



**İLKOKUL 4. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME
YETERLİKLERİNİN İNCELENMESİ: BİR ÖĞRETİM DENEYİ**

Doktora Tezi

İsmail KAYGISIZ

Eskişehir 2021

**İLKOKUL 4. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME
YETERLİKLERİNİN İNCELENMESİ: BİR ÖĞRETİM DENEYİ**

İsmail KAYGISIZ



DOKTORA TEZİ

Temel Eğitim Anabilim Dalı/ Sınıf Öğretmenliği Programı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emine Aysın ŞENEL

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Şubat 2021

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI



ÖZET

İLKOKUL 4. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNİN BELİRLENMESİ: BİR ÖĞRETİM DENEYİ

İsmail KAYGISIZ

Temel Eğitim Anabilim Dalı, Sınıf Öğretmenliği Programı
Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Şubat 2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emine Aysın ŞENEL

Bu araştırmanın amacı 4. sınıf öğrencilerinin, oluşturulan öğrenme ortamında uygulanan model oluşturma etkinlikleri (MOE) aracılığıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimini araştırmaktır. Nitel yaklaşımla desenlenen bu çalışmada öğretim deneyi modeli kullanılmıştır. Araştırma Konya ilinde orta sosyo-ekonomik seviyedeki bölgede bulunan bir devlet ilkokulundaki 33 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Bu öğrenciler arasından üç öğrenci amaçlı örneklem yöntemlerinden ölçüt örneklem yolu ile araştırmanın odak katılımcıları olarak belirlenmiştir. Dokuz hafta süren öğretim deneyinin birinci, dördüncü ve son haftasında odak katılımcılarla klinik görüşme, diğer haftalarda tüm katılımcılarla grup uygulamaları yapılmıştır. Çalışmada veriler gözlem, klinik görüşme ve yazılı dokümanlar aracılığıyla toplanmıştır. Klinik görüşmeler ve grup çalışmaları sırasında alınan video kayıtları, öğrenci çalışma kağıtları, ısıdırma çalışmalarına yönelik araştırma kağıtları ve araştırmacının alan notları veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Farklı veri toplama araçlarından elde edilen veriler sürekli karşılaştırılmış, verilerin tamamı içerik analizi tekniği kullanılarak çözümlenmiştir. Verilerin çözümlenme aşamasında Blum ve Kaiser tarafından geliştirilen ve Maaß (2006) tarafından uyarlanan matematiksel modelleme yeterlikleri temel alınmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre öğrencilerin MOE’ler aracılığı ile değerlendirilen yeterlikleri farklı düzeylerde gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin modelleme yeterliklerini farklı düzeyde oluşmasında; etkinlik öncesi öğrencilerin yaptığı ısınma çalışmalarının, MOE’nin bağlamının, etkinlik sonrası yapılan grup sunumlarının, öğrencilerin önceki deneyimlerinin, öğrencilerin okuma ve anlama becerilerinin, doğal sınıf ortamlarında çoktan seçmeli uygulama yapılmasının etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Matematiksel Modelleme, Modelleme Yeterlikleri, Model Oluşturma Etkinlikleri, Öğretim Deneyi, İlkokul

ABSTRACT

İsmail KAYGISIZ

Department of Primary Education, Primary School Education Program

Anadolu University, Graduate School of Educational Sciences, February 2021

Advisor: Dr. Lecturer Emine Aysin ŞENEL

The aim of this study is to investigate the development of 4th grade students' mathematical modeling competencies through modeling activities applied (MOE) in the created learning environment. In this study designed with a qualitative approach, teaching experiment model was used. The research was carried out with 33 students in a public primary school in a middle socio-economic region in Konya. Among these students, three students were determined as the focus participants of the research by criterion sampling, one of the purposeful sampling methods. Clinical interviews were conducted with the focus participants in the first, fourth and last weeks of the teaching experiment, which lasted for nine weeks, and group applications with all participants in the other weeks. Data in the study were collected through observation, clinical interview, and written documents. Video recordings taken during clinical interviews and group studies, student handouts, research papers for warming studies, and researcher's field notes were used as data collection tools. Data obtained from different data collection tools were constantly compared, and all of the data were analyzed using content analysis technique. In the analysis of the data, mathematical modeling competencies developed by Blum-Kaiser and adapted by Maaß (2006) were taken as basis. According to the results of the study, the students have realized the competencies evaluated through MOEs at different levels. In addition, in the formation of students' modeling competencies at different levels; It was concluded that the warm-up studies done by the students before the activity, the context of the MOE, the group presentations made after the activity, the previous experiences of the students, the reading and comprehension skills of the students, and the multiple choice application in natural classroom environments were effective.

Keywords: Mathematical Modelling, Modelling Competencies, Model Eliciting Activities, Teaching Experiment, Primary School.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca gerek tez konumun belirlenmesinde, gerekse de çalışmalarımın yürütülmesi sırasında yardımını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren, öğrencisi olmaktan onur duyduğum, tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Emine Aysin ŞENEL'e en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca tez sürecinde bana değerli fikirleriyle yardımcı olan saygıdeğer hocalarım öğrencisi olmaktan gurur duyduğum Prof. Dr. Ali ERSOY'a, Prof. Dr. Nilüfer YAVUZSOY KÖSE'ye ve saygıdeğer jüri üyeleri Prof. Dr. Aytaç KURTULUŞ ve Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ÇETİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eğlenceli ve zorlu eğitim sürecinin her anında çok değerli tavsiyeleri ve yönlendirmeleriyle yanımda olan değerli hocam Prof. Dr. Mehmet GÜLTEKİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Zor zamanlarımda yanımda olan ve desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Can UYANIK ve Arş. Gör. Dr. Durmuş BURAK'a teşekkür ederim.

Çalışma süresince uygulamanın yapıldığı okul müdürü sayın Murat KILIÇ'a, sınıf öğretmeni sayın Aysun YAMAN'a ve pilot ve esas uygulamanın yapıldığı sınıftaki 68 canım öğrencime ne kadar teşekkür etsem azdır.

Bu süreçte hep yanımda olan anne ve babama, hayatımın sevgili yoldaşı Dilek KAYGISIZ'a, etkinliklerin çözümünü ilk gerçekleştiren kızım Bade ve oyun zamanlarında birlikte olamadığım Cemre'ye çok teşekkür ederim.

BABAMA

**Araştırma süreci devam ederken bizlere veda eden
ömrümün güneşi, kıymetlim,
çocukluğumun kahramanı “Çiftçi Hüseyin Amca” ya...**



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İsmail KAYGISIZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
GÖRSELLER DİZİNİ	xvi
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	xviii
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	2
1.3. Araştırmanın Önemi.....	3
1.4. Sınırlılıklar	5
1.5. Tanımlar.....	5
2. Kuramsal Çerçeve	6
2.1. Matematik Öğretimi	6
2.2. Matematiğin Günlük Yaşamda Kullanımı	8
2.3. Model, modelleme ve matematiksel modelleme	9
2.3.1. Model ve modelleme	9
2.3.2. Matematiksel modelleme	14
2.3.2.1. Matematiksel modelleme yaklaşımları	15
2.3.2.2. Matematiksel modelleme süreci	20
2.3.2.3. Matematiksel modelleme yeterlikleri.....	47
2.3.2.4. Matematiksel modelleme oluşturma etkinlikleri.....	54

2.3.2.4.1. Model oluşturma etkinliklerinde (MOE)'lerde bulunması gereken özellikler	56
2.3.2.4.2. MOE'lerin öğretim sürecinde uygulanması.....	63
2.3.2.4.3. Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi	68
2.4. İlgili Çalışmalar.....	74
2.4.1. Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesine yönelik ulusal alan yazında yapılan çalışmalar	74
2.4.2. Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesine yönelik uluslararası alan yazında yapılan çalışmalar	80
3. YÖNTEM.....	87
3.1. Araştırmanın Deseni ve Tasarımı.....	87
3.1.1.Öğretim deneyi.....	87
3.2. Araştırma Grubu	91
3.3. Veri toplama araçları.....	93
3.3.1. Pikniğe hangi araçla gitsek?	95
3.3.2. Kermes	96
3.3.3. Göçmen kuşlar	96
3.3.4. Kim koşsun?	97
3.3.5. Hangi akülü aracı kiralasak?	97
3.3.6. Büyük ayak	98
3.3.7. Çiftçi Hüseyin Amca	98
3.3.8. Dubayı nasıl oluştursak?	98
3.3.9. Hava durumu	99
3.4.Araştırma Ortamı	101
3.5. Araştırmacının Rolü	102
3.6. Pilot Uygulama	103
3.7. Verilerin Toplanması	105
3.8. Verilerin Analizi.....	109
3.8.1. Araştırmanın geçerlik ve güvenirliği.....	122
3.8.1.1. Uzun süreli etkileşim	124
3.8.1.2. Uzman incelemesi	125

3.8.1.3. Katılımcı teyidi	125
3.8.1.4. Veri çeşitlemesi	125
3.8.1.5. Ayrıntılı betimleme.....	126
3.8.1.6. Amaçlı örnekleme.....	126
3.8.1.7. Tutarlık incelemesi	127
3.8.1.8. Teyit incelemesi	127
4. BULGULAR.....	128
4.1. Ön Klinik Görüşmeye (Pikniğe Hangi Araçla Gitsek? Modelleme Etkinliği)	
İlişkin Bulgular	128
4.1.1. Ayhan'ın ön klinik görüşmesine (Pikniğe Hangi Araçla Gitsek?	
Modelleme Etkinliği) ait bulgular	128
4.1.2. Eren'in ön klinik görüşmesine (Pikniğe Hangi Araçla Gitsek?	
Modelleme Etkinliği) ait bulgular	136
4.1.3. Serra'nın ön klinik görüşmesine (Piknik Modelleme Etkinliği) ait	
bulgular.....	145
4.2. Gruplarla Yapılan Etkinlikler ve Sunumuna Ait Bulgular	153
4.2.1. Kermes etkinliği sunumuna ait bulgular	153
4.2.2. Göçmen kuşlar etkinliğine ait bulgular.....	160
4.2.3. Kim koşsun etkinliğine ait bulgular	168
4.3. Ara klinik görüşmeye ait bulgular	176
4.3.1. Ayhan'ın ara klinik görüşmesine (hangi akülü aracı kiralasak?) ait	
bulgular.....	176
4.3.2. Eren'in ara klinik görüşmesine (hangi akülü aracı kiralasak?) Ait	
bulgular.....	181
4.3.3. Serra'nın ara klinik görüşmesine (hangi akülü aracı kiralasak?) Ait	
bulgular.....	187
4.4. Gruplarla Yapılan Etkinliklere Ait Bulgular	193
4.4.1. Büyük ayak modelleme etkinliğine ait bulgular	193
4.4.2. Çiftçi Hüseyin Amca modelleme etkinliğine ait bulgular.....	201
4.4.3. Dubayı nasıl oluştursak? modelleme etkinliğine ait bulgular	209
4.5. Son klinik görüşmeye ait bulgular.....	216

4.5.1. Ayhan'ın son klinik görüşmesine (hava durumu) ait bulgular	216
4.5.2. Eren'in son klinik görüşmesine (hava durumu) ait bulgular	221
4.5.3. Serra'nın son klinik görüşmesine (hava durumu) ait bulgular	228
4.6. Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerindeki gelişim	234
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	238
5.1. Sonuçlar	238
5.1.1. Gerçek yaşam problemini anlama yeterliği ile ilgili sonuçlar	238
5.1.2. Problem durumunu sadeleştirmeye/yalınlaştırma ile ilgili sonuçlar	240
5.1.3. Problem durumunu matematikselleştirme yeterliği ile ilgili sonuçlar ..	243
5.1.4. Matematiksel çalışma yeterliği ile ilgili sonuçlar	246
5.1.5. Yorumlama yeterliği ile ilgili sonuçlar	248
5.1.6. Doğrulama yeterliği ile ilgili sonuçlar	250
5.2. Tartışma	252
5.2.1. Anlamaya yeterliğine ait tartışma	252
5.2.2. Sadeleştirme yeterliğine ait tartışma	253
5.2.3. Matematikselleştirme yeterliğine ait tartışma	255
5.2.4. Matematiksel çalışma yeterliğine ait tartışma	258
5.2.5. Yorumlamaya yeterliğine ait tartışma	259
5.2.6. Doğrulama yeterliğine ait tartışma	261
5.3. Öneriler	263
5.3.1. Uygulamaya yönelik öneriler	264
5.3.2. İleriki araştırmalara yönelik öneriler	266
KAYNAKÇA	268
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Matematiksel modelleme yaklaşımları	16
Tablo 2.2. Matematiksel modelleme süreci	44
Tablo 2.3. Matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri	49
Tablo 2.4. Modelleme uygulamaları rehberi	67
Tablo 2.5. Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik yaklaşımlar.....	70
Tablo 2.6. Modelleme yeterlikleri değerlendirme rubriği	72
Tablo 3.1. Odak öğrencilerin kişisel bilgileri.....	91
Tablo 3.2. Öğretim deneyi süresince uygulanan MOE'lere ait bilgiler.....	94
Tablo 3.3. MOE'lerin ilköğretim matematik dersi program içeriğine ilişkin bilgileri...	99
Tablo 3.4. Pilot uygulamanın yapıldığı tarih ve etkinlik türleri.....	105
Tablo 3.5. Klinik görüşmelerin ve grup çalışmalarının süreleri	108
Tablo 3.6. Borromeo Ferri'nin matematiksel modelleme döngüsü ve yeterlikleri ile Maaß tarafından geliştirilen matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri.....	111
Tablo 3.7. Gerçek durumdan gerçek yaşam problemine geçişte kullanılan anlama/kavrama yeterliği ve alt yeterlikleri ile olası öğrenci göstergeleri	113
Tablo 3.8. Gerçek yaşam probleminden gerçek modele geçişte kullanılan sadeleştirme/basitleştirme yeterliği ve alt yeterlikleri ile olası öğrenci göstergeleri	115
Tablo 3.9. Gerçek modelden matematiksel modele geçişte kullanılan matematikselleştirme yeterliği ve alt yeterlikleri ile olası öğrenci göstergeleri	116
Tablo 3.10. Matematiksel modelden matematiksel çözüme geçişte kullanılan matematiksel çalışma yeterliği ve alt yeterlikleri ile olası öğrenci göstergeleri	118
Tablo 3.11. Matematiksel çözümünden yorumlanan çözüme geçişte kullanılan yorumlama yeterliği ve alt yeterlikleri ile olası öğrenci göstergeleri.....	119
Tablo 3.12. Yorumlanan çözümünden gerçek yaşam problemine geçişte kullanılan doğrulama yeterliği ve alt yeterlikleri ile olası öğrenci göstergeleri	121

Tablo 3.13. Geçerlik ve güvenilirliğe ilişkin kullanılan kavramlar.....	123
Tablo 3.14. Araştırmada uygulanan geçerlik güvenilirliğe ilişkin yapılanlar.....	123
Tablo 4.1. Kermes etkinliği ile ilgili süreç.....	155
Tablo 4.2. Göçmen Kuşlar etkinliği ile ilgili süreç	162
Tablo 4.3. Kim Koşsun? etkinliği ile ilgili süreç	170
Tablo 4.4. Büyük Ayak etkinliği ile ilgili süreç	194
Tablo 4.5. Çiftçi Hüseyin Amca etkinliği ile ilgili süreç	203
Tablo 4.6. Dubai Nasıl Oluştursak? etkinliği ile ilgili süreç.....	215



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) Principles.....	7
Şekil 2.2. Modelleme sürecinin modellenmesi	13
Şekil 2.3. Modelleme döngüsü	22
Şekil 2.4. Modelleme döngüsü basamakları	23
Şekil 2.5. Modelleme sürecinin yapısı	24
Şekil 2.6. Modelleme süreci	24
Şekil 2.7. Modelleme döngüsü	25
Şekil 2.8. Modellemedeki temel basamaklar	26
Şekil 2.9. Modelleme süreci	27
Şekil 2.10. Matematiksel modellemenin genel yapısı	27
Şekil 2.11. Modelleme döngüsü	29
Şekil 2.12. Modelleme sürecinin düğümleri	30
Şekil 2.13. Matematiksel modelleme diyagramı	31
Şekil 2.14. Matematiksel modelleme süreci	32
Şekil 2.15. Modelleme süreci	32
Şekil 2.16. Modelleme döngüsü	33
Şekil 2.17. Modelleme sürecinin İlk Görünümü	34
Şekil 2.18. Modelleme döngüsü	35
Şekil 2.19. Matematiksel modelleme sürecinin akış diyagramı	36
Şekil 2.20. Modelleme döngüsünün bir modeli	38
Şekil 2.21. Modelleme döngüsü	39
Şekil 2.22. Modelleme döngüsü	40
Şekil 2.23. Matematiksel modelleme süreci	41
Şekil 2.24. Matematiksel modelleme süreci	42
Şekil 2.25. Matematiksel modelleme sürecinin temel yapısı	43
Şekil 2.26. Modelleme yeterli düzeyleri	51
Şekil 2.27. Modelleme yeterliliğinin gelişimini olumlu yönde etkileyen değişkenler....	53
Şekil 2.28. MOE'lerin temel bileşenleri	57
Şekil 2.29. MOE'nin özellikleri.....	59
Şekil 3.1. Araştırma süreci	90

Şekil 3.2. Araştırmanın yapıldığı bilişsel eğitim sınıfı	102
Şekil 3.3. Miles-Huberman veri analiz modeli	110
Şekil 4.1. Ayhan'ın ön klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü	135
Şekil 4.2. Eren'in ön klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü	144
Şekil 4.3. Serra'nın ön klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü.....	152
Şekil 4.4. Ayhan'ın ara klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü.....	180
Şekil 4.5. Eren'in ara klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü.....	186
Şekil 4.6. Serra'nın ara klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü	192
Şekil 4.7. Ayhan'ın son klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü	220
Şekil 4.8. Eren'in son klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü	227
Şekil 4.9. Serra'nın son klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü	233
Şekil 4.10. Ayhan'ın klinik görüşmelerine ait modelleme yeterlikleri	235
Şekil 4.11. Eren'in klinik görüşmelerine ait modelleme yeterlikleri	236
Şekil 4.12. Serra'nın klinik görüşmelerine ait modelleme yeterlikleri	237

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 4.1. Ayhan'ın ön klinik görüşmesine ait çalışma kağıdı	132
Görsel 4.2. Ayhan'ın ön klinik görüşmesine ait görsel	134
Görsel 4.3. Eren'in ön klinik görüşmesine ait çalışma kağıdı	137
Görsel 4.4. Eren'in ön klinik görüşmesine ait görsel	138
Görsel 4.5. Eren'in ön klinik görüşmesine ait çalışma kağıdı	139
Görsel 4.6. Serra'nın ön klinik görüşmesine ait çalışma kağıdı.....	147
Görsel 4.7. Serra'nın ön klinik görüşmesine ait görsel.....	149
Görsel 4.8. Serra'nın ön klinik görüşmesine ait çalışma kağıdı.....	151
Görsel 4.9. Kermes etkinliği öncesi öğrencilerin yaptığı resim çalışması 1	154
Görsel 4.10. Kermes etkinliği öncesi öğrencilerin yaptığı resim çalışması 2	154
Görsel 4.11. Kermes etkinliğine ait araştırmacı günlüğü	157
Görsel 4.12. Göçmen Kuşlar etkinliği öncesi öğrenci araştırmalarına ait görsel 1	160
Görsel 4.13. Göçmen Kuşlar etkinliği öncesi öğrenci araştırmalarına ait görsel 2	161
Görsel 4.14. Göçmen Kuşlar etkinliğine ait araştırmacı günlüğü	164
Görsel 4.15. Göçmen Kuşlar etkinliğine ait öğrenci sunumları.....	165
Görsel 4.16. Göçmen Kuşlar etkinliğine ait öğrenci çalışma kâğıtları.....	166
Görsel 4.17. Göçmen Kuşlar etkinliğine ait öğrenci çalışma kağıdı	168
Görsel 4.18. Kim Koşsun? etkinliği öncesi öğrenci araştırmalarına ait görsel 1	169
Görsel 4.19. Kim Koşsun? etkinliği öncesi öğrenci araştırmalarına ait görsel 2	169
Görsel 4.20. Kim Koşsun etkinliğine ait araştırmacı günlüğü	172
Görsel 4.21. Kim Koşsun etkinliğine ait öğrenci sunumları.....	173
Görsel 4.22. Kim Koşsun etkinliğine ait öğrenci çalışma kağıdı1	174
Görsel 4.23. Kim Koşsun etkinliğine ait öğrenci çalışma kağıdı2	175
Görsel 4.24. Ayhan'ın ara klinik görüşmesine ait görsel.....	178
Görsel 4.25. Eren'in ara klinik görüşmesine ait görsel.....	185
Görsel 4.26. Serra'nın ara klinik görüşmesine ait görsel.....	190
Görsel 4.27. Büyük Ayak etkinliği öncesi öğrenci araştırmalarına ait görsel 1.....	193
Görsel 4.28. Büyük Ayak etkinliği öncesi öğrenci araştırmalarına ait görsel 2.....	194
Görsel 4.29. Büyük Ayak etkinliği sırasında öğrencilerin yaptığı çalışmaya ait görsel	196

Görsel 4.30. Büyük Ayak etkinliğine ait araştırmacı günlüğü	197
Görsel 4.31. Büyük Ayak etkinliğine ait öğrenci çalışma kağıdı1	198
Görsel 4.32. Büyük Ayak etkinliğine ait öğrenci çalışma kağıdı2	198
Görsel 4.33. Büyük Ayak etkinliğine ait öğrenci sunumları.....	200
Görsel 4.34. Çiftçi Hüseyin Amca etkinliği öncesi öğrencilerin yaptığı araştırmaya ait görsel 1	202
Görsel 4.35. Çiftçi Hüseyin Amca etkinliği öncesi öğrencilerin yaptığı araştırmaya ait görsel 2	202
Görsel 4.36. Çiftçi Hüseyin Amca etkinliğine ait araştırmacı günlüğü	205
Görsel 4.37. Çiftçi Hüseyin Amca etkinliğine ait öğrenci çalışma kağıdı 1	207
Görsel 4.38. Çiftçi Hüseyin Amca etkinliğine ait öğrenci çalışma kağıdı 2	209
Görsel 4.39. Dubayı Nasıl Oluştursak? etkinliğine ait Zoom programı ekran görüntüsü 1	210
Görsel 4.40. Dubayı Nasıl Oluştursak? etkinliğine ait Zoom programı ekran görüntüsü 2	210
Görsel 4.41. Ayhan'ın son klinik görüşme ait Zoom programı ekran görüntüsü	219
Görsel 4.42. Eren'in son klinik görüşmesine ait Zoom programı ekran görüntüsü	226
Görsel 4.43. Serra'nın son klinik görüşmesine ait Zoom programı ekran görüntüsü ..	231

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
PISA	: Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programında)
TIMSS	: Trends In International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)
OECD	: Organization for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
NCTM	: National Council of Teachers of Mathematics (Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Birliği)
ABİDE	: Akademik Becerilerin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi
TYÇ	: Türkiye Yeterlikler Çerçevesi
MOE	: Model Oluşturma Etkinliği
A	: Anlama
GYP	: Gerçek Yaşam Problemi
GM	: Gerçek Model
MM	: Matematiksel Model
MÇ	: Matematiksel Çözüm
YÇ	: Yorumlanan Çözüm
BDF	: Başarı Değerlendirme Formu

1.GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, amacı, önemi, sınırlılıkları, tanımları, kuramsal ve kavramsal çerçevesi ve araştırmayla ilgili alan yazın sunulmuştur.

1.1. Problem Durumu

Son yıllarda eğitim alanındaki gelişmeler eğitim programlarındaki değişimi de beraberinde getirmiştir. Güncellenen eğitim programlarından ilköğretim matematik öğretim programı da etkilenerek; özellikle 2005 ve sonrası yapılan değişimlerle adı geçen programda önemli farklılıklar dikkat çekmektedir. Bu değişikliklerden biri 2009 ilköğretim matematik öğretim programında matematiksel modelleme ifadesinin bulunmasıdır (MEB 2009). Bu değişim 2015 ve 2018 programlarında da “programların uygulanmasında dikkat edilecek hususlar” bölümünde matematiksel modelleme uygulamalarının öğretime katkısı şeklinde görülmektedir (MEB 2015, 2018). Matematiksel modelleme yaklaşımı ülkemizde yirmi yıla yakın bir zaman diliminde araştırmalara konu olmasına karşın özellikle 2010 yılı ve sonrasında bu alanda yapılan çalışmaların arttığı gözlemlenmektedir. Uluslararası alan yazına bakıldığında kırk yıldan fazla bir süredir matematiksel modelleme kavramının kullanıldığı görülmektedir.

Teknolojinin yaşamın her alanında yer almasıyla beraber eğitimin teknolojiden uzak kalması düşünülemez. Bilimin ve teknolojinin eğitimdeki son yansıması olan STEM+A uygulamalarının bileşenleri olan bilim, teknoloji, mühendislik, matematik ve tasarım uygulamalarının en önemlilerinden biri hiç kuşkusuz matematiktir. Matematiğin günlük yaşamda kullanılması ve matematiğin somut bir şekilde öğrencilere aktarılması bu derste öğrencilerin başarılarını arttıracaktır. Matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmenin matematik başarısı üzerine etkisi göz ardı edilemez (MEB, 2018). Özellikle ilköğretim döneminde, öğrencilere matematiği başarabilecekleri yönünde olumlu tutum geliştirmelerini destekleyici öğretim yöntemleri işe koşulmalıdır. Bu sayede öğrenciler, matematiği başarabilecek ve matematiğe karşı olumlu tutum geliştirerek bu dersi severek yapacaktır. Matematiğe karşı olumlu tutum geliştiren öğrenciler ayrıca matematiği günlük yaşamlarında da kullanabileceklerdir. Nitekim PISA (2015 ve 2018) ve TIMSS (2011 ve 2015) sınavlarında alınan sonuçlar, ülkemizdeki 4. ve 8. sınıf öğrencilerinin matematiği günlük yaşamla ilişkilendiren açık uçlu soruları yapmakta zorlandıklarını ortaya koymaktadır. 2016-2017 eğitim öğretim yılında ilk uygulaması yapılan ABİDE (Akademik Becerilerin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi) sınav

sonuçlarına göre (2017, 2018 ve 2019) dördüncü ve sekizinci sınıf öğrencilerimizin çoğunluğu “temel” ve “temelaltı” matematik düzeyinde bulunmaktadır. ABİDE uygulamasında “orta” ve “ortaüst” düzeyde bulunan öğrencilerden sergilemeleri beklenen “Basit model/Temsil analiz etme ve kullanma” becerisinin içinde yer alan “Karmaşık durumlara yönelik modeller geliştirebilir ve bu modellerle çalışabilir” ifadesini uygulamaya katılan öğrencilerin yarısından fazlası gerçekleştirememişlerdir. Bu sonuçlara bakılarak PISA, TIMSS ve ABİDE uygulamalarının sonuçlarının matematik dersi bağlamında birbirleri ile örtüştüğü söylenebilir. Öğrencilere matematiği severek yaptıracak farklı etkinlikler bulunmaktadır. Bu etkinliklerin en önemlilerinden biri son yıllarda kullanım alanı hızla artan matematiksel modelleme etkinlikleridir. Ülkemizin genelinde öğrencilerin özellikle matematik dersinde açık uçlu soruları çözmede zorlandıkları bilinmektedir. Matematiksel modelleme etkinlikleri ile oluşturulan iş birliğine dayalı öğrenme ortamlarında öğrencilerin açık uçlu soruları yapabilecekleri düşünülerek araştırmanın ilerleyen bölümlerinde açıklanan Maaß’ın (2006) modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri perspektifinden yararlanılmıştır. Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri incelenirken; öğrencilerin bu süreçte hangi zorluklarla karşılaştığı, modelleme sürecini gerçek yaşamla ne kadar ilişkilendirebildiği, gerçek model aracılığı ile matematiksel model kurma yeterliği, kurulan matematiksel model çerçevesinde çözüme ulaşabilmeleri ve elde edilen sonuçları doğrulama araştırmanın önemli bileşenlerini oluşturmaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın genel amacı, ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri aracılığıyla matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemek ve oluşturulan öğrenme ortamlarında bu yeterliklere etki eden etmenleri incelemektir. Bu genel amaç doğrultusunda aşağıda belirtilen sorulara yanıt aranmıştır.

- İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri süresince gerçek durumdan gerçek yaşam problemine geçişte problemi anlama yeterliği ve buna bağlı alt yeterlikleri nasıldır?
- İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri süresince gerçek yaşam probleminden gerçek modele geçişte problem durumunu sadeleştirme yeterliği ve buna bağlı alt yeterlikleri nasıldır?

- İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri süresince gerçek modelden matematiksel modele geçişte matematikselleştirme yeterliği ve buna bağlı alt yeterlikleri nasıldır?
- İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri süresince matematiksel modelden matematiksel çözüme geçişte matematiksel çalışma yeterlikleri ve buna bağlı alt yeterlikleri nasıldır?
- İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri süresince matematiksel çözümden yorumlanan çözüme geçişte yorumlama yeterlikleri ve buna bağlı alt yeterlikleri nasıldır?
- İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri süresince yorumlanan çözümden gerçek yaşam problemine geçişte doğrulama yeterli ve buna bağlı alt yeterlikleri nasıldır?

1.3. Araştırmanın Önemi

İlgili alan yazın incelendiğinde özellikle son yıllarda matematiksel modellemeye ilişkin çalışmaların arttığı ve bu çalışmaların daha çok ortaokul ya da daha üst sınıflarda gerçekleştirilen çalışmalar olduğu görülmektedir (English ve Watters, 2005; Kertil, 2008; Thomas ve diğ., 2010; Doruk, 2010; Leiß ve diğ., 2010; Eraslan, 2011; Tekin, Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2011; Tekin, 2012; Aydın- Güç, 2015; Kaiser ve Brand, 2015; Tekin-Dede, 2015; Ludwig ve Reit, 2015;). Ancak ilkokullarda yapılan çalışmaların sayıca az oldukları belirlenmiştir. İlköğretimin temel amaçlarından birinin bireyleri erken yaşlarda yaşama hazırlamak olduğu düşünüldüğünde öğrencilerin sadece okul matematiği ile değil okul dışında kalan ve önemi artan gerçek yaşam problem durumlarını çözmeleri beklenmektedir. Öğrencileri okulun ötesinde, geleceklerine hazırlamak yeni kavram gelişimini sağlayan rutin olmayan problem durumlarıyla karşılaşmalarını ve bu konuda deneyim sahibi olmalarını sağlamak gerekmektedir (Lesh ve Zawojewski, 2007). Bireylerin, özellikle öğrenim yaşamının erken döneminde bu problemlerle karşılaştıklarında sergileyecekleri yeterliklerin neler olduğunu bilmek önemlidir. Rutin olmayan problemlerin çözüm sürecinde öğrencilerin bu yeterlikleri sergilemeleri ve kazandırılması matematik eğitime katkısı bakımından önemlidir.

Uluslararası alanda yapılan PISA ve TIMSS araştırmaları öğrencilerin okuduğunu anlama, fen bilimleri alanında farklı becerilerini değerlendirmesinin yanında

matematiksel yeterliklerinin gelişimiyle ve matematik okuryazarlığının belirlenmesine de vurgu yapmaktadır. OECD (2019) tarafından açıklanan raporda matematiksel okuryazarlığın matematiksel modellemeye olan etkisi vurgulanmıştır. TIMSS 2019 Türkiye ön raporunda (MEB; 2020) “*bir problem durumunun matematiksel modellerini oluşturma*”nın TIMSS bilişsel alanlarından biri olduğunu belirtmektedir. PISA ve TIMSS gibi değerlendirme projelerinin son yıllarda okuduğunu anlamaya dayalı matematik uygulamalarına özellikle matematiksel modelleme uygulamalarına önem verdiği görülmektedir. PISA uygulamasında ilk sıralarda yer alan ülkelerin matematiksel modelleme uygulamalarını ders programlarına etkin olarak aldıkları ve alanda da uyguladıkları görülmektedir (English, 2015; Ng ve Lee, 2015). Sadece adı geçen değerlendirme projelerinde değil yaşamın farklı alanlarında da gerekli yeterlikleri sağlama adına ve matematiği etkin bir şekilde kullanmak öğrenim yaşamının ilk yıllarından itibaren öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri ile çalışmaları bu çalışmanın alana sağlayacağı katkı açısından önemlidir.

İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018) incelendiğinde “*Modeller kullanarak ya da modelleme yaparak toplama ve çıkarma işlemlerini içeren uzunluk problemlerini çözmeleri amaçlanmıştır.*” ifadesi ile modellemenin sayılar ve geometri öğrenme alanlarında içerik olarak yer aldığı ve dar bir çerçevede değerlendirildiği görülmüştür. İlk kez 2015 İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında yer alan matematiksel modelleme ifadesinin adı geçen programlar incelendiğinde matematiksel modelleme becerilerinin neler olduğu, bu becerilerin nasıl kazandırılması ve geliştirilmesin gerektiğine ilişkin bir açıklamanın bulunmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca model ve modelleme kavramlarının *onluk taban blokları, sayı kartları ve öğrencilerin geometrik cisimleri tanımaları ve modellemeleri beklenmektedir* gibi ifadelerden modellemenin süreçlerine ve yeterliklerine değinilmediği ve bu bağlamda yeterli bir tanımlamanın yapılmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada modelleme etkinliklerinin hazırlanmasında, uygulanmasında ve yeterliklerin değerlendirilmesinde ilgili alan yazın incelenerek bir çalışma ortamının oluşturulacağı ve İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında modelleme etkinliklerinin uygulanması esasına yönelik katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.4. Sınırlılıklar

- Bu çalışmada matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi amacıyla elde edilen veriler, 2019-2020 eğitim-öğretim yılında Konya’da bulunan bir devlet okulunun 4. sınıfında öğrenim gören 33 öğrenci ile sınırlıdır.
- Bu çalışmada elde edilen veriler öğrencilerin yaptığı etkinliğe ısınmaya yönelik çalışmalar, öğrencilerin sınıf içinde yaptığı etkinlikler, sınıf içi gözlemler, araştırmacı günlüğü ile çalışmada kullanılan MOEler ve 9 haftalık uygulamayla sınırlıdır.
- Bu çalışmadaki uygulamalar, İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında yer alan 4. sınıflara ait kazanımlarla sınırlıdır.

1.5. Tanımlar

Model: Karmaşık sistemleri ve yapıları yorumlamak ve anlamak için zihinde var olan kavramsal yapılar ile bu yapıların dış temsilleridir (Lesh ve Doerr, 2003a).

Matematiksel model: Verilen bir durum veya problemle ilgili iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkinin matematiksel bir sunumudur (Berry ve Houston, 1995).

Matematiksel modelleme: Matematik veya matematik dışındaki bir olayı, olguyu, olaylar arasındaki ilişkileri matematiksel olarak ifade etmeye çalışma, bu olaylar ve olgular içerisinde matematiksel ilişkiler ortaya çıkarma sürecidir (Verschaffel, Greer ve De Corte, 2002).

Yeterlik: Bir işi yapma gücünü sağlayan özel bilgi, ehliyet ve görevini yerine getirme gücü (TDK, 2019).

Matematiksel Modelleme Yeterliği: Bireyi harekete geçirecek duyuşsal yeterliklerin yanında uygun ve amaca yönelik bir şekilde matematiksel modelleme sürecini gerçekleştirmek için gerekli olan yetenek ve becerilerin tümüdür (Maaß 2006). Bu araştırmada Blum ve Kaiser tarafından geliştirilen ve Maaß (2006) tarafından uyarlanan matematiksel modelleme yeterlikleri temel alınmıştır.

2. Kuramsal Çerçeve

Bu bölümde araştırmanın uygulanmasında bağlı kalınan kuramsal çerçeveye ilişkin matematik öğretimi, matematiğin günlük yaşamda kullanımı, model, modelleme ve matematiksel modelleme ile ulusal ve uluslararası alanda yapılan çalışmalar açıklanmıştır.

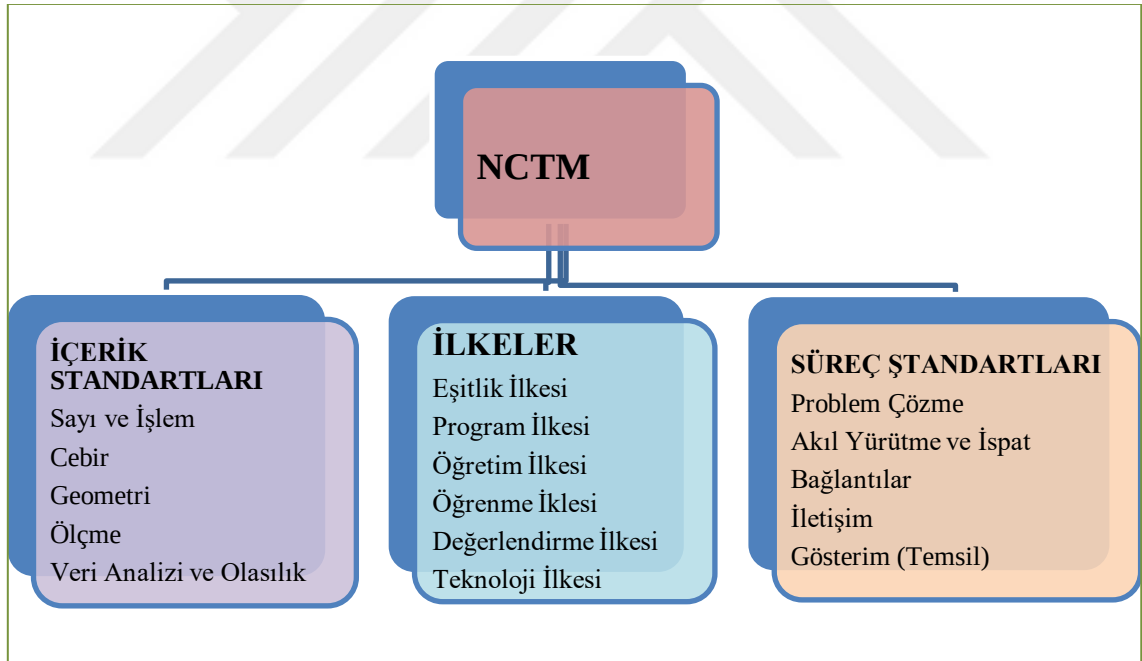
2.1. Matematik Öğretimi

Matematik yaşamımızın her alanında karşımıza çıkan ve tanımını içinde bulunduğumuz bağlama göre değiştirebileceğimiz bir bilimdir. Marketten ekmek alırken, geometrik cisimlerle işlem yaparken, otobüs duraklarındaki zaman çizelgesine bakarken matematiği tanımlama ifadelerimiz değişebilir. Matematiğin tanımı, insanların matematiğe başvurmadaki amaçlarına, belli bir amaç için kullandıkları matematik konularına, matematikteki tecrübelerine ve matematiğe olan ilgilerine göre değişmektedir (Baykul, 2009). Matematik yaşamın içinde olan değil yaşamın kendisi olan bir bilimdir. 21. yüzyılda yaşanan teknolojik gelişmeler pek çok bilim dalını birbirleri ile ilişkili hale getirmiştir. Matematik bilimin farklı disiplinleri arasındaki bu ilişkiyi semboller aracılığıyla sağlamaktadır. Baykul (2005)'a göre “Matematik bütün insanların kullandığı, sembollere dayanan bir dildir.”

Matematik öğretimi özellikle ilkokul çağındaki öğrencilere somutlaştırılarak, materyal kullanılarak ve günlük yaşamla ilişkilendirilerek aktarılırsa anlamlı ve kalıcı öğrenme sağlanabilir. Güncellenen Matematik dersi öğretim programında öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerini geliştirebilmeleri, matematiksel kavramları anlayarak bu kavramları günlük yaşamda kullanmaları, matematiksel düşüncelerini mantıklı bir şekilde açıklayarak matematiksel terminolojiyi ve dili doğru kullanmaları, matematiğin anlam ve dilini kullanarak insan ile nesneler arasındaki ilişkileri ve nesnelerin birbirleriyle ilişkilerini anlamlandırmaları beklenmektedir (MEB, 2018). Programda her öğrencinin matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmesinin önemi vurgulanmaktadır. Uygun strateji, yöntem ve tekniğin seçilmesi, öğrencinin derse karşı ilgisini ve başarısını arttırmakta, öğrencilerin etkili düşünme alışkanlığı kazanmasını ve matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmesini sağlamaktadır (Altınsoy, 2007).

Ulusal matematik öğretmenleri konseyi yayınladığı raporda matematik eğitimi ilkeler, standartlar ve süreçler çerçevesinde değerlendirmiştir (NCTM; 2000). 2018 matematik dersi öğretim programını incelediğimizde öğrenme alanlarının NCTM' nin

yayınladığı rapordaki içerik bölümüyle aynı kapsamda olduğu ve programın uygulanmasının temel dayanağı olan “Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde” (TYÇ) NCTM raporunda yer alan ilkeler ve süreç standartları ile örtüştüğü görülmektedir. Matematiksel yetkinlik, günlük yaşamda karşılaşılan bir dizi problemi çözmek için matematiksel düşünme tarzını geliştirme ve uygulamadır, dijital yetkinlik bilgiye erişim ve bilginin değerlendirilmesi, saklanması, üretimi, sunulması ve alışverişi için bilgisayarların kullanılması, ayrıca internet aracılığıyla ortak ağlara katılım sağlanması ve iletişim kurulması gibi temel beceriler yoluyla desteklenmektedir. İletişim standartları ile ilişkilendirebileceğimiz girişimcilik yeterliği ise herkesi sadece evde ve toplumda değil işlerine ait bağlam ve şartların farkında olabilmeleri ve iş fırsatlarını yakalayabilmeleri için aynı zamanda iş yaşamında desteklemekte; toplumsal ve ticari etkinliklere girişen veya katkıda bulunan kişilerin ihtiyaç duydukları daha özgün bilgi ve beceriler için de bir temel teşkil etmektedir (MEB, 2018).



Şekil 2.1. *National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: National*

Millî Eğitim Bakanlığı tarafından 2018 yılında güncellenen matematik dersi öğretim programını ve NCTM’ nin (2000) yayınlamış olduğu raporu incelediğimizde matematik öğretime dair; materyal kullanımı, günlük yaşamla ilişkilendirme,

matematik okuryazarlığı, akıl yürütme, matematiğe karşı olumlu tutum geliştirme gibi ortak yaklaşımların olduğu görülmektedir. Bahsedilen bu ortak yaklaşımların matematiksel modelleme uygulamalarının süreci ve yeterlikleri içinde yer aldığını belirtebiliriz. Matematiksel modelleme son yıllarda hem ulusal hem de uluslararası alanda matematik eğitimcilerinin çalıştığı konular arasındadır. Ayrıca matematiksel modelleme etkinlikleriyle genellikle lisans, lise ve ortaokul alanlarında çalışılıp ilköğretim alanında yapılan çalışmaların az olması matematik eğitimi alanında bir boşluk yaratmaktadır. Bu yönü ile çalışmanın özgünlüğünden söz edilebilir.

2.2. Matematiğin Günlük Yaşamda Kullanımı

Matematik ve günlük yaşam arasındaki ilişkinin sağlanmasında en güçlü yollarından birisi, derslerde günlük yaşam problemlerine sıklıkla yer vermektir (Huang, 2011). Matematik, sadece semboller, grafikler, işlemler, kurallar ve ispatlardan oluşan bir bilim değildir. Tüm bu kavramların yanı sıra matematiği somut hale getiren ve günlük yaşamla ilişkilendiren; matematiğin kendi içinde bulunan düzen ve ilişkiler sarmalı bulunmaktadır. Matematik, hem kendi içinde bir düzen ve ilişki bulundururken hem de diğer disiplinlerle ilişkilidir. Matematiğin diğer disiplinlerle ilişkisinin yansımalarını günlük yaşamımızda alışveriş yaparken alışveriş listesi yapımında, metro ile yolculuk esnasında zaman çizelgesini takip ederken, mutfakta kek yaparken şeker un oranını belirlemede ve daha birçok alanda görebiliriz.

Matematik, günlük yaşamdan tamamen ayrı tutularak sadece okulda görülen bir ders olarak ele alındığında öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştığı problem durumlarını etkili bir şekilde yorumlayamadıkları ve buna bağlı olarak akıl yürütme, yaratıcı olma, ilişkilendirme becerilerinin yeterince gelişmediği gözlenmektedir (Baki, 2008). Matematik öğrenmek semboller, matematiksel kuralları ve temel kavramları öğrenmenin yanında matematiksel düşünme becerilerini kavrayarak bunu günlük yaşamda karşılaştığımız bir problemin çözümünde uygulamayı da gerektirmektedir. Yaşamımızın her alanında bulunan matematiği, özellikle ilköğretim döneminde somutlaştırarak ve çözülecek sözel problemleri anlamlı hale getirerek öğrencilere aktarmalıyız. Matematik eğitiminde öğrencilerin günlük yaşam problemleri ile çalışması sırasında karşılaşılan en büyük zorluk, öğrencilerin problem çözme aşamasında öğrendikleri bilgileri günlük yaşama transfer edememeleridir (Altun, 2005). Bu transferi

sağlayamadığımız durumlarda öğrenciler verilen bilgilerden işlemsel bilgilerini kullanarak problemi doğru olarak çözseler bile bu çözümü günlük yaşamla ilişkilendirememektedirler. Öğretmenlerin de genellikle programın yoğunluğunu gerekçe göstererek öğrencilere verilen problemin günlük yaşamda nerelerde karşımıza çıkabileceği üzerinde yeteri kadar durmadan problem çözme basamaklarını işe koştukları görülmektedir. Bunun sonucunda öğrenciler okul matematiği ile günlük yaşamları arasında bir ilişki bulamamakta ve öğrendikleri bilgileri günlük yaşama aktaramamaktadırlar. (Nosegbe, 2001).

Araştırmanın amaçlarından biri de matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmek ve öğrencilere yöneltilen sözel problemlerin çözümünün günlük yaşamla ilişkilendirilerek anlamlı hale getirilmesidir. Bu bağlamda günlük yaşamın içinde bulunan problemlerin çözümünde öğrenci başarısının yeterliğini belirleyen en önemli unsurun öğrencilerin matematik bilgilerini günlük yaşam durumlarına uygulamadaki yeterlilikleridir (Greer, 1993). Diğer bir ifadeyle öğrenciler matematiği günlük yaşamda karşılarına çıkan problemlerle ne kadar fazla ilişkilendirirlerse matematiği de o oranda başarabileceklerdir. Bu başarı öğrencilerin matematiğe karşı olası olumsuz önyargılarının da önüne geçecektir. Matematiği günlük yaşamla ilişkilendirebilmek ve günlük yaşam problemlerini çözebilmek için öğrenciler, matematikten günlük yaşama bilgi transferi yapabilmeli, özgün stratejiler ve modeller geliştirip kullanabilmeli, çözüme ilişkin mantıklı tahminlerde bulunabilmeli ve elde edilen sonucun doğruluğunu günlük yaşam bağlamında değerlendirebilmelidir (Chacko, 2004).

2.3. Model, modelleme ve matematiksel modelleme

Bu bölümde araştırmanın konusu ile ilgili alan yazından yararlanılarak model, modelleme ve matematiksel modelleme kavramlarına ilişkin genel bir açıklama yapılacaktır.

2.3.1. Model ve modelleme

Matematiksel modelleme kavramının ne olduğunu incelemeyi önce model ve modelleme kavramlarının ne anlama geldiklerini açıklamak matematiksel modellemenin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Model ve modelleme etimolojik olarak aynı kökenden gelseler de alan yazında farklı tanımlamaları bulunmaktadır. Bu farklılık konu

ile ilgili yapılan araştırmaların ayrı disiplinlerden olması, araştırılan konunun içeriğinin ve uygulama alanlarının farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Bunun sonucunda ise matematiksel modelleme ile ilgili yapılan araştırmalarda kuramsal farklılıklar bulunmaktadır.

Model, problem çözme sürecinde zihinde oluşan soyutlama veya genelleme ile tanımlanan şemalardır (Kertil, 2008). Diğeri bir ifadeyle model problem çözme aşamasında zihinde oluşan ürünler bütünüdür. Model, karmaşık sistemleri ve yapıları yorumlamak ve anlamak için zihinde var olan kavramsal yapılar ile bu yapıların dış temsillerinin oluşturduğu bütündür (Doruk, 2010). Yapılan tanımlardan da anlaşılacağı üzere model; gerçek yaşamda karşılaşacağımız bir durumun, problem çözme sürecinde farklı zihinsel işlemlerden geçerek problemin çözümüne yardımcı olacak bir üründür. Van Driel ve Verloop (1999), bilimsel modellerin ortak özelliklerini şu şekilde belirtmişlerdir:

- Bir model, her zaman modelin temsil ettiği hedef veya hedefler ile ilişkilidir. Hedef bir sistem, bir nesne, bir olgu veya 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 etkileşmez. Bu nedenle bir fotoğraf veya spektrum bir model olarak nitelendirilmez.
- Bir model her zaman hedeften belirgin ayrıntılarla farklılık gösterir. Genel olarak bir model olabildiğince basite indirgenir.
- Bir model oluşturulurken, hedef ile model arasındaki benzerlik ve farklılıklar, araştırmacılara modelin temsil ettikleriyle ilgili tahminler yapabilme imkânı sağlayabilmelidir.
- Bir model karşılıklı olarak birbirini etkileyen süreçler sonucunda geliştirilir.

Yapılan çalışmalarda yeni hedefler ortaya çıktıkça modellerde revizyona gidilebilir. Yeni modeller ortaya çıkabilir ya da mevcut modeller yenilenebilir. Örneğın modellerin sınıflandırılmasına yönelik çalışmalarda modellerle ilgili olarak; bilimsel olan/olmayan modeller, görünüş bakımından modeller (somut-soyut modeller), işlevleri

bakımından modeller (tanımlayıcı-açıklayıcı-betimleyici modeller) olarak farklı sınıflandırmalar bulunmaktadır (Güneş, Gülççek ve Bağcı, 2003). Modellerin sınıflandırılması ile ilgili yapılan çalışmalarda nelerin model kapsamında değerlendirileceği ya da bir modelin hangi sınıflamaya dahil olabileceği Harrison ve Tregaust (2000) tarafından ayrıntılı bir şekilde belirtilmiştir.

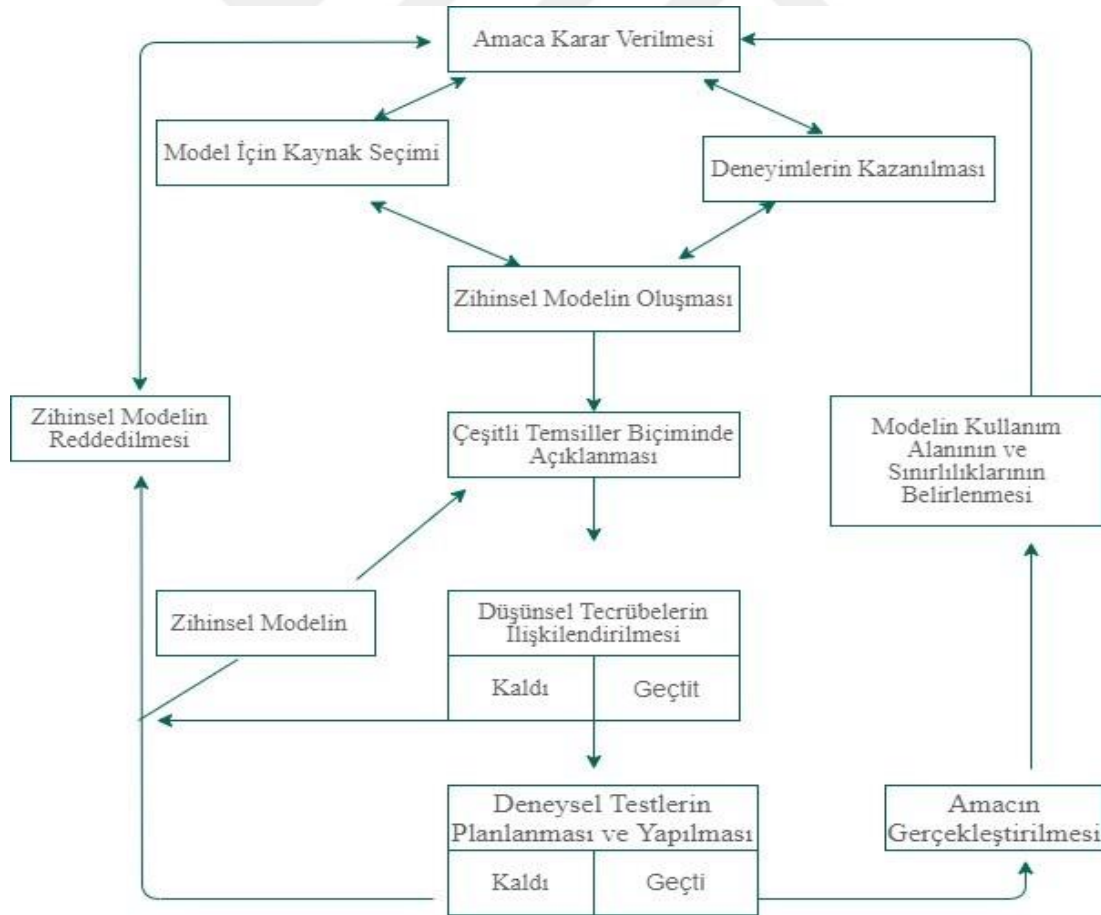
- **Ölçeklendirme Modelleri:** Hayvanların, bitkilerin, arabaların, uçakların ve binaların ölçeklendirilmiş modelleridir. Renkleri, dış şekilleri ve yapısal özellikleri tanımlamakta kullanılır. Ölçeklendirme modelleri ayrıntılı bir şekilde dış görünüşü yansıtmasına rağmen nadiren iç yapıyı, işlevleri ve kullanımı yansıtır. Ölçeklendirme modelleri genellikle oyuncaktır veya oyuncak gibidir. Bu nedenle, model ile hedef arasındaki paylaşılmayan farklılıkların saklı kalmasına yol açabilir.
- **Pedagojik Analogik Modeller:** Bunların analogik olarak isimlendirilmesinin sebebi, modelin bilgiyi hedefle paylaşmasından ileri gelir. Pedagojik olarak isimlendirilmesinin nedeni ise, atom ve molekül gibi gözlenemeyen varlıkları öğrenciler için ulaşılabilir yapmak üzere öğretmenler tarafından açıklayıcı olarak geliştirilmelerinden kaynaklanmaktadır. Analoginin yapısına bir veya birden fazla özellik hükmeder. Çünkü analogik modeller, hedefle analogi arasındaki uyumu kesin özellikler için tek tek yansıtır.
- **Simgesel veya Sembolik Modeller:** Kimyasal formüller veya eşitlikler sembolik modellerle anlamlı hale getirilmiştir. Formüller ve eşitlikler bu şekilde kimya diline yerleşmiştir. Örnek olarak, Co_2 (Karbondiyoksit) gösterimi verilebilir.
- **Matematiksel Modeller:** Fiziksel özellikler ve süreçler, kavramsal ilişkileri ortaya çıkaran matematiksel eşitliklerle ve grafiklerle temsil edilebilir. Örnek olarak, Boyle-Mariotte Kanunu, üstel eğriler veya Newton'un ikinci hareket kanunun temsili olan $F=m \cdot a$ eşitliği verilebilir.
- **Teorik Modeller:** Elektromanyetik alan çizgileri ve fotonlar teorik modellerdir. Çünkü bu modeller iyi yapılandırılmış ve insanlar tarafından oluşturulan teorik temellerle tanımlanmıştır. Kinetik teoreinin gaz basıncını açıklaması, ısı ve basınç bu kategoriye girer.

