam isteyen mi? Tabii ki daha az zam isteyen.

Zeynep: O zaman istediği prim miktarı da az olacak.

Mağaza müdürünün seçilmesi noktasında sattığı ürünlerin para açısından fazla olması gerektiğine karar veren öğrenciler, bu noktada satış görevlilerinin talep ettikleri primlerin de önemli olduğunu düşünmüşlerdir. Bu bağlamda talep edilen prim miktarını maaşa yansıyacak zam olarak anlamlandıran öğrenciler, daha az zam isteyen kişinin dolayısıyla daha az prim miktarı talep eden kişinin mağaza müdürü olarak seçilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Elde edilen tüm bulgular doğrultusunda öğrenciler, mağaza müdürü olarak görevlendirilecek kişinin seçilmesi noktasında hem kampanya süresince satmış oldukları ürünlerin toplam fiyatının fazla olmasına hem de talep ettiği prim miktarının az olmasına dikkat etmişlerdir. Bu açıdan bakıldığında grup üyelerinin durumu etkileyen nicelikleri ayırt ederek ilgili değişkenleri ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi oluşturdukları, dolayısıyla çözüme ulaşma noktasında gerçekçi varsayımlarda bulundukları anlaşılmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin problemi sadeleştirme yeterliğini Düzey 4 seviyesinde sergiledikleri düşünüldüğünde bu yeterliklerine 3 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.7.2.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

Mağaza müdürü olarak görevlendirilecek satış görevlisinin satmış oldukları ürünlerin toplam fiyatının fazla olmasını isteyen öğrencilerin bu durumu nasıl matematikselleştireceklerine ilişkin gerçekteştirmiş oldukları konuşmalar aşağıdaki gibi kaydedilmiştir.

Zeynep: Önce bunların kaç TL'lik ürün sattıklarına bakacağız. Bütün ürünlerin fiyatı da belli, kimin ne kadar sattığı da belli.

Hümeıra: Hangi üründen ne kadar almışsa tek tek çarpıp tüm ürünlerin fiyatlarını bulacağız. Sonra da kazandıkları paraların hepsini toplayıp senin dediğini kaç TL'lik ürün sattıklarını bulacağız.

Zeynep: Bize en fazla para kazandıran adam lazım.

Kampanya süresince ürün cinsine göre sabit bırakılan fiyatların ait olduğu ürün miktarı ile çarpılmasıyla satış görevlilerinin her bir üründen kaç TL'lik satış yaptıklarına ulaşmayı hedefleyen öğrenciler, çarpım sonucunda elde ettikleri bu sonuçların toplanması ile de satış görevlilerinin satmış oldukları ürünlerden mağazaya toplam kaç TL kazandıracaklarını bulabileceklerini dile getirmişlerdir. Böylece öğrenciler ürün cinslerine ait verilen fiyatlar ile her bir satış görevlisinin satmış oldukları ürün miktarlarını oluşturan nicelikler arasındaki ilişkiyi basitleştirme yoluna giderek niceliklerin sayısal karmaşıklığını azaltma yoluna gitmişlerdir.

Mağaza müdürünün sečilmesi noktasında dikkat edilmesi gereken noktalardan birisini de satış görevlilerinin talep ettikleri prim miktarları olarak belirleyen öğrenciler, problem metninde bu prim miktarlarının yüzde olarak ifade edildiğini fark etmişlerdir. Bu bağlamda grup üyeleri, satış görevlilerinin talep ettikleri prim miktarlarını TL cinsinden nasıl bulacakları konusunda řu şekilde tartışmışlardır:

Mücahit: Maaşlarına zam istiyorlar ya, mesela Aslı %5 zam istiyormuş. Maaş üzerinden prim diyor, bunların maaşları 3.500 TL olduğuna göre 3.500'ün %5'ini bulacağız. Geçen sene öğrenmiştik, hatırlıyor musun Hümeıra?

Hümeıra: Yüzdeler, evet. 5.sınıfta da görmüştük ki zaten. 3.500'ü önce 5 ile çarpacağız, sonra da bulduğumuz sonucu 100'e böleceğiz.

3.500 TL’lik aylık maaş üzerinden yüzde olarak belirtilen prim miktarlarını yukarıdaki gibi nasıl bulacaklarını ifade eden öğrenciler, bu sürece yönelik matematiksel çözümlerini gerçekleştirdikten sonra maaş ile prim miktarı arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade etmek için konuşmaya devam etmişlerdir.

Abdurrahman: Bunlar zam olduğuna göre bu sonuçları maaşla toplamamız gerekir.

Zeynep: Yani 3.500 TL’nin üstüne bunları da ekleyeceğiz. Alper Bey 3.500 TL’den fazla para verecek müdür olacak kişiye.

Geleceğin Parlayan Yıldızları grubu öğrencileri, talep edilen prim miktarlarının mağaza müdürü olacak kişi için belirlenen aylık 3.500 TL maaşa eklenmesi gerektiğini söyleyerek sırasıyla satış görevlilerinin mağaza müdürü olması durumunda ne kadar ücret alacaklarını bulabileceklerini dile getirmişlerdir.

Bahsi geçen alıntılardan elde edilen tüm bu bulgular doğrultusunda grup üyelerinin mağaza müdürü olabilecek kişilerin kampanya süresince kaç TL’lik satış yaptıkları, talep ettikleri prim miktarları ve mağaza müdürü olmaları halinde ne kadar ücret alacakları ile ilgili yapmış oldukları tartışmalar neticesinde bu durumları matematiksel olarak açıklayabildikleri anlaşılmaktadır. Ancak öğrencilerin geçen süre boyunca durumu sadece sözel olarak matematikselleştirebildikleri, uygun matematiksel gösterimleri seçerek bir matematiksel model geliştirme aşamasına geçemedikleri dikkat çekmiştir. Dolayısıyla grup üyelerinin gerçekçi varsayımlar oluşturmalarına rağmen duruma uygun matematiksel modeller oluşturma konusunda eksik kaldıkları düşünülerek matematiksel model oluşturma yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.7.2.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

Öğrencilerin her bir satış görevlisinin satmış oldukları ürünlerin toplam fiyatını bulmak için yapmış oldukları matematiksel işlemleri aşağıdaki konuşmalar ortaya koymaktadır.

Hümeysra: Şimdi Aslı’dan başlayalım. Aslı 12 tane t-shirt satmış, bir tanesi 34,99 TL olduğuna göre 12 çarpı 34,99.

Abdurrahman: 1 kuruş lazım ki 35 lira olsun. Direk 35 desek de öyle yapsak. Zaten çoğu hep böyle kuruşlu, kuruşlarla uğraşmayalım boşuna.

Hümeysra: O zaman 12 çarpı 35.

Zeynep: 420 TL yapıyor, yaz.

Hümeysra: Şorttan da 9 tane satıyor, bir tanesi 45 lira. 45 çarpı 9.

Zeynep: 405 TL, o da.

...

Abdurrahman: Ceket 195,49 TL, 195 dersek bundan 5 tane sattığına göre 195 çarpı 5.

Zeynep: Yaz, 975 TL.

Mağaza müdürü olacak kişinin sattığı ürünlerin toplam fiyatının fazla olması gerektiği şeklinde varsayımda bulunan öğrenciler, ilk olarak Aslı'nın herbir ürün türünden kaç TL'lik satış yaptığını hesaplamaya başlamışlardır. Bu bağlamda Hümeysra, Aslı'nın 12 tane t-shirt sattığını ve her bir t-shirtin 34,99 TL olduğunu söyleyerek t-shirtten kaç TL'lik satış yaptığını bulabilmek için 34,99 ile 12'yi çarpmaları gerektiğini ifade etmiştir. Bu sırada Abdurrahman, çarpma işlemini yaparken kuruşlarla uğraşmamak için 34,99 şeklinde belirtilen fiyatı 35'e yuvarlayabilecekleri tavsiyesinde bulunmuştur. Bunun üzerine Zeynep, 12 ile 35'i çarparak Aslı'nın 420 TL'lik t-shirt satışı yaptığını belirtmiştir. Daha sonra sırasıyla Aslı'nın şort ve pantolondan kaç TL'lik satış yaptığını hesaplayan öğrenciler, ceketten kaç TL'lik satış yapıldığının hesaplanması aşamasına geldiklerinde bir ceketin fiyatının 195,49 TL olduğunu fark etmişlerdir. Bu noktada öğrencilerin işlemlerini yaparken yine işlemlerini kolaylaştırmak için yuvarlamayı kullanarak bu fiyatı 195 olarak kabul ettikleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda etkinlik kâğıdında satılan ürün miktarları bilgisinin bulunduğu tabloya bakarak Aslı'nın 5 tane ceket sattığını söyleyen Abdurrahman, 195 ile 5'i çarpmaları gerektiğini söylemiştir. Arkadaşları tarafından işlemlerin sonuçlarını bulmakla görevlendirilen Zeynep, 195 ile 5'i çarparak bulduğu 975 TL sonucunu Hümeysra'nın çözüm kâğıdına yazmasını söylemiştir. Benzer şekilde verilen her bir ürün için Aslı'nın kaç TL'lik satış yaptığını Şekil 5.87'deki gibi hesaplayan öğrenciler, son olarak bulmuş oldukları sonuçları toplayarak Aslı'nın satmış olduğu ürünlerin toplam fiyatını hesaplamışlardır.

Şekil 5.87. Öğrencilerin Aslı'nın satmış olduğu ürünlerin toplam fiyatlarını bulmak için gerçekleştirmiş oldukları matematiksel işlemler

Aslı'nın satmış oldukları ürünlerin toplam fiyatlarını hesaplayan grup üyelerinin benzer işlemleri diğer satış görevlileri için de Şekil 5.88'deki gibi çözüm kâğıtlarına yansıttıkları görülmüştür.

Şekil 5.88. Öğrencilerin diğer görevlilerin satmış olduğu ürünlerin toplam fiyatlarını bulmak için gerçekleştirmiş oldukları matematiksel işlemler

Oluşturdıkları ilk varsayımdan hareketle her bir satış görevlisi için sattıkları ürünlerin toplam fiyatlarını hesaplayan öğrencilerin mağaza müdürü olarak seçilecek kişinin talep ettiği prim miktarının az olması gerektiği şeklinde oluşturdukları bir diğer varsayımdan hareketle çözümlerini nasıl gerçekleştireceklerine ilişkin tartışmaya başlamışlardır.

Mücahit: Aslı %5 prim istiyor, 3.500'ün %5'ini bulacağız. Yaz, Zeynep. 3.500 çarpı 5 bölü 100.

Zeynep: 3.500'ün altında gizli 1 var. 3.500 çarpı 5. 35 çarpı 5'in sonucu 175 eder, iki sıfırı da eklersek 17.500 yapıyor. Alttaki de 100 zaten. O zaman 17.500 bölü 100'den sıfırlar giderse 175 olur.

Mücahit: Demek ki Aslı 175 TL daha zam istiyor maaşına.

Abdurrahman: Şey yapacaktık, bu zamları maaşa ekleyecektik. O zaman 175 artı 3.500, 3.675 TL maaş istiyor. Bunu da yazalım.

Aslı'nın 3.500 TL'lik maaş üzerinden %5 prim istediğine dikkat çeken Mücahit, bahsi geçen bu yüzde değerine karşılık gelen prim miktarını bulmak için 3.500'ü 5 ile çarpıp 100'e bölmeleri gerektiğini söylemiştir. Zeynep'in bu işlemin sonucunu bulma noktasında 3.500'ün altında gizli 1 olduğunu belirterek rasyonel sayılarda çarpma işleminin özelliğini kullanması dikkat çekmiştir. Bu bağlamda Zeynep; önce pay kısmında olan 3.500 ile 5'i çarpmış, 35 ile 5'i çarparak bulduğu 175 sayısına iki sıfır eklenmesiyle sonucun 17.500 olduğunu ifade etmiştir. 17.500 sayısının 100'e bölünmesiyle de öğrenciler, Aslı'nın 175 TL prim istediği çıkarımında bulunmuşlardır. Durumun matematikselleştirilmesi sırasında istenilen prim miktarının maaşa eklenmesi gerektiğini belirten Abdurrahman'ın bu önerisini hatırlatmasıyla grup üyelerinin çözüm kâğıdına Aslı'nın 3.675 TL maaş istediği şeklinde yazdıkları görülmüştür.

$$\text{Aslı: } \frac{3500}{1} \cdot \frac{5}{100} = \frac{17500}{100} = 175 + 3500 = 3675 \text{ TL maaş istiyor.}$$

Şekil 5.89. Öğrencilerin Aslı'nın talep ettiği primle birlikte aylık ne kadar ücret alacağını belirlemek için gerçekleştirdikleri matematiksel çözümler

Aslı'nın talep ettiği primle birlikte aylık ne kadar ücret alacağı konusunda çözümlerini gerçekleştiren grup üyelerinin benzer işlemleri diğer satış görevlileri için de Şekil 5.90'daki gibi çözüm kâğıtlarına yansıttıkları görülmüştür.

$$\begin{aligned} \text{Ahmet: } & \frac{3500}{1} \cdot \frac{6}{100} = \frac{21000}{100} = 210 + 3500 = 3710 \text{ TL maaş istiyor} \\ \text{Betül: } & \frac{3500}{1} \cdot \frac{4}{100} = \frac{14000}{100} = 140 + 3500 = 3640 \text{ TL maaş istiyor} \\ \text{Hakan: } & \frac{3500}{1} \cdot \frac{4}{100} = \frac{14000}{100} = 140 + 3500 = 3640 \text{ TL maaş istiyor} \\ \text{Bekir: } & \frac{3500}{1} \cdot \frac{5}{100} = \frac{17500}{100} = 175 + 3500 = 3675 \text{ TL maaş istiyor} \end{aligned}$$

Şekil 5.90. Öğrencilerin diğer görevlilerin primle birlikte aylık ne kadar ücret alacağını bulmak için gerçekleştirmiş oldukları matematiksel çözümler

Yukarıda bahsi geçen alıntılardan ve sunulan öğrenci çözüm kâğıtlarından anlaşıldığı üzere grup üyelerinin problemi daha küçük parçalara ayırarak önce satış görevlilerinin satmış oldukları ürünlerin toplam fiyatlarını bulma sonra da maaş üzerinden yüzde olarak belirtilen prim miktarlarına karşılık gelen değerleri bulma noktasında matematiksel bilgilerini kullandıkları ve çözümleri doğru bir şekilde gerçekleştirdikleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin eksik oluşturdukları matematiksel modelleri doğru çözdükleri düşünülerek matematiksel olarak çalışma yeterliklerini Düzey 3 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 4 puan üzerinden 2 puan verilmiştir.

5.1.7.2.5. Yorumlama aşaması:

Grup üyeleri ulaştıkları matematiksel sonuçlar hakkındaki düşüncelerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir.

Hümeyra: Ben olsam Betül'ü müdür seçmezdim. Çünkü 3.555 TL'lik ürün satmış ama 3.640 TL maaş istiyor. Sattığından daha çok istemiş.

Zeynep: O zaman Aslı da olmaz. Onun sattıkları 3.477 TL tutmuş, 3.675 TL istiyor.

Mücahit: Yani sattığı istediğinden daha çok olacak diyorsunuz.

Hümeyra: Kâr, zarar gibi düşün. Sattığı daha fazla olursa mağaza kâr eder, eğer sattığından daha çok maaş isterse de o zaman mağaza zarar eder.

Abdurrahman: Ya hepsi zarar ederse?

Zeynep: O zaman onu mağazaya müdür yapar mısın? Yapsan da az zarar edeni yaparsın yani.

Mücahit: Anladım, Hakan'a bakarsak sattıkları 3.581 TL, istediği maaş ta 3.640 TL. Bu da zarar ettirmiş.

Zeynep: Geriye Ayhan ile Bekir kaldı. Ayhan da 3.759 TL'lik satış yapmış ama daha az istiyor bu sefer, 3.710 TL. O zaman mağaza kârda, Ayhan müdür olsun.

Hümeyra: Bekir'e de bakalım. Bekir 3.743 TL'lik ürün satmış, 3.675 TL istiyor. Bu da az istemiş. Bunda da mağazanın kârı var. Hangisi olsun, Ayhan mı, Bekir mi?

Mücahit: Hangisi daha çok kâr yapmışsa o olsun, daha iyi. Ayhan da 3.759'dan 3.710'u çıkarırsak 49 TL kârı var. Bekir'in de 3.743'ten 3.675'i çıkarırsak 69 TL kârı var. O zaman mağazanın yeni müdürü Bekir olacak.

Hümeysra, Betül'ün 3.555 TL'lik ürün satmasına karşılık 3.640 TL maaş istediğine vurgu yaparak satmış olduğu ürünlerin toplam fiyatından daha fazla maaş istemesi nedeniyle Betül'ün mağaza müdürü olarak görevlendirilmemesi gerektiği yorumunda bulunmuştur. Hümeysra'nın satış görevlilerinin satmış oldukları ürünlerin toplam fiyatı ile istedikleri maaş arasında karşılaştırma yapılarak mağaza müdürünün belirlenmesi şeklinde sunmuş olduğu bu stratejiyi kullanan Zeynep, Aslı'nın da satmış olduğu ürünlerin toplam fiyatından daha fazla maaş istediğini belirterek mağaza müdürü olacak kişinin Aslı olmaması gerektiğini ifade etmiştir. Bu sırada Mücahit'in mağaza müdürünün belirlenmesi noktasında grup arkadaşlarının kullanmış olduğu stratejiyi anlamakta zorluk çektiği görülmüş, bunun üzerine Hümeysra; kullanmış oldukları stratejiyi satılan ürünlerin toplam fiyatının istenilen maaştan fazla olması durumunda mağazanın kâr edeceği, diğer durumda ise mağazanın zarar edeceği şeklinde açıklamıştır. Yapılan bu açıklama üzerine Abdurrahman'ın tüm satış görevlileri için mağazanın zarar etmesi durumunda mağaza müdürünü seçme konusunda nasıl karar vereceklerini sorması dikkat çekmiştir. Bu soruya Zeynep'in zarar etme durumunda o kişinin müdür olarak seçilmemesi gerektiği, seçilmesinin zorunlu olduğu durumlarda ise daha az zarar eden kişinin seçilmesi gerektiği şeklinde yanıt verdiği görülmüştür. Yapılan açıklamalar sonrası sayısal sonuçların nasıl yorumlandığı konusunda hemfikir olan öğrencilerden Mücahit, Hakan'ın da Aslı ve Zeynep gibi satmış olduğu ürünlerin toplam fiyatından daha fazla maaş istediğini söyleyerek mağaza müdürü olarak görevlendirilemeyeceğini dile getirmiştir. Böylece mağaza müdürünün ya Ayhan ya da Bekir olarak seçilmesi gerektiği konusunda karar veren öğrenciler, Ayhan'ın istemiş olduğu maaştan daha fazla tutarda satış yaptığını dolayısıyla mağazanın kârda olduğunu söyleyerek Ayhan'ın müdür olarak seçmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Bir süre sonra Bekir'in de Ayhan gibi istemiş olduğu maaştan daha fazla tutarda satış yaptığını fark eden grup üyeleri, Bekir'inde mağaza müdürü olarak seçilebileceğini düşünmüşlerdir. Bu bağlamda mağaza müdürünün belirlenmesi noktasında Ayhan ve Bekir arasında kısa bir süre kararsız kalan öğrenciler, daha çok kâr elde eden kişiyi mağaza müdürü olarak seçmeye karar vermişlerdir. Verilen bu karar sonrası istemiş oldukları maaşlardan

Ayhan'ın 49 TL, Bekir'in ise 69 TL daha fazla tutarda satış yaptığını hesaplayan öğrenciler; mağaza müdürünün Bekir olması gerektiği şeklinde çözüme ulaşmışlardır.

Elde edilen sayısal sonuçların yorumlanmasına ilişkin öğrenciler tarafından gerçekleştirilen konuşmalar Şekil 5.91'deki gibi öğrenci çözüm kâğıdına da yansımıştır.

	İstiyor	Satıyor
Bekir	3555 TL'lik	3660 TL
Ayhan	3470 TL'lik	3625 TL
Hakan	3584 TL'lik	3660 TL

	Kâr
Bekir	105 TL
Ayhan	155 TL
Hakan	76 TL

Şekil 5.91. Öğrencilerin elde ettikleri sayısal sonuçlara ilişkin gerçekleştirdikleri yorumlamalar

Elde edilen tüm bu bulgular doğrultusunda öğrencilerin her bir satış görevlisinin satmış oldukları ürünlerin toplam fiyatları ve talep ettikleri prim miktarları ile birlikte istedikleri maaş tutarlarını karşılaştırarak mağazanın kâr-zarar etme durumuna göre ulaştıkları sayısal sonuçları doğru bir şekilde yorumladıkları ve Bekir'in mağaza müdürü olarak seçilmesi noktasında problemi çözüme kavuşturdukları anlaşılmaktadır. Bununla birlikte öğrencilerin kâr-zarar durumuna bakarak mağaza müdürünü belirlemeleri ve tüm satış görevlileri için mağazanın zarara uğraması durumunda ise mağaza müdürünü seçmede zararın en az olduğu kişinin seçilebileceği yönünde karar vermeleri, özel bir durum için geliştirilmiş olan çözümlerin benzer problem durumları için de genellenmeye çalışıldığını göstermektedir. Dolayısıyla öğrencilerin yorumlama yeterliklerini elde edilen doğru matematiksel çözümlerin gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlanması olarak tanımlanan Düzey 5 seviyesinde sergiledikleri düşünülerek bu yeterliklerine 4 puan üzerinden tam puan verilmiştir.

5.1.7.2.6. Doğrulama aşaması:

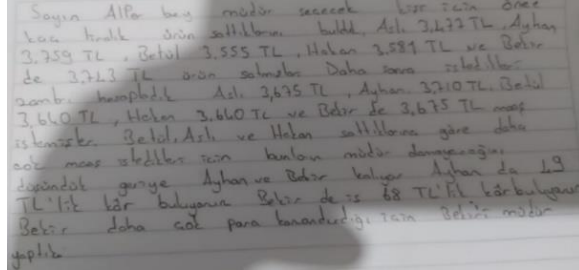
Blum ve Kaiser (1997)'in modelleme yeterliklerinden birisi olarak bahsettiği bu aşamada öğrencilerden gerçekleştirmiş oldukları çalışmaların doğruluğunu kontrol

ederek yansımalarında bulunmaları beklenmektedir. Bu bağlamda yapılan gözlemlerde dikkat çeken ilk nokta, öğrencilerin matematiksel çözümlerini gerçekleştirdikleri aşama süresince Zeynep'in arkadaşları tarafından söylenen matematiksel işlemlerin sonuçlarını bulurken diğer yandan da grup üyelerinin bu çözümlerin doğruluğunu sorgulamaları olmuştur. Varsayımların oluşturulması aşamasında ise öğrenciler ilk olarak satış görevlilerinden sayıca en fazla ürün satan kişinin mağaza müdürü olarak görevlendirilebileceğini düşünmüşlerdir. Bir süre aralarında tartışan öğrenciler, satılan ürün miktarından ziyade satılan ürünlerin toplam fiyatının önemli olduğunu belirlemişlerdir. Daha sonra öğrenciler, talep edilen prim miktarının da mağaza müdürü olacak kişiyi belirleme noktasında göz ardı edilmemesi gerektiğini vurgulamışlardır. Böylece grup üyelerinin mağaza müdürü olacak kişiyi belirleme noktasında kullanacakları en uygun stratejiyi bulana kadar varsayımları oluşturma sürecine devam ettikleri söylenebilir. Bu noktada grup üyelerinin problemi sadeleştirme ve matematiksel olarak çalışma aşamalarında gerçekleştirdikleri çalışmaların doğruluğunu kontrol ederken matematiksel model oluşturma aşamasında herhangi bir eleştirel sorgulamada bulunmadıkları görülmüştür. Bununla birlikte öğrencilerin her bir satış görevlisi için mağazanın kâr-zarar etme durumuna bakarak yapmış oldukları yorumlamaların gerçek yaşamdaki uygunluğunu kontrol ettikleri belirlenmiştir. Doğrulama yaklaşımında öğrencilerden beklenen bir diğer yeterlikde grup üyelerinin problemi çözmek için diğer çözüm yollarını düşünmeleridir. Bu anlamda öğrencilerin sadece bahsi geçen matematiksel ifadelerle ve işlemlerle problemi çözdükleri, başka bir çözüm yolunun olup olmadığı konusunda herhangi bir çalışmada bulunmadıkları tespit edilmiştir.

Yukarıda bahsi geçen tüm bulgular doğrultusunda öğrencilerin kısmen doğrulama yaklaşımında bulundukları ve belirlemiş oldukları hataları da düzelttikleri düşünülerek doğrulama yeterliklerinin Düzey 4 seviyesinde kaldığı değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 6 puan üzerinden 3 puan verilmiştir.

5.1.7.2.7. Raporlaştırma aşaması:

Geleceğin Parlayan Yıldızları grubunu oluşturan öğrencilerin süreç sonunda sunmuş oldukları rapor Şekil 5.92’de verilmiştir.



Şekil 5.92. Öğrenciler tarafından sunulan rapor

Yazılan raporda öğrenciler ilk olarak satış görevlilerinin kaç liralık ürün sattıklarını bulduklarından ve bu doğrultuda ulaştıkları sayısal sonuçlardan bahsetmişlerdir. Ancak bu sayısal sonuçlara ulaşma noktasında durumun nasıl matematikselleştirildiği ve hangi matematiksel işlemlerin gerçekleştirildiği konusunda grup üyelerinin herhangi bir açıklamada bulunmadıkları görülmektedir. Aynı şekilde raporun devamında zam olarak anlamlandırmış oldukları prim miktarlarını hesapladıklarını yazan öğrenciler; prim miktarlarından ziyade satış görevlilerinin talep ettikleri primlerle birlikte ne kadar maaş istediklerine dair yine sadece ulaştıkları sayısal sonuçlar hakkında bilgi vermekle yetinmişler, bu sayısal sonuçların elde edilmesi noktasında durumun nasıl matematikselleştirildiği ve yapılan matematiksel işlemler ile ilgili herhangi bir açıklama yoluna gitmemişlerdir. Bahsedilen bu sayısal sonuçlara ilişkin raporun son bölümünde Betül, Aslı ve Hakan’ın satmış oldukları ürünlerin toplam fiyatlarından daha çok maaş istedikleri gerekçesiyle bu kişilerin mağaza müdürü olamayacakları yorumunda bulunan öğrenciler, Ayhan için 49 TL kâr ve Bekir için ise 68 TL kâr bulduklarını ifade etmişlerdir. Bu noktada öğrencilerin yine bu sonuçlara nasıl ulaştıkları konusunda herhangi bir açıklama yapmadıkları görülmüştür. Bu sayısal sonuçları dayanak olarak gösteren grup üyeleri, mağazaya daha çok para kazandırması nedeniyle Bekir’i mağaza müdürü olarak seçtiklerini belirtmişlerdir.

Elde edilen bu bulgular doğrultusunda yazılan raporun durumun nasıl matematiksel olarak ifade edildiği ve gerçekleştirilen matematiksel çözümler noktasında herhangi bir bilgi içermediği görülürken mağaza müdürünün belirlenmesi noktasında nelere dikkat

edildiği ve ulaşılan sayısal sonuçlara ilişkin hangi yorumlamaların yapıldığı anlatılmaktadır. Bu nedenle sunulan raporun çözüm süreci hakkında kısmen bilgi verdiği ve okuyucu tarafından yeteri kadar anlaşılamadığı düşünülerek öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerini Düzey 2 seviyesinde sergiledikleri değerlendirilmiş, bu yeterliklerine 2 puan üzerinden 1 puan verilmiştir.

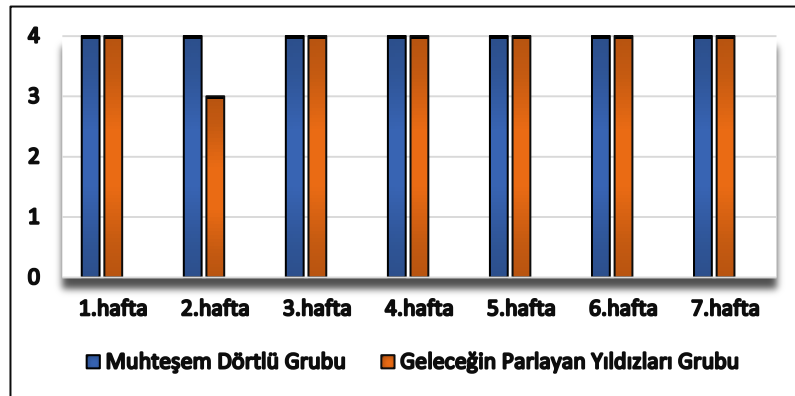
Düzey 5				Düzey 5		
	Düzey 4	Düzey 4			Düzey 4	
			Düzey 3			
						Düzey 2
Problemi Anlama	Sadeleştirme	Matematikselleştirme	Matematiksel Olarak Çalışma	Yorumlama	Doğrulama	Raporlaştırma

Şekil 5.93. Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun “Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?” problemine ait matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri

5.2. “Ortaokul 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin süreç içerisinde matematiksel modelleme yeterliklerindeki değişim nasıldır?” Alt Problemine İlişkin Elde Edilen Bulgular

5.2.1. Problemi anlama aşaması:

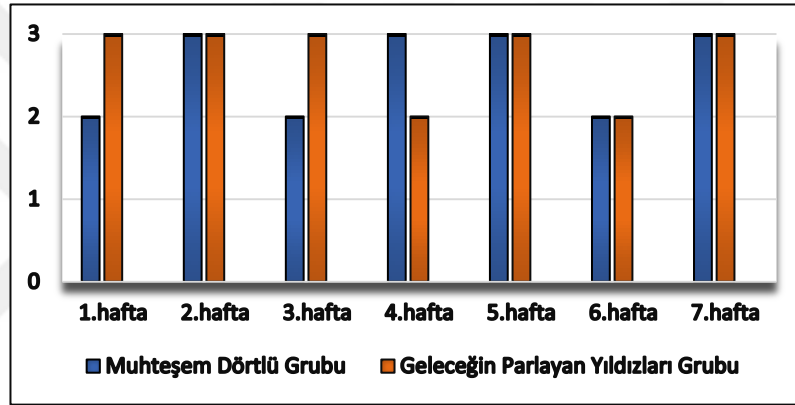
Elde edilen bulgular doğrultusunda grup üyelerinin problemi anlama yeterliklerinin Düzey 4 ile Düzey 5 arasında değişkenlik gösterdiği, öğrencilerin 2.hafta hariç problemi anlama yeterliklerini en üst düzeyde (Düzey 5-4 puan) sergiledikleri tespit edilmiştir.



Şekil 5.94. Öğrencilerin problemi anlama yeterliklerinden aldıkları puanların haftalara göre değişimi

5.2.2. Problemi sadeleştirme aşaması:

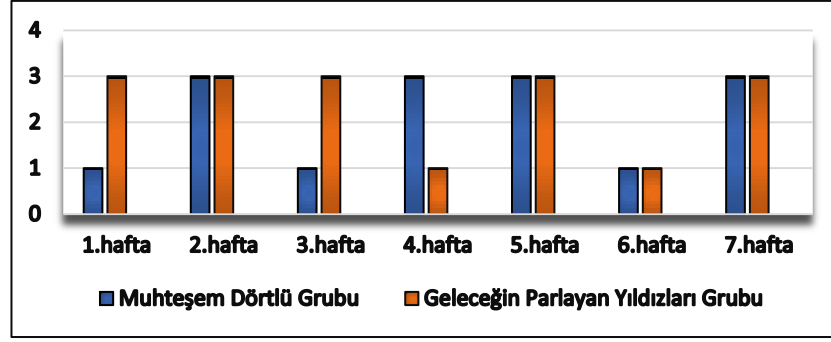
Gerçekleştirilen tüm modelleme problemleri boyunca grup üyelerinin problemi sadeleştirme aşamasında Düzey 3 (2 puan) seviyesinin altında performans sergilemedikleri görülmüştür. Kullanılan dereceli puanlama anahtarına göre en yüksek Düzey 4 seviyesine kadar ulaşılabilen problemi sadeleştirme aşamasında grup üyelerinin Düzey 3 seviyesinin altına inmemeleri, problemi sadeleştirme aşamasına ilişkin yeterliklerini başarılı bir şekilde sergileyebildikleri anlamına gelmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin problemi sadeleştirme yeterlikleri uygulama boyunca yüksek düzeyde olup önemli bir değişiklik görülmemiştir.



Şekil 5.95. Öğrencilerin problemi sadeleştirme yeterliklerinden aldıkları puanların haftalara göre değişimi

5.2.3. Matematiksel model oluşturma (matematikselleştirme) aşaması:

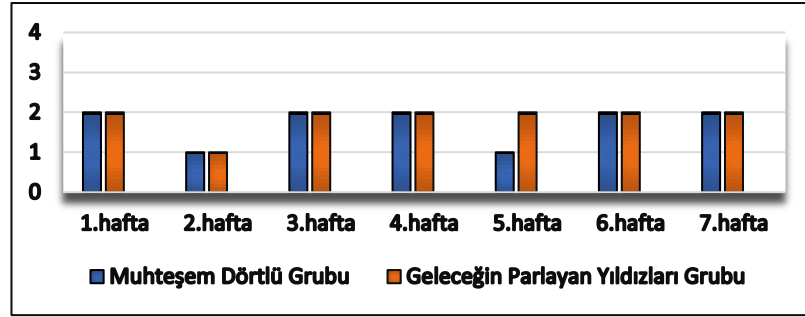
Grup üyelerinin matematiksel model oluşturma yeterlikleri Düzey 1 ile Düzey 3 arasında değişiklik göstermiş, uygulama süresince öğrencilerin matematiksel model oluşturma yeterlikleri hiçbir modelleme problemde en yüksek düzeyine (Düzey 5) ulaşamamıştır. Bununla birlikte öğrencilerin matematiksel model oluşturma yeterliklerinin problem durumuna göre sürekli olarak değişim göstermesi dikkat çekmiştir. Her iki grubun da süreç boyunca matematiksel model oluşturma yeterliklerini en düşük seviyede (Düzey 2-1 puan) sergiledikleri modelleme problemi “Çıktık Bir Yola” problemi olmuştur. Her iki grupta da öğrencilerin 5.haftadan itibaren matematiksel model oluşturma yeterliklerinin sürekli olarak Düzey 4 seviyesinde olmasına rağmen 6.hafta uygulanan bu modelleme problemde öğrencilerin aynı düzeyde matematikselleştirme yeterliklerini sergileyemedikleri tespit edilmiştir.



Şekil 5.96. Öğrencilerin matematiksel model oluşturma yeterliklerinden aldıkları puanların haftalara göre değişimi

5.2.4. Matematiksel olarak çalışma aşaması:

Uygulama süresince grup üyelerinin matematiksel olarak çalışma yeterliklerinin Düzey 2 (1 puan) ile Düzey 3 (2 puan) arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca öğrenciler matematiksel olarak çalışma yeterliklerini çoğunlukla Düzey 3 seviyesinde sergilemişler, uygulama süresince bu yeterliklerini Düzey 4 ve Düzey 5 seviyelerine çıkaramamışlardır. 5.hafta dışındaki tüm modelleme problemlerinde her iki grubun da matematiksel olarak çalışma yeterliklerini aynı düzeyde sergilemeleri dikkat çekmiştir.

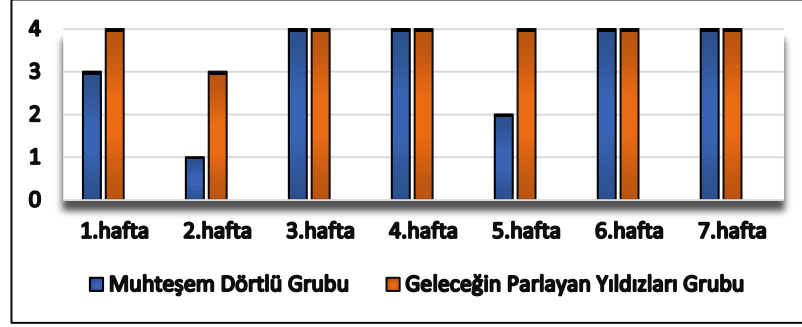


Şekil 5.97. Öğrencilerin matematiksel olarak çalışma yeterliklerinden aldıkları puanların haftalara göre değişimi

5.2.5. Yorumlama aşaması:

Modelleme yeterliklerinin incelenmesi için hazırlanan dereceli puanlama anahtarına bakıldığında Muhteşem Dörtlü Grubu'ndaki öğrenciler; “Takım Kurmaca” (Düzey 4-3 puan), “Hastamız İyileşecek mi?” (Düzey 2-1 puan), “Polis Soyguncunun Peşinde!” (Düzey 3-2 puan) problemlerinin dışındaki diğer tüm modelleme çalışmalarında yorumlama yeterliklerini en yüksek seviyede (Düzey 5-4 puan) sergilemişlerdir.

Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'ndaki öğrenciler ise “Hastamız İyileşecek mi?” (Düzey 4-3 puan) probleminin dışındaki diğer tüm modelleme çalışmalarında yorumlama yeterliklerini en yüksek seviyede (Düzey 5-4 puan) sergilemişlerdir.

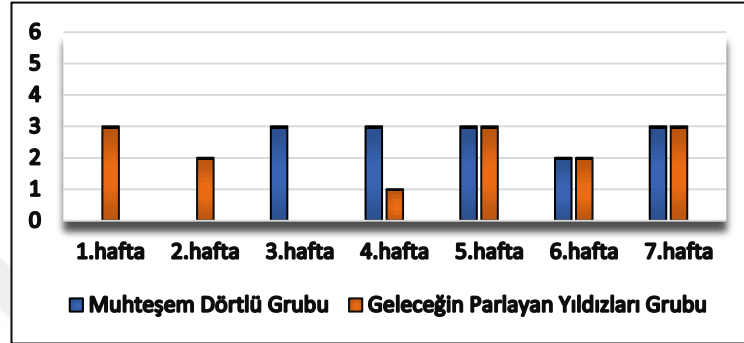


Şekil 5.98. Öğrencilerin yorumlama yeterliklerinden aldıkları puanların haftalara göre değişimi

5.2.6. Doğrulama aşaması:

Muhteşem Dörtlü grubu öğrencilerinin “Takım Kurmaca” ve “Hastamız İyileşecek mi?” olarak isimlendirilen ilk iki modelleme probleminde herhangi bir doğrulama yaklaşımında bulunmadıklarından ötürü doğrulama yeterliklerinin en alt düzeyde (Düzey 1- 0 puan) olduğu tespit edilmiştir. Devam eden modelleme problemlerinde ise grup üyelerinin doğrulama yeterliklerini Düzey 4 seviyesine kadar geliştirebildikleri dikkat çekmiştir. Bu bağlamda öğrenciler, “Gülten DAYIOĞLU ile Buluşmaya Ne Dersin?” isimli üçüncü modelleme probleminden itibaren 6.hafta hariç tüm modelleme problemlerinde doğrulama yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde sergilemişlerdir. Diğer modelleme problemlerinde öğrenciler belirlemiş oldukları hataları düzeltmelerine rağmen “Çıktık Bir Yola” isimli altıncı modelleme probleminde ise belirlemiş oldukları hataları ancak bir ölçüde düzeltebilmişlerdir. Dolayısıyla grup üyeleri bu modelleme problemine ilişkin doğrulama yeterliklerini sergilemede Düzey 3 seviyesine gerilemişlerdir. Geleceğin Parlayan Yıldızları grubunu oluşturan öğrencilerin ise ilk hafta “Takım Kurmaca” probleminde doğrulama yeterliklerini Düzey 4 seviyesinde sergilerken 2.hafta bu yeterliğin Düzey 3, 3.hafta ise Düzey 1 seviyesine gerilediği tespit edilmiştir. Devam eden “Muhteşem İnternet Paketleri Burada!” probleminde ise öğrencilerin Düzey 2 seviyesine ulaşan doğrulama yeterliklerinin 5. ve 7.hafta tekrar Düzey 4 seviyesine kadar ulaşması dikkat çekmiştir. Dolayısıyla Geleceğin Parlayan

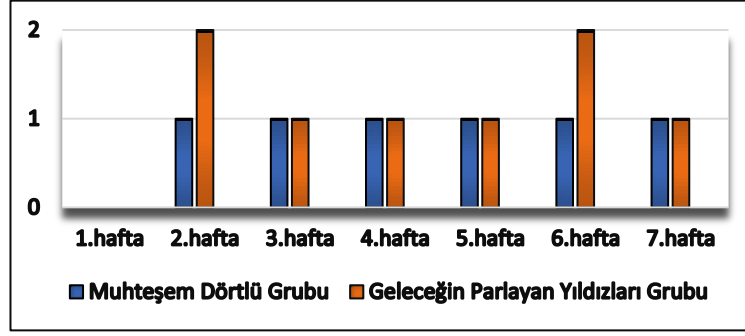
Yıldızları grubunu oluşturan öğrencilerin doğrulama yeterliklerindeki gelişimin Muhteşem Dörtlü grubunda olduğu gibi süreklilik kazanmadığı söylenebilir.



Şekil 5.99. Öğrencilerin doğrulama yeterliklerinden aldıkları puanların haftalara göre değişimi

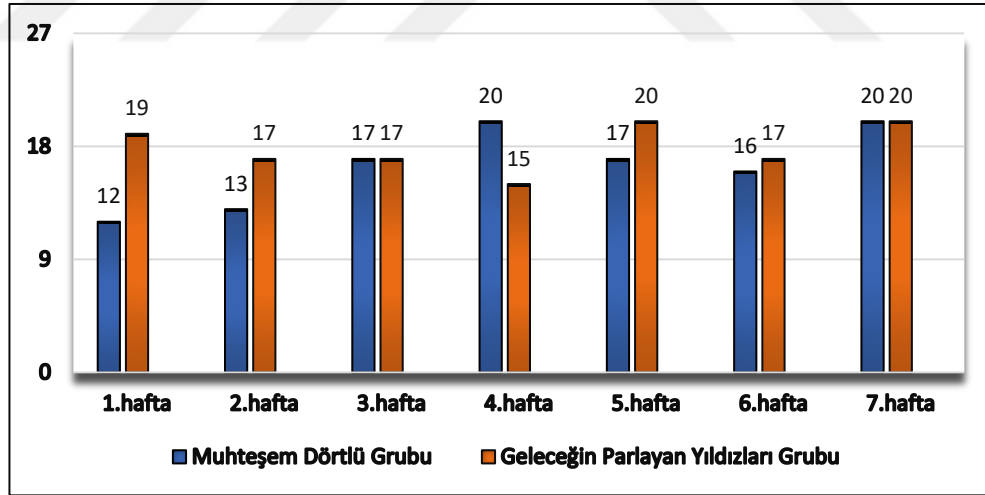
5.2.7. Raporlaştırma aşaması:

Hem Muhteşem Dörtlü Grubuhem de Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu öğrencilerinin ilk uygulanan “Takım Kurmaca” problemine ilişkin yazmış oldukları raporların çözüm süreci hakkında herhangi bir bilgi içermemesi dikkat çekmiştir. Bu anlamda ilk başta öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerini hiç sergileyemedikleri görülmüş ve bu yeterliklerine 2 puan üzerinden 0 puan verilmiştir. Devam eden modelleme problemlerinde ise öğrencilerin raporlaştırma yeterlikleri önemli ölçüde gelişme göstermiş, ilk modelleme problemi hariç öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerine 0 puan verilmemiştir. Muhteşem Dörtlü Grubu’ndaki öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerinin Düzey 2 seviyesine kadar çıktığı görülürken Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’ndaki öğrencilerin raporlaştırma yeterlikleri ise “Hastamız İyileşecek mi?” ve “Çıktık Bir Yola” problemleri için en yüksek seviyeye (Düzey 3) ulaşmıştır.



Şekil 5.100. Öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerinden aldıkları puanların haftalara göre değişimi

Modelleme yeterliklerinin toplam 27 puan üzerinden değerlendirildiği bu çalışmada uygulama süresince öğrencilerin sergilemiş oldukları modelleme yeterlikleri doğrultusunda almış oldukları toplam puanlar 12 puan ile 20 puan arasında değişkenlik göstermiştir. Modelleme yeterliklerinden alınan toplam puanların dağılımı incelendiğinde öğrencilerin almış oldukları toplam puanların problem durumuna göre sürekli olarak bir değişim göstermesiyle birlikte genel anlamda toplam puanların uygulama sonlarına doğru artış gösterdiği söylenebilir.



Şekil 5.101. Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinden aldıkları toplam puanların haftalara göre değişimi

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma bulgularından elde edilen sonuçlar betimlenerek ilgili alanyazın dahilinde tartışılmış ve çeşitli öneriler sunulmuştur.

İlk üç hafta dışında kalan diğer tüm modelleme problemlerinde öğrencilerin tüm aşamalara ilişkin yeterlikleri belli bir düzeyde sergileyebildikleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerindeki değişimin gözlenip değerlendirilmesinin amaçlandığı bu çalışmada katılımcıların genel itibariyle tüm ana yeterlikler bağlamında çalıştıkları söylenebilir.

Modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi için hazırlanan puanlama anahtarına bakıldığında öğrencilerin 2.hafta hariç problemi anlama yeterliklerini en üst düzeyde (Düzey 5-4 puan) sergiledikleri tespit edilmiştir. Bu durumun nedeni olarak öğrencilerin problemin matematiksel olarak çözümüne geçmeden önce problemi anlamak için verilenleri ve istenenleri belirleyerek durum hakkında uzun süre aralarında tartışmaları, birbirlerine sorular sormaları gösterilebilir. Bu durum özellikle son haftalara doğru daha çok gözlemlenebilir bir hale gelmiştir. Kant (2011), Şahin ve Eraslan (2016a), Ulu (2017), İnan (2018)ise gerçekleştirdikleri çalışmalarda bu çalışmanın aksine en az süre ayrılan aşamanın problemi anlama aşaması olduğunu ve öğrencilerin problem durumunu içselleştirmeden matematiksel fikirler sunmaya geçtiklerini tespit etmişlerdir. Bu çalışmada öğrencilerin modelleme sürecinde en başarılı oldukları aşamanın problemi anlama aşaması olduğu söylenebilir. Benzer şekilde Çiltaş ve Işık (2013)matematik

öğretmeni adayları ile, Yavuz Mumcu ve Baki (2017) ise lise öğrencileriyle gerçekleştirmiş oldukları çalışmaların sonunda öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini en etkili olarak problemi anlama aşamasında kullandıkları sonucuna ulaşmışlardır. Çiltaş (2011), bu durumun nedenini problem çözme aşamalarından ilki olan problemi anlama aşamasına öğrencilerin yatkın olmalarından kaynaklı olabileceği şeklinde açıklamıştır.

Uygulama süresince öğrenciler, problemi anlamak için kimi zaman önemli kelimelerin altını çizme kimi zaman da gerçek hayat deneyimlerinden örnekler sunma gibi farklı stratejilerden yararlanmışlardır. Öğrencilerin genel anlamda problemi sadeleştirme yeterliklerinde başarılı olmalarında bu durumun önemli bir etkisinin olduğu söylenebilir.

Problemi sadeleştirme aşamasında öğrenciler tarafından problemlerin çözümüne yönelik çok sayıda varsayımların oluşturulması, problemin daha iyi anlamlandırılması için internetten araştırma yapmaları, tartışmalar neticesinde duruma uygun olmayan varsayımların belirlenerek ayırt edilebilmesi gibi birçok çalışmanın başarılı bir şekilde gerçekleştirildiği söylenebilir. Modelleme problemlerinin öğrencilerin ilgilerini çekecek özellikte hazırlanmasının grup üyelerinin problemi sadeleştirme aşamasında bu denli başarılı olmaları üzerinde oldukça etkili olduğu düşünülmektedir. Maaß (2006), problemin içeriğinin öğrencilerin dikkatini çekecek özellikte olması ve onları motive etmesi sebebiyle öğrencilerin modelleme sürecinde daha başarılı olduklarını belirtmektedir.

Grup üyelerinin problem durumlarını daha iyi anlayabilmek, gerekli ve gereksiz değişkenleri belirleyebilmek için sık sık günlük yaşamla ilgili örnekler paylaşarak çeşitli fikirler üretmeleri dikkat çekmiştir. Benzer şekilde Şahin ve Eraslan (2016a)'nın gerçekleştirdiği çalışma sonuçları da öğrencilerin süreç boyunca günlük yaşamla ilişkili varsayımları denediklerini ortaya koymuştur.

Pilot uygulamanın yüz yüze eğitimin yapıldığı zamanda gerçekleştirilmesi, öğrencilerin sınıf ortamından uzaklaşıp varsayımlarını daha gerçek veriler üzerinden oluşturmalarını sağlamıştır. Pilot uygulama boyunca öğrencilerin okul ortamının dışına çıkarak gerçek veriler üzerinden varsayımları oluştururken Covid-19 pandemisinden dolayı Zoom

Cloud Meeting uygulaması üzerinden çevrimiçi olarak gerçekleştirilen asıl uygulamada ise varsayımlarını internetten araştırma yaparak oluşturmaya çalışmaları dikkat çekmiştir. Dolayısıyla matematiksel modelleme uygulamalarında çevrimiçi ortamın öğrencilerin modelleme yeterliklerini sergilemede kısıtlayıcı bir etkiye sahip olabileceği düşüncesiyle modelleme uygulamalarının öğrencilerin birbirleriyle etkileşim içerisinde olacak şekilde yüz yüze yapılmasına önem verilmelidir. Bununla birlikte öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişmesi isteniyorsa öğrencileri sınıf dışı uygulamalara yönlendirecek özellikteki matematiksel modelleme problemlerinin uygulanmasına ağırlık verilebilir. Benzer şekilde Özer ve Bukova Güzel (2020), sınıf dışı uygulamalarda öğrencilerin daha gerçekçi varsayımlarda bulunduklarını belirterek modelleme etkinliklerinin sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalarının bütünleştirilmesi tavsiyesinde bulunmuşlardır.

Matematiksel model oluşturma aşamasında öğrencilerden beklenen ilk davranış, problem durumunda yer alan nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematiğe aktarabilmeleridir. Gerçekleştirilen bu çalışma neticesinde öğrencilerin ilk iki hafta durumu matematikselleştirme konusunda oldukça zorlandıkları görülerek bu aşamadaki başarısızlıkları dikkat çekmiştir. Devam eden modelleme problemlerinde ise öğrencilerin daha çok matematiksel fikri öne sürerek birbirleriyle paylaşımları ve durumu matematikselleştirme konusunda daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Bu durum özellikle 5. ve 7.hafta uygulanan modelleme problemlerinden elde edilen bulgulara önemli ölçüde yansımıştır. Alınan dönütler doğrultusunda öğrenciler, oran ve yüzdelere konularında yeteri kadar bilgi sahibi olmadıklarından dolayı verilen problem durumunu nasıl matematikselleştirebilecekleri konusunda zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Bu bağlamda öğrencilerin mevcut öğrenme eksikliklerinin durumu matematikselleştirmelerine olumsuz yönde etki ettiği söylenebilir. Dolayısıyla elde edilen bu sonuçtan modelleme problemlerinin öğrencilerin öğrenme eksikliklerinin belirlenmesi noktasında etkili olduğu şeklinde bir çıkarımda bulunmak da mümkündür.

Araştırma bulgularından hareketle öğrencilerin problem durumunu yeteri kadar sadeleştirememeleri ve yanlış varsayımlarda bulunmalarının bir sonraki aşamada problem durumunun matematiksel olarak ifade edilmesinde olumsuz etkiye sahip olduğu sonucunu çıkarmak mümkündür. Dolayısıyla problem durumunun sadeleştirilme

yeterliğin sergilenme derecesi diğer modelleme yeterliklerinin ortaya konulmasında önemlidir (Mousoulides vd., 2008; Biccadd, 2010).

Matematiksel model oluşturma aşamasına ilişkin elde edilen bulgulardan hareketle dikkat çeken diğer bir sonuç ise öğrencilerin tüm modelleme problemleri süresince problem durumlarını matematiksel olarak ifade etmeye çalışmalarına rağmen herhangi bir matematiksel model geliştirme arayışında bulunmamalarıdır. Bu bağlamda öğrencilerin Blum ve Kaiser (1997)'in matematiksel model oluşturma aşamasına yönelik en üst düzeyde beklenen “uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafiksel olarak sunma” yeterliğini sergileyemedikleri tespit edilmiştir. Bu aşamada öğrencilerin matematiksel bir model oluşturmaktan daha çok ilgili nicelikler ve bunlar arasındaki ilişkileri matematikselleştirme ve gerektiğinde bu nicelikler arasındaki ilişkileri sadeleştirerek bunların sayısı ile karmaşıklığını azaltma yolunu tercih ettikleri görülmüştür. Bu nedenle öğrencilerin durumu matematiksel olarak ifade etmelerine rağmen grafik, bağıntı, denklem gibi yollarla matematiksel ilişkilendirme ve temsil yeterliklerinin oldukça zayıf olduğu söylenebilir. Nitekim Tanju (2020) da öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecinde temsil ve ilişkilendirme yeterliklerini incelediği çalışmada katılımcıların matematiksel temsilleri kullanmada oldukça başarısız olduklarını tespit etmiştir.

Hıdıroğlu ve Özkan Hıdıroğlu (2017) ile Baştürk (2021), çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin problemlerin çözümü için gereksiz ve hatalı çizimler yaptıklarını belirtmişlerdir. Hıdıroğlu ve Özkan Hıdıroğlu (2017) ile Baştürk (2021)'ün çalışma bulgularının aksine bu çalışmada öğrencilerin gerekli ve doğru çizimler yaptıkları ve bu çizimlerden doğru bir şekilde yararlandıkları söylenebilir.

Uygulama süresince grup üyelerinin matematiksel olarak çalışma yeterliklerinin Düzey 2 (1 puan) ile Düzey 3 (2 puan) arasında değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durumun oluşmasındaki tek etken öğrencilerin bir önceki aşamada durumu uygun bir şekilde matematikselleştirmelerine rağmen herhangi bir denklem, bağıntı, grafik gibi yollarla model geliştirme aşamasına geçememiş olmalarıdır. Dolayısıyla öğrencilerin matematiksel olarak çalışma yeterliklerini Düzey 3 seviyesinde sergiledikleri belirlenen modelleme problemlerinin tamamında matematiksel model oluşturma aşamasına ilişkin yaşanan matematiksel model geliştirme eksikliğinin etkisi olmuştur. Modelleme

sürecinde bahsi geçen bu eksikliğin yaşanmaması durumunda öğrencilerin Düzey 2 seviyesinde gözlenen matematiksel olarak çalışma yeterlikleri Düzey 4, Düzey 3 seviyesinde gözlenen matematiksel olarak çalışma yeterlikleri de Düzey 5 seviyesine kadar çıkacaktı.

Grup üyelerinin matematiksel olarak çalışma yeterliklerini çoğunlukla Düzey 3 seviyesinde sergilemeleri, öğrencilerin hangi durumlarda hangi matematiksel kavramlar ve işlemlerden yararlanmaları gerektiğinin farkında olduklarını ve dört işlem becerilerinde başarılı olduklarını göstermektedir. Tüm modelleme problemlerine ait çözüm kâğıtları incelendiğinde gerçekleştirilen matematiksel çözümlerin hiçbirinde hesaplama hatasının olmaması dikkat çekmiştir. Bu durumun oluşmasında grup üyelerinin çözümlerini yaparken ulaştıkları sayısal sonuçların doğruluğunu kontrol etmeleri etkili olmuştur.

Kimi zaman öğrencilerin problem durumunu matematikselleştirme aşamasında verilen nicelikleri seçme ve sınıflandırma yoluyla puanlama sistemini kullandıkları söylenebilir. Benzer şekilde English (2006)'ın çalışmasında 6.sınıf öğrencilerinin “Tüketici Rehberi” probleminde, Eraslan (2012)'in çalışmasında öğretmen adaylarının “Takım Sıralama” probleminde, İnan (2018)'in çalışmasında 7.sınıf öğrencilerinin “Hava Durumu”, “Araba” ve “Çim Biçme” problemlerinde puanlama fikrinden yararlandıkları belirlenmiştir.

Grup üyeleri, matematiksel olarak çalışma aşamasına yoğun süre ayırdıkları modelleme problemlerinde elde etmiş oldukları matematiksel çözümlerin sonuçlarını ifade etme noktasında tablo gösterimini kullanmayı tercih etmişlerdir. Benzer şekilde Eraslan (2012) da ilköğretim matematik öğretmen adaylarının modelleme problemi olarak Takım Sıralama problemi üzerinde çalışmalarını istediği araştırmada çalışma grubunun toplam maç sayısı ve buna bağlı olarak galibiyet, mağlubiyet ve beraberlik sayılarını tespit ederek tablolaştırmadan yararlandıklarını gözlemlemiştir. Öğrencilerin matematiksel sonuçları tablo halinde göstermeleri sayesinde hangi duruma ilişkin nasıl bir matematiksel sonuç elde ettikleri ve durumu gerçek yaşam bağlamında yorumlama konusunda zamanı daha etkili olarak kullanabildikleri söylenebilir.

Modelleme yeterliklerinin incelenmesi için hazırlanan dereceli puanlama anahtarına bakıldığında ki grupta bulunan öğrencilerin de yorumlama yeterliğini sergilemede oldukça başarılı oldukları söylenebilir. Uygulama süresince grup üyelerinin yorumlama yeterliklerini en düşük Düzey 2 (1 puan) seviyesinde sergilemeleri, öğrencilerin elde etmiş oldukları matematiksel çıktıları eksik te olsa hiç yorumlamadan bir sonraki aşamaya geçemediklerini göstermektedir.

Çalışma sonunda öğrencilerin ya durumu matematikselleştirme konusunda hata yaptıkları için ya da gerçekleştirmiş oldukları matematiksel çözümlerde eksiklikler olduğu için yorumlama yeterliklerini sergilemede güçlük çektikleri söylenebilir. Elde edilen bu çıkarım, matematiksel modelleme süreci içerisinde yer alan aşamaların birbiriyle ilişkili olduğu bilgisini kanıtlar niteliktedir.

Grup üyeleri ilk hafta uygulanan “Takım Kurmaca” probleminde takım oyuncularının belirlenmesi noktasında hangi performans değerlerini dikkate alacakları ve durumu nasıl matematikselleştirecekleri konusunda gerçekleştirdikleri çalışmalar hakkında doğrulama mekanizması olarak araştırmacıyı görmüşler, “Böyle yaparsak oyuncuları doğru seçer miyiz, 2’lik ve 3’lükleri toptasak mı daha iyi yoksa ortalamasını mı alsak daha iyi?” şeklinde sorular yöneltmişlerdir. Bunun üzerine araştırmacı herhangi bir müdahalede bulunmasının doğru olmayacağını belirterek sormuş oldukları sorulara grup içerisinde tartışarak cevap aramaları gerektiğini ifade etmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesinin hedeflendiği çalışmalarda araştırmacıların sabırlı bir şekilde davranarak öğrencilerin çalışmalarına herhangi bir müdahalede bulunmamaları gerektiği önerilmektedir.

Öğrencilerden alınan teyitler doğrultusunda problem durumu hakkında daha fazla zaman harcamak istemedikleri ve bir an önce raporu yazma aşamasına geçmek istedikleri gerekçesiyle hatalarını düzeltmek için çalışmadıkları tespit edilmiştir. Hıdıroğlu vd.(2014) ile İnan (2018) öğrencilerin matematiksel modelleme süreçlerini incelemek için gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarda da öğrencilerin doğrulama aşamasına dair hiçbir yaklaşımda bulunmadıklarını belirlemiş, bu durumun bir sebebi olarak öğrencilerin rutin problemlerde olduğu gibi bir an önce sonuca ulaşma eğiliminde olmalarını göstermişlerdir. Kimi zaman ise grup üyeleri, yapmış oldukları çalışmaların doğruluğundan emin oldukları gerekçesiyle herhangi bir doğrulama

yaklaşımında bulunmadıklarını ifade etmişlerdir. Bu bağlamda Aydın Güç (2015)'ün de araştırma sonucunda belirttiği gibi duyuşsal faktörler modelleme yeterliklerinin ortaya çıkmasında etkili olmuştur.

Bir yandan doğrulama yeterliklerini sergilemede öğrencilerin Düzey 1 seviyesinden Düzey 4 seviyesine kadar çıkmaları önemli bir gelişme olarak görülürken diğer yandan da hazırlanan dereceli puanlama anahtarına göre Düzey 7 seviyesine kadar tanımlanan doğrulama aşamasında öğrencilerin yeterliklerini en fazla Düzey 4 seviyesine kadar sergileyebilmeleri, bu aşamada ne kadar güçlük çektiklerini göstermektedir. Bu anlamda modelleme yeterlikleri arasında en az gelişme gösteren yeterliğin doğrulama yeterliği olduğu söylenebilir. Çeşitli araştırma bulguları da elde edilen bu sonucu destekler niteliktedir (Maaß, 2006; Blum, 2011; Bukova Güzel, 2011; Ji, 2012; Dinç, 2020; Özgen ve Şeker, 2021). Bu durum öğrencilerin modelleme yeterliklerinden almış oldukları toplam puanlara da yansımış, uygulama süresince öğrencilerin doğrulama yeterliğine ilişkin almış oldukları puan 3 puanın üzerine çıkamadığı için modelleme yeterliklerinin 27 puan üzerinden değerlendirildiği bu çalışmada öğrenciler toplamda en fazla 20 puan alabilmişlerdir. Bukova Güzel (2011), Gatabi ve Abdolahpour (2013), Duran vd. (2016), Yurtsever (2018) de çalışma grubunu oluşturan katılımcıların doğrulama aşamasında yetersiz kaldıklarını ifade etmişlerdir.