- **Haritalar, Diyagramlar ve Tablolar:** Bu modeller öğrenciler tarafından kolaylıkla canlandırılabilen yolları, örnekleri ve ilişkileri temsil eder. Bu modellere örnek olarak periyodik tablo, soy ağaçları, hava durumunu gösteren haritalar, devre şemaları, kan dolaşımı sistemi ve beslenme zinciri gösterimleri verilebilir.
- **Kavram-Süreç Modelleri:** Birçok fen kavramı nesneden ziyade süreçten ibarettir. Örnek olarak kimyasal denge veya asit-baz reaksiyon modelleri verilebilir.
- **Simülasyonlar:** Simülasyonlar global ısınma, uçuşlar, nükleer reaksiyonlar, trafik kazaları gibi karmaşık süreçleri temsil etmede kullanılır.
- **Zihinsel Modeller:** Zihinsel modeller özel bir çeşit zihinsel temsildir. Bireyler tarafından bilişsel işlemler sonucunda üretilir. Öğrenciler tarafından üretilen ve kullanılan zihinsel modeller tamamlanmıştır ve kararlı değildir yani değişebilir.
- **Senteze Dayalı Modeller:** Senteze dayalı modelleri, öğrencilerin kendi sezgisel modelleri ile öğretmenlerin oluşturduğu modellerin bir karışımı sonucunda öğrencilerin alternatif kavramlarının gelişimlerine ait sentezler oluşturmaktadır.

Yukarıda yapılan açıklamalardan ve model kavramının sınıflandırılması ışığında modellemeyi tanımlayabiliriz. Sriraman (2005)'a göre modelleme, bir duruma cevap verebilmemiz için gerekli olan durumun modelini oluşturma sürecidir. Modeli ortaya çıkan ürün olarak nitelendirirken modellemeyi ise bu ürünün ortaya çıkmasında oluşan süreç olarak değerlendirebiliriz. Lingefjärd (2000)'a göre modelleme bir problem durumunun açıklanması için model oluşturma sürecinden çok daha fazlasını içeren bir süreçtir. Bu iki tanımlamadan da modelin durum karşısında ortaya çıkan ürün, modellemenin ise ürün ortaya çıkarken geçen süreç olduğudur. Lingefjärd (2000)'a göre modellerin iki temel belirleyicisi vardır:

- Modeller gerçek yaşamda karşılaşılabilecek bir durumun daha ayrıntılı incelenmesini ve açıklanmasını sağlayan gösterimlerdir.
- Modeller bir gerçek durumun daha çok veya daha az ideal halleri ya da basitleştirilmiş halleridir.

Justi ve Gilbert (2002), modelleme terimini çalışılan disiplinde bilimsel düşünme ve çalışma olarak tanımlayarak sınıflarında modelleme etkinliklerini kullanacak öğretmenlere rehberlik etmesi amacıyla bir şema akışı geliştirmişlerdir. Bu çerçevede süreç modelleme amacına karar verilmesi ile başlar. Modelleme kaynağının belirlenmesi ve tecrübenin kazanılmasını zihinsel modellerin oluşması izler. Ancak burada süreç her ne kadar doğrusal gibi gözükse de aşamalar arası geçişler karşılıklı olabilmektedir. Zihinsel modelin farklı temsillerle açıklanması ve düşünsel tecrübelerin ilişkilendirilmesi ile süreç devam eder. Eğer ilişkilendirme başarısız olursa modelleme için ya yeniden kaynak seçilir ya da çeşitli temsiller biçiminde sürece devam edilir. Eğer ilişkilendirme başarılı olursa deneysel testlerin planlanmasına geçilir. Modelleme bu aşamada başarısız olursa zihinsel modelleme reddedilerek modelleme için kaynak seçilerek sürece devam edilir. Başarılı olursa amacın gerçekleştiği ve modellemenin kullanım alanı ve sınırlılıkları belirlenerek modelleme süreci döngüsel olarak devam ettirilir.



Şekil 2.2. Modelleme sürecinin modellenmesi (Justi and Gilbert 2002)

2.3.2. Matematiksel modelleme

Buraya kadar aktarılan model ve modelleme kavramlarının tanımlarını yaparken kullanılan ifadeler, matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramlarında yapılacak tanımlara paralellik göstermektedir. Matematiksel model, verilen bir durumun önemli özelliklerini yansıtan formül, eşitlik, grafik, tablo gibi bir matematiksel form iken; matematiksel model geliştirmek için tanımlanan süreç ise matematiksel modelleme olarak tanımlanır (The Consortium for Foundation Mathematics, 2008). Diğer bir ifade ile model (matematiksel model) süreç içerisinde ortaya çıkan ürün, modelleme (matematiksel modelleme) ise ürünü ortaya çıkarmada geçen süreçtir.

Matematiği başaramayacakları inancı öğrencilerin bu derse karşı olumsuz önyargılarla yaklaşmasına neden olacaktır. Baki (2008), matematikle ilgili kavramların soyut niteliklere sahip olduğu gerekçesiyle, gerçek dünyadaki somut modellerden yola çıkılarak bu kavramların anlatılmasının yararlı olacağını belirtmektedir. Matematiğin öğrenciler tarafından genelde gerçek yaşam ile ilgisi olmayan, soyut dolayısıyla sıkıcı hatta öğrenilmesi ve başarılması zor olan bir ders olarak algılanması, bu derse karşı olumsuz tutumların geliştirilmesini ve genel bir başarısızlık sonucunu doğurmaktadır (Soylu ve Soylu, 2006).

Model ve modelleme terimlerinin tanımları göz önünde bulundurulduğunda, matematikte model ve modelleme, karmaşık olan sistemlerin, matematiksel ifadeler aracılığıyla matematiksel olarak anlamlı hale getirilebilmesi olarak tanımlanmaktadır (Lesh ve Doerr, 2003a). Gravemeijer (2002) ise matematiksel modellemeyi gerçek yaşam durumlarının işleyişini ve yapısını anlamlandırabilmek için, gerçek yaşam durumlarının matematiğe aktararak matematiğin sembolik diliyle ifade edilme süreci olarak tanımlamaktadır. Pollak (1979) modellemenin matematik ile matematik dışında kalan dünyanın karşılıklı etkileşimi olduğunu belirtmektedir. Matematiksel modelleme etkinlikleri, gerçek yaşam durumları içeren problem durumlarının sınıf ortamında küçük gruplar halinde çalışan öğrenciler tarafından matematikselleştirilmesidir (Doruk ve Umay, 2011). Matematiksel modelleme tanımı gereği gerçek yaşamda öğrencilerin karşılarına çıkabilecek bir sorunun takım çalışması içerisinde iş birliğine dayanarak matematiksel ifadelerle problem haline getirilmesi ve yine takım çalışması ile matematiksel bir çözüm yolu bularak çözümün raporla muhataplarına iletilmesi ile son bulmaktadır. Bu süreçte öğrenciler özellikle akranları ile girdikleri sosyal ortamda matematiği severek yapabileceklerdir. Birçok araştırmacı da matematiksel modellemeyi

gerçek yaşamdaki bir problemin matematik dünyasına taşınarak, matematiksel yöntemlerle analiz edilmesini içeren bir süreç olarak tanımlamaktadır (Borromeo-Ferri, 2006; Bukova-Güzel 2016; Maaß, 2006). Yapılan matematiksel modelleme tanımlarında öne çıkan iki unsur söz konusudur. Birincisi matematiksel modellemenin bir süreç olarak ele alınması, ikincisi gerçek dünya ile matematiksel dünya arasındaki ilişkidir.

Matematik eğitimcilerinin matematiksel modelleme kavramına ilişkin farklı tanımlar yapmaları; araştırmacıların konuya olan bakış açısı, yapılan çalışmaların farklı öğrenme alanları ve çalışılan grubun yaş aralığı ile ilişkili bir durumdur. Matematiksel modelleme yaklaşımında, konu ile ilgili matematiksel model kurularak gerçek yaşamda olası çözümlere ulaşılmaya çalışılır. Bu oluşturulan model gerçek dünya ile matematiksel dünya arasında ilişki kurar ve gerçek yaşam probleminin çözümünde yardımcı rol üstlenir. Berry ve Houston (1995) matematiksel modeli gerçek yaşamda karşımıza çıkabilecek durumlara ya da problemlere odaklanarak ve dikkatli bir şekilde yapılan varsayımlar ışığında tablo, grafik, denklem, şekiller gibi matematiksel içerikler kullanılarak gerçek yaşam durumunu yansıtacak veya tanımlayacak iki ya da daha fazla değişkenin arasındaki ilişkinin matematiksel bir gösterimi olarak tanımlar.

2.3.2.1. Matematiksel modelleme yaklaşımları

Model ve modelleme tanımlarındaki farklılık matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramlarının da tanımlanmasında farklılığa neden olmaktadır. Matematiksel modelleme konusunda çalışma yapan araştırmacıların farklı alanlardan gelmeleri ve farklı perspektifle konuları irdelemeleri matematiksel modellemeye olan yaklaşımlarını farklılaştırmaktadır. Matematiksel modellemenin eğitim alanında ilk kullanıldığı yıllarda teorik modelleme ve gerçek yaşama uygun modelleme olarak iki farklı yaklaşım görülmektedir (Bukova Güzel, 2016). 1970 ve 1980 yıllarında eğitime hakim olan pragmatist ve bilişsel paradigmalardan etkisi ile bu iki yaklaşım şekillenmiştir. Eğitim alanında uygulanan matematiksel modelleme etkinlikleri ve yürütülen projeler gerçek yaşama uygun ve teorik modelleme yaklaşımlarına dayandırılarak gerçekleştirilmiştir.

Son yıllarda eğitim alanında yapılandırmacı yaklaşımın etkisi ile matematiksel modelleme perspektiflerinde farklı yaklaşımlar görülmektedir. Bu farklılaşmaya neden

olan bir diğer önemli faktör NCTM'nin son raporlarında ve MEB matematik dersi öğretim programında (2018, 2015 ve 2005) vurgulanan 21. yüzyıl becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesinin amaçlanmasıdır. Eğitimde değişen paradigmayla çağımızın gereklerine ayak uyduracak bilgi ve becerilerle donatılmış öğrencilerin yetiştirilmesi için özellikle matematik dersinde rutin sözel problemlerin dışında, gerçek yaşamda karşımıza çıkabilecek, açık uçlu, öğrencilere problem çözme becerisini kazandırabilecek etkinliklerle ilgili son 30 yıldır matematiksel modelleme yaklaşımından etkilenecek çalışmalar yapılmaktadır (Blum ve Niss, 1991; Freudenthal, 1991; Berry ve Houston, 1995; Lingefjärd, 2000; Lesh ve Doerr, 2003b; English ve Doerr, 2004; Borromeo Ferri, 2006; Kaiser; 2007; Maaß, 2006 ; Ang, 2015; Kertil, 2008; Hıdıroğlu, 2015; Işık 2016). Son yıllarda eğitim alanında değişen paradigmlar matematiksel modelleme yaklaşımlarının şekillenmesine yol açmıştır. Konuya yönelik ana yaklaşımları ve bu yaklaşımların öncülerini Kaiser ve Srirman (2006) aşağıdaki Tablo 1.1'de belirtmişlerdir.

Tablo 2.1. Matematiksel modelleme yaklaşımları Kaiser ve Srirman (2006)

Bakış Açısı	Ana Yaklaşım	Araştırmacıları
Gerçekçi / Uygulamalı	Gerçek bir içerikte uygulamalı, gerçek yaşam durumlarını problem çözme olarak ele alma	Pollak, Kaiser ve Schwarz
Epistemolojik	Gerçekçi matematik eğitime katkı sağlayan modelleme.	Freudenthal
Eğitimsel	Modelleme yeteneğini geliştirici pedagojik ilişkileri olan modelleme.	Galbraith ve Stillman, Blum ve Niss, Maaß
Bağlamsal	Konuyla ilgili, model seçme aktivitesi olarak modelleme.	Lesh ve Doerr
Bilişsel	Bilişsel süreçlerin analiz edilmesi ve öğrenme süreçlerinin birbirleriyle gelişimsel ilişkileri.	Borromeo Ferri
Sosyo-eleştirel	Modelleme sürecinin yansımaları ve gerçek dünyayı eleştirel bakış açısıyla anlama.	Barbosa, Skovsmose

Kaiser ve Sriraman (2006) yaptıkları sınıflandırmanın yüzeysel olduğunu belirtmişlerdir. Bu sınıflandırmanın ışığında matematiksel modellemeye bakış açılarının kullanım alanları, genel amaçları ve bu bakış açısı ile alanda çalışan araştırmacıların çalışmalarından yararlanılarak matematiksel modelleme yaklaşımları açıklanmıştır.

Gerçekçi/Uygulamalı modelleme yaklaşımında temel amaç açık uçlu gerçek yaşam problemlerine çözüm bulmaktır. Özellikle mühendislik ve teknoloji alanlarında karşılaşılan durumlarda matematiğin kullanılmasını benimser. Diğer bir deyişle gerçek yaşamda matematiğin pratik uygulamalarının kullanımını ifade etmektedir. Bu uygulamalar sonucunda matematiksel modelleme yeterliği gelişmiş ve günlük yaşam problemlerinin üstesinden gelebilen bireylerin yetiştirilmesi amaçlanmıştır. Gerçekçi/Uygulamalı modelleme yaklaşımını benimseyen Pollak (1979) modellemenin, matematik dışında kalan dünya ile matematiğin etkileşim süreci olduğunu belirtmiştir. Gerçekçi/Uygulamalı modelleme yaklaşımını benimsediği pragmatizme benzer özellikleri olan bilimsel hümanizma ile şekillenen Epistemolojik/Teorik modelleme matematiksel kavramların ve teorilerin ortaya çıkmasına odaklanır. Epistemolojik/Teorik modelleme, Gerçekçi/Uygulamalı modelleme uygulamalarından farklı olarak günlük yaşamda karşımıza çıkabilen ancak farkında olmadığımız problemlerle ilgilidir. Altun (2005)'a göre teorik modellemenin önemli temsilcisi aynı zamanda gerçekçi matematik eğitiminin kurucusu olan Freudenthal matematiğin gerçek yaşam problemleri ile başlayıp matematikselleştirildiğini, sonra formal bir sistemle matematiğin oluşturulduğunu belirtmektedir. Matematikselleştirme iki nedenden dolayı anahtar bir kavramdır. İlk olarak matematik sadece matematik ile uğraşanların yani matematikçilerin değil herkesin işidir. İkincisi ise yeniden keşfetmedir. Diğer bir ifadeyle günlük yaşamda karşılaştığımız ancak farkında olmadığımız durumların tekrardan keşfedilmesidir.

Eğitimsel modelleme diğer iki modelleme yaklaşımına göre matematiği günlük yaşamdan biraz daha ayırarak modelleme etkinliklerinin matematik eğitimi, matematik eğitiminin genel ilkeleri ve matematiksel öğretim boyutunda ele almıştır. Bu modelleme yaklaşımında matematik öğretiminin matematiksel modellemeyle bütünleşmesi üzerine odaklanır. Eğitimsel modelleme, öğretimsel ve kavramsal modelleme olmak üzere ikiye ayrılır. Öğretimsel modelleme öğretim süreçlerinin nasıl yapılandığı, öğrenme süreçlerinin tasarlanması ve geliştirilmesi ile ilgilenirken kavramsal modelleme yaklaşımında ise günlük yaşamda karşımıza çıkabilecek durumlardan yola çıkarak matematiksel kavramları keşfetmeleri ve onları anlamlandırmaları amaçlanır. Eğitimsel modelleme uygulamalarında Maaß (2006)' ın çalışmalarında da bulunan modellemenin matematiği öğretmek için bir amaç olarak değil; bir araç olarak kullanılması anlayışı bulunmaktadır. Diğer bir ifadeyle matematiksel kavramları ve öğretim programında yer

alan kazanımları gerçekleştirmek için matematiksel modelleme etkinlikleri araç olarak kullanılır. Bu araştırmada Maaß (2006)'ın modelleme yeterliklerinden uyarlanan (Kertil, Çetinkaya, Erbaş ve Çakıroğlu, 2016: 547) “*Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve Alt Yeterlikleri*” kullanılarak öğrencilerle matematiksel modellemenin araç olarak kullanımı anlayışı benimsenmiştir. Bu yaklaşımla öğrencilerin günlük yaşamda karşılarına çıkabilecek gerçek yaşam durumları aracılığıyla matematiksel kavramlar öğretilerek öğrencilere matematik öğretimi amaçlanmıştır. Ayrıca bu araştırmada İlköğretim Matematik Ders Programında bulunan kazanımların yanında öğrencilerin modelleme yeterlikleri de incelendiği için öğretimsel modelleme anlayışı benimsenmiştir.

Blum ve Niss (1989) matematik öğretim programlarında matematiksel modellemeye yer verilmesinin nedenini eğitimsel modelleme yaklaşımına dayandırarak altı başlık altında gerekçelendirirler. Bu gerekçeler:

- Pragmatik (pragmatic): Günlük yaşamda karşılaşılabileceğimiz zor ve farklı durumlara matematik ve matematiksel modelleme aracılığıyla çözüm bulmayı amaçlayan gerekçedir. Pragmatik gerekçede, gerçek yaşam durumlarında karşılaşılabileceğimiz problemlerin anlaşılır ve çözülebilir bir hale gelmesi görüşü vardır.
- Biçimlendirici (formative): Bu yaklaşıma göre matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilere geniş bir bakış açısı ve özgüven sağlar. Matematiksel modelleme etkinliklerini çözerken öğrenciler yaratıcı ve keşfedici bir anlayışla problemlere farklı bakış açılarıyla yaklaşırlar. Öğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerinde deneyim kazandıkça gerçek yaşam durumlarında karşılaştıkları problemlere karşı daha geniş bir açıyla bakarak yaratıcı olacaklardır.
- Kültürel (cultural): Bu yaklaşıma göre modelleme matematiğin yaşamımızdaki rolü ve matematiği algılama durumumuza göre matematiğin temsilini gerçekleştirir. Bu temsil matematiğin gerekli olan tüm yönlerinin öğrencinin zihninde şemalaşmasını sağlar. Modelleme etkinlikleri ile öğrencilerde matematik kültürünün oluşması için ortamlar hazırlanması amaçlanır.
- Eleştirel (critical): Bu yaklaşımda esas amaç günlük yaşamda var olan durumlara karşı matematiğin farklı kullanım alanlarının olduğunu

aktararak öğrencilere eleştirel bir anlayış kazandırmaktır. Bu yaklaşımdaki eleştiri kavramı “tenkit” anlamı içermeyip matematiksel modelleme etkinlikleri ile çözülebilecek problemlerin birden farklı yolunun olduğunun öğrencilere kavratılması anlamını taşımaktadır.

- Araçsal (instrumental): Matematiksel modelleme, öğrencilerin matematiksel kavramları günlük yaşamda kullanmaları için bir araçtır. Ayrıca soyut olan bazı kavramları somutlaştırarak öğrencilerin matematiğe karşı olan motivasyonlarının artmasını sağlar.
- Psikolojik (psychological): Son olarak modelleme etkinlikleri ile öğrencilerin matematiğe ilgi duymaları, matematiği başarabileceklerine olan inançlarının ve derse karşı olan motivasyonlarının artırılması hedeflenmektedir.

Eğitimsel modelleme yaklaşımı ile mühendislik ve teknoloji gibi disiplinlerden ayrı olarak eğitim alanında da görülen matematiksel modelleme uygulamaları, bağlamsal modelleme yaklaşımı ile eğitim alanında ön plana çıkmaktadır. Bağlamsal temelli yaklaşım günlük yaşam durumlarındaki matematiksel problem çözmenin eğitimsel önemine dikkat çeker. Bu yaklaşımın öncülerinden Lesh ve Doerr (2003b) matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğrencilerin gerçek yaşamda karşılaşabilecek bir durumu yorumlayarak kendi zihinsel süreçleri aracılığıyla matematikselleştireceklerini savunmaktadır. Buradaki temel amaç günlük yaşam ve matematiği ortak paydada buluşturup matematiksel kavramları somutlaştırarak kavramsal öğrenmeyi sağlamaktır. Bu sayede öğrenciler gerçek yaşamda karşılarına çıkabilecek matematiğin farkına varacak, anlamlandırıp çözümleyeceklerdir. English (2003) matematiksel modelleme etkinlikleriyle dizayn edilen öğrenme ortamlarında zengin öğrenme deneyimlerinin sağlanabileceğini belirtmektedir. Bu zengin öğrenme deneyimlerinin olacağı ortamların özelliklerini English (2003) aşağıdaki gibi ifade etmektedir:

- Otantik durumlar
- Öğrencinin durumu kendi keşfi için şans sağlanması
- Yorumlayabilme yeteneğinin gelişimi için çoklu olasılıklar
- Öğrencilerin geliştirdikleri modeli birbirlerine sunacakları paylaşım ortamlarıdır.

Sosyo-eleştirel bakış açısında gerçek yaşam durumları eleştirel bir gözle incelenir. Sosyal yaşam bağlamında gerçek yaşam durumu sorgulanarak; olan ve olması gereken durum bağlamında matematiksel modelleme etkinlikleri ile ele alınır. Bu yaklaşımda matematik eğitiminde kullanılan matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin matematiğini geliştirebilmek için bir araç olarak görülür. Diğer bir ifade ile matematik eğitiminde matematiksel modelleme etkinlikleri amaç değil araçtır.

Bilişsel modelleme yaklaşımında ise modelleme sürecinde oluşan zihinsel süreçler ve yapıların anlaşılması temel hedef olarak ifade edilir (Kaiser ve Sriman, 2006). Matematiksel modelleme etkinliklerinin çözümü sırasında öğrencilerin zihinlerinde oluşan bilişsel yapıların ve süreçlerin neler olduğunu açıklamaya çalışan yaklaşımdır. Bilişsel bakış açısında önemli amaçlardan biri de öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri esnasında hangi bilişsel fonksiyonlarının kullanıldığını anlayabilmek ve onları analiz edebilmektir. Matematiksel modelleme etkinlikleri gerçekleştirilirken ortaya çıkan bilişsel yapılar matematiksel düşünme becerilerinin geliştirilebilmesi için uygun ortamların oluşturulmasında kılavuz görevi görür (Bukova-Güzel, 2016)

2.3.2.2. Matematiksel modelleme süreci

Matematiksel modellemenin tanımı üzerinde bir fikir birliği olmasına karşın matematiksel modelleme süreci ile ilgili farklı yaklaşımların olmasını Zawojewski, Lesh ve English (2003) yapılan araştırmaların farklı öğretim kademelerinde olması, farklı amaçlara odaklanmaları ve araştırmacıların farklı alanlardan gelmeleriyle ilişkilendirmektedir. Borromeo Ferri (2006), matematiksel modelleme sürecindeki farklılığın matematiksel modelleme algısındaki farklılıklardan, modelleme etkinliğindeki problem durumunun zorluk derecesinden kaynaklandığını belirtmektedir. Matematiksel modelleme, tek bir doğru cevap içermeyen, açık uçlu, rutin sözel problemlerin aksine her öğrenci tarafından farklı bir şekilde yorumlanabilecek gerçek yaşamla ilişkilendirilen problem çözme süreçlerine karşılık gelir. Bukova-Güzel (2016)'e göre matematiksel modelleme etkinliklerinin çözüm sürecinde gerçek yaşam durumu matematikselleştirilerek ifade edilir, problemi ve problemin çözümünü etkileyen faktörler belirtilir ve varsayımlara dayanarak problemin çözümüne ilişkin yanıtlara ulaşılmaya çalışılır.

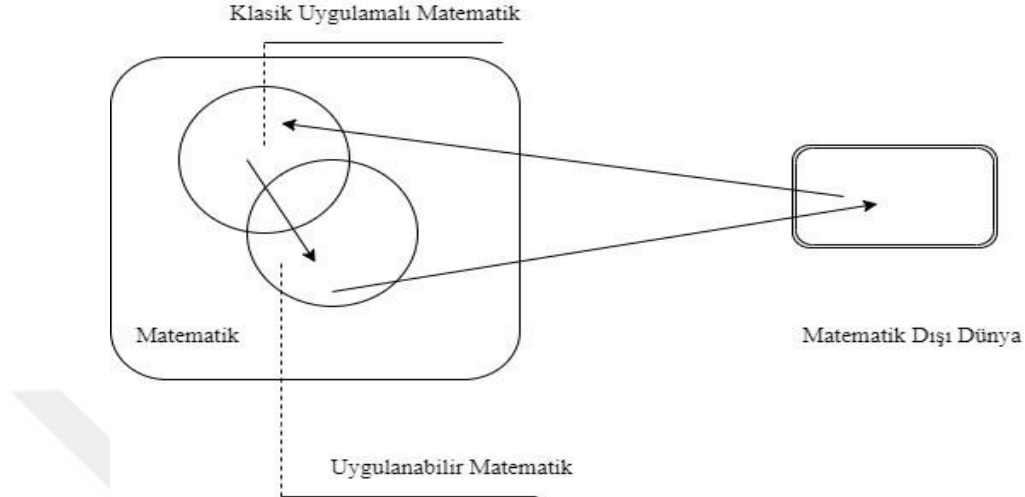
Matematiksel modelleme süreci gerçek yaşamda karşımıza çıkabilecek olası problemlerin çözümü ile ilgilidir. Bu tanımla ilişkili olarak pragmatizm temelli yaklaşımda günlük yaşam problemlerinin kullanılmasını öneren John Dewey (1936) ve problem çözme basamaklarını kapsamlı olarak ilk ele alan George Polya (1945) matematiksel modelleme kavramını kullanmadan modelleme süreçlerinden söz etmektedirler. Özellikle Polya problem çözme basamaklarını şu şekilde açıklamışlardır:

1. Problemi anlama
2. Benzer problemlerden yararlanılarak çözüme dair bir eylem planı (genel çözüm stratejisi) tasarlama.
3. Eyleme geçme (oluşturulan genel çözüm stratejine bağlı bir çözüm)
4. Bulunan yanıtla gerçekten inanılıp inanılmadığını sorgulama (bu sorgulama kendi kendine yapılan bir süreçte gerçekleşiyor).

Polya (1945), 1970li yıllarda ivme kazanan ve ilk örnekleri uygulanan matematiksel modelleme sürecinin temellerini atmıştır. Matematiksel modelleme etkinlikleri geliştirilirken matematiksel modelleme ile ilgili alan yazın tarandığında modelleme sürecindeki basamakların farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Yapılacak çalışmalarda belirlenen amaç ve alt amaçlar doğrultusunda matematiksel döngü, süreç ve basamaklar farklı şekilde adlandırılmıştır. İlgili alanda yapılan çalışmalardaki bazı matematiksel modelleme süreçleri şunlardır:

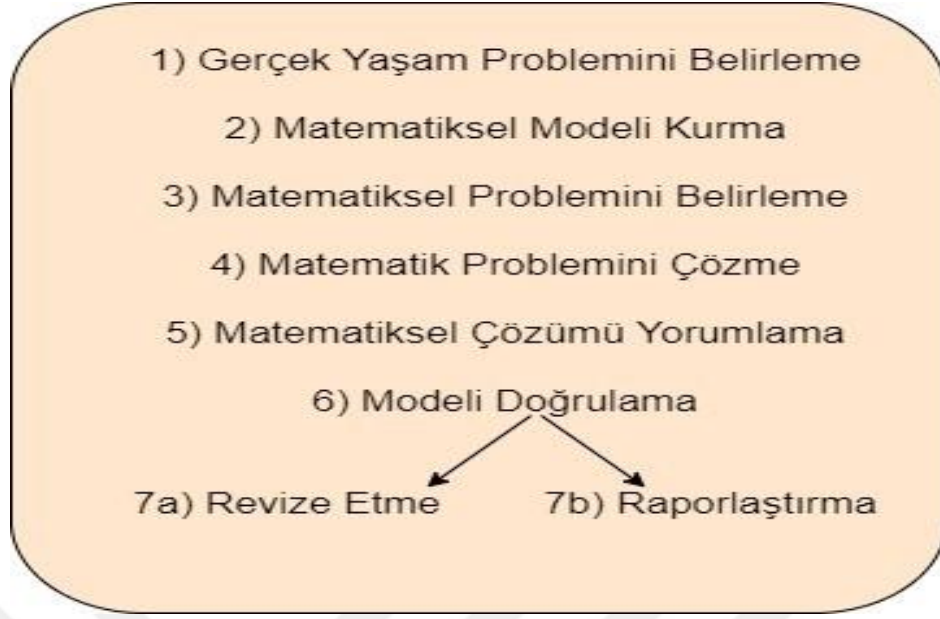
Pollak (1969) günlük yaşamla ilişkilendirilemeyen geleneksel sözel problemlerin, öğrencilerin programda yer alan kazanımları gerçekleştirmesine yardımcı olmasına karşılık öğrendiklerini sınıf dışı ortamlara aktaramadıklarını ifade etmektedir. Geleneksel sözel problemlerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesinin önemini belirten Pollak matematiksel modelleme kavramını kullanan ilk araştırmacıdır. Ayrıca Pollak “How Can We Teach Application of Mathematics” adlı eserinde başlattığı matematiksel modelleme süreci ile ilgili çalışmalarını matematiksel modelleme temalı kitap ve bilimsel kongrelerde sürdürmüştür (Pollak, 1969). Bu bağlamda adı geçen araştırmacının matematiksel modelleme alanında yapılan çalışmaların öncüsü olduğu söylenebilir. Pollak (1979) matematiksel modelleme etkinliklerinde gerçek yaşamdaki bir durumun matematiksel bir probleme dönüştürülmesi gerektirdiğini belirtmektedir. Gerçek yaşamdan dönüştürülen matematiksel problemin çözümünde matematiksel işlemlerle gerçekleştirilen matematiksel model işe koşularak başarılı olunmaktadır.