Öğrencilerin doğrulama yaklaşımında bulundukları tüm modelleme problemleri incelendiğinde grup üyelerinin kısmen doğrulama yaklaşımında bulundukları için en fazla Düzey 4 seviyesine kadar ulaşabildikleri belirlenmiştir. Burada grup üyelerinin doğrulama yaklaşımında bulunurken varsayımlardan, oluşturulan matematiksel ifadelerden, gerçekleştirilen yorumlamalardan ziyade genellikle matematiksel işlemlerin doğruluğunu test etmeleri etkili olmuştur. Çalışmanın bu bulgusu, öğrencilerin sadece işlemleri kontrol ettiği sonucuna ulaşan Nakiboğlu ve Kalın (2009), Ulu (2017) ile İnan (2018)'in çalışmalarının bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Öğrencilerin kısmen doğrulama yaklaşımında bulundukları şeklinde bir değerlendirmenin yapılmasında grup üyelerinin hiçbir modelleme problemde problemin farklı çözüm yollarının olup olmadığını sorgulamamaları da etkili olmuştur. Halbuki modelleme probleminin en önemli özelliklerinden birisi de birden fazla çözümünün olmasıdır. Bu durum öğretmenlerin derslerde problemlerin tek bir yoldan çözümlerini göstermeleri ve

problemlerin çözümleri yapıldıktan sonra öğrencileri başka çözüm yollarının aranması konusunda yönlendirmemeleri ile ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla öğretmenlerin derslerde çok soru çözmek yerine bir problemin farklı yollardan çözülmesine daha çok önem vermelerinin gerekli olduğu düşünülmektedir.

Kaiser ve Maaß (2007) ile Biccard ve Wessels (2011), öğrencilerin uzun süreli modelleme problemleri ile daha zengin yaklaşımlar sergilediklerini ve bu durumun da modelleme yeterliklerindeki gelişime katkısının göz ardı edilemeyeceğini ifade etmektedirler. Bu çalışmada da öğrencilerin daha uzun süre çalıştıkları modelleme problemlerinde genel itibarıyla modelleme yeterliklerini daha yüksek seviyelerde sergiledikleri belirlenmiştir. Grup üyelerinin ortalama 82 dakika süreyle çalıştıkları “Gülten DAYIOĞLU ile Buluşmaya Ne Dersin?” ile ortalama 96 dakika zaman ayırdıkları “Polis Soyguncunun Peşinde!” isimli modelleme problemlerinden elde edilen bulgular bu sonucu destekler niteliktedir. Diğer modelleme problemlerine kıyasla bu modelleme problemlerinde öğrencilerin elde ettikleri matematiksel sonuçların gerçek yaşam durumlarına uygun olup olmadığı konusunda daha çok tartıştıkları ve süreç boyunca oluşturdukları varsayımların, matematiksel ifadeler ile çözümlerin doğruluğu hakkında daha çok sorgulamada bulundukları dikkat çekmiştir. Bu nedenle öğrencilerin bu modelleme problemlerinde daha uzun süre çalışmalarının yorumlama ve doğrulama aşamalarına daha çok zaman ayırmalarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu noktada grup üyelerinin uygulama süresince yorumlama ve doğrulama yeterliklerini sergilemede yetersiz kaldıkları sonucu dikkate alındığında öğrencilerin bu aşamalara ilişkin gerçekleştirdikleri çalışmalara daha uzun süre ayırdıklarında bu yeterliklerin gelişme gösterdiği söylenebilir.

Uygulama süresince öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerini çoğunlukla Düzey 2 seviyesinde sergiledikleri görülmüştür. Bu nedenle diğer modelleme yeterliklerine kıyasla öğrencilerin raporlaştırma yeterliğinin gelişime daha dirençli olduğu söylenebilir. Öğrencilerin ilgili modelleme problemlerine ilişkin yazmış oldukları raporların bir kısmında oluşturulan varsayımlar hakkında herhangi bir bilgilendirmenin yapılmadığı, bir kısmında oluşturulan varsayımlarla ilgili kısmen bilgi verildiği, bir kısmında problem durumunun nasıl matematikselleştirildiği hakkında herhangi bir açıklamanın yapılmadığı, bir kısmında matematiksel çözümlerin nasıl gerçekleştirildiği

hakkında herhangi bir bilgilendirmenin yapılmadığı, bir kısmında matematiksel çözümlerin nasıl gerçekleştirildiği hakkında sınırlı ölçüde bilgi verildiği, bir kısmında ise gerçekleştirilen yorumlamalara ilişkin sınırlı ölçüde bilgi aktarıldığı tespit edilmiştir. Burada grup üyelerinin son iki modelleme problemine ilişkin (6.hafta ve 7.hafta) yazmış oldukları raporlardaki eksikliğin oldukça azalma gösterdiği ve öğrencilerin raporlaştırma yeterliklerinden kaynaklanan eksikliğin uygulama süresince sürekli olarak farklılık gösterdiği söylenebilir. Bununla birlikte grup üyelerinin uzun süren çalışmaları boyunca genellikle en az süreyi raporu yazma aşamasına (ortalama 4,5 dk) ayırdıkları belirlenmiştir. Dolayısıyla yazılan raporların çoğunun kısa olması ve yapılan çalışmalar hakkında bir ölçüde bilgi edinmeye imkân sağlaması dikkat çekmiştir. Alınan dönütler doğrultusunda öğrenciler, bu durumun farkında olmadıklarını ve yazmış olduklarının yeterli olacağını düşündüklerini ifade etmişlerdir. Bu durumun öğrencilerin problemi çözüme kavuşturduktan sonra raporu yazma aşamasının pek de önemli olmadığını düşünmelerinin yanı sıra uzun süren çalışmalardan sonra raporu bir an önce yazıp teslim etmek istemelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Öğrencilerin modelleme problemi üzerindeki çalışma süreleri arttıkça raporlaştırma aşamasına ayırdıkları sürenin azaldığı şeklindeki araştırmacı gözlem notubu düşünceyi desteklemektedir. Böylece öğrencilerin rapor yazmak için ayırdıkları süre attıkça raporlaştırma yeterliklerini sergilemede daha başarılı oldukları söylenebilir. Öğrencilerin yazmış oldukları raporlarda gerçekleştirmiş oldukları tüm çalışmalara ayrıntılı bir şekilde yer vermemelerinde araştırmacının süreç boyunca öğrencilerin yanında bulunmasının bir sonucu olarak yapmış oldukları her bir çalışma hakkında bilgi sahibi olduğu düşüncesinin de etkisi olabilir.

Grup üyelerinin yazmış oldukları raporlarda matematiksel olarak herhangi bir gösterimin yer almaması dikkat çekmiş, öğrencilerin çözüm süreci hakkındaki bilgilendirmeyi sadece sözel olarak ifade ettikleri görülmüştür. Şahin ve Eraslan (2016a)'ın çalışma sonucu da bu durumla örtüşmektedir.

Bu çalışmada kullanılan tüm matematiksel modelleme problemlerinin güçlüklerinin birbirine eşit düzeyde olacak şekilde oluşturulmasına rağmen öğrencilerin haftalık matematiksel modelleme süreçlerinde dikkat çekecek nitelikte değişimler gerçekleşmiştir. Bu durumun matematiksel modelleme problemlerinin farklı içeriklere

sahip olmasından dolayı kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü hazırlanan matematiksel modelleme problemleri, her ne kadar aynı güçlükte de olsa problem durumunun yapısından dolayı öğrenciler bu güçlüğü farklı düzeylerde algılamış olabilirler. Nitekim 6. sınıf öğrencilerinin 3 adet matematiksel modelleme problemi üzerinde çözüm süreçlerini inceleyen Çoksöyler (2020), süreç boyunca problemlerin yapısından kaynaklı olarak öğrencilerin modelleme yeterliklerini sergileme düzeylerinin değişkenlik gösterdiği sonucuna ulaşmıştır.

Daha önce matematiksel modelleme problemleriyle karşılaşmayan öğrencilerin uygulamalar devam ettikçe modelleme problemlerine daha çok alıştıkları görülmektedir. İlk hafta süreç içerisinde ne yapacakları ve süreci nasıl yönetecekleri hakkında şaşkın davranan öğrenciler, her hafta yeni bir modelleme problemiyle karşılaştıkça hangi aşamada ne yapmaları gerektiğini kanıksamış hale gelmişlerdir. Bu bağlamda ilk hafta problem durumunu okuduktan hemen sonra ne yapmaları gerektiği sorusuna cevap bulmak için vakit harcayan öğrencilerin modelleme problemlerine alıştıkça süreci daha hızlı ve etkin olarak yönetebildikleri görülmüştür. Bu durum öğrencilerin modelleme yeterliklerine de olumlu bir şekilde yansımış, uzun süren farklı modelleme problemleri sayesinde süreci artık kanıksamış hale gelen öğrencilerin modelleme yeterliklerinde bir gelişimin gözleneceği beklentisi karşılanmıştır.

Zengin (2019), 8.sınıf öğrencilerinin ilk elden matematiksel modelleme problemleriyle matematik öğrenmelerini ve akıl yürütmelerini anlamak, öğretim kararlarını buna göre şekillendirmek, daha etkili bir öğrenimin gerçekleşmesini sağlamak için matematiksel modelleme etkinliklerinin ders içi uygulamalarının değerlendirilmesine yönelik bir yaklaşım sunmayı hedeflediği çalışmasında öğrencilerin başlangıçta grup dinamiğini kullanmayıp bireysel hareket etme eğilimindeyken ilerleyen modelleme problemlerinde grup içi etkileşimin artış gösterdiğini tespit etmiştir. Bu çalışmada ise öğrencilerin ilk hafta problem durumunu okuduktan sonra daha önceki aşamalarda grup halinde çalışmalarını sürdürmelerine rağmen matematiksel model oluşturma ve matematiksel olarak çalışma aşamalarında daha çok bireysel olarak çalışmayı tercih etmeleri dikkat çekmiştir. Öğretmenlerin derslerde öğrencilerin grup halinde çalışmalarına imkân sağlayacak aktivitelere yer vermemeleri ve öğrencilerin problemleri bireysel olarak çözmeye alışkın olmaları nedeniyle ilk hafta böyle bir durumun yaşandığı söylenebilir.

Ancak ilerleyen haftalarda öğrencilerin grup çalışmasına alıştıkça problem durumunu tartışarak matematikselleştirdikleri, matematiksel işlemlerini birlikte gerçekleştirerek çözümleri ve ulaştıkları matematiksel sonuçları kontrol ettikleri görülmüştür. Bununla birlikte öğrencilerin grup çalışmalarını etkili olarak kullandıkları tespit edilen modelleme problemleri üzerinde modelleme yeterliklerinin de yüksek düzeyde olması dikkat çekmektedir. Nitekim Delice ve Taşova (2011), grup çalışmasının öğrencilerin modelleme problemlerini çözme başarılarını arttırıp matematiksel modelleme sürecini olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir.

Farklı başarı düzeylerine sahip olan öğrencilerin grup halinde çalışmalarının sağlandığı pilot uygulamada başarı düzeyi daha düşük olan öğrencilerin zaman zaman diğer arkadaşlarına göre daha çok sürecin içerisine katılarak çeşitli varsayımlarda bulundukları, problemin çözülmesi noktasında farklı matematiksel fikirleri öne sürdükleri gözlenmiştir. Ayrıca İnan (2018)'ın 7.sınıf öğrencileriyle gerçekleştirmiş olduğu çalışmanın aksine pilot uygulamada öğrenciler, kendisinden akademik olarak daha başarılı olan arkadaşının fikrinin doğru olduğu düşüncesiyle kendi fikrini söylemekten vazgeçmemiş, sunulan fikirleri sorgulamadan kabul etme eğiliminde olmamışlardır. Araştırmacı gözlem notlarından elde edilen bu sonuçlar, başarı düzeyi düşük olmasına rağmen modelleme sürecinde başarılı olabilen öğrencilerin varlığına işaret etmektedir. Tespit edilen bu durum, birçok çalışma sonucuyla paralellik göstermektedir (Kaiser ve Schwarz, 2006; Blum ve Ferri, 2009; Bakırcı, 2016; Çora, 2018; Nam, 2018; Kocayayla, 2019).

Tanner ve Jones (1995), bu durumu başarılı bir matematiksel modelleme için bilginin yanı sıra öğrencilerin hangi bilgiyi nerede kullanacaklarını da bilmeleri gerektiği şeklinde açıklamıştır.

Pilot uygulama süresince başarı düzeyleri farklı olan öğrencilerin genel anlamda grup çalışmalarını etkili bir şekilde sergilemelerine rağmen zaman zaman tersi durumların oluştuğu da gözlenmiştir. Arkadaşlarına göre başarı düzeyi daha düşük olan öğrencilerin uygulama sonlarında doğru çalışmalara katılmamaları ve sadece seyirci konumuna geçeleri dikkat çekmiştir. Bu durumun oluşmasında bazı öğrencilerin uygulamanın sonlarına doğru çalışmaya ilgilerinin azalmasının etkili olduğu söylenebilir. Deniz (2014) ile Sağiroğlu (2018)'nin çalışmalarında da başarı düzeyi düşük olan öğrencilerin

ilk modelleme problemlerinde katılımlarının yüksek olmasına rağmen ilerleyen süreçte süreçten koptukları görülmüştür.

Eker (2020), gerçekleştirmiş olduğu çalışmada modelleme etkinliği sırasında düşüncelerini savunma, soru sorma, ispatlama, açıklama ve arkadaşlarını ikna etme şeklindeki davranışların grup üyeleri tarafından sergilendiği sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışma neticesinde de öğrencilerin sürekli olarak problemi daha iyi anlamak için birbirlerine soru sormaları, problemin matematiksel olarak ifade edilebilmesi için en uygun varsayımların oluşturulması konusunda birbirleriyle tartışmaları, kendi deneyimlerinden örnekler vererek sunmuş oldukları önerilerin grup arkadaşları tarafından kabul edilmesini sağlamaya çalışmaları, raporun nasıl yazılacağı konusunda sürekli olarak diyalogların gerçekleştirilmesi dikkat çekmiştir. Ayrıca okulda yapılan sınavlardan yüksek notlar almalarına rağmen derslerde kendilerini ifade etmekte zorlanan öğrencilerin bir sonraki modelleme probleminin uygulamasına geçtikçe arkadaşlarıyla daha iyi iletişim kurdukları, düşüncelerini daha başarılı bir şekilde ifade edebildikleri ve özgüvenlerinin dikkat çekecek şekilde ilerleme kaydettiği tespit edilmiştir. Bu noktada matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin sosyal becerilerini geliştirmede oldukça etkili olduğu söylenebilir. Bu sonuç, English vd. (2005)'in modellemeyi öğrencilerin etkili iletişim ve takım çalışması becerilerini geliştirdiği küçük gruplar için tasarlanan bir aktivite olarak görmeleri düşüncesi ile örtüşmektedir. Benzer şekilde Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014) model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin düşüncelerini açığa çıkarmakla birlikte sosyal gelişimini de sağladığını ifade etmektedir.

Çalışma kapsamında matematiksel modelleme problemlerinin tasarlanması ve geliştirilmesi sürecinin oldukça zahmetli ve zor olduğu deneyimlenmiştir. Ancak bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan da anlaşılacağı üzere modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi isteniyorsa uygulanan modelleme problemlerinin öğrencilerin ilgi alanları ile bağlantılı olması oldukça önemlidir. Dolayısıyla benzer çalışmalarda her ne kadar zahmetli ve zaman alıcı da olsa araştırmacılara literatürdeki hazır modelleme problemlerini kullanmalarından ziyade ilgili çalışma gurubunun dikkatini çekecek özelliklere sahip güncel modelleme problemlerini tasarlayıp geliştirmeleri önerilmektedir. Böylece literatürdeki modelleme problemlerinin hem çeşitliliği hem de

sayısı artırılmış olup araştırmacılara ve matematiksel modellemeyi öğrenme ortamında kullanacak olan öğretmenlere zengin bir içerik sunulacaktır.

Çalışmanın bulguları, öğrencilerin sunulan modelleme problemlerini gerçek yaşamla ilişkilendirmelerinde deneyimlerinin önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Nitekim Hıdıroğlu ve Özkan Hıdıroğlu (2017) da gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda, var olan gerçek yaşam problem durumu deneyimlerinin stratejik etkenleri ortaya çıkarmalarında ve gerçek yaşam ilişkilerini daha rahat kurabilmelerinde öğrencilere fırsat sağladığına dikkat çekmiştir. Dolayısıyla gerçekleştirilmesi planlanan modelleme çalışmalarında güncel ve öğrencilerin gerçek yaşamla ilgisini belirleyebilecek nitelikteki modelleme problemlerinin kullanılması önerilmektedir.

Hazırlanan problem durumlarında yer alan uyarıcıların öğrencilerin modelleme süresince daha istekli çalışmalarında etkili olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla modelleme problemlerini oluşturma çalışmalarında fotoğraflar, haber yazıları, didaktik özellikteki metinler, çizimler gibi çeşitli uyarıcılara yer verilmesi önerilmektedir. Hatta video, ses kayıtları, 3 boyutlu grafik çizimleri veya temsiller gibi teknolojik materyallerden yararlanılarak da bu uyarıcıların oluşturulması sağlanabilir.

Çalışmanın uygulama aşamasına geçmeden önce matematiksel modelleme uygulamalarının gerçekleştirilmesi için uygun ortamın ve araştırmacı rolünün nasıl olması gerektiği, öğrencilerin modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi hususunda nelere dikkat edilmesi gerektiği konusunda ilgili alanyazın detaylı olarak okunmuş, matematiksel modelleme konusundaki uzman olan öğretim elemanlarının bilgi ve tecrübelerinden yararlanılmıştır. Ayrıca matematiksel modelleme konusunda gerçekleştirilen çevrimiçi konuşmalar ve yayınlar takip edilerek katılım sağlanmıştır. Bu doğrultuda “Matematik_US”, “Erzincan BİLSEM”, “Denizli İl Milli Eğitim Müdürlüğü AR-GE Birimi Uzaktan Eğitim Seminerleri” isimli Youtube kanalları takip edilebilir. Bununla birlikte bu çalışma sayesinde uygulayıcı olan kişilerin bilgi sahibi olmalarının yanı sıra matematiksel modelleme konusunda deneyim yaşamış olmalarının da bir o kadar önemli olduğu anlaşılmıştır. Bu bağlamda daha önce matematiksel modelleme konusunda hiçbir deneyimi olmayan araştırmacının gerçekleştirilen pilot uygulama sayesinde sahip olduğu bilgi birikiminin yanı sıra matematiksel modelleme sırasında öğrencilerin nasıl bir süreçten geçtikleri, hangi bilişsel süreçlerin ortaya çıktığı,

öğrencilerin hangi modelleme yeterliklerini sergilemede zorlandıkları, bir matematiksel modelleme probleminin çözüme kavuşturulması için ortalama ne kadar süre ayrılması gerektiği, öğrencilerin daha verimli çalışabilmeleri için fiziksel ortamın nasıl olması gerektiği, hangi durumlarda uygulayıcının müdahalede bulunması gerektiği gibi birçok soruya cevap aranmıştır. Dolayısıyla matematiksel modelleme konusunda deneyimi olmayan uygulayıcılara asıl uygulamaya geçmeden önce ön uygulama(lara) yer vermeleri önerilmektedir. Bununla birlikte ne kadar bilgi ve deneyime sahip olursa da bazı durumlarda zorluklarla karşılaşılabilceği unutulmamalıdır.

Yüz yüze gerçekleştirilen pilot uygulamada öğrencilere çalışmalarını tamamlayacakları zamana kadar beklenecği ifade edilmesine rağmen öğrencilerin ders bitimine doğru çalışmalarını hızlandırdıkları ve zil çalmadan çalışmalarını tamamlamak istedikleri görülürken online ortamda gerçekleştirilen asıl uygulama aşamasında ise öğrencilerin zaman kavramını hissettirmeden daha rahat çalışabildikleri ve çalışmaları için daha fazla zaman ayırdıkları görülmüştür. Bunun yanı sıra asıl uygulamada internet bağlantısında yaşanan sorunlardan dolayı öğrencilerin gerçekleştirdikleri konuşmalar zaman zaman kesintiye uğramış, matematiksel ölçümler yapmak için öğrencilerin bahçeye çıkmak istemeleri üzerine yapmış oldukları ölçümlerin doğrudan gözlenmesi yerine bu süreç, fotoğraf veya anlatım üzerinden değerlendirilmiştir. Dolayısıyla matematiksel modelleme uygulamalarının çevrimiçi ortamda yapılmasının bazı durumlarda avantajlı, bazı durumlarda ise dezavantajlı olduğu söylenebilir.

Bu çalışma, matematik dersi ortalaması 80 üzerinde olan başarı düzeyi yüksek öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama aşamasının çalışma grubunu başarı düzeyi farklı olan öğrenciler oluşturmuş olsa da bu aşamada araştırmacı ve danışman tarafından tasarlanan modelleme problemlerinin matematiksel modelleme için ne derece uygun olduğu incelenmiş, sergilemiş oldukları modelleme yeterlikleri dikkate alınmamıştır. İlgili literatürde yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunun da (Sönmez, 2016; İnan, 2018; Çakan, 2019; Uyar, 2019) matematik dersi ortalaması yüksek olan öğrencilerle yapıldığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla ders başarısı düşük olan öğrencilerin de benzer çalışmalara katılmaları sağlanarak modelleme yeterlikleri incelenebilir, matematik başarı düzeyinin matematiksel modelleme sürecine etkisi araştırılabilir.

Bu çalışmadaki veriler, 7.ve 8.sınıf öğrencilerinin birlikte çalışmalarıyla elde edilmiştir. Benzer şekilde farklı sınıf düzeylerinde öğrenim gören öğrencilerin modelleme problemleri üzerinde birlikte çalışmaları sağlanarak farklı bilişsel düzeylere sahip öğrencilerin çalışmalarda birbirlerini nasıl etkiledikleri araştırılabilir veya farklı sınıf düzeylerinde öğrenim gören öğrencilerin aynı matematiksel modelleme problemleri üzerinde ayrı ayrı çalışmaları sağlanarak modelleme yeterlikleri karşılaştırılabilir.



KAYNAKLAR

- Abay, S. ve Gökbulut, Y. (2017) "Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri: Fermi problemleri uygulamaları", *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*,9, 65-83.
- Akkeleş, A. "Matematik ve bilimdeki yeri", <https://www.google.com/amp/s/haberkibris.com/amp/matematik-ve-bilimdeki-yeri--2013-07-10.html>, Son erişim tarihi: 09.10.2020.
- Albayrak, E. (2017) "Türkiye'de matematik eğitimi alanında yayınlanan matematiksel model ve modelleme araştırmalarının betimsel içerik analizi", Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Altun, M. (2012) "Problem Çözme", İlköğretim 2. Kademe (6, 7, 8. sınıflarda) Matematik Öğretimi, *Alfa Aktüel*, Bursa, 79-143.
- Altun, M. (2020) "Bir yeterlik alano olarak matematiksel modellemenin yeniden gözden geçirilmesi", *International Conference on Science, Mathematics, Entrepreneurship and Technology Education*, 2(1), 319-328.

- Ambarita, S. M., Asri, L., Agustina, A., Octavianty, D. and Zulkardi, Z. (2018) "Mathematical modeling skills on solving PISA problems", *Journal of Physics: Conference Series*, Indonesia: Yogyakarta, 1-7.
- Ang, K. C. (2010) "Teaching and Learning Mathematical Modelling with Technology", *Paper presented at the 15th Asian Technology Conference in Mathematics*, Malaysia: Kuala Lumpur, 1-12.
- Anhalt, C. O. and Cortez, R. (2015). "Developing understanding of mathematical modeling in secondary teacher preparation", *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19, 523-545.
- Antonius, S., Haines, C., Jensen, T. H., Niss, M. and Burkhardt, H. (2007) "Classroom activities and the teacher", *Modelling and Applications in Mathematics Education*, W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Springer*, New York, 295-308.
- Arastaman, G., Fidan, İ. Ö. ve Fidan, T. (2018) "Nitel araştırmada geçerlik ve güvenirlik: Kuramsal bir inceleme", *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 37-75.
- Arzarello, F., Ferrara, F. and Robutti, O. (2012). "Mathematical modelling with technology: The role of dynamic representations", *Teaching Mathematics and Its Applications*, 31(1), 20-30.
- Ata Baran, A. (2019) "Matematiksel modellemeye dayalı bir öğretim deneyinde sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel iletişim becerilerinin, matematik okuryazarlıklarının ve duyuşsal özelliklerinin incelenmesi", Doktora Tezi, *Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.
- Aydın Güç, F. (2015) "Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi", Doktora Tezi, *Karadeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Aydın Güç, F. ve Baki, A. (2016) "Matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme ve değerlendirme yaklaşımlarının sınıflandırılması", *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(3), 621 - 645.
- Aztekin, S. ve Taşpınar Şener, Z. (2015) "Türkiye'de matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının içerik analizi: Bir meta-analiz çalışması", *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 40(178), 139-161.
- Bakırcı, C. (2016) "Matematiksel modelleme etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin PISA matematik başarı düzeylerine etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Bal, A. P. ve Doğanay, A. (2014) "Sınıf öğretmenliği adaylarının matematiksel modelleme sürecini anlamalarını geliştirmeye yönelik bir eylem araştırması", *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1363-1384.

- Baltacı, A. (2019) "Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır?", *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*,5(2), 368-388.
- Başkale, H. (2016) "Nitel araştırmalarda geçerlik, güvenirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi", *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*,9(1), 23-28.
- Başkan Takaoğlu, Z. (2015) "Matematiksel modelleme kullanılan fizik derslerinin öğretmen adaylarının ilgi, günlük hayat ve diğer derslerle ilişkilendirmelerine etkisi", *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*,12(1), 223-263.
- Baştürk, V. (2021) "Altıncı sınıf öğrencilerinin cebirsel problemleri matematiksel modellemeyi kullanarak çözme becerilerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.
- Berry, J. and Houston, K. (1995) "Students using posters as a means of communication and assessment", *Educational Studies in Mathematics*,29(1), 21-27.
- Biber, A. ve Ulaş, M. Y. (2013) "Öğrencilerin küme problemlerinde sergiledikleri modelleme becerilerinin incelenmesi", *International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*,8(8), 287-298.
- Biccard, P. (2010) "An investigation into the development of mathematical modelling competencies of grade 7 learners", Doctoral Dissertation, *Stellenbosch University Faculty of Education*, Stellenbosch.
- Biccard, P. and Wessels, D. (2011) "Development of affective modelling competencies in primary school learners", *Pythagoras*, 32(1), 1-9.
- Biembengut, M. S. (2007) "Modelling and applications in primary education", *Modelling and Applications in Mathematics Education*, W. Blum, P. L. Galbraith, H.W. Henn and M. Niss (Eds.), *Springer*, Boston, 451-456.
- Blomhøj, M. and Jensen, T. H. (2003) "Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning", *Teaching Mathematics and its Applications*,22(3), 123-139.
- Blomhøj, M. and Jensen, T. H. (2007) "What's all the fuss about competencies?", *Modelling and Applications in Mathematics Education*, W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Springer*, New York, 45-56.
- Blum, W. (1996) "Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht-Trends und Perspektiven", *Schriftenreihe Didaktik der Mathematik*,23, 15-38.
- Blum, W. (2002) "ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education- discussion document", *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 34(5), 229-239.
- Blum, W. (2011) "Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research", *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling*, G.

- Kaiser, W. Blum, R. Borremeo Ferri and G. Stillman (Eds.), **Springer**, New York, 15-30.
- Blum, W. and Ferri, R. B. (2009) "Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt?", **Journal of Mathematical Modelling and Application**, 1(1), 45-58.
- Blum, W. and Kaiser, G. (1997) Vergleichende Empirische Untersuchungen zu Mathematischen Anwendungsfähigkeiten von Englischen und Deutschen Lernenden, **Application to Deutsche Forschungsgesellschaft**, Deutschland, 57-82.
- Blum, W. and Niss, M. (1989) "Mathematical problem solving, modelling, applications and links to other subjects- state, trends and issues in mathematics instruction", Modelling Applications and Applied Problem Solving Teaching Mathematics in Real Context, M. Niss, W. Blum and I. Huntley (Eds.), **Ellis Horwood**, Chichester, 1-36.
- Boaler, J. (2001) "Mathematical modelling and new theories of learning", **Teaching Mathematics and its Applications**, 20(3), 121-128.
- Borromeo Ferri, R. (2006) "Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process", **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, 38(2), 86-95.
- Bukova Güzel, E. (2011) "An examination of pre-service mathematics teachers' approaches to construct and solve mathematical modeling problems", **Teaching Mathematics and Its Applications**, 30(1), 19-36.
- Bukova Güzel, E. (2016) Mathematical modeling in mathematics education for researchers, educators and students, **Pegem Akademi**, Ankara, 68-72.
- Bukova Güzel, E. ve Uğurel, I. (2010) "Matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki", **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 29(1), 69-90.
- Carlson, M. P., Larsen, S. and Lesh, R. (2003) "Integrating a models and modeling perspective with existing research and practice", A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching, R. Lesh and H. M. Doerr (Eds.), **Lawrence Erlbaum Associates**, Mahwah, 465-478.
- Chamberlin, M. (2004) "Design principles for teacher investigations of students work", **Mathematics Teacher Education and Development**, 6, 52-62.
- Chamberlin, S. A. and Coxbill, E. (2012) "Using model-eliciting activities to introduce upper elementary students to statistical reasoning and mathematical modeling", Quantitative Reasoning and Mathematical: A Driver for STEM Integrated Education and Teaching in Context, L. Hatfield and R. Mayes (Eds.), **University of Wyoming College of Education**, Laramia, 169-179.
- Chamberlin, S. A. and Moon, S. M. (2008) "How Does the Problem Based Learning Approach Compare to the Model-Eliciting Activity Approach in

Mathematics?", *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*,9(3), 78-105.

Chan, E. M. (2008) "Using model-eliciting activities for primary mathematics classrooms", *The Mathematics Educator*, 11(1), 47-66.

Creswell, J. W. (2013) Nitel Araştırma Yöntemleri, M. Bütün ve S. B. Demir (Eds.), *Siyasal Kitabevi*, Ankara, 125-142.

Çakan, M. (2019) "Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerine ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematik öğretmenleri tarafından değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Sivas.

Çakmak Gürel, Z. (2018) "Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinin bilişsel açıdan incelenmesi", Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.

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

Çelik, H., Baykal, N. B. ve Memur, H. K. (2020) "Nitel veri analizi ve temel ilkeleri", *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*,8(1), 379-406.

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

Çeliköz, N. ve Duran, B. (2017) "Öğretmen davranışlarının matematik başarısı üzerindeki etkisinin 8. sınıf öğrenci görüşleri bağlamında incelenmesi", *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3),564-585.

Çetinkaya, B., Şen, A. ve Baş, S. (2008) "Integrating mathematical modeling and technology in teaching and learning mathematics", *8th International Educational Technology Conference*, Eskişehir, 241-247.

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

Çiltaş, A. ve Işık, A. (2013) "Matematiksel modelleme yoluyla öğretimin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme becerileri üzerine etkisi", *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(2), 1177-1194.

Çiltaş, A., Demirci, G. ve Güler, G. (2018) "7. Sınıf Öğrencilerinin Zekâ Türlerine Göre Matematiksel Modelleme Problemi Çözebilme Becerilerinin İncelenmesi", *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*,22(2), 889 - 903.

- Çoksöyler, A. (2020) "Altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme problemlerini çözüm süreçlerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Eskişehir.
- Çora, A. (2018) "Ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin otantik matematiksel modelleme etkinlikleri ile problem çözme becerilerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Eskişehir.
- Delice, A. ve Taşova, H. İ. (2011) "Bireysel ve grup çalışmasının modelleme etkinliklerindeki sürece ve performansa etkisi", **Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi**,34(34), 71-97.
- Demir, K. (2004) "İlköğretim okulu öğretmenlerinin öğrencilerin ilgi ve yeteneklerinin geliştirmesi ile ilgili düşünceleri", **XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı**, Malatya, 1-14.
- Demirci, G. (2018) "Matematiksel modelleme yönteminin matematik okuryazarlığına etkisi", Yüksek Lisans Tezi, **Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Erzurum.
- Deniz, D. (2014) "Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturabilme ve uygulayabilme yeterlikleri", Doktora Tezi, **Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Erzurum.
- Deniz, D. ve Akgün, L. (2018) "İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi", **Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi**,12(24), 294-312.
- Denzin, N. K. (1978) The Research Act: Theoretical Introduction to Sociological Methods, **McGraw-Hill**.New York, 123-132.
- Dinç, R. (2020) "Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme ve epistemolojik inançları üzerine bir çalışma", Yüksek Lisans Tezi, **Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Diyarbakır.
- 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. and English, L. D. (2003) "A modelling 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 Sosyal Bilimler Enstitüsü**, Ankara.
- Doruk, B. K. ve Umay, A. (2011) "Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi", **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**,41, 124-135.

- Doruk, M., Öztürk, M. ve Kaplan, A. (2016) "Ortaokul öğrencilerinin matematiğe yönelik öz-yeterlik algılarının belirlenmesi: Kaygı ve tutum faktörleri", *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 283-302.
- Doyle, K. (2006) "Mathematical modelling through top-level structure", Masters by Research Thesis, *Queensland University of Technology*, Australia.
- Doyle, K. (2007) "The teacher, the Tasks: Their role in students' mathematical literacy". Proceedings 30th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia-Mathematics: Essential Research, J. Watson and K. Beswick (Eds.), *Essential Research*, Tasmania: Hobart, 246-254.
- Duran, M., Doruk, M. ve Kaplan, A. (2016) "Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme süreçleri: Kaplumbağa paradoksu örneği", *Cumhuriyet International Journal of Education*, 5(4), 55-71.
- Eker, T. (2020) "Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme etkinliklerinde karşılaştıkları güçlükler", Yüksek Lisans Tezi, *Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Mersin.
- English, L. D. (2006) "Mathematical modeling in the primary school: Children's construction of a consumer guide", *Educational Studies in Mathematics*, 63(3), 303-323.
- English, L. D. and Watson, J. M. (2018) "Modelling with authentic data in sixth grade", *International Journal on Mathematics Education*, 50(1-2), 103-115.
- English, L. D. and Watters, J. J. (2004) "Mathematical modelling with young children", Proceedings of the 28th Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, M. J. Hoinene and A. B. Fuglestad (Eds.), *Psychology of Mathematics Education*, Bergen, 335-342.
- English, L. D., Fox, J. L. and Watters, J. J. (2005) "Problem posing and solving with mathematical modeling", *Teaching Children Mathematics*, 12(3), 156-163.
- English, L. and Fox, J. L. (2005) "Seventh-graders' mathematical modelling on completion of a three-year program", Building Connections: Theory, Research and Practice, P. Clarkson, A. Downton, D. Groon and M. Horne (Eds.), *Mathematics Education Research Group of Australasia*, Australia: Sdney, 321-328.
- Eraslan, A. (2012) "İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri üzerinde düşünme süreçleri", *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(4), 1-16.
- Erbaş, A. K., Çetinkaya, B., Alacacı, C., Çakıroğlu, E., Yenmez, A. A., Zeytun, A. Ş., Korkmaz, H., Kertil, M., Didiş, M. G., Baş, S. ve Şahin, Z. (2016) Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları, *Türkiye Bilimler Akademisi*, Ankara, 182-196.

- Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C. ve Baş, S. (2014) "Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar", *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(4), 1-21.
- Erdoğan, H. (2018) "Gerçekçi matematik eğitime dayalı matematik öğretiminin akademik başarı, kalıcılık ve yansıtıcı düşünme becerisine etkisi", Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.
- Erdoğan, M., Kayır, Ç. G., Kaplan, H., Aşık Ünal, Ü. Ö. ve Akbunar, Ş. (2015) "2005 yılı ve sonrasında geliştirilen öğretim programları ile ilgili öğretmen görüşleri; 2005-2011 yılları arasında yapılan araştırmaların içerik analizi", *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(1), 171-196.
- Ersoy, A. F. ve Kaya, E. (2009) "Sosyal bilgiler dersi öğretim programının (2004) uygulama sürecine ilişkin öğrenci görüşleri", *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(1), 71-86.
- Ev Çimen, E. (2008) "Matematik öğretiminde, bireye "matematiksel güç" kazandırmaya yönelik ortam tasarımı ve buna uygun öğretmen etkinlikleri geliştirilmesi", Doktora Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Galbraith, P. (2012) "Models of modelling: Genres, purposes or perspectives", *Journal of Mathematical and Application*, 1(5), 3-16.
- Galbraith, P. L. and Stillman, G. (2006) "A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process", *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 143-162.
- Gatabi, A. R. and Abdolahpour, K. (2013) Investigating students' modeling competency through grade, gender and location, *Proceedings of the 8th Congress of the European society for Research in Mathematics Education*, Ankara, 96-115.
- Genç, M. ve Karataş, İ. (2017) "Problem çözme süreçlerinde öğrencilerin modelleme seviyelerinin belirlenmesi", *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 608-632.
- Ghosh, J. B. (2015) "Learning mathematics in secondary school: The case of mathematical modelling enabled by technology", *12th International Congress on Mathematical Education*, Korea: Seoul, 203-222.
- Gibbs, A. (1997) "Focus Groups", *Social Research Update*, 19(8), 1-8.
- Gilbert, J. K. and Boulter, C. (1998) "Models in explanations, Part 1: Horses for courses?", *International Journal Science Education*, 20(1), 83-97.
- Gravemeijer, K. P. and Stephan, M. (2002) "Emergent models as an instructional design heuristic", Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education, K. P. Gravemeijer, R. Lehrer, B. Van Oers and L. Verschaffel (Eds.), *Kluwer Academic Publishers*, Netherlands, 145-169.

- Grouws, D. A. (1993) "Critical issues in problem solving instruction in mathematics", Proceedings of the China-Japan-U.S. Seminar on Mathematical Education, D. Zhang, T. Sawada and J. P. Becker (Eds.), **Education Resources Information Center**, China: Shanghai, 70-93.
- Güler, G. ve Temizyürek, A. (2015) "Matematik öğretmeni adaylarının ardışık tek sayıların toplamının ispatına yönelik model oluşturma becerilerinin incelenmesi", **Turkish Journal of Computer and Mathematics Education**, 6(3), 446-462.
- Gündüzalp, M. (2019) "11. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N. (2004) "Eğitim fakültelerindeki Fen ve Matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi", **Türk Fen Eğitimi Dergisi**, 1(1), 34-48.
- Haines, C. and Crouch, R. (2007) "Mathematical modelling and applications: Ability and competence frameworks", Modelling and Applications in Mathematics Education, W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), **Springer**, Boston, 417-424.
- Halloun, I. A. (2006) Modeling Theory in Science Education, **Springer**, Netherlands, 104-125.
- Han, S. and Kim, H. M. (2020) "Matematiksel problem çözme yeterliğinin bileşenleri ve matematiksel modellemeye ilişkin öğretim stratejilerinin aracılık etkileri", **Eğitim ve Bilim Dergisi**, 45, 93-111.
- Harari, Y. N. (2018) 21. Yüzyıl için 21 ders, **Kolektif Kitap**, İstanbul, 138-142.
- Harrison, A. G. (2001) "How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?", **Research in Science Education**, 31, 401-435.
- Harrison, A. G. and Treagust, D. F. (2000) "A typology of school science models", **International Journal of Science Education**, 22(9), 1011-1026.
- Heddens, J. W. "Improving mathematics teaching by using manipulatives", <http://www.fed.cuhk.edu.hk/~fllee/mathfor/edumath/9706/13hedden.htm>, Son erişim tarihi: 13.10.2020.
- Heddens, J. W. and Speer, W. R. (1997) Today's Mathematics: Concepts and Classroom Methods and Instructional Activities, **Prentice Hall**, New Jersey, 82-129.
- Henning, H. and Keune, M. (2007) "Levels of modelling competencies", Modelling and Applications in Mathematics Education, W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), **Springer**, New York, 225-232.

- Hidayat, R. and Iksan, Z. H. (2018) "Mathematical modelling competency for Indonesian students in mathematics education programmes", **Creative Education**,9(15), 2483-2490.
- 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 Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, İzmir.
- Hıdıroğlu, Ç. N. ve Bukova Güzel, E. (2013) "Matematiksel modelleme sürecini açıklayan farklı yaklaşımlar", **Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**,2(1), 127-145.
- Hıdıroğlu, Ç. N. ve Bukova Güzel, E. (2015) "Teknoloji destekli ortamda matematiksel modellemede ortaya çıkan üstbilişsel yapılar", **Turkish Journal of Computer and Mathematics Education**, 6(2), 179-208.
- Hıdıroğlu, Ç. N. ve Özkan Hıdıroğlu, Y. (2016) "Modelleme yaklaşımlarına bütüncül bir bakış ve yeni bir öğrenme modeli önerisi: HTTM modeli ve kuramsal temeli", Eğitim Bilimlerinde Yenilikler ve Nitelik Arayışı, Ö. Demirel ve S. Dinçer (Eds.), **Pegem Akademi**, Ankara, 1109-1142.
- Hıdıroğlu, Ç. N. ve Özkan Hıdıroğlu, Y. (2017) "Altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modellemede oluşturdukları gerçek yaşam problem durumu modelleri", **İlköğretim Online**,16(4), 1702-1731.
- Hıdıroğlu, Ç. N., Tekin Dede, A., Kula, S. ve Bukova Güzel, E. (2014) "Öğrencilerin kuyruklu yıldız problemine ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematiksel modelleme süreci çerçevesinde incelenmesi", **Mehmet Akif Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**,31, 1-17.
- Huang, C. H. (2011) "Assessing the modelling competencies of engineering students", **World Transactions on Engineering and Technology Education**,9(3), 172-177.
- İnan, M. (2018) "7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Tokat.
- İncikabı, S. (2020) "Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine ve öğretim deneyimlerine yansımalarının araştırılması", Doktora Tezi, **Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kastamonu.
- Işık, E. ve Semerci, Ç. (2019) "Eğitim alanı nitel araştırmalarında veri üçgenlemesi olarak odak grup görüşmesi, bireysel görüşme ve gözlem", **Turkish Journal of Educational Studies**,6(3), 53-66.
- Işıkoğlu Erdoğan, N. (2005) "Eğitimde nitel araştırma", **Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi**, 20, 158-165.

- Jensen, T. H. (2007) "Assessing mathematical modelling competencies", Mathematical Modelling (ICTMA 12) Education, Engineering and Economics, C. Haines, P. L. Galbraith, W. Blum and S. Khan (Eds.), **Horwood Publishing**, Chichester, 141-148.
- Ji, X. (2012) "A quasi-experimental study of high school students' mathematics modelling competence", **12th International Congress on Mathematical Education**, Korea: Seoul, 25-42.
- Justi, S. R. and Gilbert, K. J. (2002) "Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers", **International Journal of Science Education**, 24(4), 369-387.
- Kaiser, G. and Maaß, K. (2007) "Modelling in lower secondary mathematics classroom problems and opportunities", Modelling and Applications in Mathematics Education, W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), **Springer**, Boston, 99-108.
- Kaiser, G. and Schwarz, B. (2006) "Mathematical modelling as bridge between school and university", **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, 38(2), 302-310.
- Kaiser, G. and Sriraman, B. (2006) "A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education", **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, 38(2), 302-310.
- Kaiser, G., Blomhøj, M. and Sriraman, B. (2006) "Towards a didactical theory for mathematical modelling", **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, 38(2), 82-85.
- Kal, F. M. (2013) "Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin matematik problemi çözme tutumlarına etkisi", Yüksek Lisans Tezi, **Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kocaeli.
- Kant, S. (2011) "İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin model oluşturma süreçleri ve karşılaşılan güçlükler", Yüksek Lisans Tezi, **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Samsun.
- Karataş, Z. (2015) "Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri", **Manevi Temelli Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi**, 1(1), 62-80.
- Kaya, S. (2019) "6. sınıf kesirlerle çarpma ve bölme işlemlerinin öğretiminde matematiksel modelleme yönteminin öğrenci başarısına ve öğrenme kalıcılığına etkisi", Yüksek Lisans Tezi, **Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Kayseri.
- Keçeci, G., Alan, B. ve Kırbağ Zengin, F. (2017) "5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları", **Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi**, 18, 1-17.

- Kertil, M. (2008) "Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- Kertil, M., Çetinkaya, B., Erbaş, A. K. ve Çakıroğlu, E. (2016) "Matematik eğitiminde matematiksel modelleme", Matematik Eğitiminde Teoriler, E. Bingölbali, S. Arslan ve İ. Ö. Zembat (Eds.), **Pegem Akademi Yayıncılık**, Ankara, 540-560.
- Keskin, Ö. Ö. (2008) "Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma", Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Ankara.
- Kocayayla, C. (2019) "Ortaokul 7. sınıf öğrencilerine yönelik matematiksel modelleme etkinliklerinin geliştirilmesi ve öğrencilerin modelleme yeterliklerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Bolu.
- Kol, M. (2014) "İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematikselleştirme sürecinin bir matematiksel modelleme etkinliği süresince incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Ortadoğu Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Ankara.
- Korkmaz, E. (2010) "İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri", Doktora Tezi, **Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Balıkesir.
- Kula Ünver, S. (2016) "Modelleme etkinliklerinin öğretimde kullanımı", Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme, E. Bukova Güzel (Eds.), **Pegem Akademi**, Ankara, 45-75.
- Kurtuluş, K. (2010) Araştırma Yöntemleri, **Türkmen Kitabevi**, İstanbul, 41-48.
- Leong, K. E. ve Tan, J. Y. (2020) "Exploring Secondary Students' Modelling", **The Mathematics Enthusiast**, 17(1), 85-107.
- Lesh, R. and Doerr, H. M. (2003) "Foundations of a models and modelling perspective on mathematics teaching, learning and problem solving", Beyond Constructivism: Model and Modelling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching, R. Lesh and H. M. Doerr (Eds.), **Lawrance Erlbaum Associates Publishers**, Mahwah, 3-33.
- Lesh, R. and Harel, G. (2003) "Problem solving, modeling, and local conceptual development", **Mathematical Thinking and Learning**, 5(2-3), 157-189.
- Lesh, R. and Lehrer, R. (2003) "Models and modeling perspectives on the development of students and teachers", **Mathematical Thinking and Learning**, 5(2-3), 109-129.
- Lesh, R. and Yoon, C. (2004) "What's distinctive in (our views about) models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning and

- teaching", Applications and Modeling in Mathematics Education, H. Henn and W. Blum (Eds.), **Pre-Conference Volume**, Dortmund, 151-159.
- Lesh, R. and Yoon, C. (2007) "What's distinctive in (our views about) models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching?", Modelling and Applications in Mathematics Education, W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), **Springer**, New York, 161-170.
- Lesh, R., Amit, M. and Schorr, R. Y. (1997) "Using real-life problems to prompt students to construct conceptual models for statistical reasoning", **The Assessment Challenge in Statistics Education**, 8(3), 65-83.
- Lesh, R., Carmona, G. and Hjalmarson, M. (2006) "Working group models and modeling", Psychology of Mathematics Education, S. Alatorre, J. L. Cortina, M. Sáiz and A. Méndez (Eds.), **Universidad Pedagógica Nacional**, Merida, 92-95.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A. and Post, T. R. (2000) "Principles for developing thought- revealing activities for atudents and teachers", Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education, A. Kelly and R. Lesh (Eds.), **Lawrance Erlbaum Associates**, Hillsdale, 591-646.
- Lesh, R., Landau, M. and Hamilton, E. (1983) "Conceptual models in applied mathematical problem solving research", Acquisition of Mathematics Concepts and Processes, R. Lesh and M. Landau (Eds.), **Academic Press**, New York, 263-343.
- Lingefjård, T. (2006) "Faces of mathematical modeling", **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, 38(2), 96-112.
- Lingefjård, T. (2002) "Mathematical modelling for preservice teachers: A problem from anesthesiology", **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, 7(2), 117-143.
- Lingefjård, T. and Holmquist, M. (2005) "To assess student's attitudes, skills and competencies in mathematical modeling", **Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the IMA**, 24(2-3), 123-133.
- Lingefjård, T. and Holmquist, M. (2007) "Model transitions in the real World: The catwalk problem", Mathematical Modelling (ICTMA 12) Education, Engineering and Economics, C. Haines, P. L. Galbraith, W. Blum and S. Khan (Eds.), **Horwood Publishing**, Chichester, 368-376.
- Ludwig, M. and Xu, B. (2010) "A comparative study of modelling competencies among chinese and german students", **Journal für Mathematik-Didaktik**, 31(1), 77-97.
- Maaß, K. (2006) "What are modelling competencies?", **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, 38(2), 113-142.

- Marschall, G. (1999) Sosyoloji Sözlüğü, O. Akınhay ve D. Kömürcü (Eds.), **Bilim ve Sanat Yayınları**, Ankara, 83-84.
- Mehraein, S. and Gatabi, A. R. (2014) "Gender and mathematical modelling competency: primary students' performance and their attitude", **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 128, 198-203.
- Mengi, B. (2019) "Matematiksel modelleme yaklaşımının öğretim ortamında kullanılmasının 7.sınıf öğrencilerinin problem çözme ve üst düzey düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Eskişehir.
- Merriam, S. B. (2013) Nitel Araştırma Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber, S. Turan (Ed.), **Nobel Akademik Yayıncılık**, Ankara, 96-125.
- Miles, M. B. and Huberman, A. M. (1994) Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook, **Sage Publications**, New Delhi, 157-182.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2005) "İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı", **Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara**, 132-135.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2009) "İlköğretim matematik dersi 6-8. sınıflar öğretim programı ve klavuzu", **Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara**, 100-105.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2015) "Ortaokul matematik deri (5, 6, 7. ve 8. sınıflar) öğretim programı", **Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara**, 34-37.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016) "PISA 2015 ulusal raporu", **Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara**, 25-32.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2017) "Ortaokul matematik dersi (5-8. sınıflar) öğretim programı", **Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara**, 59-62.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018) "Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)", **Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara**, 96-100.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2019a) "Ortaöğretim kurumlarına ilişkin merkezi sınav raporu", **Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi, Ankara**, 125-134.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2019b) "PISA 2018 Türkiye ön raporu", **Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi, Ankara**, 87-91.
- Mousoulides, N., Christou, C. and Sriraman, B. (2008) "A modeling perspective on the teaching and learning of mathematical problem solving", **Mathematical Thinking and Learning**, 10(3), 293-304.
- Mousoulides, N., Pittalis, M. and Christou, C. (2006) "Improving mathematical knowledge through modeling in elementary schools", Proceedings of the 30th

- Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, J. Novotná, H. Moraová, M. Krátká and N. Stehlíková (Eds.), **Charles University in Prague Faculty of Education**, Czech Republic: Prag, 201-208.
- Müller, G. and Wittmann, E. (1984) Der Mathematikunterricht in der Primarstufe, **Vieweg**, Braunschweig, 151-163.
- Nakiboğlu, C. ve Kalın, Ş. (2009) "Ortaöğretim öğrencilerinin kimyada problem çözme basamaklarının kullanımı ile ilgili düşünceleri", **Kastamonu Eğitim Dergisi**, 17(2), 715-725.
- Nam, S. (2018) "Cebir öğretiminde model oluşturma etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin matematik başarıları ve tutumuna etkisi", Yüksek Lisans Tezi, **Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Van.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989) Curriculum and evaluation standards for school mathematics, **VA: Author**, Reston, 98-102.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000) Principles and Standards for School Mathematics, **VA: Author**, Reston, 152-160.
- Niss, M. (2003) "Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM Project", Third Mediterranean Conference on Mathematical Education, A. Gagatsis and S. Papastavridis (Eds.), **Hellenic Mathematical Society and Cyprus Mathematical Society**, Athens, 115-124.
- Niss, M. and Højgaard, T. (2011) Competencies and mathematical learning: Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark, **Department of Science, Systems and Models**, Denmark: Roskilde, 192-201.
- Niss, M. and Højgaard, T. (2019) "Mathematical competencies revisited", **Educational Studies in Mathematics**, 102, 9-28.
- Niss, M. and Jensen, T. H. (2002) Kompetencer og matematiklæring: Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark, **Ministry of Education: Uddannelsesstyrelsens Temahæfteserie nummer 18**, Denmark, 50-54.
- Niss, M., Blum, W. and Galbraith, P. L. (2007) "How to replace the word problems", Modelling and Applications in Mathematics Education, W. Blum , P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), **Springer**, New York, 3-22.
- Olkun, S., Şahin, Ö., Akkurt, Z., Dikkartın, F. T. ve Gülbağcı, H. (2009) "Modelleme yoluyla problem çözme ve genelleme: İlköğretim öğrencileriyle bir çalışma", **Eğitim ve Bilim Dergisi**, 34(151), 65-73.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013) "PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem

solving and financial literacy", **Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing, Paris**, 81-83.

Ottesen, J. T. (2001) "Do not ask what mathematics can do for modelling", The Teaching and Learning of Mathematics at University Level: An ICMI Study, D. Holton, M. Artigue, U. Kirchgräber and J. Hillel (Eds.), **Kluwer Academic Publishers**, Netherlands, 335-346.

Örücü, M. Ç. (2018) "Kendini anlatmaya dayalı teknikler", Bireyi Tanıma Teknikleri, C. Şahin (Ed.), **Pegem Akademi**, Ankara, 241-270.

Özaltun, A., Hıdıroğlu, Ç., Kula, S. ve Bukova Güzel, E. (2013) "Matematik öğretmeni adaylarının modelleme sürecinde kullandıkları gösterim şekilleri", **Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi**, 4(2), 66-88.

Özer, A. Ö. ve Bukova Güzel, E. (2020) "In-class and Out-of-class Application of the Bisim Mathematical", **International Journal of Educational Studies in Mathematics**, 7(4), 289-308.

Özgen, K. ve Şeker, İ. (2021) "6. sınıf öğrencilerinin farklı matematiksel modelleme problemlerindeki beceri gelişimlerinin incelenmesi", **Milli Eğitim Dergisi**, 50(230), 329-358.

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

Özturan Sağırlı, M. (2016) "A case study on pre-service secondary school mathematics teachers' cognitive-metacognitive behaviours in mathematical modelling process", **Universal Journal of Educational Research**, 4(4), 639-663.

Özturan Sağırlı, M., Kırmacı, U. ve Bulut, S. (2010) "Türev konusunda uygulanan matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarılarına ve öz düzenleme becerilerine etkisi", **Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 3(2), 221-247.

Pala, G. (2015) "8. Sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Elazığ.

Pesen, C. (2008) Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre matematik öğretimi, **Pegem Akademi**, Ankara, 84-96.

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

Pollak, H. O. (1979) The interaction between mathematics and other school subjects, H. G. Steiner and B. Christiansen (Eds.), **New Trends in Mathematics Teaching**, Paris, 71-79.

- Polya, G. (1973) How to solve it: A new aspect of mathematical method, **Princeton Science Library**, New Jersey, 32-45.
- Sağıroğlu, D. (2018) "Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine yönelik etkinlik oluşturma ve uygulama süreçlerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Zonguldak.
- Saka, E. (2016) "Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerini çözme sürecinde teknolojinin rolü", Doktora Tezi, **Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon.
- Schaap, S., Vos, P. and Goedhart, M. (2011) "Students overcoming blockages while building a mathematical model:Exploring a framework", Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling, G. Kaiser, Blum Werner, R. Borromeo-Ferri and G. Stillman (Eds.), **Springer**, Dordrecht, 137-146.
- Schoenfeld, A. H. (1985) Mathematical Problem Solving, P. Liljedahl and M. Santos-Trigo (Eds.), **Academic Press**, San Diego, 62-73.
- Sezek, F., Zorlu, Y. ve Zorlu, F. (2015) "İlköğretim bölümü öğrencilerinin ilgi alanlarının tespiti ve bu ilgileri etkileyen faktörlerin incelenmesi", **Karaelmas Journal of Educational Sciences**,3, 13-24.
- Soylu, Y. ve Soylu, C. (2005) "İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin kesirler konusundaki öğrenme güçlükleri: Kesirlerde sıralama, toplama, çıkarma, çarpma ve kesirlerle ilgili problemler", **Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 7(2), 101-117.
- Sönmez, M. T. (2016) "Yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleriyle matematikselleştirme süreçlerinin ve finansal okuryazarlıklarının incelenmesi", Doktora Tezi, **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Ankara.
- Spanier, J. (1992) "Modelling-A personel viewpoint", **Mathematics Computer Modelling**,16(5), 147-149.
- Stake, R. E. (1995) The Art of Case Study Research,**Sage Publications**, California, 72-89.
- Stillman, G. (2012) "Spplications and modelling research in secondary classrooms: Whathave we learnt?", **12th International Congress on Mathematical Education Program**, Korea: Seoul, 902-921.
- Swetz, F. and Hartzler, J. S. (1991) Mathematical Modeling in the Secondary School Curriculum : A Resource Quide of Classroom Exercises,**National Council of Teachers of Mathematics**, New York, 59-68.
- Şahin, Ç. (2004) "Problem çözme becerisinin temel felsefesi", **Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi**,10, 160-171.

- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2016a) "İlkokul öğrencilerinin modelleme süreçleri: Suç problemi", *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 41(183), 47-67.
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2016b) "Ortaokul öğrencilerin modelleme deneyimleri: Kâğıttan uçak yapma yarışması problemi", *Eğitim, Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 34-44.
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2018) "İlkokulda model oluşturma etkinlikleri nasıl uygulanmalı?", *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 99-117.
- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2005) "İlköğretim matematik dersi (1-5. sınıflar) öğretimi programı", *Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara*, 125-134.
- Tanju, B. (2020) "Matematik öğretmen adaylarının temsil ve ilişkilendirme becerilerinin matematiksel modelleme sürecinde incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Tanner, H. and Jones, S. (1995) "Teaching mathematical thinking skills to accelerate cognitive development", Proceedings of the International Conference for the Psychology of Mathematics Education, L. Meria and D. Carraher (Eds.), *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Brazil: Sau Paulo, 121-128.
- Taşdemir, C. (2009) "İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin matematik dersine karşı tutumları: Bitlis ili örneği", *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 89-96.
- Taşpınar Şener, Z. (2017) "Ortaokul matematik öğretmen adaylarının tasarladıkları model oluşturma etkinliklerinin incelenmesi ve bu etkinliklerin öğretim sürecinde kullanımlarına ilişkin görüşleri", Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Tekin Dede, A. (2015) "Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: Bir eylem araştırması", Doktora Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Tekin Dede, A. ve Bukova Güzel, E. (2013) "Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçlerinin incelenmesi: Obezite problemi", *Elementary Education Online*, 12(4), 1100-1119.
- 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.
- Tekin Dede, A. ve Yılmaz, S. (2013) "İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliklerinin incelenmesi", *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(3), 185-206.

- Tekin Dede, A., Hıdıroğlu, Ç. N. ve Bukova Güzel, E. (2017) "Examining of model eliciting activities developed by mathematics student teachers", *Journal on Mathematics Education*,8(2), 223-242.
- Thomas, K. and Hart, J. (2010) Pre-service Teachers' perceptions of model eliciting activities,*Springer Science and Business Media*, New York, 92-101.
- Toy, S. (2019) "Investigation of prospective mathematics teachers' mathematical modeling processes", Yüksek Lisans Tezi, *Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Tuna, A., Biber, A. Ç. ve Yurt, N. (2013) "Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri", *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*,33(1), 129-146.
- Tutak, T. ve Güder, Y. (2014) "Matematiksel modellemenin tanımı, kapsamı ve önemi", *Turkish Journal of Educational Studies*,1(1), 173-190.
- Tutkun, M. İ. ve Kabar, M. D. (2018) "Ortaokullarda matematiksel modelleme: 7.sınıf öğrencilerinin “Hava Durumu” modelleme problemi ile deneyimi", *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 23-52.
- Türk Dil Kurumu. "Sözlükler hakkında",<https://sozluk.gov.tr>, Son erişim tarihi: 02.12.2020.
- Ulu, M. (2017) "İlkokul 4. Sınıf öğrencilerinin modelleme süreçlerinin incelenmesine yönelik bir odak grup çalışması: Alış-veriş problemi", *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*,12(3), 815-844.
- Umay, A. (2003) "Matematiksel muhakeme yeteneği", *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*,24, 234-243.
- Ural, A. (2014) "Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi", *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*,23, 110-141.
- Ural, A. (2018) Matematiksel Modelleme Eğitimi, *Anı Yayıncılık*, Ankara, 42-56.
- Ural, A. ve Ülper, H. (2013) "İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme ile okuduğunu anlama becerileri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi", *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*,6(2), 214-241.
- Uyar, Z. E. (2019) "Ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin matematiksel modellemede problem çözme stratejilerinin incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi,*Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Uzuner, Y. (1999) "Niteliksel araştırma yaklaşımı", Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri,A. A. Bir (Ed.), *Anadolu Üniversitesi Yayınları*, Eskişehir, 175-190.