Pollak “*diğer dünya*” olarak tanımladığı alanı ise matematik dışındaki her şeyi içeren süreç olarak belirtmiştir.



Şekil 2.3. Modelleme döngüsü (Pollak, 1979)

Penrose (1978)’a göre matematiksel modelleme süreci gerçek yaşam problemini belirleme ile başlayıp matematiksel model oluşturma ve matematiksel problemi belirleyerek olası çözüm stratejisinin geliştirilmesi ile devam etmektedir. Uygun olan çözüm stratejisini uygulama ve matematiksel problemi çözmeyi matematiksel çözümü yorumlayarak modeli doğrulama ve sonuçlar oluşturma takip eder. Devam eden süreçte, eğer model yanlış ise düzenleme yapılarak revize edilir; model doğru ise raporlaştırmayla modelleme süreci sonlanır. Bu süreç döngüsel olmasa da aşamalar arasında geçişin karşılıklı olduğu vurgulanmaktadır. Penrose’un geliştirmiş olduğu modelleme sürecinin ilk basamağı olan matematiksel problemi belirlemeden önce matematiksel model oluşturulması alanda yapılan diğer çalışmalarla ve matematiksel modelleme süreçleri ile çelişmektedir. Penrose modelinde revize etme basamağının bulunmasına işaret ederek sürecin döngüsel olduğunu ifade etmektedir. Penrose’un yaptığı çalışma diğer matematiksel modelleme süreçleri ile çelişse de alanda yapılan ilk çalışma olması bakımında önem taşımaktadır.

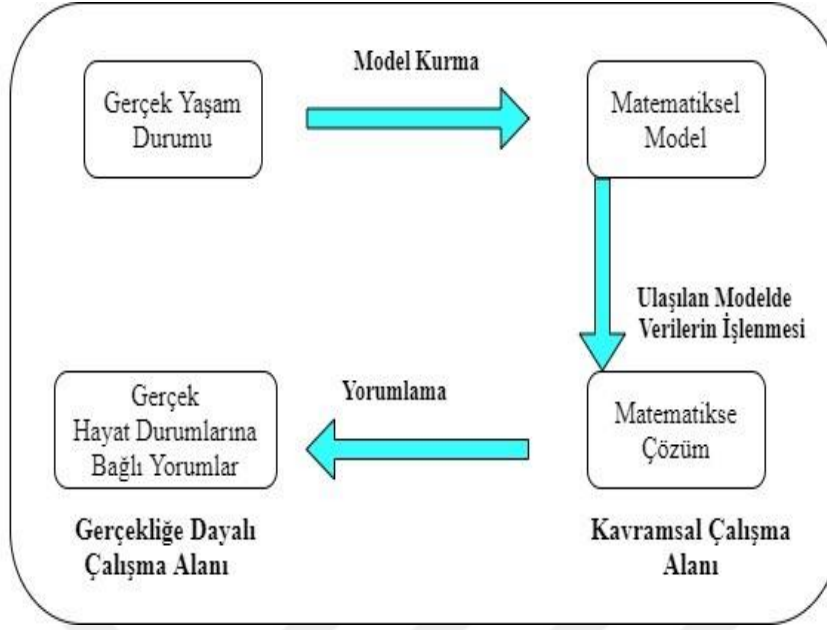


Şekil 2.4. Modelleme döngüsü basamakları (Penrose, 1978)

Müller ve Witmann (1984)'ın Almanya'da ilkokul öğrencileri ile yaptıkları çalışmaların sonucunda modelleme sürecine ilişkin üç ana başlık geliştirmişlerdir ve modelleme sürecini şu şekilde açıklamışlardır.

- Model Kurma
- Modelde Bulunan Verilerin Matematiksel İşlenmesi
- Matematiksel Çözümün Yorumlanması

Müller ve Witmann (1984)'ın geliştirdiği modelleme süreci gerçek yaşam durumunun farkında olunması ile başlar. Sürecin önemli basamaklarından olan modeli kurmayla devam eder. Oluşturulan matematiksel modelde veriler işlenir ve matematiksel çözüme ulaşılır. Bulunan çözüm yorumlandıktan sonra gerçek yaşam durumuna ilişkin tahminlerde ve yorumlarda bulunularak süreç sonlandırılır. Bu çalışmada basamaklar arası geçişten bahsedilmemesi ve matematiksel modelleme sürecinin yapısına aykırı olarak döngüsel olmaması bir eksiklik olarak nitelendirilebilir. İlkokul öğrencileri ile yapılan etkinliklerin çözüm sürecinde; gerçeklere dayalı çalışma alanı ve kavramlara dayalı çalışma alanı olmak üzere iki farklı çalışma alanının olduğunu ifade eden Müller ve Witmann' ın (1984) matematiksel modelleme süreci modeli şekil 4'de verilmiştir.



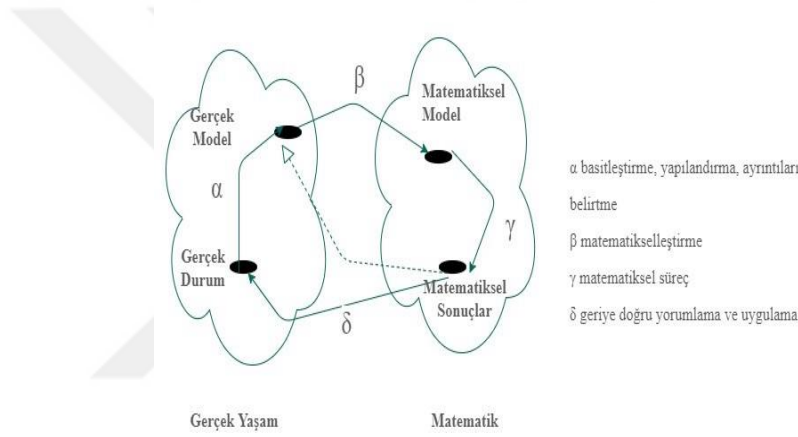
Şekil 2.5. Modelleme sürecinin yapısı (Müller ve Wittmann, 1984)

Kapur (1982) matematiksel modellemenin derslerde nasıl uygulanması gerektiğini açıkladığı çalışmasında, modelleme sürecine uygun değişkenleri seçme ile başlanacağını ve bu değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma, bu ilişkiler sonucunda matematiksel modeli ortaya koyma ve modeli-uygulamaları test etme olarak matematiksel modelleme sürecini açıklamıştır.



Şekil 2.6. Modelleme süreci (Kapur, 1982)

Matematiksel modelleme alanında boylamsal çalışmaları bulunan Blum (1985) modelleme döngüsünde “gerçek yaşam” ve “matematik” arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. Modelleme sürecinde, gerçek durumun basitleştirilerek ayrıntılarının belirlendiğini ve bu süreçte gerçek modele ulaşıldığını belirtmiştir. Matematikselleştirme yardımı ile gerçek modelin matematiksel modele dönüştürülmesiyle matematiksel işlemlerin bulunduğu bir süreç izlenmiştir. Bulunan matematiksel sonuçlar gerçek durum göz önünde bulundurularak döngüsel bir şekilde yorumlanmıştır. Blum bu döngüsel süreci Şekil 2.7’de belirtildiği gibi dört basamak ve dört bileşenle açıklamaktadır.

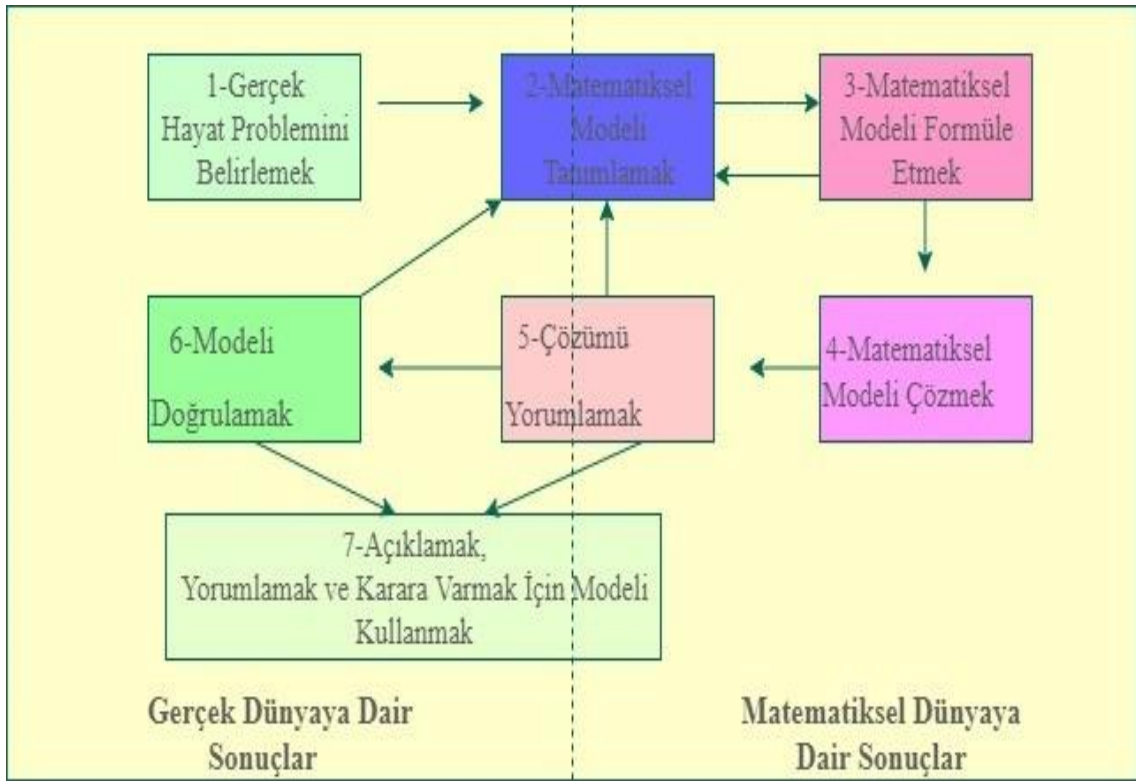


Şekil 2.7. Modelleme döngüsü (Blum, 1985)

Mason (1988) ise matematiksel modelleme sürecini Müller ve Wittmann, (1984)’ın yaptıkları sürece benzer bir şekilde gerçek dünya ile ilişkilendirilen; matematiksel dünya ile ilişkilendirilen olmak üzere iki farklı boyutta ele almıştır. Modelleme sürecini açıklarken sol tarafı gerçek dünya; sağ tarafı ise matematiksel dünya ile ilişkilendirmiştir. Orta tarafta kalan kısım ise gerçek dünya ile matematiksel dünya arasındaki etkileşimin ortaya çıktığı dünyayı temsil etmektedir. Mason (1988) süreç içerisinde basamaklar arasında doğrusal geçişlerin olmasının yanı sıra basamakları atlayarak ya da geri dönüşlerin de görüldüğü geçişlerin olabileceğini belirtmektedir.

Mason’a (1988) göre, matematiksel modelleme sürecinde ilk olarak gerçek yaşam durumu ile matematiksel işlemler arasında bağ kurulmasıyla, problem matematiksel olarak ifade edilir. Matematiksel dille ifade edilen problemlerde değişkenler dikkate alınır tablo, grafik ve sembollerle elde edilen matematiksel model matematiksel olarak

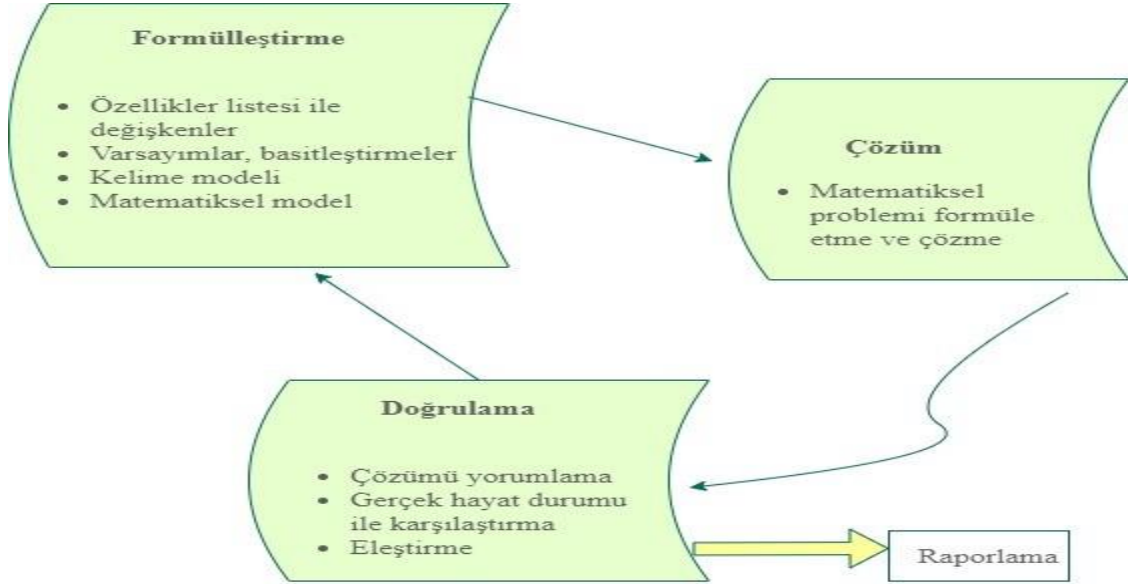
çözülür. Elde edilen çözüm yorumlanır. Gerçek yaşam durumu bağlamında ulaşılan çözüm, modelden elde edilen sonuçların gerçek yaşam durumuyla ne oranda ilişkili olduğuna dair açıklamalar getirir. Bu durumu Mason (1988), gerçek yaşama dönüştürülemeyen sonuçların olduğunda geçilen basamağın tekrar işlemde geçirilebileceğini belirterek açıklamaktadır. Bu açıklama ile Mason kendi çalışmasından önce yapılan çalışmalardan farklı olarak modelin doğrulanması basamağına ilk kez değinmiştir.



Şekil 2.8. Modellemedeki temel basamaklar (Mason, 1988)

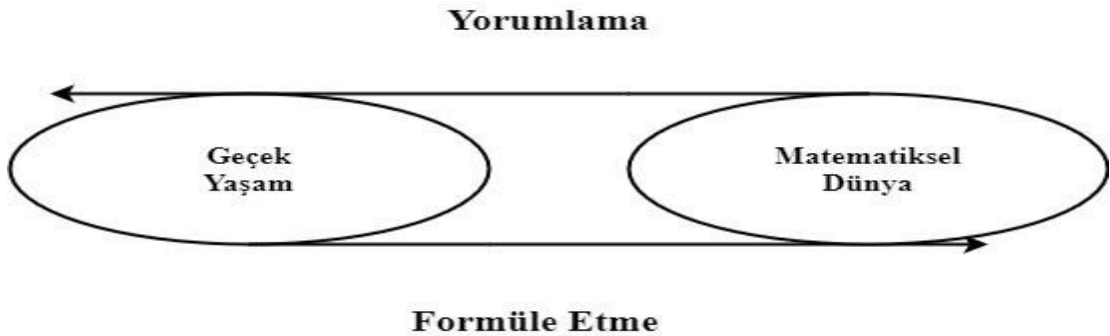
Berry ve Houston (1995), modelleme sürecini tıpkı Müller ve Witmann (1984)'ın izlediği süreçler gibi üç temel kısımda incelemişlerdir. Bunları; formüle etme (model kurma), çözüm yapma (veri işleme) ve doğrulama (yorum) olarak açıklamaktadırlar. Süreç isimleri birbirinden farklı olsa da öğrencilerden sergilemeleri beklenen yaklaşımlar benzerdir. Berry ve Houston (1995)'a göre, matematiksel modelleme sürecinde, gerçek yaşamdaki bir problem matematiksel bir probleme çevrilerek matematiksel model ya da modellere ulaşılması hedeflenir. Ulaşılan modeller işe koşularak matematiksel problem çözülür ve gerçek yaşam durumuna yanıt vermek

amacıyla elde edilen sonuçlar yorumlanmaktadır. Son olarak ise çözüm bir rapor haline getirilmektedir. Berry ve Houston (1995) modelleme sürecini aşağıdaki Şekil 2.9'daki gibi açıklamaktadırlar:



Şekil 2.9. Modelleme süreci (Berry ve Houston, 1995)

Berry ve Houston (1995), modelleme sürecinin genel yapısının iki temel bileşen ve iki temel basamaktan oluştuğunu ifade ederler. İlk süreci “gerçek yaşam” olarak tanımlayan Berry ve Houston (1995) ilk basamağı gerçek yaşamın “formüle edilmesi” olarak tanımlar. Araştırmacılara göre ikinci süreç “matematiksel dünya” ve ikinci basamak ise matematiksel dünyanın “yorumlanmasıdır”. Araştırmacılar bu süreci Şekil 2.10'daki gibi belirtmişlerdir.



Şekil 2.10. Matematiksel modellemenin genel yapısı (Berry ve Houston, 1995)

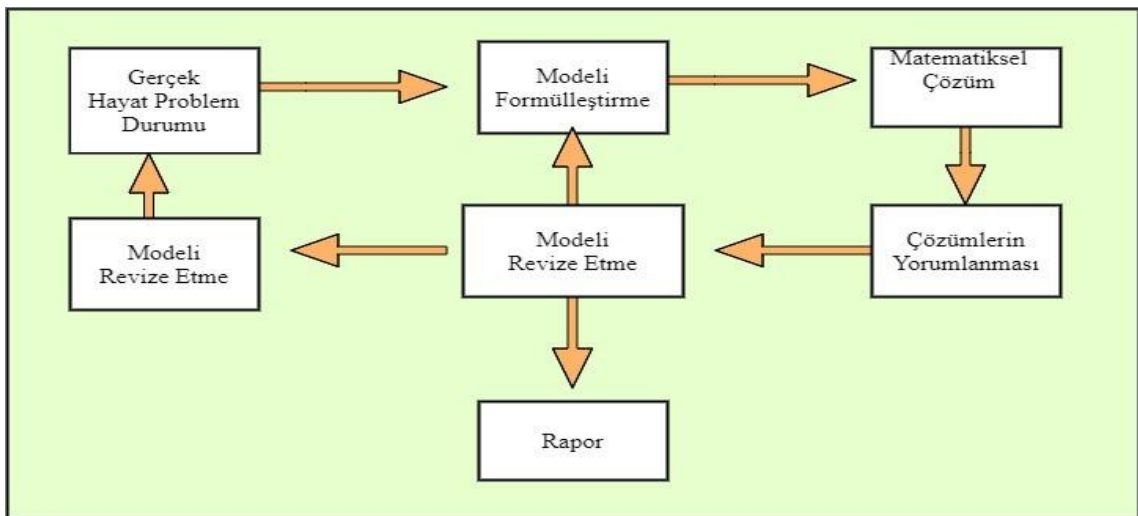
Matematiksel modellerin oluşum aşamalarını Berry ve Houston (1995) 1.problemı anlama, 2.değişkenleri seçme, 3.matematiksel modeli oluşturma, 4.matematiksel problemi cözme, 5.cözümü yorumlama, 6.modeli doğrulama, 7.modeli başka problemler için geliştirme ve 8.rapor hazırlama şeklinde belirlemiştir. Birbirleri ile karşılıklı geğiş basamaklarının olduğu süreçleri ayrıntılı olarak açıklamışlardır:

1. Problemi Anlama: Bu aşamada gerçek yaşam problemi tanımlanmakta ve problem için gerekli veriler toplanarak analiz edilmektedir.
2. Değişkenleri Seçme: Problemde bulunan önemli etkenlerin ve durumların bir listesi belirlenerek modelde kullanılacak değişkenler tanımlanmaktadır. Öğrencilerin ilk iki aşamada zihinlerinde oluşan düşüncelerle gerçek yaşam durumlarını ilişkilendirmeleri önemlidir.
3. Matematiksel Modeli Kurma: Varsayımların gerçek yaşam durumuna uygunluğu kontrol edildikten sonraki süreçte değişkenler aracılığıyla şekil, tablo, grafik, denklem gibi matematiksel ifadeler işe koşularak matematiksel model kurulur.
4. Matematiksel Problemi Cözme: Bu basamakta gerçek yaşam durumu ile ilişkilendirilen probleme dair matematiksel çözüm gerçekleştirilmektedir. Bu süreçle beraber gerçek dünyadan matematiksel dünyaya geğiş görölmektedir. Bu aşamada matematiksel bilgilerin ve becerilerin kullanımının önemi, bu bilgilerin kullanılarak gerçek yaşam durumunun çözümünde kullanılacak matematiksel modellemeye ulaşılmasından kaynaklanmaktadır.
5. Cözümü Yorumlama: Bu basamakta cözümüne yönelik ulaşılan sonuçlar eleştirel bir gözle değerlendirilmektedir. Cözüm sonucunda elde edilen bulgular matematiksel kavramlardan arındırılarak sözel ifadelerle açıklanır. Gerçek yaşam durumunu anlamlı hale getirmek için matematiksel cözümünden elde edilen veriler matematiksel modelin doğrulanması amacıyla bu basamakta elde edilir.
6. Modeli Doğrulama: Cözümün yorumlanması ile elde edilen sonuçlar ve matematiksel cözümün sonuçları kullanılarak oluşturulan modelin uygunluğu denenir.
7. Modeli Başka Problemler İçin Geliştirme: Bu aşamada önceden dikkate alınan varsayımlar tekrar gözden geçirilir. Gözden geçirilen varsayımların, yeni varsayımların sonuçlarına nasıl etki edeceği ele alınır. Belki de

öğrenciler için en zorlu aşama bu olabilir. Çünkü elde edilen sonuçların varsayımlar ışığında diğer gerçek yaşam durumlarına transferi söz konusudur.

8. Rapor Hazırlama: Gerçek yaşam probleminin çözümüne yönelik bir raporu hazırlanmaktadır. Bu rapor uygun sınıf ortamında yazılı veya sözlü bir sunu şeklinde olabilmektedir.

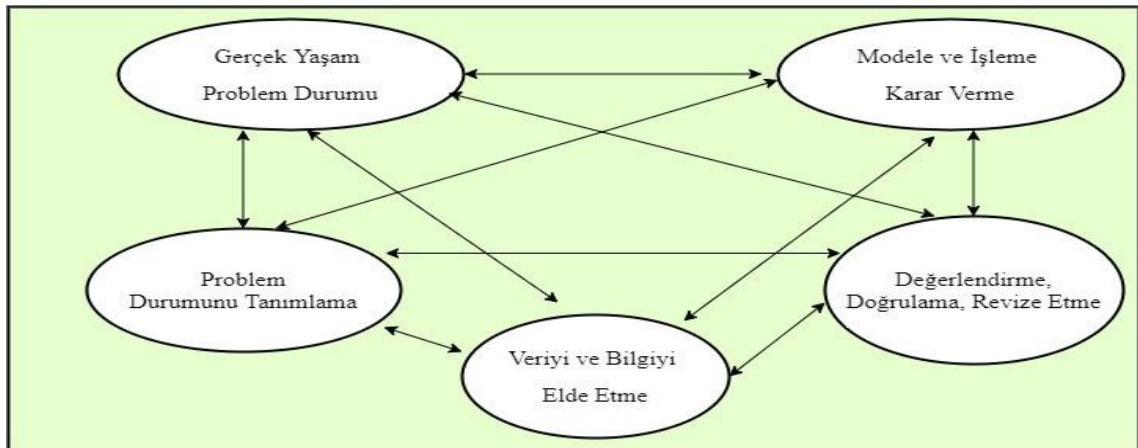
1990'lı yıllar itibariyle matematiksel modelleme sürecine yönelik yapılan çalışmalarda basamaklar arasındaki geçişlerde araştırmacıların fikir birliğinde oldukları görülmektedir. Bu araştırmacılardan olan Berry ve Davies (1996), matematiksel modelleme sürecine ilişkin çalışmalarında matematiksel modelleme döngüsünü yedi temel basamak ile açıklamaktadırlar. Berry ve Davies (1996)'e göre, modelleme sürecinin başlangıcında gerçek yaşam problem durumu üzerinde yoğunlaşmakta ve durumu açıklayan matematiksel model geliştirilmektedir. Geliştirilen matematiksel model gerçek yaşam durumunda karşılaşılabilecek probleme bir yanıt bulma amacıyla kullanılarak problemin matematiksel çözümü yapılmaktadır. Elde edilen sonuçlar yorumlanır ve doğruluğu gerçek yaşamla ilişkilendirilir. Elde edilen sonuçların gerçek yaşama uygun olmadığı düşünülüyorsa, diğer bir ifade ile modelin doğruluğu tartışılıyorsa matematiksel model tekrar gözden geçirilerek revize edilir. Ulaşılan matematiksel model gerçek yaşam durumundaki problemin çözümüne katkı sağlıyorsa uygulanan çözüm yazılı rapor ya da sözlü olarak sunulur ve süreç sonlandırılır.



Şekil 2.11. Modelleme döngüsü (Berry ve Davies, 1996).

Kapur (1982) ve Borromeo Ferri (2006) modelleme sürecinde basamaklar arası geçişin doğrusal olduğunu vurgulasalar da bu geçişlerin birbirleri arasında basamak atlayarak yapabileceklerini ve geçişlerin çok katı olmadığını belirtmektedirler. Yaptıkları matematiksel modelleme süreci çalışmalarında doğrusal gibi görünen döngüsellliği ifade etmektedirler. Basamaklar arası geçişlerin esnek olduğunu belirten çalışmalara bakıldığında basamaklar arası hiyerarşi gözetilmeksizin gerçekleştirilen geçişlerin sıklıkla yapıldığı önemle vurgulanmaktadır. Bu çalışmaların en önemlilerinden biri de Doerr (1997)'in yapmış olduğu modelleme süreci çalışmasıdır.