- Van Driel, H. J. and Verloop, N. (1999) "Teachers' knowledge of models and modelling in science", *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153.
- Verschaffel, L., Greer, B. and De Corte, E. (2002) "Everyday knowledge and mathematical modeling of school word problems", *Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education*, K. P. Gravemeijer, R. Lehrer, B. Van Oers and L. Verschaffel (Eds.), *Kluwer Academic Publishers*, Netherlands, 257-276.
- Voskoglou, M. G. (2006) "The use of mathematical modelling as a tool for learning mathematics", *Quaderni di Ricerca in Didattica*, 16, 53-60.
- Wagner, T. (2008) *The Global Achievement Gap: Why Even Our Best Schools Don't Teach the New Survival Skills Our Children Need and What We Can Do About It*, *Basic Books*, New York, 104-119.
- Weinert, F. E. (2001) "Concept of competence: A conceptual clarification", *Defining and Selecting Key Competencies*, D. S. Rychen and L. H. Salganik (Eds.), *Hogrefe and Huber Publishers*, Washington: Seattle, 45-65.
- Wessels, H. (2014) "Levels of mathematical creativity in model-eliciting activities", *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(9), 22-40.
- Yağar, F. ve Dökme, S. (2018) "Niteliksel araştırmaların planlanması: Araştırma soruları, örneklem seçimi, geçerlik ve güvenilirlik", *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(3), 1-9.
- Yaşar Kuzu, İ. ve Mertoğlu, B. (2016) "Matematik öğretiminde farklı yaklaşımlar ve yaklaşımların karşılaştırılması", *4th International Instructional Technologies & Teacher Education Symposium*, Elazığ, 171-178.
- Yavuz Mumcu, H. ve Baki, A. (2017) "Matematiği kullanma aktivitelerinde lise öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerinin yorumlanması", *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(1), 7-33.
- Yenmez, A. A. (2017) "Teknolojinin matematiksel modelleme sürecine etkileri", *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(26), 602-646.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005) *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*, *Seçkin Yayıncılık*, Ankara, 5, 145-164.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008) *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*, *Seçkin Yayıncılık*, Ankara, 6, 123-152.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013) *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*, *Seçkin Yayıncılık*, Ankara, 9, 96-116.
- Yıldırım, Z. ve Işık, A. (2014) "Matematiksel modelleme etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına etkisi", *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(2), 581-600.

- Yin, R. K. (2014) Case Study Research: Design and Methods, **Sage Publications**, California, 126-142.
- Yurtsever, A. (2018) "6. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri, matematik başarıları ve tutumları arasındaki ilişki", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Ankara.
- Zawojewski, J., Lesh, R. and English, L. D. (2003) "A models and modeling perspective on the role of small group learning activities", Beyond Constructivism: A Models and Modeling Perspective on Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching, R. Lesh and H. M. Doerr (Eds.), **Lawrence Erlbaum Associates**, Mahwah, 337-358.
- Zbiek, R. M. (1998) "Prospective teachers' use of computing tools to develop and validate functions as mathematical models", **Journal for Research in Mathematics Education**, 29(2), 184-201.
- Zbiek, R. M. and Conner, A. (2006) "Beyond motivation: Exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics", **Educational Studies in Mathematics**, 63, 89-112.
- Zengin, S. (2019) "Matematiksel modelleme etkinliklerinin ders içi uygulamalarının değerlendirme türleri bağlamında incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul.
- Zihar, M. (2018) "Matematiksel modelleme yöntemiyle 8. sınıf üslü ifadeler konusunun öğretimine yönelik bir eylem araştırması", Yüksek Lisans Tezi, **Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü**, Erzurum.





EKLER

EK- 1. Tez Çalışması Süresince Yapılan Çalışmalar

Ozulu, Y. E. ve Özturan Sağırlı, M. (2020) "Ortaokul 7. ve 8. Sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi", **5th World Conference on Science and Mathematics Education**, İstanbul, 23.



EK- 2. Etik Kurul Kararı



T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
İnsan Araştırmaları Etik Kurul Başkanlığı

Sayı : 44495147-204.01.07-E.18702
Konu : Yunus Emre OZULU

29/05/2020

Sayın Yunus Emre OZULU
Eğitim Fakültesi

Üniversitemiz İnsan Araştırmaları Etik Kurul Başkanlığının 29.05.2020 tarihli ve 05/20 sayılı oturumunda alınan karar ekte gönderilmiştir.
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Ergün KUTLUSOY
Etik Kurul Başkanı

Ek: Etik Kurul Kararı

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Ergün KUTLUSOY tarafından 29.05.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrakınızı <http://evrakdogrulama.erciincan.edu.tr> linkinden BE7ABB16XB kodu ile doğrulayabilirsiniz.



Adres : Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Rektörlüğün Genel Sekreterlik Fatih Mah. 726 Sk. Merkez/ERZİNCAN
Telefon: (0446) 226 66 66 Belgegeçer: (0446) 226 66 65 Bilgi: Şef Emrah DOĞANER
E-Posta: rektörluk_yazisleri@erciincan.edu.tr İnternet Adresi: www.obyu.edu.tr Kep: erciincanuniv@k07.kep.tr Dahili: 11442



EK-2. Etik Kurul Kararı (Devam)



T.C

ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARARI

Etik Kurul Toplantı Tarihi	29/05/2020
Protokol no	05/20
Araştırma Başlığı	Ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerinin geliştirilmesi üzerine deneysel bir araştırma
Araştırma Türü	Yüksek lisans tez çalışması Nicel, yarı deneysel araştırma
Araştırmacılar	Öğretmen Yunus Emre Ozulu Doç. Dr. Meryem Özturan Sağırılı
Karar	İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'nun 04/10/2019 tarih ve 10/07 protokol no'lu kararında belirtilen düzeltmeler, tarafınızdan yapılarak Etik Kurulumuza gönderilmiştir. Sonuç olarak, araştırma dosyanız etik açıdan uygun bulunmuştur.

29/05/2020

İnsan Araştırmaları Etik Kurul Başkanı
Prof. Dr. Ergün Kutlusoy

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Ergün KUTLUSOY tarafından 29.05.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınizi: <http://evrakdogrulama.erciincan.edu.tr> linkinden BE7ABB16XB kodu ile dogrulanabilirsiniz.

EK- 3. Çalışma İzni



T.C.
GÜMÜŞHANE VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 20055123-605.01-E.8773374
Konu : Yunus Emre OZULU ya Ait Anket
Çalışması.

01.07.2020

ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
(Öğrenci İşleri Dairesi Başkanlığına)

İlgi: 18/06/2020 tarih ve 21306 sayılı yazı.

İlgi yazı gereği; Üniversiteniz Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Dilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi Tezli Yüksek Lisans programı Öğrencisi Yunus Emre OZULU' nun İlimiz Kelkit İlçesinde bulunan Yeni Yol 75. Yıl İmam Hatip Ortaokulunda öğrenim gören 7. ve 8. sınıf öğrencilerine yapacağı anket çalışmasıyla ilgili Valilik Makamından alınan 30/06/2020 tarih 8712013 sayılı oluru ekiyle yazınız ekinde gönderilmiştir.

Bilgi ve gereğini arz ederim.

Seydi DOĞAN
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek: Olur ve Eki (1 Adet, 2 Sayfa)

Güvenli Elektronik İmza
Asli ile Aynıdır
01.07.2020

Faruk YAKUT
Evrak Kayıt Memuru



Adres: MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ
STRATEJİ ŞUBESİ

Elektronik Ağı: www.gumushane.meb.gov.tr
e-posta: strateji@ilmerkezi29@meb.gov.tr

Bilgi için: Şube Müdürü Hüseyin ERDEN : 229
Memur Servil BAĞ BAL : 125
Tel: 0 (456) 213 10 77
Faks: 0 (456) 213 10 17

Bu evrak güvenli elektronik imza ile onaylanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden: 5f20-4b5d-35d1-9465-ad55 kodu ile teyit edilebilir.

EK-3. Çalışma İzni (Devam)



T.C.
GÜMÜŞHANE VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 20055123-605.01-E.8712043
Konu : Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel
Modellleme Becerilerinin Geliştirilmesi
Üzerine Deneyisel Bir Araştırma Konulu
Anket Çalışması

30.06.2020

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : Milli Eğitim Bakanlığına Bağlı Okul ve Kurumlarda Yapılacak Araştırma ve
Araştırma Desteğine Yönelik İzin ve Uygulama Yönergesi

Akademik çalışmalar kapsamında Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi Tezli
Yüksek Lisans programı Öğrencisi Yunus Emre OZULU tarafından İlimiz Kelkit İlçesinde
bulunan Yeniyol 75. Yıl İmam Hatip Ortaokulu'nda öğrenim gören **"Ortaokul Öğrencilerinin
Matematiksel Modellleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneyisel Bir Araştırma"** konulu
anket yapılması istenmektedir.

Söz konusu anket çalışmasının ilgili okulda öğrenim gören 7. ve 8. sınıfl öğrencilerine
uygulanması Müdürlüğümüze uygun görülmektedir.

Makamlarınıza da uygun görülmesi halinde olurlarınızı arz ederim.

Hüseyin ERDEN
İl Millî Eğitim Şube Müdürü

OLUR
30.06.2020

Seydi DOĞAN
Vali a.
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek: Araştırma Değerlendirme Formu (1 Adet)



Adres: MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ
STRATEJİ ŞUBESİ
Elektronik Ad: www.gumushane.meb.gov.tr
e-posta: iletisim@gumushane29@meb.gov.tr

İlgi Şube Şube Müdürü Hüseyin ERDEN - 229
Mevsimi Seydi DOĞAN BAL - 425
Tel: 0456 214 3077
Faks: 0456 213 0077

Bu belge, güvenli elektronik imza ile onaylanmıştır. <https://www.kayitli-imza.gov.tr> adresinden 494f-013b-3e50-a69d-59d7 izlenilebilir.

EK-3. Çalışma İzni (Devam)

T.C.
GÜMÜŞHANE VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

ARAŞTIRMA DEĞERLENDİRME FORMU

ARAŞTIRMA SAHİBİNİN	
Adı Soyadı	Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi Rektörlüğü Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi Yüksek Lisans Öğrencisi Yunus Emre OZULU
Kurumu/ Üniversitesi	Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi Rektörlüğü Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi
Araştırma Yapılacak İl	GÜMÜŞHANE
Araştırma Yapılacak Eğitimi Kurumu ve Kademesi	Kelkit Yeniyol 75.Yıl İmam Hatip Ortaokulu
Araştırmanın Konusu	Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneysel Bir Araştırma
Üniversite Kurum Onayı	
Araştırma/Proje/Ödev/Tez Önerisi	
Veri Toplama Araçları	
Görüş İstenecek Birim/ Birimler	
KOMİSYON GÖRÜŞÜ	
Araştırma başvurusu gereken nitelikler açısından değerlendirilmiş olup araştırmanın yapılması uygun görülerek araştırmanın yapılmasına oy birliği ile karar verilmiştir.	
Komisyon Kararı	
Muhallif üyenin Adı ve Soyadı	Gerekçesi:

KOMİSYON

29/06/2020
Komisyon Başkanı
Hüseyin ERDEN
İl Millî Eğitim Şube Müdürü

ÜYE
İlhan SIVRI
Millî Eğitim Müdürlüğü

ÜYE
Serdar S. SALANTUR
Millî Eğitim Müdürlüğü

ÜYE
Pınar KALYON
Millî Eğitim Müdürlüğü

EK- 4. Bilgilendirilmiş Gönüllü Veli Olur Formları



T. C. ERZİNCAN BİNALI YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ VELİ OLUR FORMU (BGVOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneysel Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için velisi olduğunuz çocuğunuzdan beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamasıdır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya velisi olduğunuz çocuğunuzun katılmasını kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya velisi olduğum Remiyeza Eser gönüllü olarak katılmasını, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla velisi olduğum Remiyeza Eser katılmasını onaylıyorum. 03/11/2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası
Yunus Emre OZULU
Veli/Vasinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih
<u>Remiyeza Eser</u> <u>03/11/2020</u>
Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih



T. C. ERZİNCAN BİNALI YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ VELİ OLUR FORMU (BGVOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneysel Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için velisi olduğunuz çocuğunuzdan beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamasıdır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya velisi olduğunuz çocuğunuzun katılmasını kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya velisi olduğum Mehmet Dinc gönüllü olarak katılmasını, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla velisi olduğum Mehmet Dinc katılmasını onaylıyorum. 03/11/2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası
Yunus Emre OZULU
Veli/Vasinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih
<u>Mehmet Dinc</u> <u>03/11/2020</u>
Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

EK-4. Bilgilendirilmiş Gönüllü Veli Olur Formları (Devam)


T. C. ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ VELİ OLUR FORMU (BGVOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneysel Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilebilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için velisi olduğunuz çocuğunuzdan beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimse baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamasıdır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya velisi olduğunuz çocuğunuzun katılmasını kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya velisi olduğum Kuba Küt gönüllü olarak katılmasını, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi ve kendi isteğime bakmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla velisi olduğum Kuba Küt katılmasını onaylıyorum. 03.11.2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası Yunus Emre OZULU
Veli/Vasinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih <u>Gulsömek Küt</u>
Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih


T. C. ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ VELİ OLUR FORMU (BGVOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneysel Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilebilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için velisi olduğunuz çocuğunuzdan beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimse baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamasıdır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya velisi olduğunuz çocuğunuzun katılmasını kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya velisi olduğum Öğretmen E.R.T.U.C. gönüllü olarak katılmasını, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi ve kendi isteğime bakmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla velisi olduğum Öğretmen E.R.T.U.C. katılmasını onaylıyorum. 03.11.2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası Yunus Emre OZULU
Veli/Vasinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih <u>Bahattin E.R.T.U.C.</u>
Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

EK-4. Bilgilendirilmiş Gönüllü Veli Olur Formları (Devam)



T. C. ERZİNCAN BİNALI YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ VELİ OLUR FORMU (BGVOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneysel Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilebilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için velisi olduğunuz çocuğunuzdan beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamasıdır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya velisi olduğunuz çocuğunuzun katılmasını kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya velisi olduğum Buse Yılmaz gönüllü olarak katılmasını, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla velisi olduğum Buse Yılmaz katılmasını onaylıyorum. 03/11/2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası
Yunus Emre OZULU
Veli/Vasînin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih
<u>Abdul Muhlis Yılmaz</u> <u>03/11/2020</u>
Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih



T. C. ERZİNCAN BİNALI YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ VELİ OLUR FORMU (BGVOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneysel Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilebilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için velisi olduğunuz çocuğunuzdan beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamasıdır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya velisi olduğunuz çocuğunuzun katılmasını kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya velisi olduğum Muhtin Maasit gönüllü olarak katılmasını, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla velisi olduğum Muhtin Maasit katılmasını onaylıyorum. 03/11/2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası
Yunus Emre OZULU
Veli/Vasînin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih
<u>Gülşade Maasit</u> <u>03/11/2020</u>
Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

EK-4. Bilgilendirilmiş Gönüllü Veli Olur Formları (Devam)



T. C. ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ VELİ OLUR FORMU (BGVOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneysel Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilebilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için velisi olduğunuz çocuğunuzdan beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamasıdır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya velisi olduğunuz çocuğunuzun katılmasını kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya velisi olduğum Deniz Döner gönüllü olarak katılmasını, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi ve kendi isteğime bakmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla velisi olduğum Deniz Döner katılmasını onaylıyorum. 03/11/2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası Yunus Emre OZULU
Veli/Vasinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih <u>Naci Döner Naci</u>
Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih



T. C. ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ VELİ OLUR FORMU (BGVOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneysel Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilebilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için velisi olduğunuz çocuğunuzdan beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamasıdır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya velisi olduğunuz çocuğunuzun katılmasını kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya velisi olduğum Büşra Kurt gönüllü olarak katılmasını, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğimi ve kendi isteğime bakmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla velisi olduğum Büşra Kurt katılmasını onaylıyorum. 03/11/2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası Yunus Emre OZULU
Veli/Vasinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih <u>Gölsüm Kurt</u>
Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

EK- 5. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formları


T. C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (BGOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneyisel Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilebilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamandır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. 03/11/2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası
Yunus Emre OZULU
Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih
<u>Recep Eser</u>
Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih
<u>Coşkun Eser</u>


T. C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (BGOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneyisel Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilebilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamandır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. 03/11/2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası
Yunus Emre OZULU
Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih
<u>Mehmet Dinc</u>
Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih
<u>Özer Dinc</u>

EK-5. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formları (Devam)



T. C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (BGOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneyisel Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilebilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamandır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. 03/11/2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası:	Yunus Emre OZULU
Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih:	Kubra Kurt 03/11/2020
Gerekçesiz Olur İptaline Tarih Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih:	
Gerekçesiz Olur İptaline Tarih Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih:	Gülşüm Kurt 03/11/2020



T. C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (BGOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneyisel Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilebilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamandır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. 03/11/2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası:	Yunus Emre OZULU
Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih:	Öykü ERTUG 03/11/2020
Gerekçesiz Olur İptaline Tarih Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih:	
Gerekçesiz Olur İptaline Tarih Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih:	Bahattin ERTUG 03/11/2020

EK-5. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formları (Devam)



T. C.
ERZİNCAN BİNALI YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (BGOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneyisel Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilebilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamandır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. 03/11/2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası:	
Yunus Emre ÖZÜLÜ	
Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih:	Buse YILMAZ 03/11/2020
Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih:	
Abdulmelik YILMAZ 03/11/2020	



T. C.
ERZİNCAN BİNALI YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (BGOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneyisel Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilebilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamandır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. 03/11/2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası:	
Yunus Emre ÖZÜLÜ	
Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih:	Muhittin Mucit 03/11/2020
Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih:	
Gülşade Mucit 03/11/2020	

EK-5. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formları (Devam)


T. C.
ERZİNCAN BİNALI YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (BGOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine DeneySEL Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilebilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamandır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. 03/11/2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası
Yunus Emre OZULU
Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih
Deniz B. Deniz B.
Gerekçiyorsa Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih
Gerekçiyorsa Yasal Temsilcinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih
Naci Deniz Naci


T. C.
ERZİNCAN BİNALI YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (BGOF)

"Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine DeneySEL Bir Araştırma" adlı çalışma, ortaokul 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerindeki değişimin gözlemlenip değerlendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışmanın 2020-2021 eğitim ve öğretim yılında yapılması planlanmaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmada gönüllü olarak çalışmak isteyen 7. ve 8.sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin değerlendirilebilmesi için ses ve görüntü kaydı yapılması gerekmektedir. Bu durum etik açıdan hassasiyet oluşturduğundan dolayı onam alınması gerekmektedir. Çalışmaya katılan bireyler 18 yaş altında olduğu için, çalışma ve ses-görüntü kayıtlarının yapılacağı hakkında kendilerine ve yasal temsilcilerine bilgi ve gerekçeler anlatılarak yasal temsilcilerinin onamı alınacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, soruları samimi bir şekilde cevaplamandır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya yunus_ozulu55@hotmail.com adresinden ve 05312635007 numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana, konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı belirtilen kişi tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. 03/11/2020

Açıklamaları Yapan Araştırmacının Adı / Soyadı / İmzası
Yunus Emre OZULU
Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih
Büşra Kurt Büşra Kurt
Gerekçiyorsa Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih
Gerekçiyorsa Yasal Temsilcinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih
Gülşem Kurt Gülşem Kurt

EK- 6. Bireysel ve Odak Grup Görüşme Formu

GÖRÜŞME FORMU

Tarih ve Saat:

Katılımcının Adı ve Soyadı:

Sınıfı:

Değerli katılımcı;

Merhaba, ben Yunus Emre OZULU, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrencisiyim. Yapılacak olan bu görüşme "Ortaokul Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin Geliştirilmesi Üzerine Deneysel Bir Araştırma" isimli yüksek lisans tez çalışmasının bir parçası olarak yapılmaktadır. Bu görüşme kapsamında ilgi alanlarınızı belirlemeye çalışıyorum. Fikirleriniz bu nedenle araştırma için oldukça değerli ve önemlidir. Yapılacak çalışmanın amacına ulaşabilmesi için her soruyu detaylı ve samimi bir şekilde cevaplandırmanız önem taşımaktadır. Bu görüşmeden elde edilecek bilgiler tamamen çalışma için kullanılacak olup güvenirliliği sağlamak adına yapılacak görüşme, velinizin ve sizin izniniz doğrultusunda video kaydına alınacaktır. Görüşmeye başlamadan önce belirtmek istediğiniz bir durum veya sormak istediğiniz bir soru var mı? Bu bilimsel çalışmaya katılımınız ve desteğiniz için şimdiden teşekkür ederim. İzninizle sorularına başlamak istiyorum.

Saygılarımla,

Yunus Emre OZULU

Matematik Öğretmeni

Görüşme Soruları:

1. Hangi tür kitapları okumaktan zevk alırsınız?
2. Oynamaktan hoşlandığınız geleneksel bir oyun veya bilgisayar oyunu varsa ne(ler)dir?
3. Genelde ne tür filmler izlersiniz?
4. En çok sevdiğiniz ders hangisidir?
5. Hangi sporları yapmaktan keyif alırsınız?
6. Haber programlarında dikkatinizi en çok çeken hangi tür haberlerdir?
7. Gelecekte yapmak istediğiniz meslek nedir, neden?
8. İlgilendiğiniz ve yapmaktan hoşlandığınız başka hangi uğraşlar vardır?
9. Bir gününüzü nasıl geçirirsiniz, anlatır mısınız?

EK- 7. Uzman Görüşü Alma Formu

UZMAN GÖRÜŞÜ ALMA FORMU

Değerli hocalarım;

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrencisiyim. Yüksek lisans tez çalışmam için aşağıdaki problemleri danışman hocam sayın Doç. Dr. Meryem ÖZTURAN SAĞIRLI ile birlikte tasarlayıp geliştirmekteyiz. Hazırlanmış olduğumuz bu etkinlikleri matematiksel model oluşturma etkinliklerinde olması gereken prensiplere göre değerlendirmenizi rica ederiz. Görüşleriniz çalışmamız için oldukça değerlidir. Çalışmaya katılımınız ve desteğiniz için şimdiden teşekkür ederiz.

Saygılarımla,

Yunus Emre OZULU

EK-7. Uzman Görüşü Alma Formu (Devam)

PROBLEM 1:

TAKIM KURMACA



Ergin ATAMAN, 2017 yılından itibaren “Anadolu Efes” isimli basketbol takımının antrenörlüğünü yapmaktadır. Antrenör 2019-2020 sezonu için takımını yeniden oluşturmak istemektedir. Bunun için yardımcı antrenör daha önceden belirlediği 12 tane oyuncunun boy uzunluklarını ve son üç maçtaki performans değerlerini gösteren listeyi Tablo 1’deki gibi hazırlayarak Ergin ATAMAN’a vermiştir. Bu takım, sezonun ilk maçını Banvit takımıyla oynayacaktır. Banvit takımının maçta oynayacağı 5 oyuncusunun boy uzunlukları ve son üç maçtaki performans değerleri de Tablo 2’de gösterilmiştir. Ergin ATAMAN, bu maç için oynatacağı 5 oyuncuyu belirlemede ve bu oyuncuları sahanın neresinde oynatacağı konusunda oldukça kararsızdır. Bu noktada antrenöre bir tavsiye mektubu yazarak hangi beş oyuncuyu maçta oynatması gerektiğini nedenleri ile açıklayan bir matematiksel model geliştirin. Ayrıca bu oyuncuları seçmesi durumunda Banvit takımını yenme ihtimali sizce ne kadar olur, bunu da mektubunuzda belirtin.

Tablo 1. Oyuncuların boy uzunlukları ve son üç maçtaki performans değerleri

Oyuncu İsmi	Boy (çm)	1.Maç					2.Maç					3.Maç				
		Asist	Riba unt	2 Sayı	3 Sayı	Başarısız Şut	Asist	Riba unt	2 Sa yı	3 Sa yı	Başarısız Şut	Asist	Riba unt	2 Sayı	3 Sayı	Başarısız Şut
Barış ERMIŞ	194	4	2	2	3	3	2	3	0	2	2	2	1	2	2	3
Tony TAYLOR	183	3	3	3	3	2	0	1	1	3	2	3	2	0	2	2
Mykal RILEY	198	2	5	2	2	1	2	2	3	1	0	1	0	3	1	2
Oğuz SAVAS	213	3	4	3	3	0	3	2	3	0	3	2	3	1	2	2
Ege ARAR	206	3	1	0	3	2	1	3	2	3	1	0	2	2	2	3
Kyle WILTIER	208	1	4	2	0	2	4	1	3	1	2	2	4	3	2	1
Egemen GÜVEN	209	0	1	3	1	1	2	2	2	2	1	1	2	0	3	2
Berk DEMİR	204	2	5	2	2	3	1	3	0	2	2	2	3	1	3	2
Rıdvan ÖNCEL	192	1	0	2	1	2	3	3	1	3	1	3	4	2	2	3
Tai WEBSTER	193	3	2	0	2	3	0	2	2	2	1	0	2	3	0	3
Burak SELEN	202	2	0	2	1	2	2	1	3	1	2	1	1	2	2	2
Cole HUFF	203	4	3	1	3	1	3	2	3	0	1	4	2	4	1	0

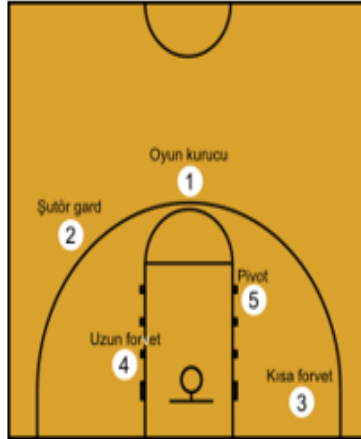
Asist: Sayı atma yolunda giden takım arkadaşına pas verme anlamındadır.

Ribaunt: Atıştan sonra çemberden seken topun oyuncu tarafından yakalanması anlamındadır.

EK-7. Uzman Görüşü Alma Formu (Devam)

Tablo 1. Banvit takımı oyuncularının boy uzunlukları ve son üç maçtaki performans değerleri

Oyuncu İsmi	Boy (cm)	1.Maç					2.Maç					3.Maç				
		Asist	Riba unt	2 Sayı	3 Sayı	Başarısız Şut	Asist	Riba unt	2 Sayı	3 Sayı	Başarısız Şut	Asist	Riba unt	2 Sayı	3 Sayı	Başarısız Şut
Berke ATAR	210	1	3	2	2	1	3	2	1	4	2	2	3	3	2	1
Stefan BIRCEVIC	210	1	4	3	1	2	2	3	2	3	2	0	2	4	0	0
Metehan AKYEL	206	1	3	2	2	0	0	4	1	3	1	2	4	0	2	1
Alex PEREZ	191	4	2	3	0	1	1	0	2	2	0	1	3	2	1	2
İsmail Cem ULUSOY	182	3	3	2	2	1	4	2	3	1	1	0	2	2	3	1



Anadolu Efes takımına seçmiş olduğunuz 5 oyuncuyu hangi pozisyonlarda oynatması gerektiğiyle ilgili Ergin ATAMAN'a yardımcı olun. Yazacağınız tavsiye mektubunda oyuncuların yerlerini nasıl belirlediğinizi açıklayın ki antrenör daha fazla düşünmesin bu konuda.

NOTLAR

1. Matematiksel modelleme etkinliklerini oluşturmada önce hazırlayacağımız etkinliklerin öğrencilerin dikkatini çekmesi için öğrencilerin ilgi alanlarını tespit etmek amacıyla onlarla görüşmeler yaptım.
2. Yaptığım görüşmelerde öğrencilerin çoğunluğunun basketbol oynamaktan hoşlandıklarını öğrenince basketbol oyunu ile ilgili böyle bir etkinlik oluşturmak aklıma geldi.
3. Etkinliği oluştururken basketbolda sporcuların performans değerlerini belirlemede hangi kriterlerin göz önünde bulundurulduğunu öğrenmek için <http://bsl.tblstat.net/players.asp> internet sayfasından yararlandım.
4. Basketbolda sayı çeşitlerinin, asist ve ribaund kavramlarının anlamlarını ve oyuncuların oyun sahasındaki yerlerinin nasıl olduğunu öğrenmek için internetten araştırma yaptım ve beden eğitimi öğretmeni olan arkadaşşıma sordum.

EK-7. Uzman Görüşü Alma Formu (Devam)

PROBLEM 2:

HASTAMIZ İYİLEŞECEK Mİ?

İNGİLTERE'DE BAKTERİ 12 CAN ALDI!

İngiltere'de doğu kıyısındaki Essex bölgesinde ender görülen bir bakteri nedeniyle 12 kişinin öldüğü bildirildi. İngiltere Ulusal Sağlık Sistemi'nden (NHS) yapılan açıklamada "Invasive Group A Streptococcus" (İGAS) adlı bakterinin ülkenin doğu kıyısındaki Essex bölgesinde 12 kişinin ölümüne yol açtığı belirtildi.

KASLARA, KANA VE AKCİĞERE ULAŞMASI HALİNDE ÖLÜMCÜL OLABİLİYOR

Açıklamada hapsürme ve deri temasıyla bulaştığı belirtilen bakterinin, insanların boğazında ve derisinde herhangi bir semptom (belirtiye) yol açmadan uzun süre yaşadığı kaydedildi.

Bakterinin kaslara, kana ve akciğere ulaşması halinde ölümcül olduğu belirtilen açıklamada ilki Şubat ayında görülen bakteri vakasının Mart ayında salgına dönüştüğü ve şu ana kadar 32 kişide teşhis edildiği ifade edildi.

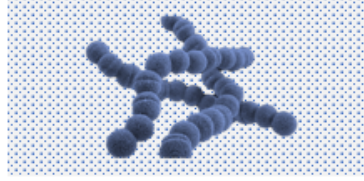
Açıklamada bakteriden etkilenenlerin çoğunluğunu kronik yaraları için tedavi gören yaşlıların oluşturduğu, ancak bakterinin bulaşma riskinin düşük olduğu aktarıldı.

YÜZLERCE KİŞİDEN ÖRNEK ALINDI

Açıklamada, antibiyotik tedavisine erken başlanması durumunda bakterinin etkili bir biçimde engellenmesinin mümkün olduğu da vurgulandı. Başkent Lonra'nın kuzey doğusundaki Essex'de tedbir amacıyla yüzlerce kişiden örnekler alındığı ve antibiyotik tedavisine başlandığı kaydedildi.