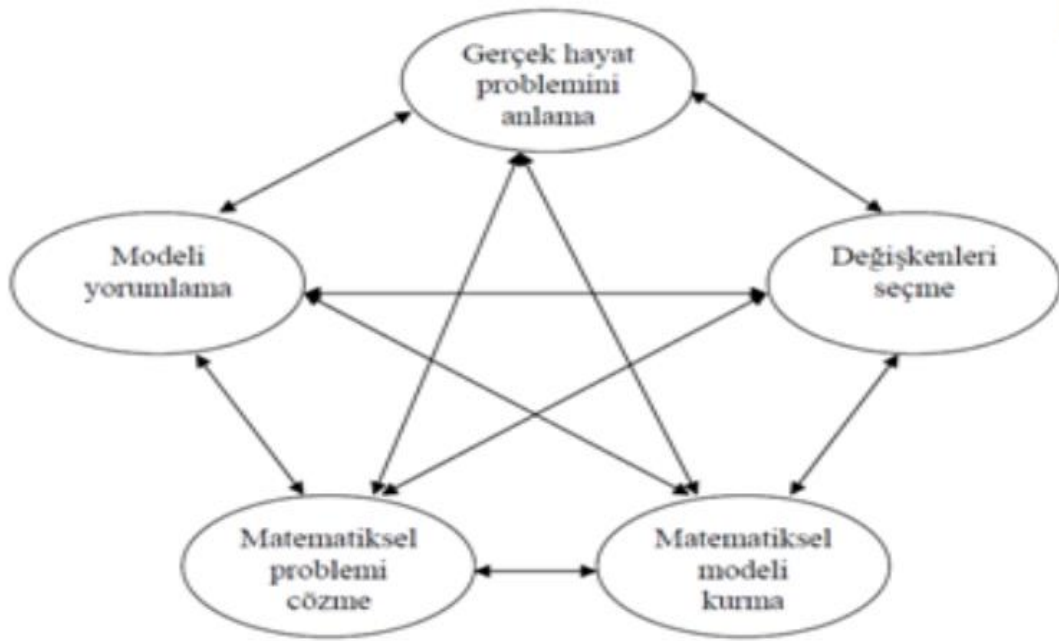
Doerr (1997) matematiksel modelleme sürecinin doğrusal olmadığını ifade ederek, sürecin basamaklar arasındaki ilişkileri ve geçişleri olduğuna vurgu yapmaktadır. Doerr (1997)'in geliştirdiği modelleme sürecindeki basamakların, sadece matematiksel yapıları ortaya çıkarırken doğrusal olabileceği; bunun dışında kalan zihinsel yapıların ortaya çıkarılmasında döngüsel ve iç içe olabileceği ifade edilmiştir. Bu yönüyle Doerr'in matematiksel modelleme sürecini tanımlaması, alanda yapılan diğer çalışmalara göre oldukça farklıdır. Doerr (1997)'e göre problemi anlamlandırmaya yönelik kurulan model, çözüm değil çözüme ulaştırmak için kullanılan bir vasıtaadır. Doerr'in modelleme sürecini tanımlaması aşağıda gösterilen Şekil 2.12'deki gibidir:



Şekil 2.12. Modelleme sürecinin düğümleri (Doerr, 1997)

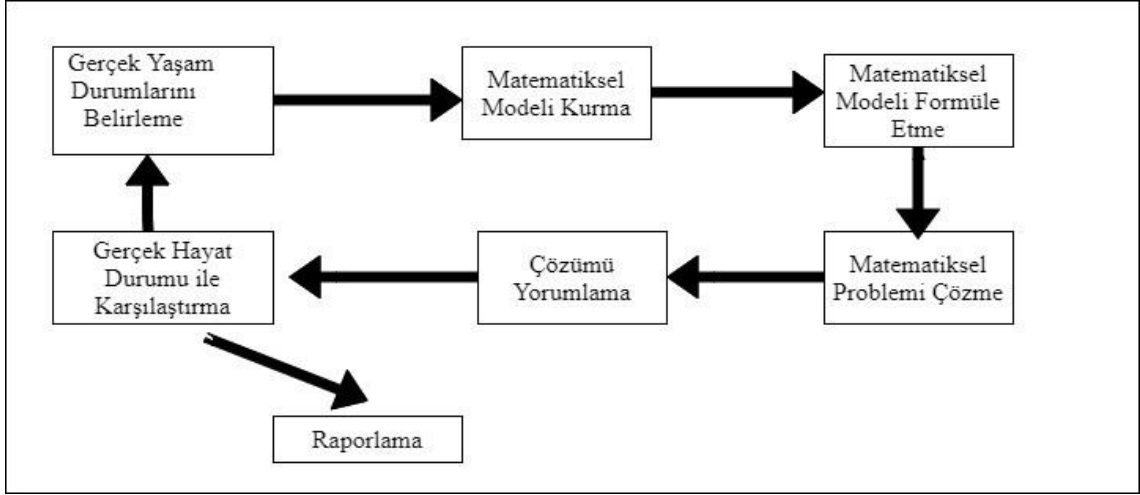
Özer Keskin (2008), Doerr'in modeline benzeyen çalışmasında modelleme sürecindeki basamakların belli bir sıraya göre dizildiğini belirtmektedir. Bu temel basamaklar arasında geçişlerin olabileceğini, modellemenin doğrusal bir süreçten

karmaşık ve sarmal bir sürece evrildiğini ifade etmektedir. Basamaklar arasında düzensiz geçişlerin olabileceğini vurgulayan Özer Keskin (2008)’e göre matematiksel modeli kuramayan bir öğrenci değişkenleri seçme basamağından daha geriye giderek gerçek yaşam problemini tekrar incelemek isteyebilir. Aynı doğrultuda modeli yorumlamakta zorlanan bir öğrenci matematiksel modeli tekrardan geliştirmek isteyebilir.



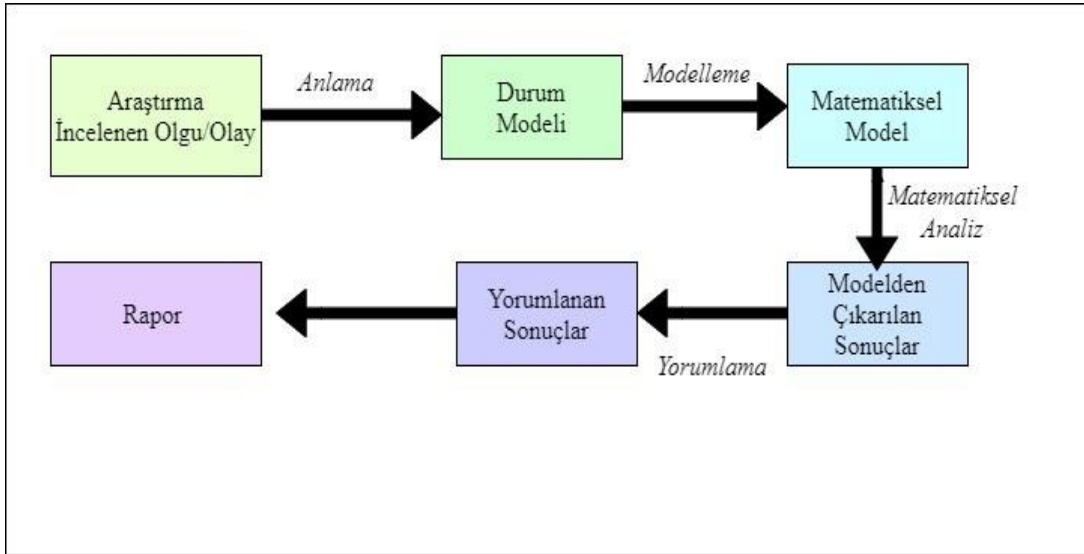
Şekil 2.13. Matematiksel modelleme diyagramı (Özer Keskin, 2008)

“The Cold Tea Problem” etkinliği ile günlük yaşamın fizik ile ilgili kavramlarını matematiksel modelleme sürecine entegre eden Maull ve Berry (2001) matematiksel modelleme sürecini yedi temel basamakla açıklamaktadırlar. Gerçek yaşam durumunu model kurarak matematiksel problemi formüle etmelerini öğrencilerden istemişlerdir. Üç öğrenci grubu ile yaptıkları çalışmada, öğrencilerin farklı yollardan çözüme ulaşmaya çalıştıklarını ancak öğrencilerin deneysel döngüyü esas alarak günlük yaşam durumundan yansıyan problemi çözmeye çalıştıklarını belirtmişlerdir. Çözülen problem yorumlanarak gerçek yaşam durumu ile karşılaştırılmıştır. Maull ve Berry (2001)’nin modelleme sürecinin döngüsel olmasının nedeni çözüm gerçek yaşam durumuna uygun olmadığı anda sürecin başa dönmesidir.



Şekil 2.14. Matematiksel modelleme süreci (Maull ve Berry, 2001)

Verschaffel, De Corte ve Borghart (1997), matematiksel modelleme sürecinde anlama, modelleme, yorumlama ve analiz basamaklarının bulunmasına vurgu yaparak modellemenin bilişsel yapıları harekete geçiren bir süreç olduğunu belirtmektedirler. Modelleme sürecinin araştırılan incelenen olgu/olay, durum modeli, matematiksel model, modelden çıkarılan sonuçlar, yorumlanan sonuçlar ve rapor olmak üzere altı temel bileşenden oluştuğunu ifade etmektedirler. Bu bileşenleri birbirine bağlayan dört basamağın olduğunu ifade eden araştırmacılar modelleme sürecini aşağıdaki gibi şematize etmektedirler:

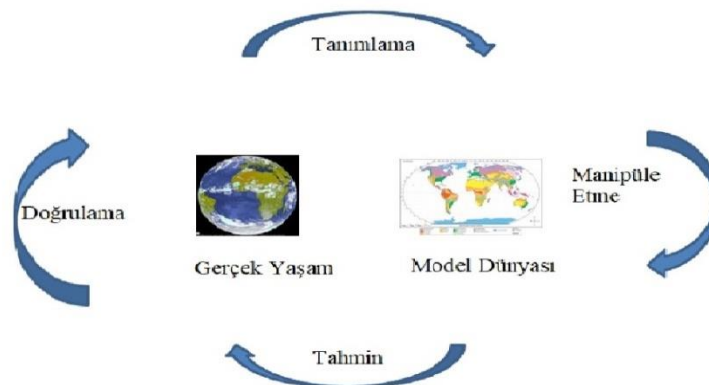


Şekil 2.15. Modelleme süreci (Verschaffel vd., 1997)

Lesh ve Doerr (2003b) matematiksel modelleme sürecinde ilk olarak, gerçek dünya ile modellerin oluşturduğu dünya arasında bir bağlantının kurulması gerektiğinin önemini belirtmektedir. Bu bağlantının kurulduğu süreci, açıklama basamağı olarak nitelendirmektedirler. Bu basamakta öncelikle gerçek yaşam durumuna ait çözülebilen bir problem tanımlanır ve problem matematiksel kavramlarla analiz edilerek verilen bilgilerin önemi vurgulanır. Analiz sonucunda elde edilen bilgiler önemleri bakımından sıralanarak durum kolaylaştırılır. Probleme dair açıklamalarda bulunulurken problem gerçek yaşam durumu ile ilişkilendirilir.

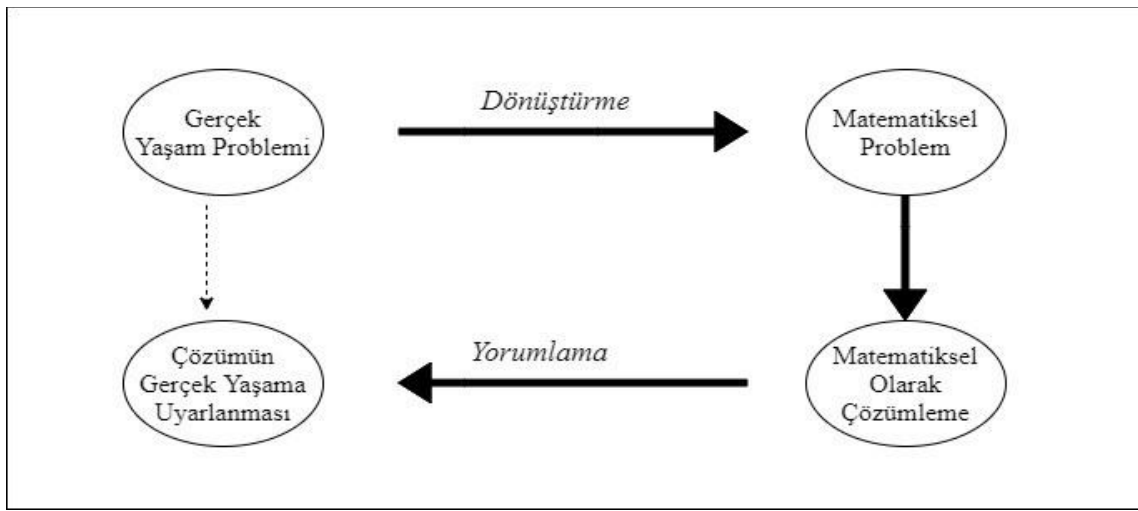
İkinci basamak olan manipülasyon basamağında ise değişkenleri ve aralarındaki ilişkileri tanımlama, hipotezler kurma, kavramsal bilgiyi değerlendirme gibi manipülatif işlemler yapılır. Diğer bir ifade ile problemin birinci aşamasında belirlenen bileşenler matematiksel olarak ifade edilir. Bu aşamada ayrıca kavramlar ve bileşenler arasındaki ilişkiler oluşturulur. Bu süreçte tamamen matematiksel işlemlere dayalı zihinsel ve işlemsel beceriler kullanılır.

Tahmin basamağında ise; model aracılığıyla elde edilen sonuçlara yorumlar getirilir. Matematiksel sonuçlar ışığında çözüm gerçek dünya ile ilişkilendirilir. Bu aşamada belirlenen problem durumuna ait çözümler yürütülür ve geliştirilen model analiz edilir. Bulunan çözümün problem durumu için geçerli olup olmadığı değerlendirilerek doğrulama basamağına geçilir. Doğrulama basamağında ise farklı açılardan çözüm değerlendirilir. Bulunan çözümün ve tahminlerin gerçek dünya ile uyumlu olup olmadığı kontrol edilir ve bulunan modelin gerçek yaşam durumunda ne kadar kullanışlı olup olmadığı incelenir.



Şekil 2.16. Modelleme döngüsü (Lesh ve Doerr, 2003b)

Oluşturduğu matematiksel modelleme sürecini daha sonra yapmış olduğu çalışmalarla güncelleyen Ang (2001) yaptığı matematiksel modelleme tanımı çerçevesinde modelleme sürecini şematize etmiştir. Matematiksel modelleme sürecini gerçek yaşam problemlerinin matematiksel problemlere dönüştürülmesiyle başlatmaktadır. Matematiksel problem matematiksel işlemler aracılığıyla çözülerek gerçek yaşama adapte edilip yorumlanır. Ang (2001)'in süreç modeli incelendiğinde basamakların ve süreçlerin ayrıntılı olarak ele alınmadığı ve sürecin dönüştürme ve yorumlama basamaklarından oluştuğu görülmektedir.

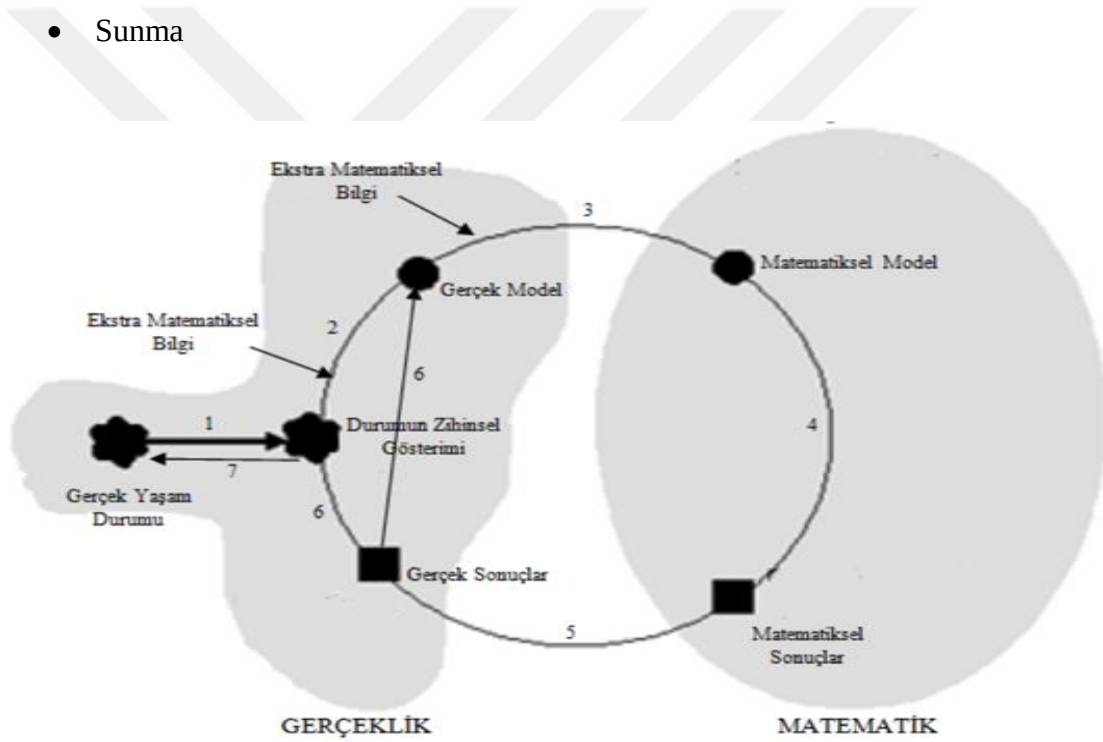


Şekil 2.17. Modelleme sürecinin İlk Görünümü (Ang, 2001)

Borromeo-Ferri (2006) tarafından tanımlanan matematiksel modelleme süreci incelendiğinde, matematiksel modellemenin gerçek yaşam durumunun anlaşılması ile başladığı ancak bu basamağın ve durumun zihinsel gösteriminin modelleme sürecinin bir basamağı olarak düşünülmediği görülmektedir. Çünkü gerçek durum öğrencilere etkinlik esnasında verildiği için modelleme süreci bu basamaktan sonra başlar. Yine süreçten ayrı değerlendirilen durumun zihinsel temsili basamağı öğrencilerin etkinlikleri gerçekleştirme esnasındaki ifadeleri ile anlaşılacakları için süreçten ayrı tutulmuştur. Bunun gerekçesi ise zihinsel oluşumların boylamsal çalışmalar sonucunda ortaya çıkmasıdır. Modelleme süreci gerçek model, matematiksel model, matematiksel sonuçlar ve gerçek sonuçlar olmak üzere birçok basamağı içermektedir. Basamaklar arası geçişler ise alt süreçlerle sağlanmaktadır. Örneğin matematiksel sonuçlardan gerçek sonuçlara geçilmesi için yorumlama alt sürecinin başarılı bir şekilde

gerçekleşmesi gerekir. Borromeo-Ferri (2006) buna benzer yedi alt süreçten oluşan döngüsel bir yapı ile matematiksel modelleme sürecini açıklamaktadır. Bu alt süreçler şunlardır:

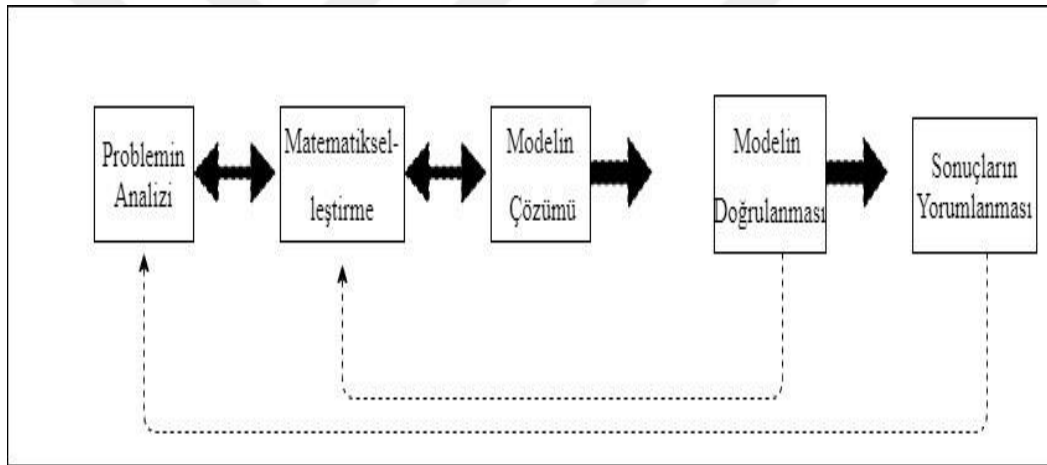
- Problemi anlama
- Problemi basitleştirme ve yapılandırma (Problem için gerekli ekstra matematiksel bilgileri kullanma)
- Matematikselleştirme
- Matematiksel olarak çalışma (Bireysel matematiksel becerileri kullanma)
- Yorumlama
- Doğrulama
- Sunma



Şekil 2.18. Modelleme döngüsü (Borromeo Ferri, 2006)

Voskoglou (2006) “Modelleme Sürecinin Akış Diyagramı” adını verdiği süreci problemin analizi ile başlatmaktadır. Matematikselleştirilen problem, modelin çözümü, doğrulanması ve sonuçların yorumlanması ile sonlanmaktadır. Modelin doğrulanmasına kadar sorunsuz ilerleyen süreç başarısız olursa matematikselleştirme basamağına, sonuca bir yorum getirilememesi durumunda ise sürecin başı olan problemin analizine dönülmektedir.

Problemin analizi gerçek yaşam durumunun sınırlarının ve gereksinimlerinin farkına varılması ile gerçekleştirilmektedir. İkinci basamak olan matematikselleştirme, modelin oluşturulması amacıyla gerçek durumun matematiksel çalışmalarla formüle edilmesine karşılık gelir. Üçüncü basamak olan modelin çözümünde de uygun matematiksel işlemlerle sonuca ulaşılmaya çalışılır. Borromeo-Ferri (2006) bu aşamada kullanılan matematiksel bilginin durumun formüle edilmesi esnasında kullanılan matematiksel bilgiden daha üst düzey bir bilgi olduğunu ifade eder. Voskoglou (2006) tarafından yapılan modelleme sürecinin dördüncü basamağında modelin kontrol edilmesi bulunur. Eğer oluşturulan model kontrol sonucunda öğrencileri sonuca götürmüyorsa tekrar matematikselleştirilerek problem durumu ele alınır. Model kontrol sonucunda öğrencileri çözüme götürüyorsa süreç modelin yorumlanması ile tamamlanır.



Şekil 2.19. Matematiksel modelleme sürecinin akış diyagramı (Voskoglou, 2006)

Blomhøj ve Kjeldsen (2006) tarafından yapılan çalışmada matematiksel modelleme sürecinin döngüsel olarak ilerlediği ve bu ilerleme esnasında öğrencilerin matematik dersinin uygulaması sürecine ilişkin bazı kazanımlarının olacağını belirtmişlerdir. Bu kazanımları şu şekilde sıralamışlardır:

- Öğrencilere, matematiğin farklı öğrenme alanlarındaki problemleri anlamaya, formüle etmeye ve uygulamaya nasıl katkıda bulunabileceğine ilişkin bir deneyim kazandırır.
- Öğrenciler, doğada var olan basit ilişkileri anlamlandırarak modelleri uygulayabilir, modellerin kendi içindeki dinamiklerini ve ulaşabilecekleri alanların farkına varabilirler.

- Öğrenciler, var olan modellerin gerçekleri hakkında yorum yapabilir ve tartışabilirler.
- Öğrenciler, modelleme ve problem çözme ile ilişkili matematiğin teorik ve pratik yanları arasında hareket edebilirler (Blomhøj and Kjeldsen 2006).

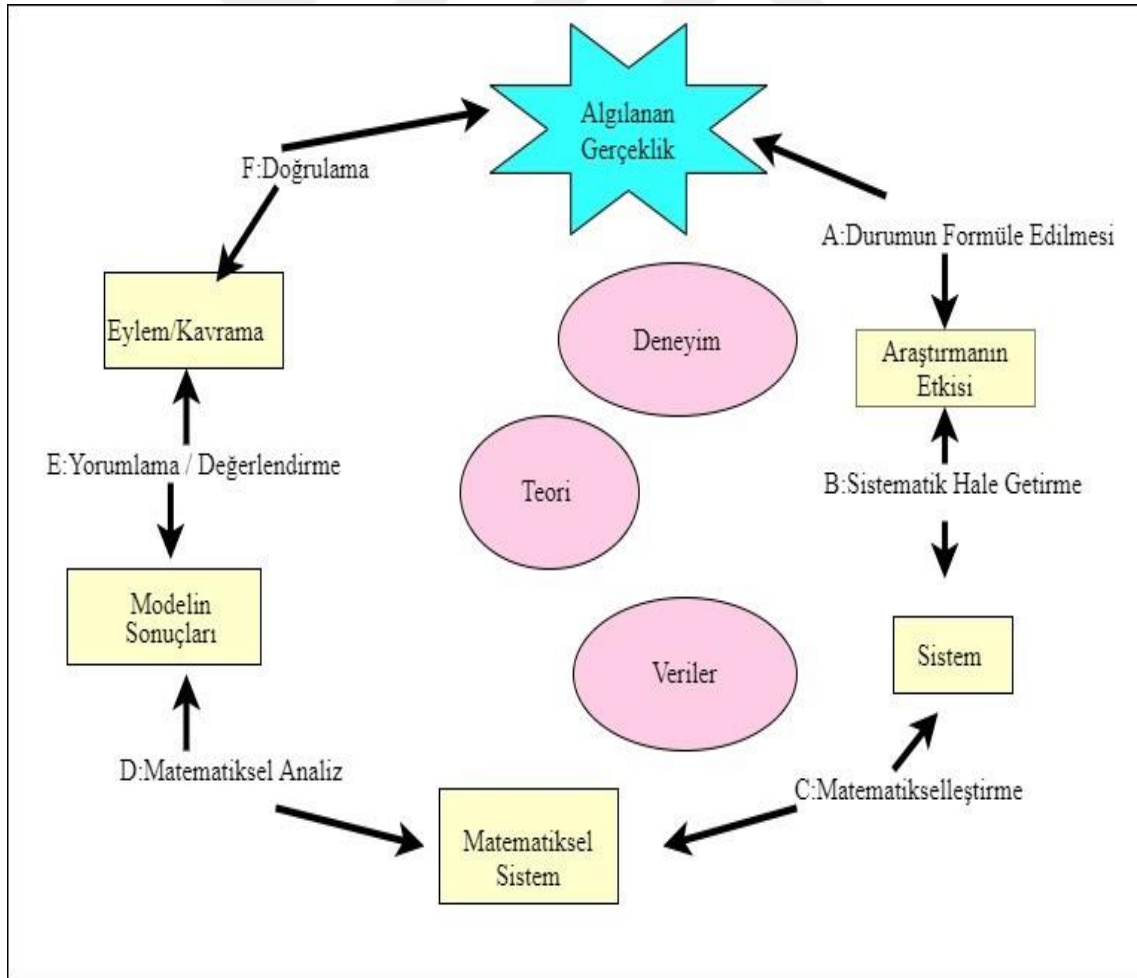
Blomhøj ve Jensen (2007) süreci altı basamak ve altı bileşenden oluşan ve basamaklar ile süreçler arasında tıpkı Verschaffel vd., (1997) tarafından yapılan modelleme süreci gibi geçişlerin olduğunu belirtmektedirler. Ancak Blomhøj ve Jensen (2006)'ın geliştirdiği modelleme süreci döngüsel bir yapıda olup temel basamakları problemin formüle edilmesi, sistematikleştirme, matematikselleştirme, matematiksel analiz yapma, yorumlama/değerlendirme ve modeli doğrulama olarak şekillenmektedir.

İlerleyen yıllarda Blomhøj ve Jensen (2007) modelleme sürecinin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yapmışlardır. Ang'in oluşturduğu modelleme süreci ile Blomhøj ve Jensen'in oluşturduğu modelleme süreci basamaklar arası geçiş ve basamakların isimlendirilmesi bakımından birbirine benzemektedir. Ancak Ang'in çözüm sonunda bulunan verilerin karşılaştırılmasından sonra ikna edici verilere ulaşılamaması durumunda varsayımlarda bulunma sürecine dönülerek modeli revize etme basamağını belirtmesi araştırmacılar arasındaki modelleme sürecinin farkı olarak değerlendirilebilir.

1. Durumu Formüle Etme: Gerçek yaşam durumunun özelliklerinin açıklanması için durumu temsil eden bir model oluşturulur. Problemin çözülebilmesi ve zihinsel modelin oluşabilmesi için bu basamak önemlidir.
2. Sistematikleştirme: Durumun matematiksel gösterimini yapmak amacıyla problemlerle ilgili nesneler ve bu nesneler arasındaki ilişkiler belirlenmektedir. Model sistematik hale getirilirken günlük yaşamdaki deneyimlerden yararlanılır ve varsayımlarda bulunularak sonraki basamakta matematiksel modelin kurulmasına yardımcı olur.
3. Matematikselleştirme: Bu basamak sürecin matematiksel dünyaya geçişteki ilk adımıdır. Yapıyı kurma adına en önemli basamak olarak değerlendirilebilir ve matematikselleştirme adımı modelleme süreci ile ilgili nesneler ve ilişkiler

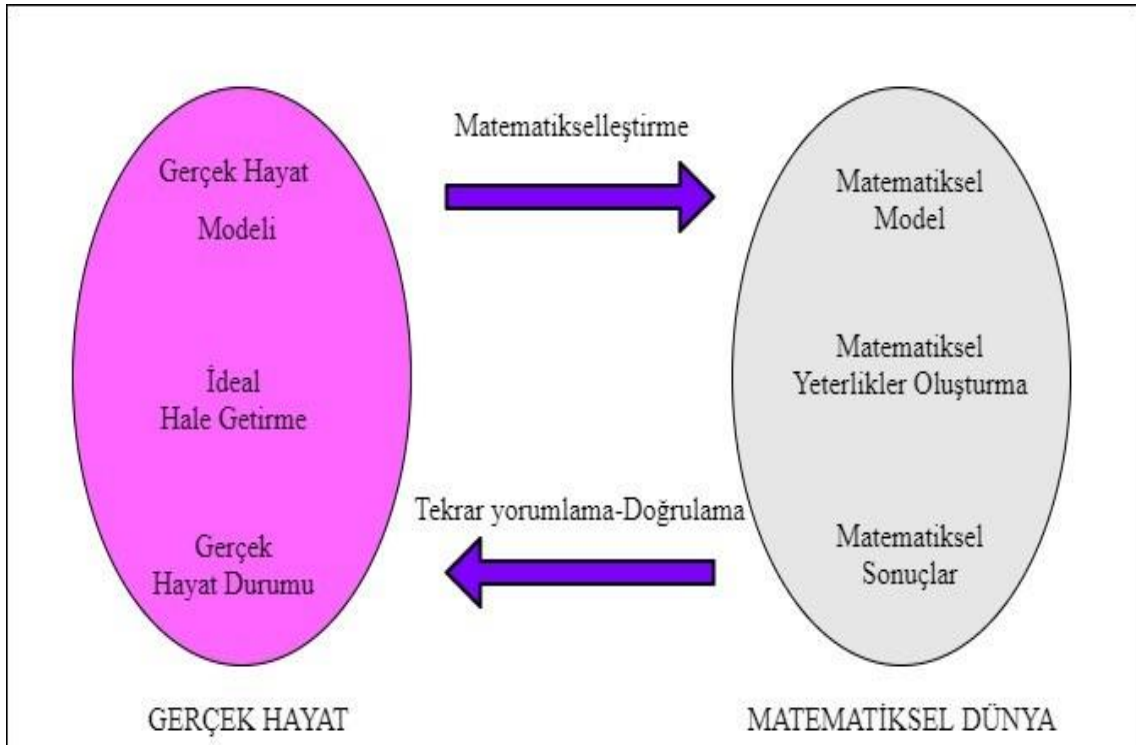
matematiksel olarak ifade edilir. Bu işlemler sonucunda gerçek dünya ile matematiksel dünya arasında geçiş sağlanır.

4. Matematiksel Analiz Yapma: Matematiksel araçlar kullanılarak matematiksel çözümlere ve sonuçlara ulaşılır. Bu basamakta öğrencilerin matematiksel bilgi ve becerilerinin kullanımı önemlidir.
5. Yorumlama/Değerlendirme: Gerçek yaşam durumu dikkate alınarak ulaşılan modelin çözümleri ve sonuçları değerlendirilir. Eğer bulunan sonuçlar gerçek yaşamla ikna edici bir şekilde değerlendiriliyorsa modelin doğrulanması basamağına geçilir.
6. Modelin Doğrulaması: Matematiksel modelin gerçek yaşam durumuna uygunluğu gözlemlerden, deneyimlerden ve yapılan matematiksel işlemlerden yararlanarak modelin ve modelden elde edilen sonuçların doğruluğu değerlendirilir.



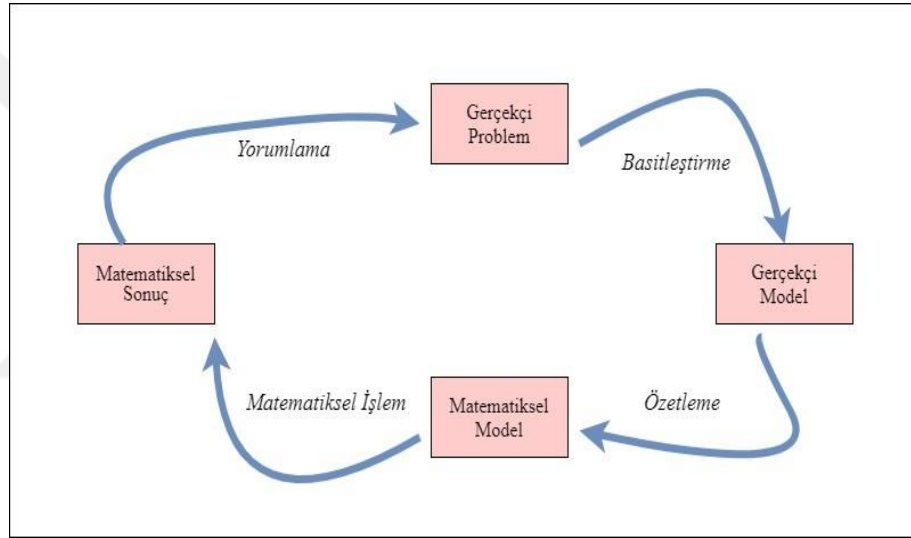
Şekil 2.20. Modelleme döngüsünün bir modeli (Blomhøj ve Jensen, 2006)

Matematiğin günlük yaşamla ilişkilendirilememesinden dolayı bu derse karşı olumsuz önyargıları olan öğrencilerin matematiği başaramayacakları düşünülür. Kaiser ve Schwarz (2006) öğrencilerin matematiğin önemini kavrayabildikleri günlük yaşamdan uyarlanmış ya da günlük yaşamdan alınmış gerçek matematiksel problemleri çözebildikleri örneklere yer verilirse matematiği başarabileceklerini ifade etmektedir. Bu varsayımdan hareketle Schwarz, Wissmach ve Kaiser (2008) modelleme sürecinin basamaklarını ve bileşenlerini açıklarken gerçek yaşam durumunun ve matematiksel dünyanın ilişkilendirilmesi gerekliliğini ifade etmişlerdir. Gerçek yaşam durumundan matematiğe geçişin matematikselleştirme basamağında gerçekleştiğini belirtmektedirler. Matematiksel işlemler sonucunda oluşan yapıdan gerçek yaşam durumuna geçişin ise tekrar yorumlama ve doğrulama basamağında gerçekleştiğini ifade etmektedirler. Gerçek yaşam durumunu, gerçek yaşam modeline uyarlama sürecini ideal hale getirme basamağı olarak, matematiksel modelden matematiksel sonuçların elde edildiği süreçteki basamağı matematiksel yeterlilikler oluşturma basamağı adı altında açıklamışlardır.



Şekil 2.21. Modelleme döngüsü (Schwarz, Wissmach and Kaiser, 2008)

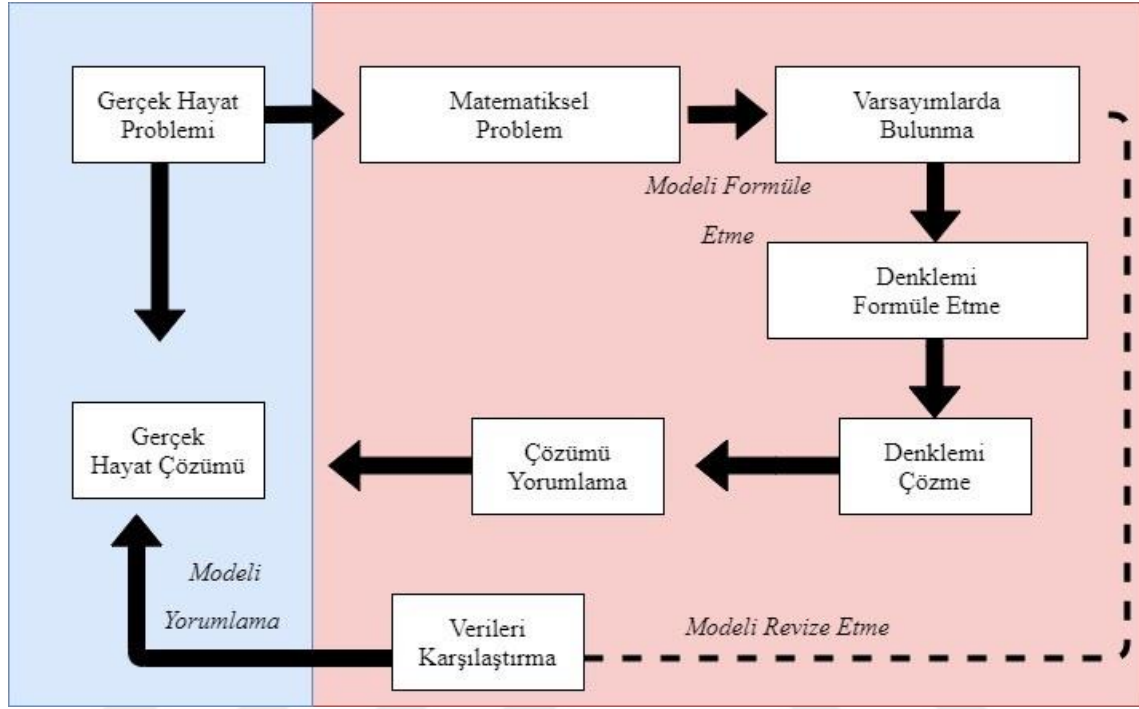
Tatsis (2010)'in geliştirdiği matematiksel modelleme sürecinde, matematiksel model kullanımının amacı, algılanması zor olan karmaşık bir yapıyı gerçek yaşam bağlamından uzaklaşmadan tanımlamak ve yapılandırmaktır. Tatsis (2010), bu tanımlama ve açıklama sürecinde dört temel bileşenin olduğunu ifade etmektedir. Modelleme süreci, bilişsel yapıları inceleyen modelleme süreçlerine göre olduğa basit ve anlaşılır olan Tatsis (2010) modelleme sürecini dört alt süreç ve dört basamaktan oluşan döngüsel bir yapı şeklinde açıklamaktadır. Bu dört temel basamağı basitleştirme, özetleme, hesaplama, yorumlama ve dört alt süreci de gerçekçi problem, gerçekçi model, matematiksel model, matematiksel sonuç olarak açıklamaktadır.



şekil 2.22. Modelleme döngüsü (Tatsis, 2010)

Ang (2010)'e göre matematiksel modelleme gerçek dünya ile matematiksel dünya arasında sürekli ve etkileşimli bir süreçtir. Matematiksel modelleme etkinlikleri işe koşularak czlen problem durumu gerçek yaşamdaki varsayımlara dayandırılır ve matematiksel yaklaşımın yardımı ile sonuçlandırılır. Modelleme sürecinde belirtmemiş olsa da Ang modelleme sürecinde teknolojik araçlardan yararlanılması gerektiğini ifade eder. Modelleme süreci gerçek yaşamda karşılaşacağımız problemin matematiksel probleme dönüşmesi ile başlar. Probleme dayalı varsayımlarda bulunularak oluşturulan denklem czlr. Czm yorumlanarak gerçek yaşam czm ile olan ilişkisi kontrol edilir. Bu modelleme sürecinde alt süreçler arası geçişte basamakların önemi belirtilmeyerek sadece verilerin karşılaştırılması sürecinden gerçek yaşama geçerken;

modeli yorumlama, matematiksel problem aşamasından varsayımlarda bulunma sürecinde; modeli formüle etme ve verileri karşılaştırma alt sürecinde istenilen sonuçlar elde edilemediğinde varsayımlarda bulunma alt sürecine geri dönerken modeli revize etme basamağı bulunmaktadır.

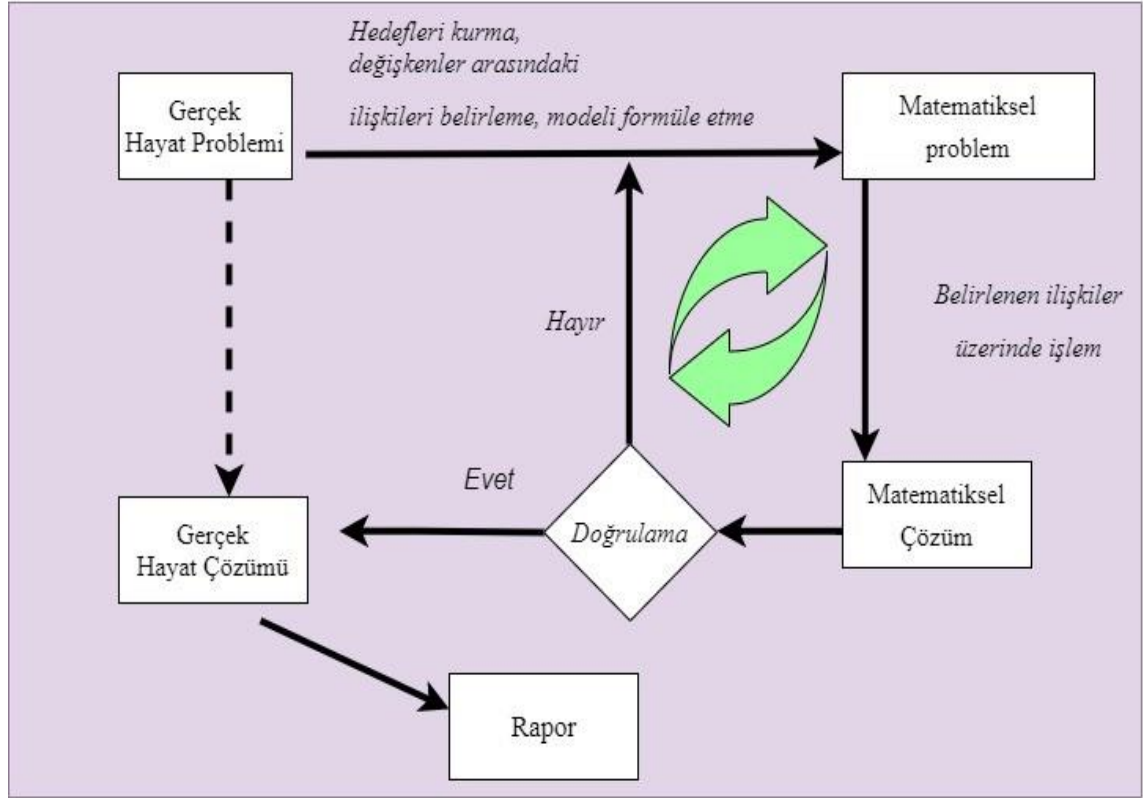


Şekil 2.23. Matematiksel modelleme süreci (Ang, 2010)

Kang ve Noh (2012) matematiksel modelleme sürecini gerçek yaşam problemi, matematiksel problem, matematiksel çözüm, gerçek yaşam çözümü ve rapor olarak açıklamışlardır. Matematiksel modelleme sürecinin amacını sonuca ulaşabilmek için hedeflerin belirlenmesi, gerçek yaşam durumunun incelenmesi olarak açıklamaktadır.

Gerçek yaşam durumuna ilişkin hedefler belirlendikten sonra değişkenler arasındaki bağlantılar incelenir. Daha sonra değişkenler arasındaki ilişkilerin tanımlandığı matematiksel gösterimler seçilerek model formüle edilmektedir. Ardından araştırmacılar tarafından sürecin en önemli basamağı olarak vurgulanan matematiksel işlemlerin yapıldığı basamağa geçilir. Bu sürecin önemi tablodan da anlaşılacağı üzere geri dönüşlerin ve revize edilme durumlarının gerçekleştiği basamaktır. Sonuca ulaşmak için, matematiksel işlemler yapılmakta ve analiz edilmektedir. Yapılan analizlerin sonucunda matematiksel işlemler ile gerçek yaşam durumu örtüşmüyorsa değişkenler arası ilişkiler revize edilir. Gerçek yaşam durumuyla ilişkilendirilen sonuçlara ulaşıldıysa, elde edilen bu matematiksel sonuçlar gerçek yaşam durum bağlamında

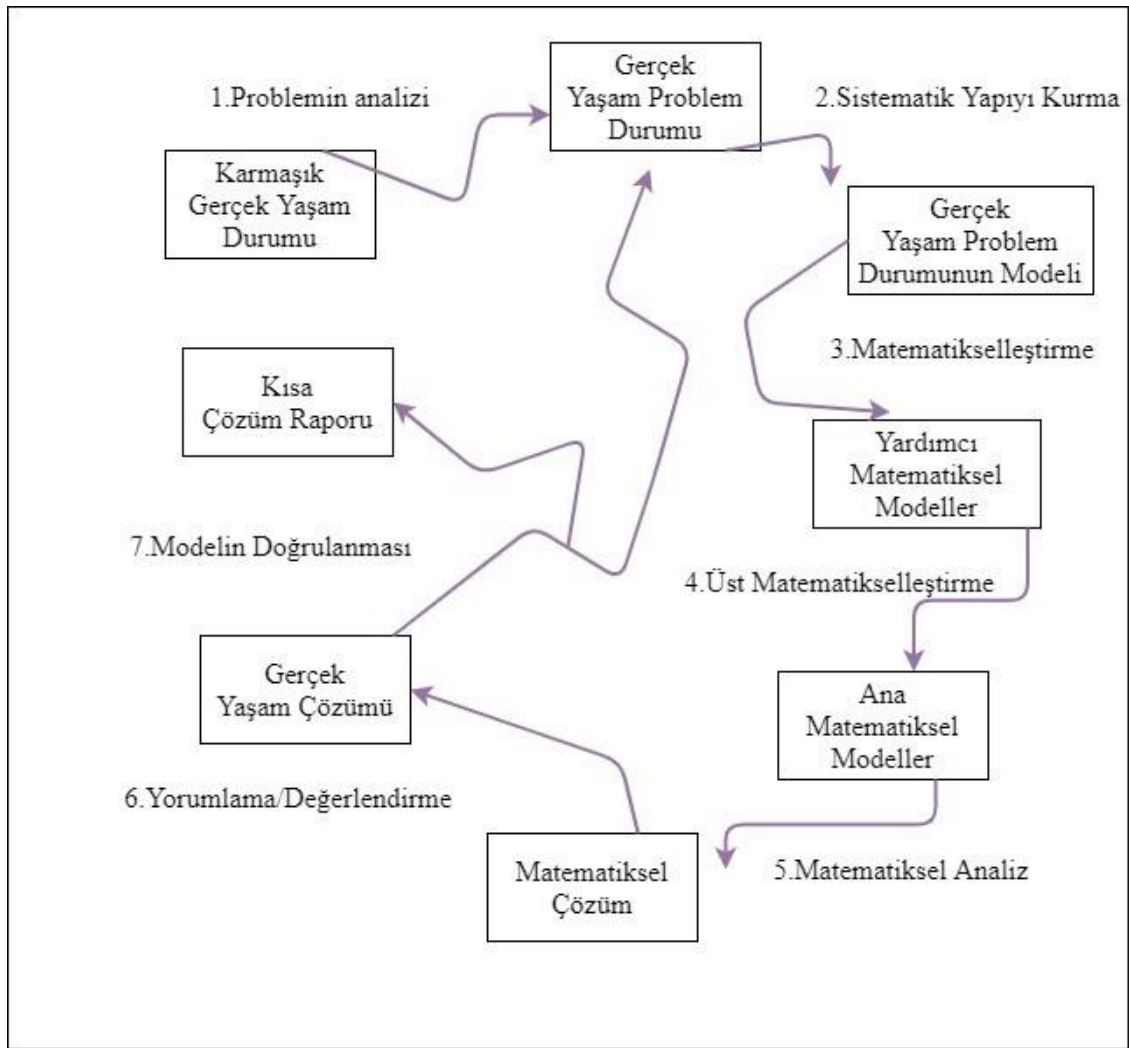
yorumlanır. Ulaşılan çözüm sözlü ya da yazılı bir raporla sunulur. Matematiksel çözüm doğrulanamıyorsa hedefler yeniden belirlenerek sürece devam edilir.



Şekil 2.24. Matematiksel modelleme süreci (Kang ve Noh, 2012)

Hıdıroğlu (2012)'na göre matematiksel modelleme sürecine ilişkin sekiz ana bileşen ve bu bileşenler arasındaki geçişleri sağlayan yedi basamak bulunmaktadır. Hıdıroğlu gerçek yaşam problem durumundaki karışıklığı gidermek için öğrencilerin problemi kendi cümleleri ile ifade etmelerini, zihinlerinde problemi sadeleştirmeye çalışmalarını, basit varsayımlarda bulunmalarını ve stratejik etkenleri yüzeysel olarak belirtmeleri gerektiğinin önemini vurgulamıştır. Sistematiği yapıyı kurmak için çözüm stratejisi belirlenir ve matematiksel kavramlar saptanır. Matematiksel dünyaya geçişte; gerçekçi varsayımlarda bulunulur, veriler sadeleştirilir ve stratejik etkenler belirlenir. Matematiksel bir yapıya dönüşen gerçek yaşam durumu probleminin çözümü için değişkenler, denklemler ve parametreler ışığında yardımcı modeller oluşturulur. Çözüme ulaşmak için kullanılacak olan ana matematiksel model yardımcı matematiksel modellerle ilişkilendirilir, izlenen bu yolla üst matematikselleştirme gerçekleşmiş olur.

Ana ve yardımcı modeller yardımı ile gerekli matematiksel işlemler yapılarak çözüme ve sonuçlara ulaşılır. Yorumlama/Değerlendirme basamağında gerçek yaşam ile matematiksel dünya arasındaki ilişki ele alınarak çıkarımlar yapılır. Yorumlanan gerçek yaşam çözümü modeli doğrulanarak matematiksel modeller ve gerçek yaşam çözümünün gerçekliği incelenir. Bu basamakta modelin geçerliği sorgulanarak süreç çözümün raporlandırılmasıyla sonlandırılır. Eğer çözümün ikna edici olmadığı düşünülürse çözüm tekrar gözden geçirilir ve uygulanabilir bir çözüm bulunana kadar süreç devam ettirilir.



Şekil 2.25. Matematiksel modelleme sürecinin temel yapısı (Hıdıroğlu, 2012)

Şen Zeytun (2013), öğretmen adaylarının matematiksel modelleme süreci boyunca hangi basamaklardan geçtiklerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, matematiksel modelleme etkinlikleri süresince geçilen basamakların yanı sıra bu

basamakların bazı alt bileşenlerinin olduğunu belirtmiştir. Şen Zeytun (2013) matematiksel modelleme sürecini aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

Tablo 2.2. Matematiksel modelleme süreci (Şen Zeytun, 2013)

1. Anlama
A. Doğru anlamayı sağlamak için problemi okuma/tekrar okuma
B. Problemi farklı koşullar bağlamında değerlendirme
a. Matematiksel yapı
b. Matematiksel içerik
c. Zorluk derecesi
d. Problemin bağlamsal yapısı
C. Verilen bilgileri özetleme
a. Kilit önemdeki durumları yazma
b. Çizim kullanma
2. Planlama
A. Zihinde problem durumunu canlandırma ve temsil etme
a. Kendilerini problem durumunda hayal etme
b. Bağımlı/bağımsız bağlamları gözünde canlandırma
B. Plan tasarlama
a. Önceki deneyimlerle problemin bağlantısını kurma
b. Değişkenleri ve kriterleri belirleme
c. Varsayımlarda bulunma
i. Varsayımları problemi kolayca çözebilmek için basitleştirme
ii. Sezgiye dayalı olarak geliştirilen cevapların doğruluğunu güçlendirmek için destekleyici varsayımlar yapma
iii. Problemin bağlamı hakkındaki bilgilerine dayalı varsayımlarda bulunma
d. Durum modelini çizme
e. Matematiksel kavramları kullanmak için araştırma yapma
f. Aşağıda belirtilen imkanları sağlayacak bir plan oluşturmayı amaçlama
i. Sezgiye dayalı cevapları ispatlama
ii. Bir formül/matematiksel ifade ile sonuçlanma
C. Bir çözüm yoluna karar verme
a. Gerçek tabanlı sezgisel karar verme
b. Uygun/pratik çözüm yolu seçme
c. Genel bir çözüm yaklaşımına karar verme ve çalışmaya hemen başlama
d. Grup üyelerinden birinin çözümünün uygulanmasına karar verme

Tablo 2.2. (Devam) *Matematiksel Modelleme Süreci (Şen Zeytun, 2013)*

3. Çalışma
A. Sezgisel bir karara dayalı planın uygulanması (matematikselleştirme değil)
B. Matematik kullanarak planı uygulama
a. Matematiksel temsil etme
b. Matematiksel ilerleme için stratejiler uygulama (matematiksel analiz)
i. Bir çözüme varmak veya bir fikir ortaya koymak için özel durumların kullanımı
ii. Problemi kolayca çözebilmek için manipülatif ve manipülasyonların kullanımı
iii. Bilinmeyen değişkenler ve ilişkiler hakkında varsayımda bulunma
iv. Bir çözüme ulaştırabilecek bazı önemli değişkenleri dikkatlice irdeleme
v. Diğer öğrenciler tarafından geliştirilen fikirler üzerine çalışma
vi. Amacın yeniden incelenmesi
vii. Farklı hesaplama stratejileri kullanma
c. İfadeleri basitleştirme
i. Varsayımlar yaparak
ii. Mantıklı varsayımlar kullanarak
iii. İfadeleri kıyaslanabilir bir formda yazma
4. Yorumlama ve Doğrulama
A. Yorumlama ve doğrulama yok
B. Yorumlama/yanlış yorumlama
C. Doğrulama
a. Gerçek yaşamda yorumlayarak ulaşılan çözümü doğrulama
b. Sonuçların doğruluğunu kontrol etmek için matematiksel gerçekler veya değişkenlerin bazı özel değerlerini kullanma
c. Cevabın amaçlarını yerine getirip getirmediğini çapraz kontrol etme
d. Modellerinin doğruluğunun kontrolü için alanında uzman yetkiliye sorma
5. Sunum
A. Notasyonlar ve varsayımları açıklama
B. Çözümü aşağıdakilere odaklanarak sunma
a. Sonuçlar
b. Prosedür ve nedenler

Bu bölüme kadar özellikle yurtdışında yapılan modellenme süreçlerinin incelenmesi ve bu süreçlerin ortak anlayışlarının ya da farklılaştıkları noktaların aydınlatılmasına yönelik kavramsal açıklamalarda bulunulmuştur. 1980’li yıllarda yapılan modelleme sürecine yönelik çalışmalarda gerçek yaşam durumu ile matematiksel dünyayı ilişkilendiren doğrusal çalışmalar olduğu (Penrose, 1978; Pollak, 1979; Kapur, 1982; Müller ve Wittmann, 1984; Mason, 1988) görülmektedir. Bu çalışmalar günümüzdeki şekillenen haliyle modelleme sürecini yansıtamamış olsalar da matematiksel modelleme sürecine yönelik alanda yapılan ilk çalışmalar olması bakımından önemlidir. İlerleyen yıllarda yapılan çalışmalara matematiğin günlük yaşamla ilişkilendirilmesinin yanında süreç içerisinde basamaklar konulması ve bu basamakların kendi aralarında döngüsel bir anlayışla modelleme sürecinin bileşenlerini birbirine bağladığı görülmektedir. 2000’li yıllara kadar yapılan modelleme çalışmalarında modelleme sürecindeki basamaklardan ve bileşenlerden (alt süreçler) söz edilse de bu kavramların ayrıntılı olarak açıklandığı ve birbirleri ile olan ilişkilerini belirten modelleme süreci çalışmaları bu dönemden sonra gerçekleştirilmiştir (Verschaffel vd., 2002; Borromeo Ferri, 2006; Blomhøj ve Jensen, 2006; Ang, 2010; Kang ve Noh, 2012).

Modelleme süreçlerini incelediğimizde özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarda bazı kavramların farklı anlamlara vurgu yapılarak açıklanmış olmasına rağmen modelleme süreçlerinde aynı isimler kullanılarak tanımlanmıştır. Bu kavramlar aşağıda belirtilmiştir.

- Gerçek yaşam durumunu anlama
- Problemi basitleştirme
- Matematikselleştirme
- Matematiksel işlem becerisi
- Çözümü yorumlama
- Doğrulama
- İzleme
- Sunma

Araştırmanın uygulama bölümünde matematiksel modelleme etkinliklerinin gerçekleştirilmesinde öğrencilerin belirlenen bu süreçlerden hangilerini nasıl gerçekleştirdiklerine odaklanılacaktır. Özellikle Maaß (2006)’ ın modelleme yeterlikleri

dikkate alınarak öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin araç olarak kullanılıp matematik öğretiminin geliştirilmesi düşünülmektedir.