(Kaynak: 26.06.2019 – 16:54 tarihli bu haber yazısı

<https://www.google.com/amp/s/m.haberturk.com/ingiltere-de-bakteri-12-can-aldi-2498649-amp> adresinden alınmıştır.)



Klinik mikrobiyoloji uzmanı olan Prof. Dr. Charles Maldon ekibiyle birlikte Sandra William isimli hastanın vücudunda çoğalmakta olan İGAS bakterilerini yok edebilmek amacıyla bakterileri mikroskopla gözlemleyerek antibiyotik tedavisine başlamışlardır. Antibiyotik tedavisiyle insan vücudunda yaşayan bakteri sayısının 300.000 sayısının altına inmesiyle birlikte geriye kalan bakterilerin öldüğü ve tedavinin başarılı olduğu bilinmektedir. Bu bakteri türünü tedavinin 15.gününde yok etmeyi planlayan Maldon ve ekibi tedaviye başladıkları andan itibaren bakteri sayısını aşağıdaki gibi her gün not etmişlerdir.

Gün	Bakteri Sayısı (milyon)
1	860
2	848
3	788

Maldon ve ekibi, hastanın ne zaman iyileşeceğini merak etmekte ve bu konuda sizin yardımınıza ihtiyaç duymaktadırlar. Ekibin bu şekilde tedaviye devam etmesi durumunda hasta Sandra William'ın tedaviye başladıktan kaç gün sonra sağlığına kavuşacağını açıklayan bir matematiksel model geliştirin.

Maldon ve arkadaşları belirledikleri sürede hastayı iyileştirebilmişler midir? Cevabınız hayır ise hastanın belirlenen süre içinde iyileşebilmesi için tedaviye bakteri sayısının ne kadar olduğu zamanda başlanması gerekirdi?

NOTLAR

1. Aklınızda bakteri sayısının azalması veya artması ile ilgili bir matematiksel model oluşturma etkinliği fikri vardı.
2. İnternette bakterilerle ilgili araştırma yaparken 2019 yılının Haziran ayında İGAS adı verilen bir bakteri türünün İngiltere'de 12 kişinin ölümüne yol açtığıyla alakalı bir haber yazısı dikkatimi çekti.
3. Daha sonra bakterilerin nasıl tedavi edildiği ve tedaviyle birlikte bakteri sayısında azalma miktarının nasıl gerçekleştiğiyle ilgili bilgi almak için doktor olan kuzenimle iletişime geçtim.

EK-7. Uzman Görüşü Alma Formu (Devam)

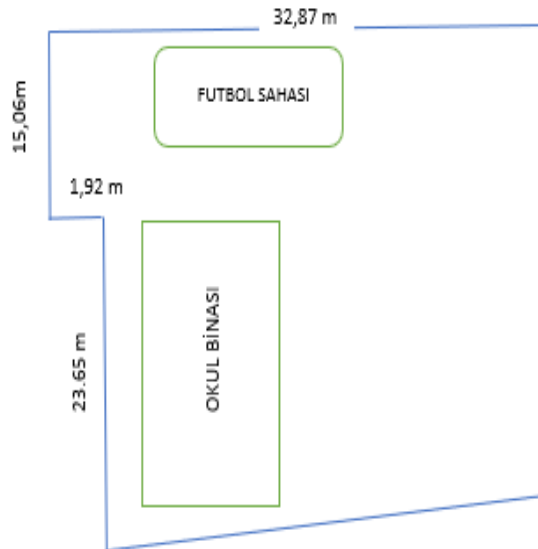
PROBLEM 3:

GÜLTEN DAYIOĞLU İLE BULUŞMAYA NE DERSİN?

Gülten DAYIOĞLU, Türkiye'nin yetiştirdiği önemli roman ve öykü yazarları arasındadır. Dayioğlu, 1935 tarihinde Kütahya'nın Emet ilçesinde doğmuş olup günümüzde "Üç Kuşağın Yazarı" ünvanı ile anılmaktadır. Çocuklar için radyo ve televizyon oyunları kaleme almıştır. İlk kitabının basımı 1963 yılında gerçekleşmiştir. Bahçıvanın Oğlu adıyla okuyucuya sunulan bu kitap, çocuklar için hazırlanmıştır. O zamandan bu yana kesintisiz olarak yeni baskılarla kuşaktan kuşağa hizmet veren seksenbeş kitap yazmıştır. Bu eserler, 7-18 yaş arası, çocuk ve gençlik düzeyine göre hazırlanmış öykü ve romanlarla gezi kitaplarından oluşmaktadır. (Kaynak: <http://www.gultendayioğlu.com/hayatim>)

Gülten DAYIOĞLU'nun en dikkat çeken kitaplarından birisi de "Mo'nun Gizemi" isimli bilim kurgu türündeki eseri olmuştur. Bu kitapta Yuma isimli Japon bir bilim kadını; Mo yaratığı diye bilinen, eski çağlarda hem karada hem denizde hem de havada yaşayabilen, başındaki dokuz çıkıntıyla gökyüzünden ışın çekebilen, ancak sonradan soyu tükenen olağanüstü bir varlığın fosilinin peşindedir. (Kaynak: Dayioğlu, G. (2016) Mo'nun Gizemi, *Altın Kitaplar Yayınevi*, İstanbul, 4-12.)

Gülten DAYIOĞLU, zaman zaman imza günlerine katılmakta, söyleşiler gerçekleştirmekte ve onu seven okuyucularıyla buluşmaktadır. Bu kez yazar çocuk okuyucularıyla bir söyleşi gerçekleştirmek için okulunuza gelecek ve okulun bahçesinde onunla tanışma fırsatı bulacaksınız. Bu etkinliğe Gümüşhane ve Erzincan ilindeki bazı okullardan da öğrenciler katılmak istiyorlar. Etkinliği organize edecek olan okul müdürü, okul bahçesine sığabilecek en fazla öğrenci sayısını belirleyip bu sayıya göre gelmek isteyen okullardaki öğrencileri etkinliğe davet edecektir. Sizin göreviniz bahçenin alabileceği en fazla öğrenci sayısını hesaplamak ve nasıl hesapladığınızı okul müdürüne açıklayan bir rapor hazırlamak.



NOTLAR

1. Yapmış olduğum görüşmeler sonucunda öğrencilerin aksiyon kitaplarından hoşlandıklarını ve birkaç öğrencinin de ünlü kişilerle tanışmak istediklerini öğrendim. Bu nedenle böyle bir etkinliği hazırlamaya karar verdim.

2. Etkinlikte okul bahçesinin boyutlarını oturmuş olduğumuz apartmanın ve komşumuzun bahçesinin ölçülerini alarak ona göre belirledim.

EK-7. Uzman Görüşü Alma Formu (Devam)

PROBLEM 4:

MUhteşem İnternet Paketleri Burada!

Millî Eğitim Bakanlığı 2018 yılından itibaren ortaokul 8.sınıf öğrencileri için LGS'yi (Liselere Giriş Sınavı) uygulamaktadır. Yapılan bu sınavla Fen liseleri, Sosyal Bilimler Liseleri ve proje okullarına gidecek olan öğrenciler seçilmektedir. Bu sınav sisteminin getirmiş olduğu en önemli kavramlardan birisi de "Yeni Nesil Sorular" olmuştur. Yeni nesil soruların dikkat çeken özelliği öğrenilen bilginin yorumlanarak verilen sorunun mantığına uygun bir şekilde kullanılmasını gerektiren okuduğunu anlamaya yönelik sorular olmasıdır. Bu nedenle yeni nesil sorular ağırlıklı olarak gündelik yaşamda karşımıza çıkabilecek olası durumların görsel bir şekilde ifade edilmesiyle oluşturulmaktadır.

Matematik öğretmeni olan Yasemin Hanım, evde öğrencileri için yeni nesil sorular ve işlemiş olduğu konular ile ilgili öğrencilerinin dikkatini çekecek olan öğretici matematik videoları bulmak için kullandığı evde internet paketini değiştirmeye karar vermiştir. Bunun için bir operatör dükkanına giden Yasemin Hanım için dükkân sahibi, evde internet paketlerini incelemesi için Yasemin Hanım'a bir broşür vermiştir. Yasemin Hanım dükkân sahibinden geçen sene kullanmış olduğu evde internet paketinin son bir yıllık internet kullanım miktarlarını da çıkarmasını istemiştir.

FATURA BİLGİLERİ

Sayın Yasemin Hanım;

Hizmet Numaranız:5792003159

İnternet paketinize ait fatura bilgileriniz aşağıda yer almaktadır.

Son Ödeme Tarihi	Dönem	Kullanım Miktarı
17/10/2019	09/2019	76 GB 289 MB
17/09/2019	08/2019	68 GB 78 MB
17/08/2019	07/2019	70 GB
17/07/2019	06/2019	64 GB 125 MB
17/06/2019	05/2019	81 GB 549 MB
17/05/2019	04/2019	79 GB
17/04/2019	03/2019	83 GB 728 MB
17/03/2019	02/2019	79 GB 84 MB
17/02/2019	01/2018	77 GB 628 MB
17/01/2019	12/2018	82 GB
17/12/2018	11/2018	78 GB 386 MB
17/11/2018	10/2018	75 GB 653 MB

Broşürü inceleyen Yasemin Hanım aynı hızda olan iki farklı internet paketinden hangisini seçeceği konusunda kararsız kalmıştır. Bu internet paketlerinin nasıl ücretlendirildiği aşağıda verilmiştir.

EVDE İNTERNET	ŞİMDİ ÇOK DAHA KEYİFLİ
ALTIN FIRSAT 1 Modem Kurulum Ücreti: 4 TL 50 GB'a kadar 45 TL Sonraki her GB için 1 TL	ALTIN FIRSAT 2 Modem Kurulum Ücreti: 11 TL 60 GB'a kadar 40 TL Sonraki her GB için 1,5 TL
*Tüm internet paketlerinde 1 GB'dan az olan kullanımlar 1 GB kullanım üzerinden ücretlendirilir.	

Yasemin Hanım'ın satın alacağı internet paketine karar vermede kullanabileceği en uygun matematiksel modeli oluşturmaya çalışın. Hangi durumda hangi paketin daha ekonomik olduğunu açıklayarak Yasemin Hanım'a yardımcı olunuz.

NOTLAR

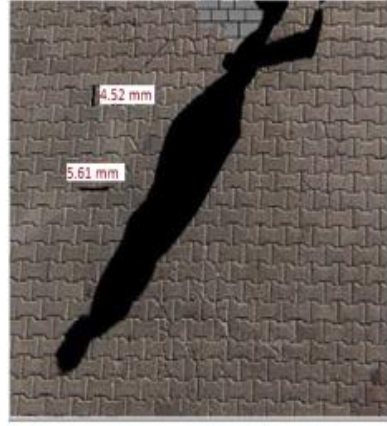
1. Bu etkinliği hazırlarken Kelkit'teki bir Vodafone operatör dükkanına giderek evde internet paketini kullanan bir kişinin video, müzik derken aylık ne kadar GB internet kullanabileceğini sordum. Dükkan sahibi 45 GB'dan az olmuyor, 100 GB'a kadar gider cevabını verdi.
2. Ben de Yasemin Hanım'ın aylık ortalama 75 GB internet kullanabileceğini varsayarak bu etkinliği oluşturdum.

EK-7. Uzman Görüşü Alma Formu (Devam)

PROBLEM 5:

POLİS SOYGUNCUNUN PEŞİNDE!

Kuyumculuk yapan Gürkan Bey Pazartesi günü işyerine geldiğinde dükkanının soyulduğu fark eder. Bunun üzerine Gürkan Bey, zaman kaybetmeden polise haber verir. Polis ekipleri olay yerine gelerek kamera kayıtlarına bakmak isterler. Kamera kayıtlarını inceleyen polisler, bir önceki gün soyguncunun dükkâna girmeden önce kamera ekranını kırdığını görürler. Bu nedenle soyguncu kamerada tam olarak gözükmemektedir. Bunun üzerine polisler kuyumcu dükkanının 2 işyeri sağında bulunan marketin kamerasına bakmaya karar verirler. Marketin kamerasında ise soyguncunun saat 12:10'da etrafı kontrol ederken gölgesi görünmektedir. Polisler soyguncunun boyunu tahmin etmeye çalışıyorlar ve bu konuda sizin yardımınıza ihtiyaçları var. Polisleri yanıltmamak için tahmininizi matematiksel bir ifade geliştirerek yapın ve yapmış olduğunuz her şeyi açıkça ve polislerin anlayabileceği şekilde yazarak polislere rapor şeklinde sunun.



(*Kamera çekmiş olduğu görüntüyü 1/20 oranında küçültmektedir)

NOTLAR

1. Bu etkinliği hazırlarken mahallemizdeki sokakta bulunan bir kalebodur taşının boyutlarını ölçtüm. Kalebodur taşının enini yaklaşık olarak 16,5 cm ve boyunu 20 cm olarak buldum.
2. Öğleden sonra güneşin olduğu bir gün sokağa çıkarak gölgemin uzunluğunu kardeşime ölçtürdüm. Kardeşim gölgemin uzunluğunu 210 cm olarak ölçtü.
3. Bu ölçümlere göre kameranın çekmiş olduğu görüntüyü 1/20 oranında küçülttüğünü varsaydığım da kalebodur taşlarının boyutlarını küçültmem gerektiğini anladım ve kamerada bir kalebodur taşının kamera görüntüsündeki enini 4,52 mm ve uzunluğunu ise 5,61 mm olarak belirlemeye karar verdim.

EK-7. Uzman Görüşü Alma Formu (Devam)

PROBLEM 6:

ÇIKTIK BİR YOLA

Film yapım şirketi sahibi olan Yağmur Hanım ekibiyle birlikte "ÇIKTIK BİR YOLA" adındaki komedi filminin çekimini tamamlamışlardır. Bu filmde Muhittin, Ziya, Dilaver ve Rıfki birlikte Samsun'dan İstanbul'a doğru bir yolculuğa çıkarlar. Dilaver oldukça sakar olan birisidir ve yolculuk esnasında da bu sakarlıklar peşini bırakmayacaktır. Filmde Dilaver'in sakarlıkları yüzünden bu arkadaş grubunun başına geçen birbirinden komik olaylar anlatılmaktadır.



Filmin yönetmeni olan Rıza Bey, vizyona girecek olan bu filmin televizyonda tanıtım reklamlarının yapılması için 10 reklam ajansı ile görüşüyor. Rıza Bey, bu görüşmeler sonunda birbirine çok yakın teklifler veren "Fikri Orjinal Reklam Ajansı" ya da "Süper Medya Reklam Ajansı" ile çalışmaya karar veriyor. Her iki reklam ajansı da reklam süresinin 3 dk 30 saniye ile 4 dk arasında olması gerektiğini söylüyorlar. Bunun üzerine reklam ücreti konusunda oldukça pazarlıkçı olan Rıza Bey, reklam süresini tam olarak belirleyebilmek için muhasebeci olan arkadaşına danışmak istiyor. Bu nedenle her iki ajanstaki kendisine ücret tekliflerini içeren bir mail göndermelerini istiyor. Her iki ajansın da göndermiş oldukları mail görüntüleri aşağıda verilmiştir.

Gelen Kutusu 16 Taslaklar 9 Giden Kutusu 6 Gönderilen Çöp Kutusu Zamanlandı Filtreler En son klasörler Ayarlar Yardım	FİKRİ ORJİNAL REKLAM AJANSI Değerli Müşterimiz Rıza Bey; Size sunmuş olduğumuz reklam ücreti teklifi aşağıdaki gibidir: ➤ Taban Süre: 3 dakika 30 saniyelik reklam ücreti: 10.000 TL ➤ 3 dakika 30 saniye ile 3 dakika 40 saniye (dahil) arasındaki reklam ücreti: Taban süreyi geçen her salise için 2 TL ek ücret ➤ 3 dakika 40 saniye ile 3 dakika 50 saniye (dahil) arasındaki reklam ücreti: Taban süreyi geçen her salise için 2,5 TL ek ücret ➤ 3 dakika 50 saniye ile 4 dakika (dahil) arasındaki reklam ücreti: Taban süreyi geçen her salise için 3 TL ek ücret İyi çalışmalar dileriz.
Gelen Kutusu 16 Taslaklar 9 Giden Kutusu 6 Gönderilen Çöp Kutusu Zamanlandı Filtreler En son klasörler Ayarlar Yardım	SÜPER MEDYA REKLAM AJANSI Merhaba Rıza Bey; Size sunmuş olduğumuz reklam ücreti teklifi aşağıdaki gibidir: ➤ Taban Süre: 3 dakika 30 saniyelik reklam ücreti: 9800 TL ➤ 3 dakika 30 saniye ile 3 dakika 40 saniye (dahil) arasındaki reklam ücreti: Taban süreyi geçen her salise için 2,5 TL ek ücret ➤ 3 dakika 40 saniye ile 3 dakika 50 saniye (dahil) arasındaki reklam ücreti: Taban süreyi geçen her salise için 2,75 TL ek ücret ➤ 3 dakika 50 saniye ile 4 dakika (dahil) arasındaki reklam ücreti: Taban süreyi geçen her salise için 2,9 TL ek ücret İyi günler dileriz.

Rıza Bey'in muhasebeci olan arkadaşının yerinde siz olsaydınız;

- Rıza Bey'in reklam süresinin 3 dakika 45 saniye 37 salise olmasına karar verdiği durumda hangi reklam ajansını seçeceği konusunda karar vermede kullanabileceği en uygun matematiksel modeli oluşturun.
- Rıza Bey'e hangi durumlarda hangi reklam ajansını tercih etmesini önerirdiniz?

Rıza Bey bu soruların cevaplarını açıklayıcı bir şekilde sizden mail olarak beklemektedir.

EK-7. Uzman Görüşü Alma Formu (Devam)

PROBLEM 7:

KİM MÜDÜR KOLTUĞUNA OTURACAK?

Erzincan'da giyim mağazası olan Alper Bey kış sezonunun yaklaşmasıyla birlikte aynı türden olan yazlık ürünlerinin fiyatlarını sabitleştirerek 15 gün sürecek olan bir kampanya başlatmıştır. Alper Bey kampanya kapsamında belirlenen ürünler ve fiyatları mağazanın camına afiş yaptırarak asmıştır.

PATRON ÇILDIRDI

YAZIN SON FIRSATI GELDİ

ÜRÜN CİNSİ	FİYATI (TL)
T-SHIRT	34.99
ŞORT	45.00
PANTOLON	100.00
CEKET	195.49
ETEK	59.95
ŞAPKA	24.55
ELBİSE	84.45
GÖMLEK	54.95

Alper Bey kış gelmeden Erzincan'da bir mağaza daha açmayı planlamaktadır. Her iki mağazayla da ilgilenmekte zorlanacağını düşünen Alper Bey, mevcut mağazasının başına mağaza müdürü olarak satış görevlilerinden birisini görevlendirmek istemektedir. Alper Bey aylık 3500 TL maaş ve maaş üzerinden bir miktar primle çalışacak olan bu mağaza müdürünü satış görevlilerinin 15 günlük sürecek olan kampanyadaki performanslarına ve talep ettikleri prim miktarına bakarak seçmeye karar veriyor. Satış görevlilerinin 15 gün boyunca satmış oldukları ürünlerin miktarları ve talep ettikleri prim miktarları aşağıda verilmiştir.

Satış Görevlisi	Ürün Miktarları (Adet)							
	T-Shirt	Şort	Pantolon	Ceket	Etek	Şapka	Elbise	Gömlek
Aslı	12	9	5	5	6	5	3	8
Ayhan	9	7	6	5	5	8	6	10
Betül	8	9	5	6	5	6	5	6
Hakan	10	8	9	4	4	7	4	8
Bekir	12	8	6	6	3	6	7	5

Satış Görevlisi	Prim Miktarı
Aslı	%5
Ayhan	%6
Betül	%4
Hakan	%4
Bekir	%5

- Alper Bey'in yerinde siz olsaydınız mağaza müdürünü seçerken nasıl bir matematiksel model geliştirirsiniz?
- Bu geliştirdiğiniz matematiksel modele dayanarak kimi mağaza müdürü olarak görevlendirirsiniz?
- Bu soruların cevaplarını Alper Bey'e tavsiye mektubu şeklinde yazarak ona yardımcı olmanız beklenmektedir.

EK-7. Uzman Görüşü Alma Formu (Devam)

Matematiksel Model Oluşturma Prensipleri	İYİ	ORTA	ZAYIF	Görüş ve Önerileriniz
Gerçeklik Prensipleri ✓ Bu gerçekten gerçek hayat durumlarında olabilir mi? ✓ Öğrenciler kendi kişisel bilgi ve deneyimlerinin genişletilmesine dayanarak durumu anlamlaştırmaya teşvik edilebilecek mi? ✓ Öğrenci fikirleri ciddiye alınacak mı?				
Model Yapılandırma Prensipleri ✓ Etkinlik öğrencilerin bir model oluşturulması, değiştirilmesi, genişletilmesi veya düzeltilmesi için gerekli ihtiyacı açık bir şekilde fark etmelerini sağlıyor mu? ✓ Etkinlik yapısal olarak önemli bir sistemi yapılandırmayı, tanımlamayı, açıklamayı, tahmin etmeyi içeriyor mu? ✓ Önem yüzeysel seviyedeki bilgilerden ziyade altında yatan ilişkilere ve düzenlere odaklı mı?				
Öz Değerlendirme Prensipleri ✓ Kriter öğrencilerin alternatif cevapların yararlılığını değerlendirebilmeleri için açık mıdır? ✓ Öğrencilerin verdikleri cevapların yeterince iyi olduğuna kendilerinin karar vermeleri mümkün olacak mı? ✓ Hangi amaçlar için sonuçlara gerek duyuluyor?				
Model Dokümantasyon Prensipleri ✓ Cevap öğrencilerin durum hakkında nasıl düşündüklerini açıkça ortaya çıkarmalarını gerektirecek mi? ✓ Ne tür sistemler (matematiksel nesneler, ilişkiler, denklemler, örüntüler) hakkında düşünüyorlar?				
Etkili Prototip Prensipleri ✓ Önemli bir model için ihtiyaç oluştururken bile durum mümkün olduğunca basit midir? ✓ Çözüm yapısal olarak benzer çeşitli durumları yorumlamak için kullanışlı bir prototip sağlayacak mı?				
Model Genelleme Prensipleri ✓ Oluşturulan kavramsal araç sadece belirli bir durum için mi geçerli, yoksa durumların daha geniş bir aralığında geçerli olmak için kolayca değiştirilebilir ve genişletilebilir mi?				

EK- 8. Araştırmada Kullanılan Matematiksel Modelleme Problemleri

TAKIM KURMACA



Ergin ATAMAN, 2017 yılından itibaren “Anadolu Efes” isimli basketbol takımının antrenörlüğünü yapmaktadır. Antrenör 2019-2020 sezonu için takımını yeniden oluşturmak istemektedir. Bunun için yardımcı antrenör daha önceden belirlediği 12 tane oyuncunun boy uzunluklarını ve son üç maçtaki performans değerlerini gösteren listeyi Tablo 1’deki gibi hazırlayarak Ergin ATAMAN’a vermiştir. Bu takım, sezonun ilk maçını Banvit takımıyla oynayacaktır. Banvit takımının maçta oynayacağı 5 oyuncusunun boy uzunlukları ve son üç maçtaki performans değerleri de Tablo 2’de gösterilmiştir. Ergin ATAMAN, bu maç için oynatacağı 5 oyuncuyu belirlemede ve bu oyuncuları sahanın neresinde oynatacağı konusunda oldukça kararsızdır. Bu noktada antrenöre bir tavsiye mektubu yazarak hangi beş oyuncuyu maçta oynatması gerektiğini nedenleri ile açıklayan bir matematiksel model geliştirin. Ayrıca bu oyuncuları seçmesi durumunda Banvit takımını yenme ihtimali sizce ne kadar olur, bunu da mektubunuzda belirtin.

Tablo 1. Oyuncuların boy uzunlukları ve son üç maçtaki performans değerleri

Oyuncu İsmi	Boy (cm)	1.Maç					2.Maç					3.Maç				
		Asist	Riba unt	2 Sayı	3 Sayı	Başarısız Şut	Asist	Riba unt	2 Sayı	3 Sayı	Başarısız Şut	Asist	Riba unt	2 Sayı	3 Sayı	Başarısız Şut
Barış ERMİŞ	194	4	2	2	3	3	2	3	0	2	2	2	1	2	2	3
Tony TAYLOR	183	3	3	3	3	2	0	1	1	3	2	3	2	0	2	2
Mykal RILEY	198	2	5	2	2	1	2	2	3	1	0	1	0	3	1	2
Oğuz SAVAŞ	213	3	4	3	3	0	3	2	3	0	3	2	3	1	2	2
Ege ARAR	206	3	1	0	3	2	1	3	2	3	1	0	2	2	2	3
Kyle WILTIER	208	1	4	2	0	2	4	1	3	1	2	2	4	3	2	1
Egemen GÜVEN	209	0	1	3	1	1	2	2	2	2	1	1	2	0	3	2
Berk DEMİR	204	2	5	2	2	3	1	3	0	2	2	2	3	1	3	2
Rıdvan ÖNCEL	192	1	0	2	1	2	3	3	1	3	1	3	4	2	2	3
Tai WEBSTER	193	3	2	0	2	3	0	2	2	2	1	0	2	3	0	3
Burak SELEN	202	2	0	2	1	2	2	1	3	1	2	1	1	2	2	2
Cole HUFF	205	4	3	1	3	1	3	2	3	0	1	4	2	4	1	0

Asist: Sayı atma yolunda giden takım arkadaşına pas verme anlamındadır.

Ribaunt: Atıştan sonra çemberden seken topun oyuncu tarafından yakalanması anlamındadır.

Tablo 1. Banvit takımı oyuncularının boy uzunlukları ve son üç maçtaki performans değerleri

Oyuncu İsmi	Boy (cm)	1.Maç					2.Maç					3.Maç				
		Asist	Riba unt	2 Sayı	3 Sayı	Başarısız Şut	Asist	Riba unt	2 Sayı	3 Sayı	Başarısız Şut	Asist	Riba unt	2 Sayı	3 Sayı	Başarısız Şut
Berke ATAR	210	1	3	2	2	1	3	2	1	4	2	2	3	3	2	1
Stefan BİRCEVIC	210	1	4	3	1	2	2	3	2	3	2	0	2	4	0	0
Metehan AKYEL	206	1	3	2	2	0	0	4	1	3	1	2	4	0	2	1
Alex PEREZ	191	4	2	3	0	1	1	0	2	2	0	1	3	2	1	2
İsmail Cem ULUSOY	182	3	3	2	2	1	4	2	3	1	1	0	2	2	3	1



Anadolu Efes takımına seçmiş olduğunuz 5 oyuncuyu hangi pozisyonlarda oynatması gerektiğiyle ilgili Ergin ATAMAN’a yardımcı olun. Yazacağınız tavsiye mektubunda oyuncuların yerlerini nasıl belirlediğinizi açıklayın ki antrenör daha fazla düşünmesin bu konuda.

EK-8. Araştırmada Kullanılan Matematiksel Modelleme Problemleri (Devam)

HASTAMIZ İYİLEŞECEK Mİ? İNGİLTERE'DE BAKTERİ 12 CAN ALDI!

İngiltere'de doğu kıyısındaki Essex bölgesinde ender görülen bir bakteri nedeniyle 12 kişinin öldüğü bildirildi. İngiltere Ulusal Sağlık Sistemi'nden (NHS) yapılan açıklamada "Invasive Group A Streptococcus" (İGAS) adlı bakterinin ülkenin doğu kıyısındaki Essex bölgesinde 12 kişinin ölümüne yol açtığı belirtildi.

KASLARA, KANA VE AKCİĞERE ULAŞMASI HALİNDE ÖLÜMCÜL OLABİLİYOR

Açıklamada hapşırma ve deri temasıyla bulaştığı belirtilen bakterinin, insanların boğazında ve derisinde herhangi bir semptom (belirtiye) yol açmadan uzun süre yaşadığı kaydedildi.

Bakterinin kaslara, kana ve akciğere ulaşması halinde ölümcül olduğu belirtilen açıklamada ilki Şubat ayında görülen bakteri vakasının Mart ayında salgına dönüştüğü ve şu ana kadar 32 kişide teşhis edildiği ifade edildi.

Açıklamada bakteriden etkilenenlerin çoğunluğunu kronik yaraları için tedavi gören yaşlıların oluşturduğu, ancak bakterinin bulaşma riskinin düşük olduğu aktarıldı.

YÜZLERCE KİŞİDEN ÖRNEK ALINDI

Açıklamada, antibiyotik tedavisine erken başlanması durumunda bakterinin etkili bir biçimde engellenmesinin mümkün olduğu da vurgulandı. Başkent Lonra'nın kuzey doğusundaki Essex'de tedbir amacıyla yüzlerce kişiden örnekler alındığı ve antibiyotik tedavisine başlandığı kaydedildi.

(Kaynak: 26.06.2019 – 16:54 tarihli bu haber yazısı
<https://www.google.com/amp/s/m.haberturk.com/ingiltere-de-bakteri-12-can-aldi-2498649-amp> adresinden alınmıştır.)



Klinik mikrobiyoloji uzmanı olan Prof. Dr. Charles Maldon ekibiyle birlikte Sandra William isimli hastanın vücudunda çoğalmakta olan İGAS bakterilerini yok edebilmek amacıyla bakterileri mikroskopla gözlemleyerek antibiyotik tedavisine başlamışlardır. Antibiyotik tedavisiyle insan vücudunda yaşayan bakteri sayısının 300.000 sayısının altına inmesiyle birlikte geriye kalan bakterilerin öldüğü ve tedavinin başarılı olduğu bilinmektedir. Bu bakteri türünü tedavinin 15.gününde yok etmeyi planlayan Maldon ve ekibi tedaviye başladıkları andan itibaren bakteri sayısını aşağıdaki gibi her gün not etmişlerdir.

Gün	Bakteri Sayısı (milyon)
1	860
2	848
3	788
4	512

Maldon ve ekibi, hastanın ne zaman iyileşeceğini merak etmekte ve bu konuda sizin yardımınıza ihtiyaç duymaktadırlar. Ekibin bu şekilde tedaviye devam etmesi durumunda hasta Sandra William'ın tedaviye başladıktan kaç gün sonra sağlığına kavuşacağını açıklayan bir matematiksel model geliştirin.

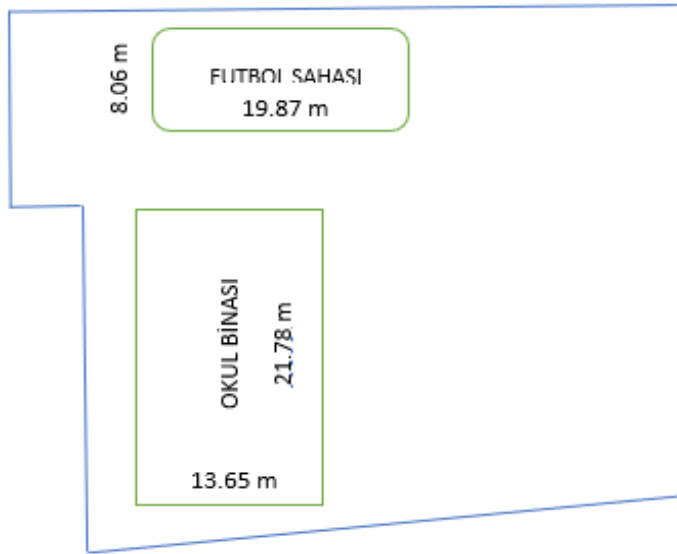
Maldon ve arkadaşları belirledikleri sürede hastayı iyileştirebilmişler midir? Cevabınız hayır ise hastanın belirlenen süre içinde iyileşebilmesi için tedaviye bakteri sayısının ne kadar olduğu zamanda başlanması gerekirdi?

GÜLTEN DAYIOĞLU İLE BULUŞMAYA NE DERSİN?

Gülten DAYIOĞLU, Türkiye'nin yetiştirdiği önemli roman ve öykü yazarları arasındadır. Dayioğlu, 1935 tarihinde Kütahya'nın Emet ilçesinde doğmuş olup günümüzde "Üç Kuşağın Yazarı" ünvanı ile anılmaktadır. Çocuklar için radyo ve televizyon oyunları kaleme almıştır. İlk kitabının basımı 1963 yılında gerçekleşmiştir. Bahçıvanın Oğlu adıyla okuyucuya sunulan bu kitap, çocuklar için hazırlanmıştır. O zamandan bu yana kesintisiz olarak yeni baskılarla kuşaktan kuşağa hizmet veren seksenbeş kitap yazmıştır. Bu eserler, 7-18 yaş arası, çocuk ve gençlik düzeyine göre hazırlanmış öykü ve romanlarla gezi kitaplarından oluşmaktadır. (Kaynak: <http://www.gultendayioğlu.com/hayatim>)

Gülten DAYIOĞLU'nun en dikkat çeken kitaplarından birisi de "Mo'nun Gizemi" isimli bilim kurgu türündeki eseri olmuştur. Bu kitapta Yuma isimli Japon bir bilim kadını Mo yarattığı diye bilinen, eski çağlarda hem karada hem denizde hem de havada yaşayabilen, başındaki dokuz çıkıntıyla gökyüzünden ışın çekebilen, ancak sonradan soyu tükenen olağanüstü bir varlığın fosilinin peşindedir. (Kaynak: Dayioğlu, G. (2016) Mo'nun Gizemi, *Altın Kitaplar Yayınevi*, İstanbul, 4-12.)

Gülten DAYIOĞLU, zaman zaman imza günlerine katılmakta, söyleşiler gerçekleştirmekte ve onu seven okuyucularıyla buluşmaktadır. Bu kez yazar çocuk okuyucularıyla bir söyleşi gerçekleştirmek için okulunuza gelecek ve okulun bahçesinde onunla tanışma fırsatı bulacaksınız. Bu etkinliğe Gümüşhane ve Erzincan ilindeki bazı okullardan da öğrenciler katılmak istiyorlar. Etkinliği organize edecek olan okul müdürü, okul bahçesine sığabilecek en fazla öğrenci sayısını belirleyip bu sayıya göre gelmek isteyen okullardaki öğrencileri etkinliğe davet edecektir. Sizin göreviniz bahçenin alabileceği en fazla öğrenci sayısını hesaplamak ve nasıl hesapladığınızı okul müdürüne açıklayan bir rapor hazırlamak.



EK-8. Araştırmada Kullanılan Matematiksel Modelleme Problemleri (Devam)

MUHEŞEM İNTERNET PAKETLERİ BURADA!

Millî Eğitim Bakanlığı 2018 yılından itibaren ortaokul 8.sınıf öğrencileri için LGS'yi (Liselere Giriş Sınavı) uygulamaktadır. Yapılan bu sınavla Fen liseleri, Sosyal Bilimler Liseleri ve proje okullarına gidecek olan öğrenciler seçilmektedir. Bu sınav sisteminin getirmiş olduğu en önemli kavramlardan birisi de “Yeni Nesil Sorular” olmuştur. Yeni nesil soruların dikkat çeken özelliği öğrenilen bilginin yorumlanarak verilen sorunun mantığına uygun bir şekilde kullanılmasını gerektiren okuduğunu anlamaya yönelik sorular olmasıdır. Bu nedenle yeni nesil sorular ağırlıklı olarak gündelik yaşamda karşımıza çıkabilecek olası durumların görsel bir şekilde ifade edilmesiyle oluşturulmaktadır.

Matematik öğretmeni olan Yasemin Hanım, evde öğrencileri için yeni nesil sorular ve işlemiş olduğu konular ile ilgili öğrencilerinin dikkatini çekecek olan öğretici matematik videoları bulmak için kullandığı evde internet paketini değiştirmeye karar vermiştir. Bunun için Yasemin Hanım, evde internet paketini satın almış olduğu dükkâna giderek dükkân sahibinden geçen sene kullanmış olduğu evde internet paketinin son bir yıllık internet kullanım miktarlarını çıkarmasını istemiştir.

FATURA BİLGİLERİ

Sayın Yasemin Hanım;

Hizmet Numaranız:5792003159

İnternet paketinize ait fatura bilgileriniz aşağıda yer almaktadır.

Son Ödeme Tarihi	Dönem	Kullanım Miktarı
17/10/2019	09/2019	76 GB 289 MB
17/09/2019	08/2019	68 GB 78 MB
17/08/2019	07/2019	70 GB
17/07/2019	06/2019	64 GB 125 MB
17/06/2019	05/2019	81 GB 549 MB
17/05/2019	04/2019	79 GB
17/04/2019	03/2019	83 GB 728 MB
17/03/2019	02/2019	79 GB 84 MB
17/02/2019	01/2018	77 GB 628 MB
17/01/2019	12/2018	82 GB
17/12/2018	11/2018	78 GB 386 MB
17/11/2018	10/2018	75 GB 653 MB

- Yasemin Hanım'ın satın alacağı internet paketine karar vermede kullanabileceği bir matematiksel model oluşturun.
- Dükkân sahibi olduğunuzu varsayarak Yasemin Hanım'ın satın alabileceği en uygun iki tane evde internet paketini oluşturun ve neden bu paketleri nasıl oluşturduğunuzu Yasemin Hanım'a açıklayın.

EK-8. Araştırmada Kullanılan Matematiksel Modelleme Problemleri (Devam)

POLİS SOYGUNCUNUN PEŞİNDE!

Kuyumculuk yapan Gürkan Bey Pazartesi günü işyerine geldiğinde dükkânının soyulduğu fark eder. Bunun üzerine Gürkan Bey, zaman kaybetmeden polise haber verir. Polis ekipleri olay yerine gelerek kamera kayıtlarına bakmak isterler. Kamera kayıtlarını inceleyen polisler, bir önceki gün soyguncunun dükkâna girmeden önce kamera ekranını kırdığını görürler. Bu nedenle soyguncu kamerada tam olarak gözükmemektedir. Bunun üzerine polisler kuyumcu dükkânının 2 işyeri sağında bulunan marketin kamerasına bakmaya karar verirler. Marketin kamerasında ise soyguncunun saat 12:10'da etrafı kontrol ederken gölgesi görünmektedir (Günün farklı saatlerinde bir cismin gölge boyunun uzunluğu, ışığın düşme açısına bağlı olarak sürekli değişmektedir). Polisler soyguncunun boyunu tahmin etmeye çalışıyorlar ve bu konuda sizin yardımınıza ihtiyaçları var. Polisleri yanıltmamak için tahmininizi matematiksel bir ifade geliştirerek yapın ve yapmış olduğunuz her şeyi açıkça ve polislerin anlayabileceği şekilde yazarak polislere rapor şeklinde sunun.



(*Kamera çekmiş olduğu görüntüyü 1/20 oranında küçültmektedir)

EK-8. Araştırmada Kullanılan Matematiksel Modelleme Problemleri (Devam)

ÇIKTIK BİR YOLA

Film yapım şirketi sahibi olan Yağmur Hanım ekibiyle birlikte “ÇIKTIK BİR YOLA” adındaki komedi filminin çekimini tamamlamışlardır. Bu filmde Muhittin, Ziya, Dilaver ve Rıfki birlikte Samsun’dan İstanbul’a doğru bir yolculuğa çıkarlar. Dilaver oldukça sakar olan birisidir ve yolculuk esnasında da bu sakarlıklar peşini bırakmayacaktır. Filmde Dilaver’in sakarlıkları yüzünden bu arkadaş grubunun başına geçen birbirinden komik olaylar anlatılmaktadır.



Filmin yönetmeni olan Rıza Bey, vizyona girecek olan bu filmin televizyonda tanıtım reklamının yapılması için 10 reklam ajansıya görüşüyor. Rıza Bey, bu görüşmeler sonunda birbirine çok yakın teklifler veren “Fikri Orijinal Reklam Ajansı” ya da “Süper Medya Reklam Ajansı” ile çalışmaya karar veriyor. Her iki reklam ajansı da reklam süresinin 3 dk 30 saniye ile 4 dk arasında olması gerektiğini söylüyorlar. Bunun üzerine reklam ücreti konusunda oldukça pazarlıkçı olan Rıza Bey, reklam süresini tam olarak belirleyebilmek için muhasebeci olan arkadaşına danışmak istiyor. Bu nedenle her iki ajanstan da kendisine ücret tekliflerini içeren bir mail göndermelerini istiyor. Her iki ajansın da göndermiş oldukları mail görüntüleri aşağıda verilmiştir.

	Gelen Kutusu	16
	Taslaklar	9
	Giden Kutusu	6
	Gönderilen	
	Çöp Kutusu	
	Zamanlandı	
	Filtreler	▼
	En son klasörler	▼
	Ayarlar	
	Yardım	

FİKRİ ORJİNAL REKLAM AJANSI

Değerli Müşterimiz Rıza Bey;

Size sunmuş olduğumuz reklam ücreti teklifi aşağıdaki gibidir:

- **Taban Süre:** 3 dakika 30 saniyelik reklam ücreti: 10.000 TL
- 3 dakika 30 saniye ile 3 dakika 40 saniye (dahil) arasındaki reklam ücreti: Taban süreyi geçen her salise için 2 TL ek ücret
- 3 dakika 40 saniye ile 3 dakika 50 saniye (dahil) arasındaki reklam ücreti: Taban süreyi geçen her salise için 2,5 TL ek ücret
- 3 dakika 50 saniye ile 4 dakika (dahil) arasındaki reklam ücreti: Taban süreyi geçen her salise için 3 TL ek ücret

İyi çalışmalar dileriz.

	Gelen Kutusu	16
	Taslaklar	9
	Giden Kutusu	6
	Gönderilen	
	Çöp Kutusu	
	Zamanlandı	
	Filtreler	▼
	En son klasörler	▼
	Ayarlar	
	Yardım	

SÜPER MEDYA REKLAM AJANSI

Merhaba Rıza Bey;

Size sunmuş olduğumuz reklam ücreti teklifi aşağıdaki gibidir:

- **Taban Süre:** 3 dakika 30 saniyelik reklam ücreti: 9800 TL
- 3 dakika 30 saniye ile 3 dakika 40 saniye (dahil) arasındaki reklam ücreti: Taban süreyi geçen her salise için 2,5 TL ek ücret
- 3 dakika 40 saniye ile 3 dakika 50 saniye (dahil) arasındaki reklam ücreti: Taban süreyi geçen her salise için 2,75 TL ek ücret
- 3 dakika 50 saniye ile 4 dakika (dahil) arasındaki reklam ücreti: Taban süreyi geçen her salise için 2,9 TL ek ücret

İyi günler dileriz.

Rıza Bey’in muhasebeci olan arkadaşının yerinde siz olsaydınız;

- Rıza Bey’in hangi durumlarda hangi reklam ajansını seçeceği konusunda karar vermede kullanabileceği en uygun matematiksel modeli oluşturun.
- Rıza Bey’e hangi durumlarda hangi reklam ajansını tercih etmesini önerirdiniz?

Rıza Bey bu soruların cevaplarını açıklayıcı bir şekilde sizden mail olarak beklemektedir.

EK-8. Araştırmada Kullanılan Matematiksel Modelleme Problemleri (Devam)

KİM MÜDÜR KOLTUĞUNA OTURACAK?

Erzincan'da giyim mağazası olan Alper Bey kış sezonunun yaklaşmasıyla birlikte aynı türden olan yazlık ürünlerinin fiyatlarını sabitleştirerek 15 gün sürecek olan bir kampanya başlatmıştır. Alper Bey kampanya kapsamında belirlenen ürünler ve fiyatları mağazanın camına afiş yaptırarak asmıştır.

PATRON ÇILDIRDI

YAZIN SON FIRSATI GELDİ

ÜRÜN CİNSİ	FİYATI (TL)
T-SHİRT	34.99
ŞORT	45.00
PANTOLON	100.00
CEKET	195.49
ETEK	59.95
ŞAPKA	24.55
ELBİSE	84.45
GÖMLEK	54.95

Alper Bey kış gelmeden Erzincan'da bir mağaza daha açmayı planlamaktadır. Her iki mağazayla da ilgilenmekte zorlanacağını düşünen Alper Bey, mevcut mağazasının başına mağaza müdürü olarak satış görevlilerinden birisini görevlendirmek istemektedir. Alper Bey aylık 3500 TL maaş ve maaş üzerinden bir miktar primle çalışacak olan bu mağaza müdürünü satış görevlilerinin 15 günlük sürecek olan kampanyadaki performanslarına ve talep ettikleri prim miktarına bakarak seçmeye karar veriyor. Satış görevlilerinin 15 gün boyunca satmış oldukları ürünlerin miktarları ve talep ettikleri prim miktarları aşağıda verilmiştir.

Satış Görevlisi	Ürün Miktarları (Adet)							
	T-Shirt	Şort	Pantolon	Ceket	Etek	Şapka	Elbise	Gömlek
Aslı	12	9	5	5	6	5	3	8
Ayhan	9	7	6	5	5	8	6	10
Betül	8	9	5	6	5	6	5	6
Hakan	10	8	9	4	4	7	4	8
Bekir	12	8	6	6	3	6	7	5

Satış Görevlisi	Prim Miktarı
Aslı	%5
Ayhan	%6
Betül	%4
Hakan	%4
Bekir	%5

- Alper Bey'in yerinde siz olsaydınız mağaza müdürünü seçerken nasıl bir matematiksel model geliştirirsiniz?
- Bu geliştirdiğiniz matematiksel modele dayanarak kimi mağaza müdürü olarak görevlendirirdiniz?
- Bu soruların cevaplarını Alper Bey'e tavsiye mektubu şeklinde yazarak ona yardımcı olmanız beklenmektedir.

EK- 9. Grup Çalışmaları Formu

GRUP ÇALIŞMALARI FORMU

Problem No:

Grup Adı:

Değerli grup üyeleri;

Problem durumunun çözüme yönelik olarak gerçekleştirdiğiniz her bir çalışmayı (Problemi anlamak için kaç kere okudunuz? Kim hangi matematiksel çözümü önerdi? Hangi yöntemleri denediniz, hangi yöntemlerden neden vazgeçtiniz, hangi yöntemi kabul ettiniz? Bulduğunuz matematiksel modeli nasıl çözdünüz? Hangi konularda tartıştınız?) ayrıntılı bir şekilde sırasıyla anlatınız.

EK- 10. Rapor Formu

RAPOR FORMU

Problem No:

Grup Adı:

Değerli grup üyeleri;

Kabul ettiğiniz matematiksel modeli oluştururken neleri kullandınız, hangi matematiksel bilgilerden yararlandınız, bu modeli nasıl çözdünüz, bulduğunuz sonucu size verilen gerçek hayat durumuna nasıl yorumladınız, çözüm öneriniz bu duruma uyuyor mu ve benzer problem durumlarında bu matematiksel modeli kullanabilir misiniz? sorularının cevabını verecek şekilde sizden istenen raporu ayrıntılı bir şekilde yazınız.

EK- 11. Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesi İçin Dereceli Puanlama Anahtarı

Modelleme Yeterlikleri	Düzeyler Puanlar	Tanımlama
Problemi Anlama	Düzey 1 0 puan	Problemi anlamadığını gösteren ifadelerle yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleyememe ve aralarında ilişki kuramama/yanlış ilişki kurma.
	Düzey 2 1 puan	Problemi bir ölçüde anladığını gösteren ifadelerle yer verme, verilenleri ve istenenleri bir ölçüde belirleme ancak aralarında ilişki kuramama/yanlış ilişki kurma
	Düzey 3 2 puan	Problemi tam olarak anladığını gösteren ifadelerle yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ancak aralarında ilişki kuramama/yanlış ilişki kurma
	Düzey 4 3 puan	Problemi tam olarak anladığını gösteren ifadelerle yer verme, ancak verilenleri ve istenenleri belirlerken önemsiz hatalar yapma, buna rağmen aralarında ilişki kurma
	Düzey 5 4 puan	Problemi tam olarak anladığını gösteren ifadelerle yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ve aralarında uygun bir ilişki kurma
Sadeleştirme	Düzey 1 0 puan	Problemi sadeleştirmeme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlememe ve yanlış varsayımlarda bulunma
	Düzey 2 1 puan	Problemi bir ölçüde sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri bir ölçüde belirleme ancak yanlış varsayımlarda bulunma
	Düzey 3 2 puan	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunma
	Düzey 4 3 puan	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve gerçekçi varsayımlarda bulunma
Matematiksel Model Oluşturma (Matematikselleştirme)	Düzey 1 0 puan	Matematiksel model oluşturmama veya yanlış model(ler) oluşturma
	Düzey 2 1 puan	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel model(ler) oluşturma
	Düzey 3 2 puan	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı doğru matematiksel model(ler) oluşturma
	Düzey 4 3 puan	Gerçekçi varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel model(ler) oluşturma ve birbiriyle ilişkilendirme
	Düzey 5 4 puan	Gerçekçi varsayımlara göre gerekli matematiksel model(leri) doğru bir şekilde oluşturma, model(leri) açıklama ve birbiriyle ilişkilendirme

EK-11. Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesi İçin Dereceli Puanlama Anahtarı
(Devam)

Matematiksel Olarak Çalışma	Düzyey 1 0 puan	Matematiksel çözüm sunmama, oluşturulan matematiksel modelleri yanlış çözüme veya yanlış matematiksel modeli çözüme çalışma
	Düzyey 2 1 puan	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içere
	Düzyey 3 2 puan	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözüme
	Düzyey 4 3 puan	Doğru oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içere
	Düzyey 5 4 puan	Doğru oluşturulan matematiksel model/modelleri kullanarak doğru matematiksel çözüme ulaşma
Yorumlama	Düzyey 1 0 puan	Elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yanlış yorumlama veya hiç yorumlamama
	Düzyey 2 1 puan	Hatalar içeren /eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlama
	Düzyey 3 2 puan	Hatalar içeren/eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama
	Düzyey 4 3 puan	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlama
	Düzyey 5 4 puan	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama
Doğrulama	Düzyey 1 0 puan	Doğrulama yaklaşımında bulunmama veya yanlış doğrulama yapma
	Düzyey 2 1 puan	Kısmen/bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmeme
	Düzyey 3 2 puan	Kısmen/bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme
	Düzyey 4 3 puan	Kısmen/bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları düzeltme
	Düzyey 5 4 puan	Doğrulama yaklaşımında bulunma, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmeme
	Düzyey 6 5 puan	Doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları belli bir ölçüde düzeltme
	Düzyey 7 6 puan	Doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları düzeltme
Raporlaştırma	Düzyey 1 0 puan	Raporun çözüm süreci hakkında herhangi bir bilgi içermemesi
	Düzyey 2 1 puan	Raporun çözüm süreci hakkında bir ölçüde bilgi vermesi ve okuyucu tarafından yeteri kadar anlaşılması
	Düzyey 3 2 puan	Raporun çözüm süreci hakkında yeteri kadar bilgi vermesi ve okuyucu tarafından net bir şekilde anlaşılması

Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesi İçin Dereceli Puanlama Anahtarı, Tekin Dede ve Bukova-Güzel (2014)'in geliştirmiş olduğu Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği ile Şahin ve Eraslan (2018)'in geliştirmiş olduğu Modelleme Sürecinin Değerlendirilmesi için Dereceli Puanlama Anahtarı'ndan uyarlanarak hazırlanmıştır.

EK- 12. "Takım Kurmaca" problemin ilişkin Muhteşem Dörtlü Grubu'nun çalışmaları

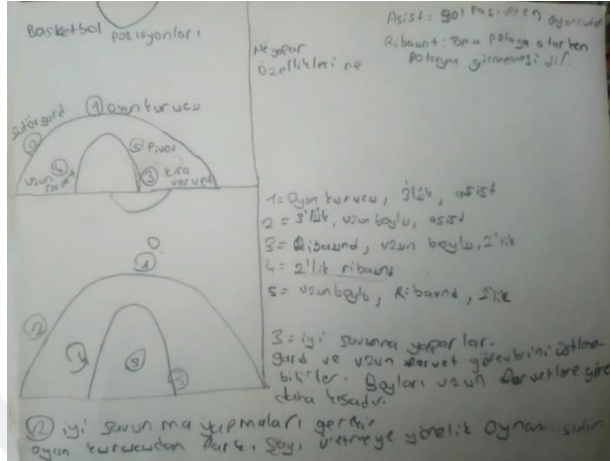
	<u>Asist</u>	<u>2. Asist</u>	<u>2. Asist</u>	<u>3. Asist</u>	<u>Başkan</u>
Barış	8	6	4	7	8
Tony	6	6	4	8	6
Mykai	5	7	9	4	3
Oğuz	9	8	7	5	5
Ege	4	6	4	3	6
Kyle	7	9	9	3	5
Ezgi	3	5	5	6	4
Emel	5	11	2	7	7
Rehan	7	7	5	6	5
Tay	3	6	5	4	7

1. Asist	2. Asist	3. Asist	4. Asist	5. Asist	6. Asist	7. Asist	8. Asist	9. Asist	10. Asist	11. Asist	12. Asist	13. Asist	14. Asist	15. Asist	16. Asist	17. Asist	18. Asist	19. Asist	20. Asist	21. Asist	22. Asist	23. Asist	24. Asist	25. Asist	26. Asist	27. Asist	28. Asist	29. Asist	30. Asist	31. Asist	32. Asist	33. Asist	34. Asist	35. Asist	36. Asist	37. Asist	38. Asist	39. Asist	40. Asist	41. Asist	42. Asist	43. Asist	44. Asist	45. Asist	46. Asist	47. Asist	48. Asist	49. Asist	50. Asist	51. Asist	52. Asist	53. Asist	54. Asist	55. Asist	56. Asist	57. Asist	58. Asist	59. Asist	60. Asist	61. Asist	62. Asist	63. Asist	64. Asist	65. Asist	66. Asist	67. Asist	68. Asist	69. Asist	70. Asist	71. Asist	72. Asist	73. Asist	74. Asist	75. Asist	76. Asist	77. Asist	78. Asist	79. Asist	80. Asist	81. Asist	82. Asist	83. Asist	84. Asist	85. Asist	86. Asist	87. Asist	88. Asist	89. Asist	90. Asist	91. Asist	92. Asist	93. Asist	94. Asist	95. Asist	96. Asist	97. Asist	98. Asist	99. Asist	100. Asist
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Saygılı Ergin Ataman;

Önce pivot'u belirledik. Boy uzunluğuna ve konumuna baktık. Sonra sütür gördü belirledik. Altıncı sütür ve başıncı sütür seçtik baktık. Daha sonra Oyn kurucuyu belirledik. Ağırlık ve iki etim iyi kullanımdan baktık. Son forvet den kızıyı belirledik ve ribauntun yüksek olması ile birlikte uzun olması da baktık. Son olarak kısa forvetli belirledik kısa forvetli sütür gördük uzun olduğu için bu forveti gübrek baktık.

EK- 13. "Takım Kurmaca" problemine ilişkin Muhteşem Dörtlü Grubu'nun çalışmaları



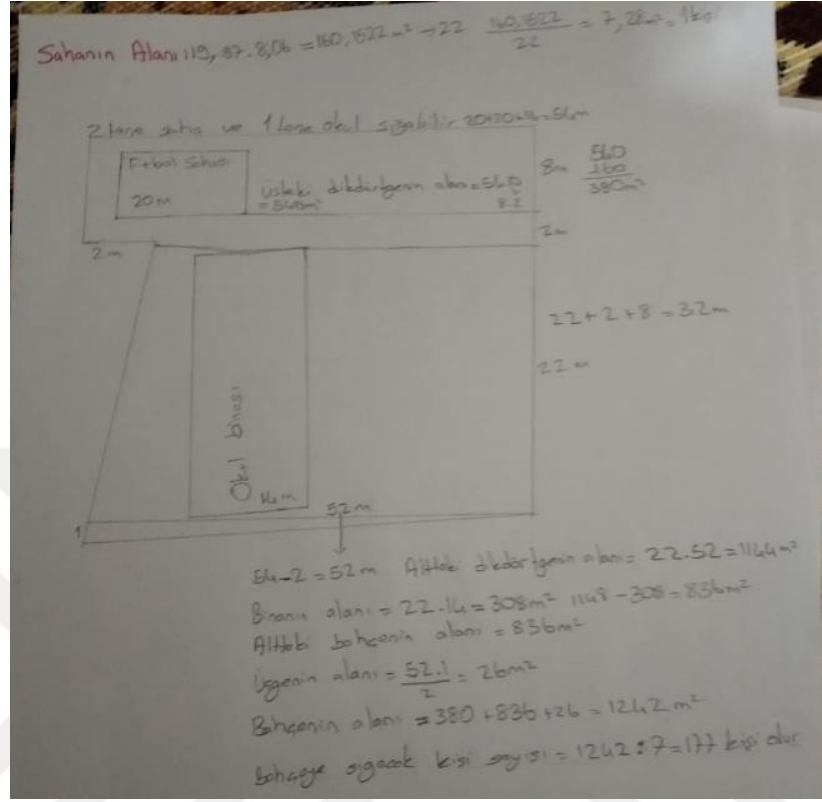
En çok gol atan oyuncular: (Üç maç için)

	iki sayılık	üç sayılık	iki sayılık toplam puan	üç sayılık toplam puan	üç maç toplam puan
-Mykal Riley	2+3+3=8	2+1+1=4	6x2=16 puan	4x3=12 puan	28 puan
-Kyle Wiltzer	2+3+3=8	0+1+2=3	8x2=16 puan	3x3=9 puan	25 puan
-Cole Huff	1+3+4=8	3+0+1=4	3x2=16 puan	4x3=12 puan	28 puan

İsim	1 sayılık	Asist	Rebound	2'lik sayı	3'lük sayı	Başlangıç
Barış Ermiş	13/4	8	6	4	7	8
Tiğres Taşlıoğlu	18/3	6	6	4	8	6
Mehmet Akil	19/3	5	7	8	4	3
Oğuz Sarıoğlu	21/3	8	3	4	5	5
Ege Arar	20/6	4	6	4	8	6
Abdülkadir Wiltzer	20/6	7	9	8	3	5
Eğemen Güven	22/9	3	5	5	6	4
Berk Demir	20/4	5	11	3	7	7
Arda Öncel	18/3	7	7	5	6	6
Tai Webster	20/3	3	6	5	4	7

İsim	Rebound	2 sayı	3 sayı	Başlangıç
6	5	7	3	3
8	6	4	4	8
7	7	7	6	3
7	7	5	6	6
3	11	3	7	2
5	7	8	4	3
3	9	9	4	4
5	11	3	7	4
8	18	5	8	0
6	6	4	8	6

EK- 16. "Gülten DAYIOĞLU ile Buluşmaya Ne Dersin?" problemine ilişkin Muhteşem Dörtlü Grubu'nun çalışmaları



Sayın okul müdürü;

Futbol sahanının alanını bulduk sahada 22 kişi

olduğu için sahanın alanını 22'ye böldük. Sahanın

alanı 160 çıktı, kişi başına 7 metre² çıktı. Bine

verilen şekli 3'e böldük ki tane dikdörtgen

1 tane üçgen çıktı, 1 tane dikdörtgen 2 tane

1 tane okul çıktı. bu da 56 m olur. Okulun alanından

kada kenar 10 m alanına bakarak için 56 ile 10'u çarptık

560 çıktı sahanın alanından yani 160'ı çıkardık. Sonuç

380 m² çıktı. ~~Bu dikdörtgenin alanını bulduk~~

~~çıkardık~~ - Dikdörtgenin alanını çıkardık bulduk

okulun alanından çıkardık Okulun alanını 308 bulduk

160'den çıkardığımızda 836 bulduk Çerçeve sadece

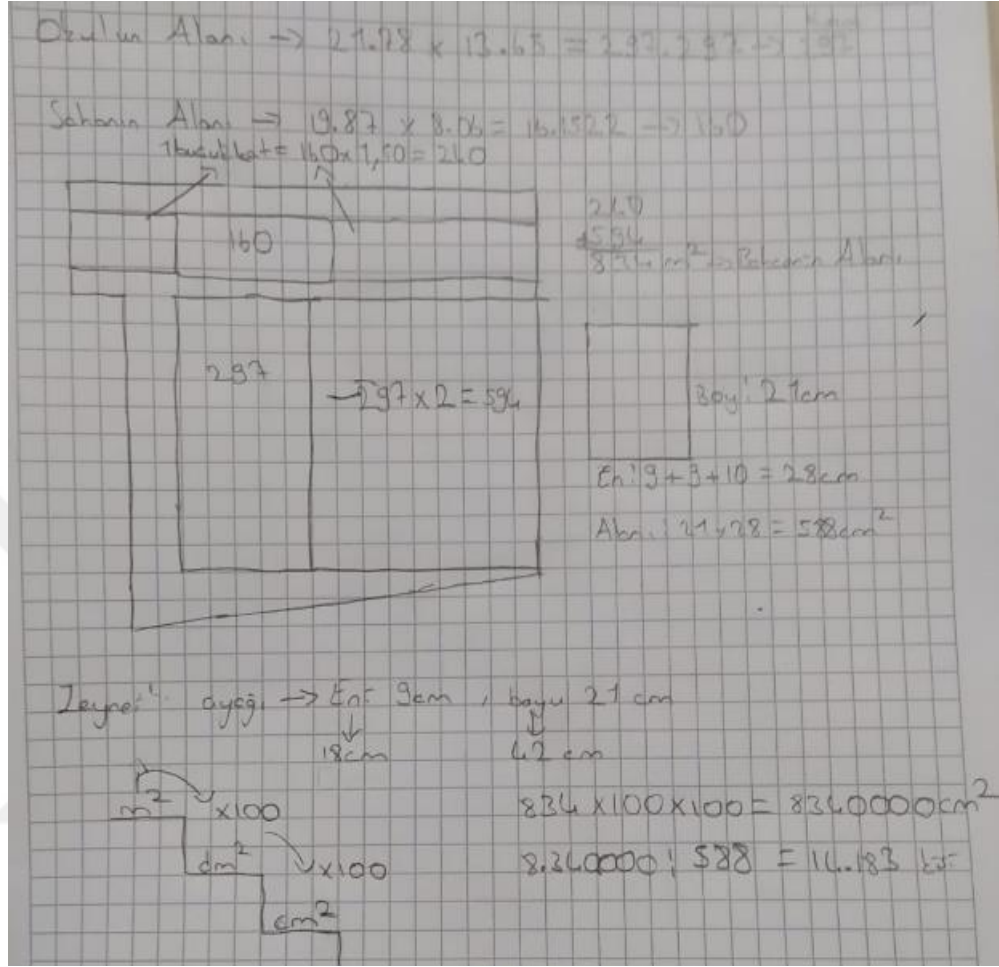
üçgen kaldı. Üçgenin kenar kenarını inceledik yüksekliğinde

32 m kabul ettik. Üçgenin alanını 26 m² bulduk Sonuçtan

bulduğumuz alanları topladık. 1262 çıktı burada bir kişi

7 m² ye yer kapladığı için 177 kişi sığabilir.