2.3.2.3. Matematiksel modelleme yeterlikleri

Matematiksel modelleme etkinliklerinin çözümünü uygun bir şekilde gerçekleştirebilme amacıyla öğrenciler, gerçek yaşam problemini anlayarak matematiksel olarak ifade etmeli ve matematiksel çözüme ulaştırmalıdır. Modelleme etkinliklerinin tamamlanması için matematiksel çözümün gerçek yaşam durumu bağlamında incelenip yorumlanması ve doğrulanması gerekmektedir. Bu işlemleri yaparken öğrencilerin birtakım becerilere ve yeterliklere sahip olmaları beklenmektedir. Bu noktada modelleme, becerileri ve modelleme yeterlikleri kavramlarının ne anlama geldiği açıklanmalıdır. Beceri kişinin yatkınlık ve öğrenime bağlı olarak bir işi başarma ve bir işlemi amaca uygun olarak sonuçlandırma yeteneği, maharet olarak tanımlanır. Tanımdan da anlaşılacağı üzere beceri bir kişinin bir işi tamamlamak üzere olan yatkınlığıdır. Yeterlik ise bir işi yapma gücünü sağlayan özel bilgi, ehliyet ve görevini yerine getirme gücü olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2019). Matematiksel yeterlik ise yeterlik tanımına paralel olarak yapılması gereken işin matematik bağlamında ele alınmasıdır. Yeterlikte kullanılan genel bilginin, matematiksel yeterlik açıklamasında matematiksel bilgiye dönüştüğünü ifade edebiliriz. Jensen (2007)'e göre matematiksel yeterlik, bir kişinin verilen bir durum ile ilgili matematiksel zorlukların bazılarında eyleme geçmek için bilinçli ve derinlemesine hazır olmasıdır. Matematik alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde matematiksel zorlukların neler olduğu, bu zorlukların hangi öğrenme alanlarında yoğunlaştığı ve bu konulardaki zorlukların aşılmasına özgü matematiksel yeterlikler geliştirilmiştir. Matematik yeterliklerini Niss (1989), iki temel başlık altında incelemiştir. Birinci grup matematiksel yeterlikler, matematiksel problemler oluşturup cevaplamayı içeren matematiksel bağlamda düşünme, problem kurma/çözme, matematiksel modelleme ve matematiksel içerikli konuların analiz yeterlikleridir. İkinci grup matematiksel yeterlikler ise matematiksel dil ve araçları yönetmeyi içeren matematiksel varlıkları temsil, matematiksel sembollerle işlem yapabilme, matematik hakkında iletişim ve matematiksel iletişim araçlarının kullanılması yeterlikleridir.

Kertil vd., (2016)'ne göre modelleme becerileri herhangi bir modelleme sürecini tamamlayabilmek için bireyde bulunması gereken gerçek yaşam durumunu anlayabilme, model kurup matematiksel işlemleri yapabilme gibi becerileri kapsamaktadır. Maaß (2006)'a göre modelleme yeterlikleri ise matematiksel modelleme süreçlerini yeterli ve hedefe uygun bir şekilde yürütebilmek için bireyin sahip olması gereken bilgi, beceri, kabiliyet, modellemeyi yapma isteği ve üstbilişsel becerilere sahip olma durumudur. Modelleme becerisi gerçek yaşam durumunu matematiksel işlemlerle matematiksel dünyaya aktarıp çözümü gerçek yaşamla ilişkilendirme durumunu içerirken modelleme yeterliliği bu süreçten çok daha fazlasını kapsamaktadır. Maaß (2006)'ın tanımından anlaşılabacağı üzere modelleme yeterliği; modellemeyi gerçekleştireceğine dair inanç, modelleme yapma isteği ve modelleme gerçekleştirmeye yönelik üstbilişsel becerilere sahip olma durumu ile ilişkilidir.

Modelleme sürecinin başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için, öğrencilerin matematiksel yeterliklere sahip olması gerekmektedir. Diğer bir ifade ile modelleme sürecinde, uygulamasında zorluk çekilen ya da gerçekleştirilemeyen basamakların ve bileşenlerin sebebi modelleme yeterliklerinin yerine getirilememesinden ya da getirilirken zorlanılmasından kaynaklanmaktadır. Alan yazın incelendiğinde bazı çalışmaların matematiksel modellemeyi bir beceri, bazı çalışmaların ise bir yeterlik olarak ele aldığı görülmektedir (Henning ve Keune, 2007). Kaiser (2007) matematiksel modelleme yeterliklerini, matematiksel modelleme becerilerini kapsayan aynı zamanda gerçek dünyaya dayalı matematiksel yönleri dikkate alarak matematiksel modelleme aracılığıyla problemlerle çalışmak için bilinçli ve derinlemesine hazır olmak olarak tanımlamaktadır.

Matematiksel modelleme yeterliklerini Blomhøj, ve Jensen (2003), Blum ve Leiß (2007) gibi araştırmacılar modelleme sürecindeki basamakların başarılı bir şekilde tamamlanması ile ilişkilendirirken; Henning ve Keune (2007), Ludwig ve Xu (2010) ise modelleme sürecindeki alt yeterliklerin gerçekleştirilmesi ile ifade etmektedir. Matematiksel modelleme yeterliklerinin tam olarak anlaşılması için Maaß (2006), alt yeterliklerin tespit edilerek daha da detaylandırılması gerektiğini ve yeterliklerin doğrudan matematiksel modelleme süreci ile ilişkilendirilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Maaß (2006) yapmış olduğu çalışmada, Blum ve Kaiser (1997)' in matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterlik tanımlamalarını dikkate alarak yeterlikleri detaylı bir şekilde açıklamıştır.

Tablo 2.3. Matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri (Maaß, 2006)

1. Gerçek yaşam problemini anlama ve gerçek duruma dayalı bir model oluşturma yeterlikleri
1 a. Problem için varsayımlarda bulunma ve durumu sadeleştirme yeterliği
1 b. Problem durumunu etkileyen nicelikleri belirleme, bunları isimlendirme ve önemli değişkenleri belirleme yeterliği
1 c. Değişkenler arasındaki ilişkileri belirleme yeterliği
1 d. Problemi çözmek için uygun bilgileri bulma ve gerekli/gereksiz bilgileri ayırt etme yeterliği
2. Gerçek model yardımıyla bir matematiksel model oluşturma yeterlikleri
2 a. İlgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematiksel olarak belirtme yeterliği
2 b. İlgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri sadeleştirme ayrıca nicelik ve ilişkilerin sayısı ile belirsizliği azaltma yeterliği
2 c. Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafiksel olarak gösterebilme yeterliği
3. Oluşturulan matematiksel model ile matematiksel problemleri çözme yeterlikleri
3 a. Uygun problem çözme stratejilerini kullanma yeterliği
3 b. Problemi çözmek için matematiksel bilgiyi kullanma yeterliği
3 c. Problemi daha küçük parçalara bölme, problemi başka problemlerle ilişkilendirip farklı şekilde ifade etme yeterliği
3 d. Probleme dair nicelikleri ve uygun verileri çeşitlendirerek farklı stratejilerle çözüm getirme yeterliği
4. Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama yeterlikleri
4 a. Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlama yeterliği
4 b. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliği
4 c. Problemin çözümü ile ilişkili uygun matematiksel dili kullanarak çözümü yorumlama yeterliği
5. Çözümü doğrulama yeterlikleri
5 a. Elde edilen sonuç üzerinde varsayımlarda bulunularak eleştirel bir yaklaşımla kontrol etme yeterliği
5 b. Çözümler durum ile tutarlı değilse, farklı çözüm yollarını inceleme, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme ve gerekli durumlarda matematiksel modelleme sürecini tekrar revize etme yeterliği
5 c. Problemi çözerek sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliği
5 d. Elde edilen modeli genel olarak sorgulama yeterliği

Yukarıdaki tabloda tanımlanan matematiksel modelleme yeterlikleri ve bu yeterliklere ait alt-yeterlikler, matematiksel modelleme sürecinde karşılaşılan zorlukların üstesinden gelmek için gerekli yeterliklerdir. Diğer bir ifadeyle belirtilen yeterlikler ve alt yeterlikler matematiksel modelleme sürecinin basamaklarına ve alt süreçlerine paralel olarak karşılaşılan zorlukların ortadan kaldırılmasına yönelik geliştirilen kavramlardır.

Farklı bir çalışmada modelleme yeterliklerini alt yeterlik yaklaşımından farklı olarak modelleme yeterliklerinin alt süreçleri bağlamında inceleyen Blomhøj ve Kjeldsen (2006) gerçekleştirdikleri modelleme yeterliklerini Blomhøj ve Jensen (2003; 2006)'in geliştirmiş oldukları modelleme süreci ile ilişkilendirilerek şu şekilde belirtirler:

1. Problemi Formüle Etme: Modelleyicinin gerçek durumu formüle edebilmesi için kendisini o durumun içinde görebilmesi ya da o durumun zihinsel modelini oluşturması gerekmektedir.

2. Gerçek Yaşam ve Matematik İlişisinin Belirlenmesi: Muhtemel bir matematiksel oluşumu gerçekleştirmek için durum ile ilgili nesnelerin, ilişkilerin araştırılmasının sonucunda nesnelerin ve ilişkilerin seçilmesi durumudur. Bu aşamada öğrenciden beklenen varsayımlara dayandırarak oluşturduğu durumu matematiksel işlemlerle gerçek modele dönüştürmesidir.

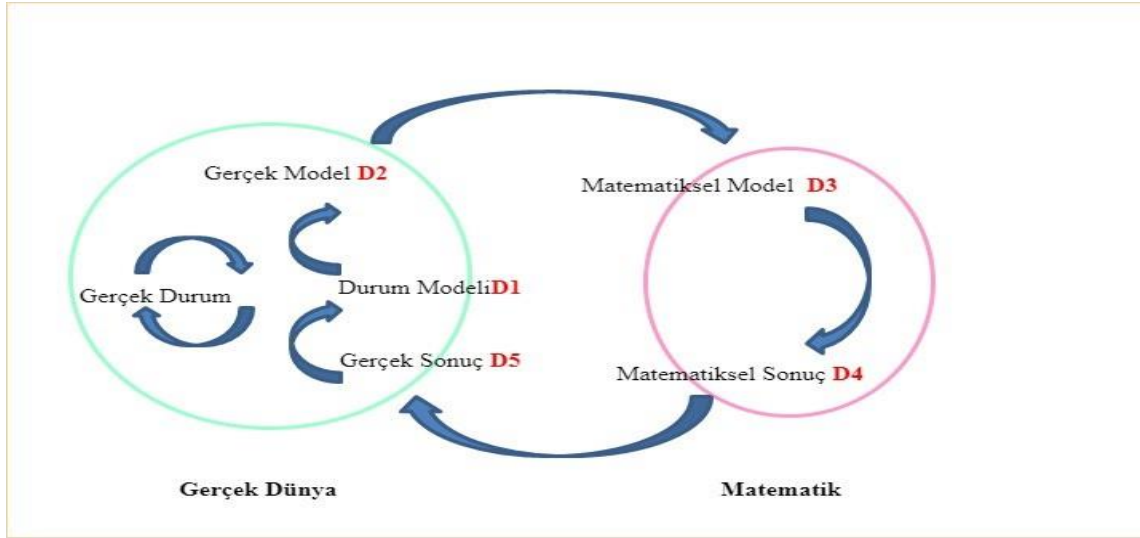
3. Nesnelerin ve İlişkilerin Sunulması: Bu süreç modelleme esnasında sistemde bulunan nesnelerin ve ilişkilerin matematik bağlamında çelişmeyecek bir şekilde sunulmasıdır.

4. Matematiksel Yöntemlerin Kullanılması: Gerçek yaşam durumunu matematiksel olarak doğrulayabilmek ve matematiksel çözümlere ulaşabilmek için matematiksel işlemler, semboller ve kavramların kullanılmasıdır.

5. Yorumlama: Matematiksel işlemler sonucunda elde edilen verilerin sorgulanarak yorumlanması modelleme yeterlikleri için gerekli adımlardan biridir.

6. Değerlendirme: Modelleme sürecine ilişkin teorik bilgilerin ve bu bilgilere dair matematiksel sonuçların gerçek yaşam durumu ile ilişkilendirilmesinin sonucunda modelin doğruluğunun değerlendirilmesidir.

Ludwig ve Xu (2010) modelleme yeterliklerini geliştirirken Blum ve Leiß (2007)'in modelleme sürecini göz önünde bulundurarak öğrencilerin gerçekleştirebileceği basamaklar çerçevesinde değerlendirmişlerdir. Bu basamakları altı düzeyde tanımlamaktadırlar:



Şekil 2.26. Modelleme yeterlik düzeyleri Blum ve Leiß (2007)'den akt. Ludwig ve Xu (2010).

Düzey 0: Öğrencinin problem durumunu anlamadığı, problemin çözümüne dair bir çalışma yapmadığı veya anlamsız açıklamalarda bulunduğu düzeydir.

Düzey 1: Öğrencinin verilen gerçek problem durumunu anladığı fakat durumu yapılandıramadığı, sadeleştiremediği, gerçek durumu herhangi bir matematiksel düşünce ile ilişkilendiremediği düzeydir.

Düzey 2: Verilen gerçek yaşam durumu incelendikten sonra modelleyicinin gerçek durumu basitleştirip yapılandırarak gerçek bir model oluşturduğu fakat modeli matematiksel bir probleme nasıl taşıyabileceğini bilemediği düzeydir.

Düzey 3: Öğrencinin gerçek modeli bulmasının yanında modeli matematiksel problem durumuna dönüştürebildiği fakat matematiksel olarak çözemediği düzeydir.

Düzey 4: Öğrencinin gerçek durumun yapısını genel ve matematiksel olarak ifade edebildiği ve matematiksel probleme ulaşabildiği; problemle ilgili çözümlerin yapıldığı düzeydir.

Düzey 5: Öğrencinin modelleme sürecini uygun bir şekilde tamamladığı, matematik probleminin çözümünü verilen durumla ilişkilendirerek elde edilen çözümü yorumladığı ve değerlendirdiği düzeydir.

Bu düzey sıralamasından araştırmacılar Düzey 0'daki öğrencilerin problemi anlamadan anlamsız çalışmalar yapacaklarını ya da hiç çalışma yapmayacaklarını ve Düzey 1'de ise problemi anladığını fakat sadeleştirme yapamadıkları durumun

olduğunu belirtmişlerdir. Düzey 2 gerçek modelin oluşturulduğu basamağa karşılık gelmektedir. Düzey 3 matematiksel modelin kurulup çözüm için yorumlamaların yapıldığı basamaktır. Düzey 4 matematiksel sonuçların yapıldığı, Düzey 5 ise gerçek sonuçların tartışıldığı modellemenin son düzeyidir.

Modelleme yeterlikleri, modelleme basamakları ile açıklanabilir olmasına rağmen yeterliklerin eksiksiz nitelenebilmesi için tek başına yeterli değildir (Maaß, 2006). Matematiksel modelleme tanımı gereği bireysel olarak ya da gruplar halinde gerçekleştirilen bir etkinliktir. Özellikle gruplar halinde yapılan modelleme etkinliklerinde öğrencilerin sosyal iletişim becerileri aracılığıyla sosyal yeterlikleri gelişecektir. Kaiser, (2007)' e göre öğrenciler modelleme etkinliklerini yaparken grupla çalışma becerisi ve matematik aracılığıyla iletişim kurma becerileri gibi yeterliklere sahip olmalıdırlar.

Öğrencilerin gruplar halinde gerçekleştirdikleri modelleme etkinliklerinde duyuşsal anlamda matematiği başarabileceklerine yönelik inançlarının gelişeceği düşünülür (Biccard ve Wessels, 2011). Modelleme etkinliklerinin öğrencilerin günlük yaşamda karşılarına çıkabilecek alanlardan seçilmesi öğrencileri ayrıca motive edecektir. Maaß (2006) modelleme içeriklerinin öğrencileri motive ederek, etkinliklere katılımlarının daha motivasyonlu olacağını belirtmiştir.

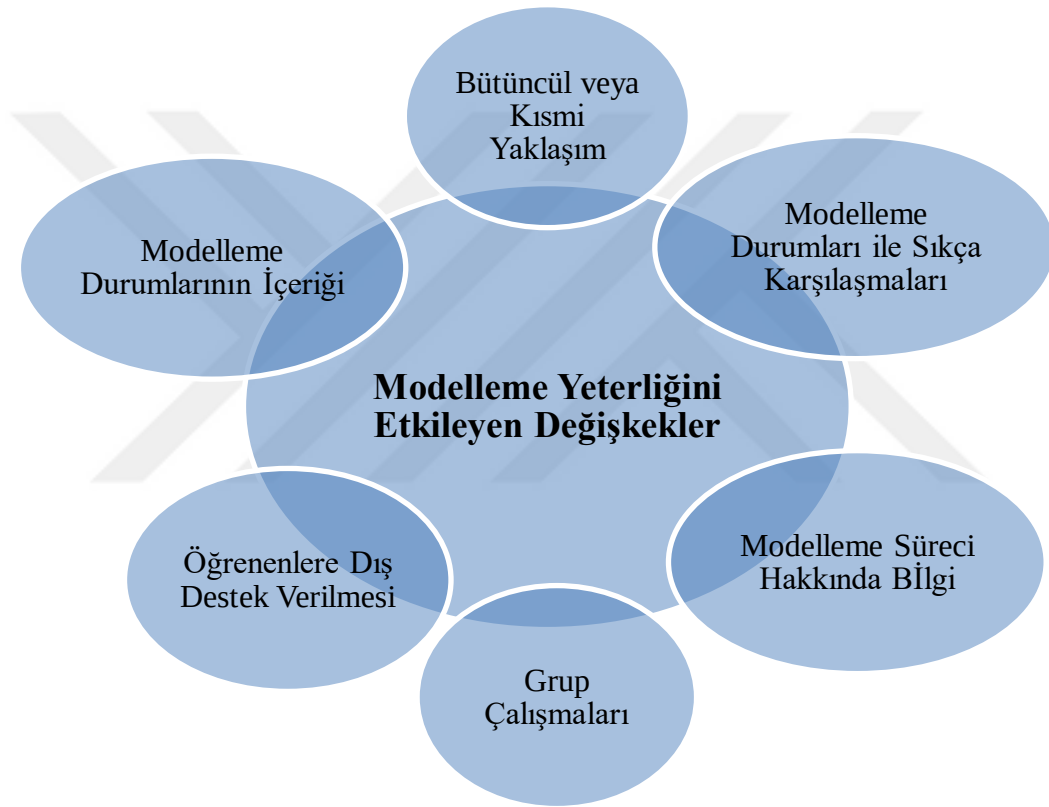
Borromeo Ferri (2010) matematiksel modelleme basamaklarına paralel olarak bilişsel modelleme yeterliklerinin varlığından söz etmektedir. Bilişsel modelleme yeterliklerini modelleme süreciyle ilişkilendiren Borromeo Ferri yeterlikleri şu şekilde açıklamaktadır:

- Problemi Anlama
- Gerçek Yaşam Durumunu Sadeleştirme
- Matematikselleştirme
- Matematiksel Olarak Çalışma
- Yorumlama
- Doğrulama

Yapılan çalışmalarda, modelleme etkinlikleri sırasında ortaya çıkan yapıların bilişsel ve üstbilişsel kavramlarla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Lesh ve Zawojewski, 2007; Maaß, 2006; Magiera ve Zawojewski, 2011; Hıdıroğlu, 2015). Öğrenciler

modelleme yaparken özellikle Ludwing ve Xu (2010)'nun belirttiği düzeylerden 3, 4, ve 5. düzeylerde bilişsel ve üstbilişsel düşünme becerilerini kullanacakları ifade edilebilir.

Modelleme yeterlikleri öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerini tam olarak yapabilmeleri için gerçekleştirilmesi gereken durumdur. Ancak yeterliklerin gerçekleştirilebilmesi sadece öğrencilerin sergilediği performanslarla ilgili değildir. Maaß (2006) modelleme etkinliklerinin başarılı bir şekilde uygulanması için birçok değişkenin olduğunu belirtmiştir. Bu değişkenler şekil 2.27'deki gibidir:



Şekil 2.27. Modelleme yeterliliğinin gelişimini olumlu yönde etkileyen değişkenler Maaß (2006).

Alan yazında modelleme etkinlikleri ile modelleme yeterliklerinin gelişimini sağlamak için kısmi ve bütüncül olmak üzere iki farklı yaklaşımdan söz edilmektedir. Bütüncül yaklaşıma göre düzenlenen öğrenme ortamında, modelleme döngüsünün tüm basamakları ve modelleme yeterlikleri aynı zamanda gerçekleştirilirken; kısmi yaklaşımda öğrenme ortamı, farklı zamanlarda belirli basamakların ve yeterliklerin geliştirilmesine odaklı olarak düzenlenmektedir (Grünwald, 2012; Güç ve Baki, 2016).

Diğer bir ifade ile bütüncül yaklaşımda modelleme sürecinde bulunan tüm basamaklardan geçilmesi gerekirken kısmi yaklaşımda belirlenen bazı basamaklardaki yeterlikleri öğrencilerin sergilemesi beklenir.

Modelleme durumları ile öğrencilerin sıkça karşılaşmaları sağlanmalıdır (Anhalt ve Cortez, 2016; Hıdıroğlu, 2015; Bukova-Güzel, 2016). Bu sık karşılaşma sonucunda modelleyiciler basamaklar arası geçişlerde zorlanmayacaklardır. Öğrencilerin süreç içindeki yeterlikleri gerçekleştirebilmeleri için matematiksel model ve modelleme süreci hakkında bilgi verilmelidir (Kaiser, Schwarz ve Tiedemann, 2010; Blomhøj, and Kjeldsen, 2006). Matematiksel modellemeyi öğrenmeye yönelik oluşturulacak olan ortamlarda öğrencilerin bireysel çalışmalarının yanında grupla birlikte çalışmalarına fırsat tanınmalıdır (Biccard ve Wessels, 2011; Kertil, 2008; Keskin, 2008; Güç, 2015). Yukarıda açıklanan ve modelleme yeterliğinin gelişimine katkı sağlayan bir diğer değişken öğrencilere bir uzman tarafından dış destek ve dönütlerin verilmesidir (Blum ve Borromeo Ferri, 2009; Sağırılı, 2016). Uygulanacak matematiksel modelleme etkinliklerinin matematiksel içeriği, öğrencilerin seviyesine uygun olmalı ve öğrencilere bir gerçek yaşam problemi olduğunu hissettirmelidir (Ji, 2012; Işık, 2016).

Modelleme yeterliliğinin gelişimini olumlu yönde etkileyen daha birçok değişken sıralanabilir. Ancak öğrencilerin modelleme etkinlikleri ile erken yaşta ve sık sık karşılaşmaları, modelleme süreci hakkında öğrencilere bilgilerin verilmesi, modelleyicilerin bireysel mi yoksa grupla mı daha etkin modelleme yapabileceklerinin farkına varılması, modelleme durumlarının içeriği ile günlük yaşam durumunu açıklayan değişkenlerin verilmesi, öğrencilere dışarıdan modelleme süreci konusunda uzman bir kişi tarafından destek sağlanması ve modelleme ortamının bütüncül ya da kısmi yaklaşıma göre mi uyarlanabileceğine karar verilmesi modelleme yeterliklerinin gelişimine katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada bütüncül yaklaşım benimsenerek öğrencilerin modelleme yeterlikleri incelenmiştir.

2.3.2.4. Matematiksel modelleme oluşturma etkinlikleri

Matematiksel modelleme ile ilgili yapılan çalışmalarda tanım, süreç, yeterlik ve uygulamalarında farklılıkların olduğu görülmektedir. Bu farklılıklar modelleme uygulamalarının kullanılacağı sınıfın kademesine, öğrenme alanına, araştırmacının amacına, uygulamanın bireysel ya da grupla yapılacak olmasına göre değişmektedir.

Hatta öyle ki modellemenin tanımını bile farklı araştırmacılar model oluşturma etkinlikleri (MOE) (Lesh ve Doerr, 2003a), modelleme aktivitesi (Zbiek ve Conner, 2006), modelleme görevi (Ludwig ve Reit, 2012; Blum ve Ferri 2009), modelleme problemi (English, 2003) şeklinde ifade etmektedirler.

Matematik eğitiminde modelleme etkinliklerinden verimli bir şekilde yararlanmak için modelleme etkinliklerinin uygulanmasına dair süreçlerin planlaması oldukça önemlidir (Bukova Güzel, 2016). Modelleme etkinliklerinin uygulanacağı ortamda uygulayıcı önceden bazı hazırlıklar yapmalıdır. Ortamın fiziksel olarak hazırlanması, etkinlikler için gerekli materyallerin (teknolojik materyal, çalışma kağıtları, modellemenin içeriğine uygun cetvel, pergel ya da görsel materyaller) sağlanması, öğrencilerin modelleme etkinlikleri ile ilgili sürece dair bilgilendirilmeleri, yardımcı olacak kişilerle (sınıf öğretmeni) olası iş birliği vb. çalışmalar yapılmalıdır.

Fox (2006) modelleme etkinliklerini; tek bir cevabı olmayan açık uçlu soruların çözümü doğrultusunda, öğrencilere farklı düşünme durumları sağlayan problemler olarak nitelendirir. Ayrıca gerçek yaşamın içinde bulunan matematiğin keşfi ve öğrencilerin matematiksel gelişimi için geleneksel sözel problemlerin aksine modelleme etkinliklerinin daha etkili olduğunu belirtmektedir. Lesh ve Doerr (2003a) ve Maaß (2006)'a göre modelleme etkinliklerinde öğrencilerin gerçek yaşam durumunu anlamlandırarak matematiksel dille ifade etmeleri, duruma ait verilen bilgileri analiz ederek yorumlamaları, gerekli verileri seçmeleri ve bu veriler çerçevesinde çözümü gerçek yaşam durumu ile ilişkilendirmeleri gerekir.

Rutin sözel problemleri çözme etkinliklerinde öğrencilere çözüm için gerekli tüm veriler verilir. Hatta MEB (2019) ilkökul 4. sınıf matematik ders kitaplarında, öğrencilere problem çözme basamaklarının uygulanmasını aktaran bir ders içeriği hazırlamıştır. Öğrencilerden önceki matematik bilgilerinin kullanılması aracılığıyla bu basamakları izleyerek problemin çözümünü gerçekleştirmeleri beklenmektedir. Ancak modelleme etkinliklerinde çözüm için gerekli bilgilerin tamamı verilmeyerek modelleyicinin geçmiş yaşantısından ve bilgilerinden yararlanarak bir varsayımda bulunması gerekmektedir. Bu varsayımın tutarlı olup olmama durumu modelleme etkinliğinin basamaklar arasındaki geçişleri etkileyerek, sürecin sonunda bulunacak çözümle ilişkili raporlama alt sürecinin gerçekleştirilmesinde etkili olacaktır.

2.3.2.4.1. Model oluşturma etkinliklerinde (MOE) 'lerde bulunması gereken özellikler

Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasında daha az sorunla karşılaşmak ya da hiç sorun yaşamamak amacıyla sınıf düzeyi, öğrenme alanı, grup ya da bireysel çalışma durumuna göre bazı özelliklerin olması gerekmektedir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin sahip olması gereken özellikleri (Lesh, Hoover, Hole, Kelly, ve Post, 2000; English, 2009; Lesh ve Caylor, 2007) aşağıdaki gibi belirtilmektedir:

1. Kişisel Anlamlılık Prensibi (Gerçeklik Prensibi): Problem durumu gerçek veya gerçeğe yakın verilere dayandırılmalıdır. Öğrenciler için gerçeğin ne olduğu ya da öğrenciye anlamlı gelen durumlar modelleme etkinlikleri oluşturulurken dikkate alınmalıdır. Öğrenciler problem durumunun gerçek yaşamda karşılarına çıkabileceğini ve bu durumla karşılaşan kişilere yardım edebilecekleri inancı içerisinde etkinlikler oluşturmalıdır.