EK- 17. "Gülten DAYIOĞLU ile Buluşmaya Ne Dersin?" problemine ilişkin Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun çalışmaları



Sayın Nödrümüz !

Bizim amacımız bahçeye ağaçları ektirmek. Bunun için okul binasının
 ve sahnenin alanları bulduk. Sahnenin alanı 110, okul binasının
 alanı 297 bulduk. Bu sonuçları bulurken virgüleri attık. Sonra bahçenin
 içine çakiller çakıp onların alanlarını bulmak için bina ve sahnenin
 yollarını çıkardık. Çıkardığımız sahanın alanlarını 240 ve 594 bulduk. Bahçenin
 alanını bulmak için binaları topladık ve 834 m² bulduk. Sonra
 Zeynep'in ayağını ölçtük. Zeynep'in ayağı 21 cm, bacağı 10 cm
 olarak ölçtük. Zeynep'in ayağının alanı 588 cm² çıktı. 834 m² cm²
 ye çevirdik. 8.340.000 cm² çıktı. Bu sonucu 588'e böldüğümüzde
 14.183 kişi bahçeye sığar.

EK- 18. "Muhteşem İnternet Paketleri Burada!" problemine ilişkin Muhteşem Dörtlü Grubu'nun çalışmaları

$84 > 82 = 82 > 79 = 79 > 78 = 78 > 76 = 76 > 70 > 68 > 64$
Ne az ne de çok olsun 79, 78, 76 olabilir.
$$\frac{79+78+76}{3} = 77,6 = 78 \text{ GB olsun}$$

78 GB üstünde olan 5 ay var. 84 ve 82'de bunları ekleyelim.
$$\begin{array}{r} 233 \\ 84 \\ 82 \\ \hline 399 \\ \hline 5 \end{array} = 79,8 = 80 \text{ GB. } 80 \text{ GB' olsun} = 1. \text{ paket}$$

1. paket = aylık 80 GB 2. Paket = aylık 70 GB
$$\frac{64+68+70+76}{4} = 69,5 = 70 \text{ GB}$$

$$\frac{132}{2} = 66$$

Etkinlik No: 4 Sayın yasanın hanım! Verdiğiniz paketleri yuvarlayıp sonra büyükten küçüğe doğru sıraladık. Bizdeki ne çok ne de az olsun dedik bu yüzden 70'lerden seçtik 79, 78, 76 toplayıp ortalamasını bulduk, ortalamayı 77,6 bulduk buradan 78GB'ye yuvarladık, aylık olarak. 78GB üstünde 5 ay olduğu için bu yetmez dedik toplama 84 ve 82GB ekledik sonuç 399 çıktı bunu 5'e böldük ortalamaya 79,8 çıktı. Burada 80GB yuvarladık. Bu birinci paket. İkinci pakette ise küçük seçtik, daha uzur olması için önce 68'i topladık 66GB çıktı, bu bize yetmez diye 70 ve 76'yı da ekledik sonuç 238 çıktı bunu dörtte böldüğümüzde 59,5 çıktı, buradan 60'e yuvarladık ikinci paket 70GB oldu.

EK- 19. "Muhteşem İnternet Paketleri Burada!" problemine ilişkin Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun çalışmaları

1 GB = 1024 MB (Seyir. quvvalı d.l.)
1000

$\begin{array}{r} 5000 \\ 72 \text{ GB} \quad 420 \text{ MB} \\ 72 \text{ GB} \quad 0 \text{ MB} \\ 72 \text{ GB} \quad 386 \text{ MB} \\ + 75 \text{ GB} \quad + 651 \text{ MB} \\ \hline 390 \text{ GB} \quad 1067 \text{ MB} + 1000 \\ \hline 1,667 \text{ GB} \\ 390 \text{ GB} \quad 667 \text{ MB} \end{array}$	$\begin{array}{r} 2019 \\ 76 \text{ GB} \quad 289 \text{ MB} \\ 68 \text{ GB} \quad 78 \text{ MB} \\ 70 \text{ GB} \quad 0 \text{ MB} \\ 64 \text{ GB} \quad 178 \text{ MB} \\ 81 \text{ GB} \quad 549 \text{ MB} \\ 79 \text{ GB} \quad 0 \text{ MB} \\ 83 \text{ GB} \quad 728 \text{ MB} \\ + 79 \text{ GB} \quad + 84 \text{ MB} \\ \hline 600 \text{ GB} \quad 1951 \text{ MB} \\ \hline 1000 \\ \hline 7,862 \text{ GB} \\ 601 \text{ GB} \quad 851 \text{ MB} \end{array}$

390 GB 667 MB
+ 601 GB + 851 MB
991 GB 1518 MB
= 991 GB 520 MB
Sonuç: 991 GB 520 MB

1. Paket (Yıllık Olarak)
Az gelliğine göre 991 GB'den fazla olacak 2018'e göre
harcadığı internet yaklaşık 300 GB artmış. Yani 300 GB artmış.

İsm. 991 GB
+ 300 GB
1291 GB

2. Paket (Aylık)
991 GB
12 = 76,25 GB

$\begin{array}{r} 2018 \\ 391 = 78,25 \text{ GB} \\ 78 - 75 = 3 \text{ GB} \\ \text{Aylık } 78 \text{ 'de} \text{ yetmiyor} \\ 76 + 3 = 79 \text{ GB} \text{ olabilir.} \end{array}$	$\begin{array}{r} 2019 \\ 601 = 75,125 \text{ GB} \\ 75 \text{ 'de} \text{ yetmiyor.} \end{array}$

Sayın Jüri Üyesi Hanım!

2018 ve 2019'da harcadığı internetleri topladık bulduk internetleri
1 GB = 1024 MB olarak bulduk. 1024'u 1000'e yuvarladık MB'ları GB'ye
çevirdik. 2018'de ve 2019'da çıkan sonuçları da topladık. Sonuçlar olarak
991,520 bulduk. Sonunda paketleri aylık ve yıllık olarak ayırdık. 2019'da
harcadığı internet yetmediği için 991'e 300 daha ekledik 1291 GB
olarak bulduk. İkinci pakette ise 991'i 12'ye böldük 76 GB bulduk. 2018
de 6 ay olduğu için 6'ya böldük. 78 GB bulduk. 2019'da da 8 aya
böldük ama da 75 GB bulduk. Fakat 5 GB oldu 76 yetmediği için 76'ya
da 3 ekledik 79 GB bulduk.

EK- 20. "Polis Soyguncunun Peşinde!" problemine ilişkin Muhteşem Dörtlü Grubu'nun çalışmaları

En: $162 \text{ mm} = 16,2 \text{ cm} \rightarrow 16 \text{ cm}$
 boy: $197 \text{ m} = 19,7 \text{ cm} \rightarrow 20 \text{ cm}$

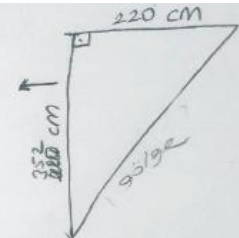
$22 \times 16 = 352 \text{ cm} \rightarrow$ baston ayaga
 doğru dikey çizgi
 $11 \cdot 20 = 220 \text{ cm} \rightarrow$ yatay

$352^2 + 220^2 = 123.904 + 48.400 = 172.304$
 $\sqrt{172.304} = 415,09 \text{ cm} =$ gölgesinin boyu.

Tuba'nın boyu: 165 cm
 gölgesinin boyu = 249 kaç katı? $165 \over 2,12$

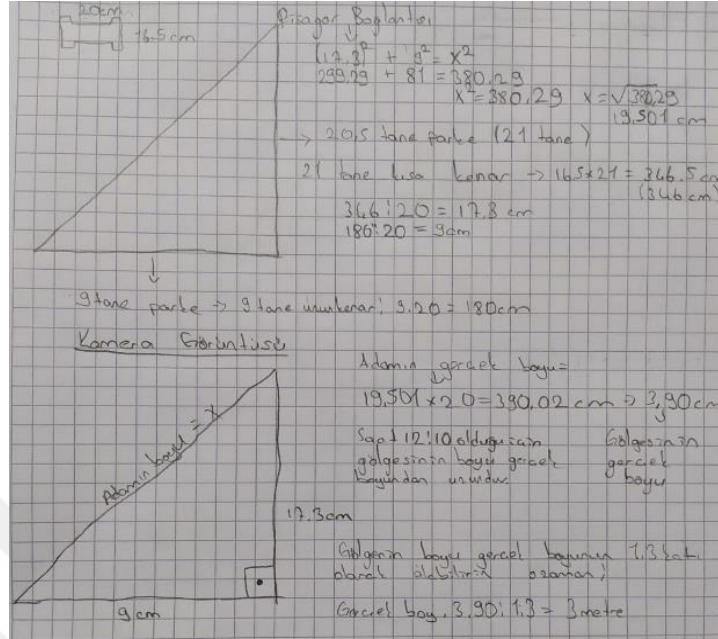
$415,09 \over 2,12$
 $195,73 \rightarrow 196 \text{ cm}$ $196 \text{ cm} \rightarrow$ gerçek boyu.

~~$415,09 \over 20$
 $20,7545$~~



Sayın Polisler;
 Önce parkın önüne ve baston internetten
 yaptık. Sonra enine 16cm yataylık boyunu da 20cm'e
 yuvarladık. Adenin boyu neyden ayık neye kadar
 dik bir şekilde saydik enleri gökku 16cm'le de 22cm'le
 352 cm bulduk. Sonradan eğik durduğunu farkettik
 bunun içinde yatay çizgiye paralel 20'yi gördük
 220cm bulduk. Adenin gölgesinde cıvılcık ortası bir
 uşşen çıktı. Dik çizgiye 352 yatay çizgiye 220
 eğik çizgiye hipotenüs = x dedik. Asagari bağlantısından
 $x = 415,09 \text{ cm}$ bulduk. Bu gölgesinin boyu. Diğerini alarak
 Tuba'nın gölgesini ölçtük 249cm çıktı. Tuba'nın boyunu
 2,12 cm katı olduğunu gördük. Bunun gölge boyunu
 2,12'ye böldük, 195,79 bulduk. Buna da 196 cm
 yuvarladık. Yani suçlunun gerçek boyu 1m 96cm

EK- 21. "Polis Soyguncunun Peşinde!" problemine ilişkin Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun çalışmaları



Sayın Polisler

Biz internetten bir parkının uzunluğunu 20 cm, enini de 16,5 cm olarak bulduk. Daha sonra fotoğrafta adının ayaklarında boynun doğru kısı, tane parke var diye saydık. 20,5 tane parke saydık. Bu da 21'e yuvarladık. Bu sayının uzunluğunu bulmak için 21 ile 16,5'i çarptık 346,5 cm bulduk. Burada 346'ya yuvarladık. Daha sonra adının kafasından ağacının çıktığı yere kadar boynun bir ucu çizdik bu çizide de 9 tane parke saydık. 9'a 20 ile çarptık 180 cm bulduk. Adının gölge boyunu çizgi ile gösterdik ve diğer ölçüde Görüntü küçültmeceği için hem 346'yı hem de 180'i 20'ye böldük. Pisagor bağlantısını bulunduk adı- nın gölge 19,501 cm çıktı. Burada 20 ile çarptık. Gölgesinin gerçek boyu 3,90 m çıktı. Saat öğleden sonra olduğu için gölge daha uzun çıktı. Gölgesinin boyu gerçek boyunun 1,3 katı kadar olabilir diye düşündük. Burada bulduğumuzda gerçek boy 3 m çıktı.

EK- 22. "Çıktık Bir Yola" problemine ilişkin Muhteşem Dörtlü Grubu'nun çalışmaları

Filmi Orjinal netlem aşısı

1=60 satış

İlk durum grada 10 satış var $2 \cdot 60 = 120$ $120 \cdot 10 = 1200 \text{ TL}$

$10000 + 1200 = 11200 \text{ TL}$

İkinci durum $60 \cdot 2.5 = 150$ (1 satış için) burada 20 satış beklenti

$150 \cdot 20 = 3000$ $10000 + 3000 = 13000 \text{ TL}$

Üçüncü durum $60 \cdot 3 = 180$ (1 satış için) burada 30 satış beklenti

$30 \cdot 180 = 5400$ $10000 + 5400 = 15400 \text{ TL}$

Süper Medya netlem aşısı

İlk durum $60 \cdot 2.5 = 150$ (1 satış için) burada 10 satış beklenti

$150 \cdot 10 = 1500$ $3800 + 1500 = 11300 \text{ TL}$

İkinci durum $60 \cdot 2.75 = 165 \text{ TL}$ (1 satış için) burada 20 satış beklenti

$165 \cdot 20 = 3300$ $3800 + 3300 = 13100 \text{ TL}$

Üçüncü durum $60 \cdot 2.9 = 174$ (1 satış için) burada 30 satış beklenti

$174 \cdot 30 = 5220$ $3800 + 5220 = 15020$

Birinci durumda filmi orjinal netlem aşısı 100 TL daha ce alıyan

bunu seçelim

İkinci durumda filmi orjinal netlem aşısı 100 TL daha ucuz bunu seçelim

Üçüncü durumda Süper medya netlem aşısı 380 TL daha ucuz

buada Süper medyayı seçiyunuz

Seyir Pasa Bey
İkinci duruma bakıp vakum ajansını kontrol ettim. İlk durum için filtri orijinal vakum ajansında her saniye için 120 TL vericek ~~120 TL~~ ~~120 TL~~ ~~120 TL~~ on saniye geçtiği için 120 TL + 120 TL bulduk. Buraya daha fazla verilecek topladık 11 200 TL bulduk. 2. durum için her saniye için 180 TL vericek burada da 20 sn geçtiği için toplam sonucu 18 000 bulduk. 3. durum da ise her saniye için 180 TL bulduk. Burada da 30 sn geçtiği için toplam 5400 TL bulduk. Topladığımızda ise 13 600 TL oldu. Sonra da Super Madya'ya geçtik ilk durumda her saniye için 150 TL vericek burada on saniye geçtiği için daha düşük ile toplam 1500 TL 3800 TL ile toplam sonucu 11 300 TL bulduk. İkinci durumda ise her saniye için 165 TL vericek burada da 20 sn geçtiği için toplam sonucu 3300 TL bulduk 9800 TL ile toplam 13 100 TL bulduk. 3. durumda ise her saniye için 170 TL vericek burada da 30 sn geçiyor karşınca 5100 TL bulduk toplamladığımızda da 15020 TL bulduk. Sonrada bu sonuçları durumlara göre karşılaştırdık. ~~1. ve 2.~~ 1. ve 2. durumlarda filtri orijinal daha uygun, 3. durumda ise Super madya daha uygun.

EK- 23. "Çıktık Bir Yola" problemine ilişkin Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun çalışmaları

Fikri Orjinal Reklam Ajansı

Reklam süresi 3 dk 30 sn - 3 dk 40 sn arası
 Bunun tam ortası olsun $\Rightarrow 3.35$ sn $\Rightarrow$ taban ücretler 5 sn
 1 sn $\Rightarrow 60$ saniye
 $5 \times 60 = 300 \times 2 = 600$ TL ek ücret
 $10.000 + 600 = 10.600$

Süper Medya Reklam Ajansı

3 dk 35 sn
 $5 \times 60 = 300 \times 2,5 = 750$ TL ek ücret
 $9800 + 750 = 10.550$ TL

Fikri Orjinal Reklam > Süper Medya

Reklam 3 dk 35 sn olduğunda Süper Medyayı seçeriz

	Fikri	Orjinal
Reklam 3 dk 45	15 sn $\Rightarrow 900$ saniye	
3 dk 45 sn	$900 \times 2,5 = 2.250$ TL ek ücret	
3 dk 35 sn	$10000 + 2.250 = 12.250$ TL	
0 dk 15 sn		

Süper Medya

3 dk 45
 $15 \times 60 = 900$ saniye
 $900 \times 2,75 = 2.475$ TL ek ücret
 $9.800 + 2.475 = 12.275$ TL

Reklam süresi 3 dk 45 sn olursa fikri orjinal

Markalı Riva Bays Suu... olduğuna göre...
 Olarak tam ortasına seçtik ilk durumda 3 dk 35 sn
 ek ücret seçtik... 60 saniye...
 bulduk, Orada sonra taban süreyi ne kadar geçtiğini
 bulduk. 15. saniye geçtik 5 saniye ile 60. saniye
 bulduk. 300'i de 2 ile çarpıp 600 TL ek ücret çıktı.
 Bu da 10.000 TL ile topladık 10.600 TL bulduk.
 Daha sonra aynı işlemi Süper Medya için yaptık.
 Bu sefer 300'i 2,5 ile çarpıp 750 TL bulduk. 9800
 ile 750'yi topladık ve 10.550 TL bulduk. Süper Medya için
 daha az para ödendiğine için onu seçtik. Sonra 2'ncisine
 geçtik. Bu sefer süreyi 3 dk 45 sn yaptık. Taban süreyi
 15 sn geçtik. Bu da saniye karşılığı 900 saniye
 çıktı. 900'i 2,5 ile çarpıp 2.250 ek ücret bulduk.
 Bu 10.000 ile topladık 12.250 TL bulduk. Süper Medya
 için aynı işlemi yaptık. Burada 900 ile 2,75 çarpıp
 2.475 TL çıktı. Bu da 9800 topladık 12.275 TL oldu.
 Fikri orjinal daha ucuza çıktı. İçin onu tercih ettik.
 3'üncüsüne geçtik. Reklam süresi 3 dk 55 sn bulduk. Bu kez
 25 sn fazla çıktı. Bu da 1500 saniye yaptı. 1500'i
 3 ile çarpıp 4500 TL ek ücret bulduk. 4500 ile
 10.000'i topladık 14.500 bulduk. Aynı işlemi Süper Medya
 için de yaptık. Bu sefer 1500'i 2,9 ile çarpıp 4350 TL
 ek ücret çıktı. Bununla 9800'i topladık 14.150 TL bulduk.
 Burada da Süper Medya'yı seçtik.

	Fikri	Orjinal
Reklam süresi 3 dk 55 sn	25 $\times 60 = 1500$ saniye	
- 3 dk 30 sn	$1500 \times 3 = 4500$ TL ek ücret	
0 dk 25 sn	$10000 + 4500 = 14.500$ TL	

Süper Medya

3 dk 55 $\Rightarrow 25 \times 60 = 1500$ saniye
 $1500 \times 2,9 = 4350$ TL ek ücret
 $9800 + 4350 = 14.150$ TL

Reklam süresi 3 dk 55 sn olursa süper medyayı seçeriz

EK- 24. "Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?" problemine ilişkin Muhteşem Dörtlül Grubu'nun çalışmaları

Fikri Orjinal reklam ajansı
1=60 saniye
İlk durum burada 10 saniye için $2 \cdot 60 = 120$ $120 \cdot 10 = 1200$ TL
 $10.000 + 1200 = 11.200$ TL
İkinci durum $60 \cdot 2,5 = 150$ (1 saniye için) burada 20 saniye geçmiştir
 $150 \cdot 20 = 3000$ $10000 + 3000 = 13000$ TL
Üçüncü durum $60 \cdot 3 = 180$ (1 saniye için) burada 30 saniye geçmiştir
 $30 \cdot 180 = 5400$ $10000 + 5400 = 15400$ TL
Super Medya reklam ajansı
İlk durum $60 \cdot 2,5 = 150$ (1 saniye için) burada 10 saniye geçmiştir
 $150 \cdot 10 = 1500$ $9800 + 1500 = 11300$ TL
İkinci durum $60 \cdot 2,75 = 165$ TL (1 saniye için) burada 20 saniye geçmiştir
 $165 \cdot 20 = 3300$ $9800 + 3300 = 13100$ TL
Üçüncü durum $60 \cdot 2,9 = 174$ (1 saniye için) burada 30 saniye geçmiştir
 $174 \cdot 30 = 5220$ $9800 + 5220 = 15020$ TL
Birinci durumda fikri Orjinal reklam ajansı 100 TL daha az alıyor
Bunu seçelim
İkinci durumda fikri Orjinal reklam ajansı 100 TL daha ucuz bunu seçelim
Üçüncü durumda Super medya reklam ajansı 380 TL daha ucuz
burada Super medyayı seçiyorduk

Seyen Pınar Bey
İlk duruma bakıp reklam ajanslarını karşılaştırdık. 1. durum için fikri Orjinal reklam ajansında her saniye için 120 TL verilecek ~~120 TL~~ ~~120 TL~~ ~~120 TL~~ ~~120 TL~~ on saniye geçtiği için ~~120 TL~~ ~~120 TL~~ ~~120 TL~~ ~~120 TL~~ bulduk. Burada her saatle toplamda 11.200 TL bulduk. 2. durum için her saniye için 150 TL verilecek burada da 20 sn geçtiği için toplam sonucu 13.000 bulduk. 3. durum da ise her saniye için 180 TL bulduk. Burada da 30 sn geçtiği için toplam 15.400 TL bulduk. Topladığımızda ise 15.400 TL oldu. Sonra da Super Medya'ya geçtik ilk durumda her saniye için 150 TL verilecek burada on saniye geçtiği için her saatle toplamda 11.300 TL bulduk. İkinci durumda ise her saniye için 165 TL verilecek burada da 20 sn geçtiği için toplam sonucu 13.100 TL bulduk. 3. durumda ise her saniye için 174 TL verilecek burada da 30 sn geçiyor toplamda 15.020 TL bulduk. Topladığımızda da 15.020 TL bulduk. Sonra da bu sonuçları durumlara göre karşılaştırdık. ~~1. ve 2. durumda~~ 1. ve 2. durumda fikri Orjinal daha uygun, 3. durumda ise Super medya daha uygun.

EK- 25. "Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?" problemine ilişkin Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu'nun çalışmaları

Aslı:

<u>T-shirt</u> 34, 39. 12 = 35. 12 = <u>420 TL</u>	<u>Sart</u> 45. 9 = <u>405 TL</u>	<u>Pantolon</u> 5. 100 = <u>500 TL</u>	<u>Ceket</u> 135, 43. 5 = 135. 5 = <u>675 TL</u>
<u>Sapka</u> 24, 55. 5 = 25. 5 = <u>125</u>	<u>Etek</u> 53, 35. 6 = 60. 6 = <u>360 TL</u>	<u>Elbise</u> 84, 45. 3 = 84. 3 = <u>252 TL</u>	<u>Gömlek</u> 54, 35. 8 = 55. 8 = <u>440 TL</u>

420 + 405 + 500 + 675 + 125 + 360 + 252 + 440 = 3477 TL

Toplam → 3477 TL

Ayhan:

<u>T-shirt</u> 35. 9 = <u>315 TL</u>	<u>Sart</u> 7. 45 = <u>315 TL</u>	<u>Pantolon</u> 6. 100 = <u>600 TL</u>	<u>Ceket</u> 135. 5 = <u>675 TL</u>	<u>Etek</u> 60. 5 = <u>300 TL</u>
<u>Sapka</u> 8. 25 = <u>200 TL</u>	<u>Elbise</u> 84. 6 = <u>504 TL</u>	<u>Gömlek</u> 55. 10 = <u>550 TL</u>		

315 + 315 + 600 + 675 + 300 + 200 + 504 + 550 = 3759 TL

Toplam = 3759

Betül:

<u>T-shirt</u> 35. 8 = <u>280 TL</u>	<u>Sart</u> 45. 9 = <u>405 TL</u>	<u>Pantolon</u> 100. 5 = <u>500 TL</u>	<u>Ceket</u> 135. 6 = <u>810 TL</u>	<u>Etek</u> 60. 5 = <u>300 TL</u>
<u>Sapka</u> 25. 6 = <u>150 TL</u>	<u>Elbise</u> 84. 5 = <u>420 TL</u>	<u>Gömlek</u> 55. 6 = <u>330 TL</u>		

280 + 405 + 500 + 810 + 300 + 150 + 420 + 330 = 3555 TL

Toplam = 3555

Hakan:

<u>T-shirt</u> 10. 35 = <u>350 TL</u>	<u>Sart</u> 8. 45 = <u>360 TL</u>	<u>Pantolon</u> 100. 9 = <u>900 TL</u>	<u>Ceket</u> 4. 135 = <u>540 TL</u>	<u>Etek</u> 60. 4 = <u>240 TL</u>	<u>Sapka</u> 25. 7 = <u>175 TL</u>
<u>Elbise</u> 4. 84 = <u>336 TL</u>	<u>Gömlek</u> 8. 55 = <u>440 TL</u>				

350 + 360 + 900 + 540 + 240 + 175 + 336 + 440 = 3581 TL

Toplam → 3581 TL

Bekir:

<u>T-shirt</u> 12. 35 = <u>420 TL</u>	<u>Sart</u> 45. 8 = <u>360 TL</u>	<u>Pantolon</u> 6. 100 = <u>600 TL</u>	<u>Ceket</u> 6. 135 = <u>810 TL</u>	<u>Etek</u> 3. 60 = <u>180 TL</u>	<u>Sapka</u> 6. 25 = <u>150 TL</u>
<u>Elbise</u> 7. 84 = <u>588 TL</u>	<u>Gömlek</u> 55. 5 = <u>275 TL</u>				

420 + 360 + 600 + 810 + 180 + 150 + 588 + 275 = 3743 TL

Toplam → 3743

Aslı: 3477 TL

Ayhan: 3759 TL

Betül: 3555 TL

Hakan: 3581 TL

Bekir: 3743 TL

EK-25. “Kim Müdür Koltuğuna Oturacak?” problemine ilişkin Geleceğin Parlayan Yıldızları Grubu’nun çalışmaları (Devam)

Aslı:

<u>T-shirt</u> $34,39 \cdot 12 = 35,12 = 420 \text{ TL}$	<u>Şort</u> $45,9 = 405 \text{ TL}$	<u>Pantolon</u> $5,100 = 500 \text{ TL}$	<u>Ceket</u> $135,49,5 = 135,5 = 975 \text{ TL}$
<u>Fapka</u> $24,55,5 = 25,5 = 125$	<u>Etel</u> $55,35,6 = 60,6 = 360 \text{ TL}$	<u>Elbise</u> $24,45,3 = 24,3 = 252 \text{ TL}$	<u>Gömlek</u> $54,95,8 = 55,8 = 440 \text{ TL}$

$420 + 405 + 500 + 975 + 125 + 360 + 252 + 440 = 3477 \text{ TL}$ Toplam → 3477 TL

Ayhan:

<u>T-shirt</u> $35,9 = 315 \text{ TL}$	<u>Şort</u> $7,45 = 315 \text{ TL}$	<u>Pantolon</u> $6,100 = 600 \text{ TL}$	<u>Ceket</u> $135,5 = 975 \text{ TL}$	<u>Etel</u> $60,5 = 300 \text{ TL}$
<u>Fapka</u> $8,25 = 100 \text{ TL}$	<u>Elbise</u> $84,6 = 504 \text{ TL}$	<u>Gömlek</u> $55,10 = 550 \text{ TL}$		

$315 + 315 + 600 + 975 + 300 + 200 + 504 + 550 = 3759$ Toplam = 3759

Betül:

<u>T-shirt</u> $35,8 = 280 \text{ TL}$	<u>Şort</u> $45,9 = 405 \text{ TL}$	<u>Pantolon</u> $100,5 = 800 \text{ TL}$	<u>Ceket</u> $135,6 = 1170 \text{ TL}$	<u>Etel</u> $60,5 = 300 \text{ TL}$
<u>Fapka</u> $25,6 = 150 \text{ TL}$	<u>Elbise</u> $84,5 = 400 \text{ TL}$	<u>Gömlek</u> $55,6 = 330 \text{ TL}$		

$280 + 405 + 800 + 1170 + 300 + 150 + 420 + 330 = 3555 \text{ TL}$ Toplam = 3555

Hakan:

<u>T-shirt</u> $10,35 = 350 \text{ TL}$	<u>Şort</u> $8,45 = 360 \text{ TL}$	<u>Pantolon</u> $100,9 = 900 \text{ TL}$	<u>Ceket</u> $4,155 = 780 \text{ TL}$	<u>Etel</u> $80,4 = 240 \text{ TL}$	<u>Fapka</u> $25,7 = 175 \text{ TL}$
<u>Elbise</u> $4,84 = 336 \text{ TL}$	<u>Gömlek</u> $8,55 = 440 \text{ TL}$				

$350 + 360 + 900 + 780 + 240 + 175 + 336 + 440 = 3581 \text{ TL}$ Toplam → 3581 TL

Bekir:

<u>T-shirt</u> $12,35 = 420 \text{ TL}$	<u>Şort</u> $45,8 = 360 \text{ TL}$	<u>Pantolon</u> $6,100 = 600 \text{ TL}$	<u>Ceket</u> $2,135 = 1170 \text{ TL}$	<u>Etel</u> $3,60 = 180 \text{ TL}$	<u>Fapka</u> $6,25 = 150 \text{ TL}$
<u>Elbise</u> $7,84 = 588 \text{ TL}$	<u>Gömlek</u> $55,5 = 275 \text{ TL}$				

$420 + 360 + 600 + 1170 + 180 + 150 + 588 + 275 = 3743 \text{ TL}$ Toplam → 3743

Aslı: 3477 TL **Ayhan:** 3759 TL **Betül:** 3555 TL **Hakan:** 3581 TL **Bekir:** 3743 TL