2. Model Yapılandırma Prensibi (Oluşturma Prensibi): Etkinlik model oluşumuna izin verecek şekilde planlanmalıdır. Diğer bir ifadeyle problem durumunun model oluşturmayı gerekli kılması demektir. MOE'lerde hedeflenen gerçek yaşam probleminin oluşumuna karar vermek değil karara ulaşmayı sağlayan uygun bir model geliştirilmesidir. Var olan ya da oluşturulan problem durumu öğrencilerin bir model oluşturmasını, bu model üzerinde değişiklikler yapmasını ve modelin genişletilebilmesini sağlamalıdır. Gerçek yaşam problemi ile ilgili kolay anlaşılan ve uygulama sürecinde işe koşulan bilgilerin yanında bu bilgilerin altında yatan gerekçelere ve ilişkilere odaklanmalıdır.

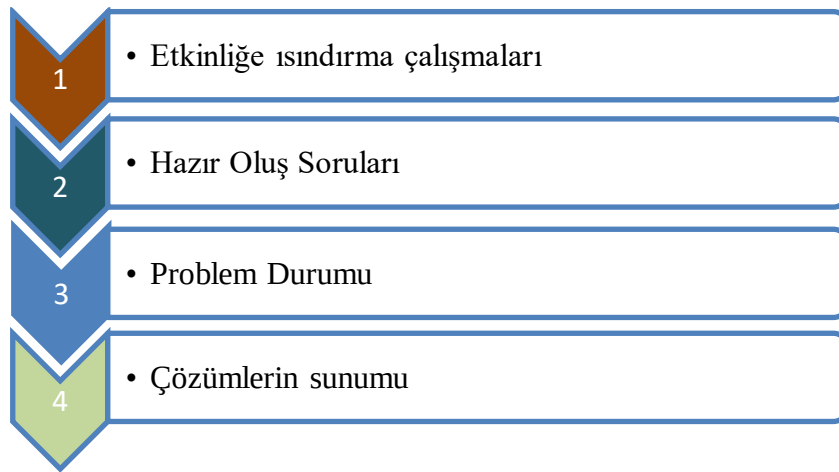
3. Öz Değerlendirme Prensibi: “Bireyler kendi kendini değerlendirebilecekler mi?” veya “problemin çözümünü tamamladıklarını fark edecekler mi?” sorularının cevaplandığı MOE prensibidir. Bu durumun gerçekleşmesi için öğrenciler çözümlerinin kullanışlılığını ölçebilmelidir. Öğrencilerin çözümlerinin gerçek yaşama uygunluğunu kendi kendilerine öğretmene sormadan değerlendirmeleri gerekmektedir. Çözümün revize edilmesi gerekiyorsa bu kararı öğrenciler almalı ve hangi çözümün uygun olduğu belirlenmelidir. Çözümün hangi işlemlerden geçirilmesi ve ilerlemenin nasıl sağlanması gerektiği kararına varılmalıdır.

4. Etkili Prototip Prensibi: Geliştirilen model olabildiğince basit fakat matematiksel olarak da önemli olmalıdır. Üretilen model yapısal olarak diğer benzer

durumlar karşısında kullanışlı bir prototip oluşturmalıdır. Diğer bir ifade ile “model çözüm getirilen duruma benzeyen ancak farklı olan durumlara transfer edilebiliyor mu?” sorusuna cevap aranmalıdır. Ayrıca geliştirilen prototipin (ilk örneğin) basit olması etkili olma durumunu arttıracaktır.

5. Model Dokümantasyon Prensibi (Yapı Belgelendirme Prensibi): Bu prensibin gerçekleşme durumu, öğrencilerin problemi çözerken düşündüklerini ayrıntılı bir şekilde aktarmaları ile ilişkilidir. Zihinlerinde gerçekleşen matematiksel şemaları sorunun muhataplarına yardımcı olabilmeleri için ayrıntılı ve anlaşılabilir bir şekilde ifade etmelidirler. Etkinlikler sırasında öğrencilerin, problem durumuyla ilgili kendi düşüncelerini ve çözüm yollarını açıklayan yazılı bir doküman oluşturmaları gerekmektedir.

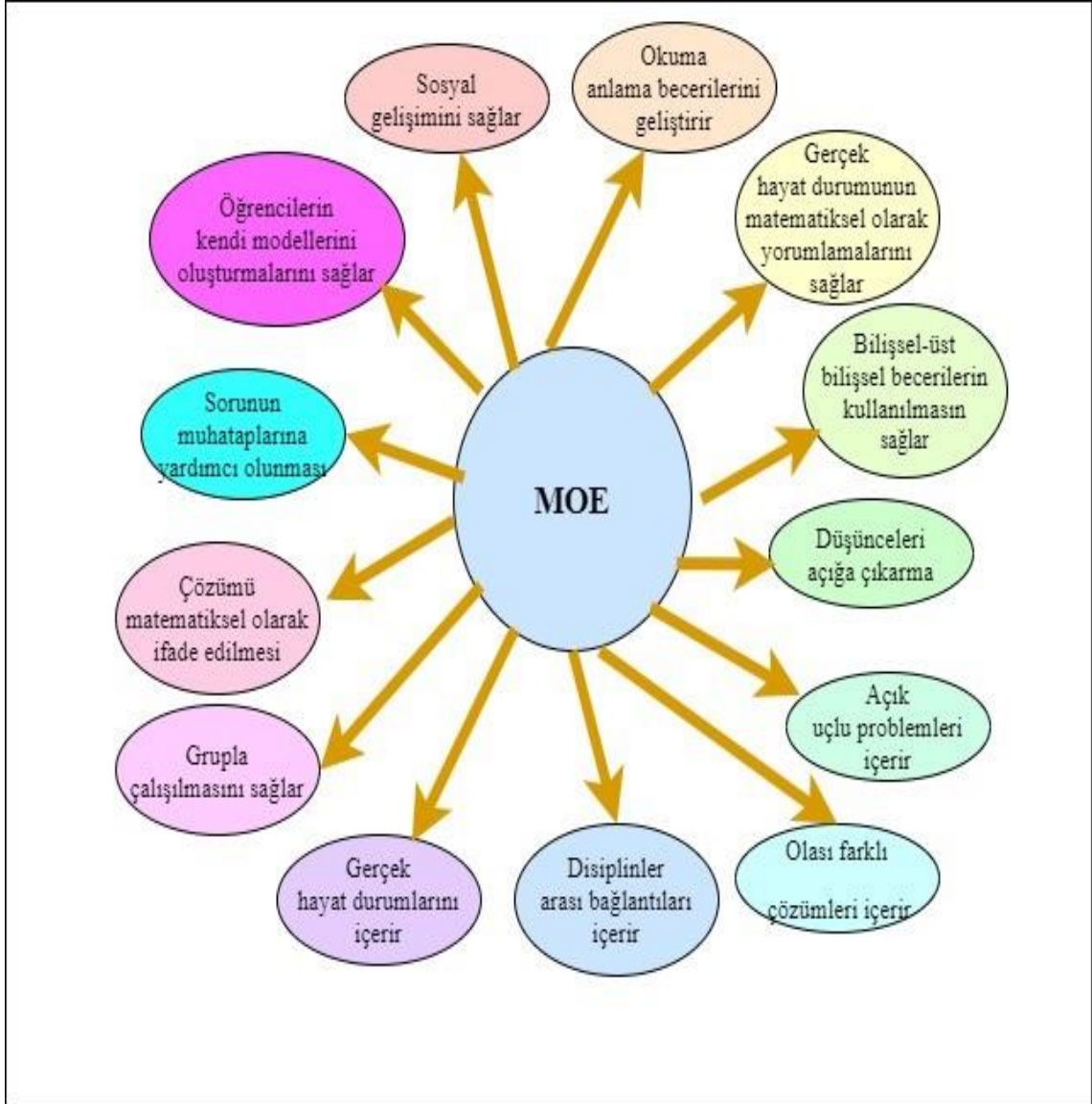
6. Model Genelleme Prensibi: “Geliştirilen modelin sadece bu problem için mi kullanışlı olduğu yoksa farklı durumlar için de uygulanabilir mi?” sorusuna yanıt aranır. Geliştirilen modellerin yeniden kullanılabilir, diğer modellerle paylaşılabilir, modifiye edilebilir olmasını düşünmeleri için öğrenciler sadece bir problem çözümünü değil diğer problemlerin de çözümüne yönelik düşünce üretmelidir. Ortaya konulan çözümler genellenebilir veya benzer başka durumlara kolayca adapte edilebilir olmalıdır. MOE’lerin dört temel bileşeni vardır (Chamberlin ve Moon, 2005; Chamberlin ve Moon 2008; Yu ve Chang, 2009’dan akt. Bukova Güzel, 2016). Bu bileşenler; etkinliğe ısındırma çalışmaları, hazır oluş soruları, problem durumu ve çözümlerin sunumudur.



Şekil 2.28. MOE’lerin temel bileşenleri (Bukova Güzel, 2016, s.51)

Etkinliğe ısındırma çalışmaları ve hazır oluş soruları öğrencileri problem bağlamına alıştırmak ve modelleme sürecine hazırlamaktır. Bu iki aşamada amaç öğrencilerin ilgilerini verilen duruma çekmektir. Etkinliğe ısındırma çalışmaları bileşeninde gerçek yaşam durumu ile ilgili gazete ya da dergilerden alınan makaleler öğrencilere okunur. Buradaki amaç konunun günlük yaşamla ilişkisini kurmaktır. Hazır oluş soruları makaledeki durum ile ilgili ve okuduğunu anlamaya yönelik dört sorudan oluşur. İlk üç soru öğrencilerin matematiksel bilgilerini problem çözme sürecine yönlendirirken sonuncu soru öğrencilerin düşüncelerini ve makaledeki durum ile ilgili yorum yapmalarını gerektirecek yapıda olmalıdır. Problem durumu bileşeni MOE'nin temel bileşeni olarak nitelendirilebilir. Problem durumuna, öğrenciler gruplar halinde çalışarak çözüm üretirler ve bu çözümü sorunun muhataplarına ulaştırılması için bir mektup ya da rapor yazılır. Öğrenciler problem durumuna dair oluşturdukları modelleri ayrıntılı olarak açıklarlar. Çözümün sonunda ise gruplar halinde problem durumuna ilişkin çözümler sınıf ortamında sunulur. Sunulan çözümler ve modeller üzerine tartışılarak gerekli düzeltmeler yapılır (Bukova Güzel, 2016).

Matematiksel modellemenin tanımını farklı yapan özellikler MOE'nin oluşturulmasını, öğretimde kullanılmasını ve değerlendirme yaklaşımlarını farklılaştırmaktadır. Lesh ve Zawojewski (2007)'ye göre her bir MOE öğrencilerin gerçek yaşamda var olan problemi matematiksel olarak yorumlamalarını, matematikselleştirmelerini ve sorunun muhataplarına çözüm sürecinde yardımcı olmak için matematiksel ifadeler aracılığıyla çözümün açıklamasını gerektirir. Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014) alan yazında yaptıkları taramalar sonucunda MOE'nin özelliklerini şekilde 2.29'daki gibi açıklamışlardır.



Şekil 2.29. MOE'nin özellikleri (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014)

Araştırmada, öğrencilerin modelleme yeterliklerini ve bu süreçte yeterliklere bağlı olarak alt matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemeye yönelik matematiksel modelleme etkinlikleri geliştirilmiştir. Matematiksel modelleme etkinlikleri geliştirilirken araştırmacı, ilkokul 4. sınıf matematik ders kitaplarındaki problem çözme basamaklarından yararlanarak günlük yaşam bağlamı içeren ve gerçek yaşam durumunda karşılaşılabilecekleri, açık uçlu, öğrencileri yaratıcılığa sevk eden ve çözümü kolayca gerçekleştirilemeyecek problemler oluşturmuştur. Matematiksel modelleme etkinlikleri geliştirilirken öğrencilerin içinde bulundukları çevre şartları göz önünde bulundurularak, kendi yaşamlarında gerçekten karşılaşılabilecekleri durumları içeren

(kermes etkinliği, akülü araba, yüzme yarışı, pikniğe hangi araçla gidelim?) günlük yaşam bağlamına göre etkinlikler oluşturulmuştur. Belirtilen bu ana esasların (gerçek yaşam durumu, yakın çevre, açık uçlu karmaşık sorular) yanında öğrencilere çözmesi için verilecek matematiksel modelleme problemlerinin yapısı ve özellikleri ilgili alan yazın incelenerek problemlerde bulunması gereken durumlar tanımlanmıştır. Uygulanacak matematiksel modelleme problemlerinin alan yazın çerçevesinde aşağıdaki özelliklerde olması beklenmektedir:

- Öğrencilerin matematikte sahip oldukları ön bilgiler aracılığıyla gerçek yaşam bağlamında anlamlandırabilecekleri gerçek bir problem durumunun olması.
- English (2003)'e göre öğrencilerin önceki gerçek yaşam deneyimlerinden ve problem çözme becerilerinden yararlanarak, oluşturulan matematiksel problemlerin çözümüne ilişkin varsayımlarda ve farklı çözüm yaklaşımlarında bulunmasını gerektirecek problemler olması.
- Öğrencilerin günlük yaşamda karşılaşmalarının yanında sıra dışı ve ilginç durumları içeren ilgi çekici problemler olması.
- Maaß (2006)'ın modelleme yeterlikleri sınıflandırmasında bulunan ve öğrencilerin zihinsel işleyiş süreçlerini ortaya çıkaran (anlama, matematiksel işlem yapma, yorumlama, değerlendirme ve gerçek yaşama taşıyabilme gibi basamaklar) örtük durumları içerisinde barındıran açık uçlu problem olması.
- Lesh ve Doerr (2003a)'ın matematiksel modelleme perspektifi anlayışına paralel olarak modelleme problemleri; gerçek yaşam durumundan kopmadan gerekli gereksiz bilgilerin etkinliklerde bulunması.
- Herkes tarafından aynı şekilde anlaşılan, açık ve anlaşılır ifadeler içeren problemler olması.
- Oluşturulan modelleme problemlerinin hikayeleştirilerek; görsel, animasyon ya da videolarla desteklenmiş olması.
- Birden fazla çözüm yolunun bulunmasıyla beraber bu özelliği sağlayacak çoklu değişken, parametre ve farklı durumlara göre değişkenlik gösteren verilerin bulunduğu problemlerin olması.
- Verilerin görselleştirilmesi adına şekil, tablo ve grafik kullanılmasını içerecek problem durumlarının olması.
- Öğrencilerin çözümlerine kolayca ulaşamayacakları düzeyde problemlerin olması.

Ayrıca, Lesh vd. (2000) tarafından matematiksel modelleme etkinlikleri oluşturulurken dikkat edilmesi gereken prensiplere ilişkin açıklamalarda bulunulmuştur. Matematiksel modeller tanımladıkları sistemin fiziksel, biyolojik, estetik özelliklerinin yanı sıra yapısal özellikleri üzerinde odaklanması bakımından model ve modelleme konusunda sunulmuş olan diğer model kategorilerden oldukça farklıdır (Özturan Sağır, 2010). Alan yazında bulunan matematiksel modelleme süreçleri dikkate alındığında modellemeyi sadece hangi disiplin kapsamında incelendiği, öğrenme alanının ne olduğu, fiziksel bağlamının nasıl olduğu ya da zor-kolay sınıflandırması ile incelemenin yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. Matematiksel modelleme etkinliklerinin türleri ile ilgili alan yazında farklı sınıflandırmalar bulunmaktadır (Blum ve Niss, 1989; Freudenthal, 1991; Skovmose, 1994; Berry ve Houston, 1995). Bu sınıflandırmalardan Berry ve Houston (1995) ve Skovmose (1994)'un sınıflandırmalarının modelleme problemlerindeki fiziksel bağlam, içerik ve zorluk seviyelerine göre yapılmadığı anlaşılmaktadır. Berry ve Houston (1995)'a göre matematiksel modelleme etkinliklerinin çözüm sürecinde oluşan farklılıklar göz önünde bulundurulduğunda problemlerin yapısına göre dört çeşit matematiksel modellemeden söz edebiliriz:

1) *Deneyisel Modelleme*: Uygun deneylerle grafik ya da bir eşitlik elde edilen veya hazır verilerle çok zorlanmadan yapılabilen modellemeye deneyisel modelleme denir. Deneyisel modelleme etkinliklerinde gerçek yaşamda incelenen bir olaya ilişkin deneyisel veriler öğrencilere hazır olarak verilir ve bu verilerde gerekli ve gereksiz bilgiler bulunur. Bunun amacı ise öğrencilerin hangi bilginin gerekli hangisinin gereksiz olduğunu düşünürken zihinlerinde modellemeye dair bir şemanın oluşmasını sağlamaktır. Deneyisel modelleme etkinliklerinin çözümü sürecinde grafiklerden ve eşitliklerden elde edilen yorumların geçerliğini doğrulama sürecinde önemli sınırlılıklar söz konusudur. Ülkemize gelen göçmen kuşların sayısındaki artış ya da azalışın grafiksel gösterimi deneyisel modellemeye bir örnektir. Deneyisel modelleme problemlerinde veriler kullanılarak verilerden elde edilemeyen bir durum için en uygun sonuca ulaşmak temel amaçlardan biridir (Thomas, Hass, Giordano, 2010). Deneyisel modelleme etkinliklerinde elde edilen veriler aracılığıyla geleceğe yönelik bir projeksiyon tutulabilir. Örneğin düzenlenecek bir kermeste hangi üründen kaç tane satılacağı ve ne kadar gelir elde edileceği deneyisel modelleme etkinlikleri aracılığı ile geleceğe yönelik tahminlerde bulunulur.

2) *Teorik Modelleme*: Modelleme etkinlikleri süresince değişkenler arasındaki ilişkilerin tahminlerle ya da eğilimlerle bulunamayan ve matematiksel kavramların gerçek yaşam ile ilişkilendirildiği modelleme türüdür. Veriden daha çok teoriye dayanan bu modelleme türünde modellemeyi formüle ederken problemin çözülebilmesi ve çözüm için gerekli özelliklerin deneyimlenebilmesi için farklı problem çözme süreçlerinin gerçekleştirilmesi gereklidir. Belirli bir alana kaç tane şekil ya da ağacın sığacağı, belirli sayıda öğrencinin pikniğe koltuk sayısı belli hangi araçlarla gideceğine karar verilmesi teorik modellemeye örnek olarak verilebilir.

Berry ve Houston (1995)'a göre teorik modelleme problemleri uygulanırken aşağıdaki adımlar gerçekleştirilmektedir:

- Problemi anlama
- Gerçek yaşam durumuna ait önemli durumları belirleme
- Varsayımlar ve basitleştirmeler yapma
- Değişkenleri tanımlama
- Alt modelleri kullanma
- Değişkenler arasında ilişki kurma
- Denklemleri çözme
- Modeli yorumlama ve onaylama
- Modeli geliştirme
- Sonucu açıklama

3) *Simülasyon Modelleme*: Genellikle matematiksel modellerin formüle edilmesinde cebirsel işlemler kullanılır. Bazı problem çözme durumlarında verileri elde etmek ve modelleme durumunu gerçekleştirmek kolay değildir (Berry ve Houston, 1995). Bu gibi durumlarda uygun verilerle, genellikle bilgisayar kullanılarak gerçek yaşam durumunun simüle edilerek çözülmesine simülasyon modelleme denir. Bu yolla analitik olarak modelleme yapmak ya da verileri elde etmek kolay değildir. Bu gibi durumlarda uygun verilerle, genellikle bilgisayar kullanılarak istatistikleri ve olasılıkları simüle etmeye simülasyon modelleme denir.

4) *Boyutsal Analiz Modelleme*: “Boyut” olarak adlandırılan fiziğin temel özelliği kullanılarak, değişkenlerin etkili olarak gruplandırılmasını içeren modellemeye boyutsal analiz modelleme denir (Berry ve Houston, 1995). Boyutsal analiz problemlerinin yapı

itibariyle teorik modelleme problemlerinden ayırt edilmeleri zor olmakla birlikte bu tür problemler sadece fizik kavramlarının söz konusu olduğu durumlarda tercih edilebilecek bir çözüm stratejisini temsil eder (Hıdıroğlu, 2012). Diğer bir ifadeyle teorik ve boyutsal analiz modellemeyi birbirinden ayıran temel fark matematiksel modelleme problemlerinin çözümünde oluşan farklı stratejilerdir.

Araştırmada bu bölüme kadar açıklanan teorik ve deneysel modelleme örneklerinden yararlanılmıştır. Berry ve Houston (1995)'ın modelleme sınıflandırmasından simülasyon modelleme ve boyutsal analiz modelleme olarak adlandırdığı modelleme türleri işe koşulmamıştır. Bunun sebebi ise simülasyon modelleme türünde gerekli teknolojik alt yapının sağlanmasında yaşanacak olası zorluklardır. Boyutsal analiz modellemenin kullanılmaması ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin gerekli fizik bilgisine sahip olmamaları ve bu durumu günlük yaşamla ilişkilendiremeyecek olmalarıdır.

Deneysel ve teorik modellemenin içerikleri ve uygulama alanları 4. sınıf matematik öğretimi programında bulunan kazanımlara yönelik olduğundan ve araştırmacı tarafından geliştirilen modelleme etkinliklerinin öğrencilerin günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri durumlardan seçildiği için Berry ve Houston (1995)'ın modelleme sınıflandırmasından deneysel ve teorik modelleme uygulamaları seçilmiştir.

2.3.2.4.2. MOE'lerin öğretim sürecinde uygulanması

Modelleme etkinliklerinin uygulanmasının gelişimini incelediğimizde süreç Dewey (1936)'ın problem çözme basamaklarını açıklarken problemlerin günlük yaşamdan seçilmesi gerekliliğine vurgu yapması ile başlamaktadır. Polya (1945)'nın "How To Solve It?" kitabında bahsettiği problem çözme basamakları uzun yıllar matematik öğretiminde kullanılmış ve özellikle 1990'lı yıllardan sonra matematiksel modelleme süreçlerine ışık tutmuştur. Özellikle matematiksel modelleme alanında 2000'li yıllardan sonra yapılan araştırmalar önemli ölçüde artmıştır. Ayrıca matematik eğitimi alanında yapılan (ICMME 2019) kongrelerde modelleme ile ilgili ayrı panel ve çalıştaylar düzenlenmektedir.

Alan yazın incelendiğinde modelleme etkinliklerinin mühendislik, coğrafya, kimya, fizik vb. alanlarda gerçekleştirildiği görülse de genellikle matematik alanında kullanılmaktadır. Matematiksel modelleme etkinlikleri daha çok ortaokul, lise ve lisans

düzeyindeki uygulamalarla gerçekleştirilirken ilkökul düzeyinde yapılan çalışmalar çok azdır (English ve Watters, 2004; Kartallıoğlu, 2005; Işık, 2016; Şahin ve Eraslan, 2016; Ulu, 2017). Özellikle ilkökul öğrencilerinin erken yaşlarda matematiksel modelleme etkinlikleri ile tanıştırmalarının TIMSS, PISA ve ABİDE gibi sınavlarda sorulan açık uçlu matematik problemlerini çözmede katkısı olacaktır. Matematiksel modelleme etkinliklerinin erken yaşta ve nasıl uygulanması gerektiği yönünde çalışmalar bulunmaktadır. English (2003)'e göre matematiksel modellemenin erken yaş döneminde kullanılmasının gerekçeleri şunlardır:

- Matematiksel modelleme problemleri farklı seviyede karmaşıklığa ve farklı çözüm yaklaşımlarına olanak verdiği için farklı başarı düzeylerine sahip öğrencilerin bu öğrenme deneyimlerine katkıda bulunmalarını ve bundan yararlanabilmelerini sağlar.
- Matematiksel modelleme problemleri öğrencilerin kendi fikirlerini, çözüme yönelik varsayımlarını ve çözümlerini sözlü ya da yazılı paylaştıkları için öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerinin gelişimi adına faydalıdır.
- Öğrenciler problem çözümüne yönelik düşüncelerini ve hipotezlerini arkadaşlarına sunarak sürekli olarak değerlendirme ve biçimlendirme fırsatı bulurlar. Bu değerlendirmeler sonucunda öğrenciler modellerine getirilen eleştiriler ışığında öz değerlendirmesini gerçekleştirir. Bu sayede öğrencilerin değişen matematik anlayışlarının daha fazla nasıl geliştirilebileceğini belirlemek için zengin öğrenme ortamları oluşturulur.
- Matematiksel modelleme problemleri öğrencilerin kendi fikirlerini oluşturma, akranları ile fikirlerini tartışması, değerlendirmesi ve revize etmesine olanak sağladığı için matematiğin gelişmesi bağlamında zengin bir öğrenme ortamı sunar.
- Matematiksel modelleme etkinlikleri gruplar halinde uygulandığında, öğrencilerin grubun birliğini sürdürme, grubu denetleme ve motive etme gibi grup rollerini benimseyerek öğrencilerin sadece bilişsel gelişimi değil aynı zamanda sosyal iletişim becerilerinin gelişimi de sağlanır.

Erken yaş döneminde uygulanan modelleme etkinliklerinin öğrencilere farklı alanda yeterlikler sağladığını belirten Fox (2006) modelleme etkinliklerinin uygulanmasında kullanılan materyalin, öğretmenin rolünün, öğrenme alanlarının ve

soruların yapısının önemli olduğunu belirterek modelleme etkinliklerinin sahip olması gereken özellikleri aşağıdaki gibi sıralamıştır:

- Matematiksel modelleme etkinlikleri açık uçlu olmalıdır. Önceden belirli olan doğru bir cevabı olmamalıdır. Bu sayede her öğrenci probleme getireceği farklı yorumlarla atomistik yaklaşım bağlamında başarılı olacaktır. Etkinlikler grubun neyi önemli olarak kabul ettiklerine yönelik bir matematiksel model oluşturmaya fırsat vermelidir. Bunun sonucunda grup tarafından oluşturulan modelin diğer grubun modelinden farkı ortaya çıkarılır.
- Matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanırken öğrencilerin ilgi alanına giren, onlar için önemli olan ve gerçek yaşamda karşılaşılabilecekleri alanlardan seçilmelidir. Modelleme etkinlikleri olabildiğince sınıf ortamından farklı yerlerde, mümkünse problemin içeriğinin olduğu mekanlarda yapılmalıdır. Modelleme etkinlikleri öğrencilerde merak uyandırıp onları kurulan problemi araştırma ve keşfetmeye yönlendirmelidir.
- Matematiksel modelleme etkinlikleri bilişsel, duyuşsal, sosyal ve fiziksel alanların gelişimine imkan sağlayacak nitelikte olmalıdır.
- Farklı görsel materyaller işe koşularak problemi açıklamaya imkan sağlamalıdır. Bu materyaller yazılı semboller, sözlü hesaplamalar, resim, diyagram vb. olabilir. Bunların kullanım amacı erken yaşta okuma yazma becerilerine sahip olmayan çocukların da model oluşturma sürecine katılmalarını sağlamaktır.
- Matematiksel modelleme etkinliklerinde öğretmenin rolü doğrudan öğretmek değil, çocukların matematiksel gelişimlerine destek sağlamak ve kolaylaştırmaktır.

Matematik öğretiminde matematiksel modellemeyi öğretme amacıyla olan yaklaşımların yanında matematiksel kavramların ve uygulamaların matematiksel modelleme aracılığıyla öğretilmesini benimseyen yaklaşımlar da bulunmaktadır. Diğer bir ifadeyle matematik öğretiminde matematiksel modelleme uygulamalarını öğrenmeyi amaç edinen yaklaşımlar ve matematiksel modelleme yaklaşımını araç olarak kullanan yaklaşımlar bulunmaktadır. Blum ve Niss, (1991) matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretim sürecine entegrasyonu için altı yaklaşımın olduğunu ifade etmişlerdir:

1. Ayrılmış Yaklaşım: Matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik dersi dışında düzenlenmiş farklı bir ders olarak uygulandığı yaklaşımdır. Ülkemizde ders dışı saatlerde yürütülen “matematik kulüpleri” ya da ortaokul düzeyinde seçmeli olan “Matematik Uygulamaları” dersi bu yaklaşımın bir örneği olabilir.
2. İki Bölümlü Yaklaşım: Bu yaklaşımda dersi ikiye bölme anlayışı vardır. Dersin ilk bölümlerinde modelleme ile ilgili matematik konuları işlenirken devam eden süreçte önceden öğrenilen ve dersin ilk bölümünde öğrenilen konuları içeren modelleme etkinliği yapılır.
3. Adalar Yaklaşımı: Birden fazla iki bölümlü yaklaşımdan oluşan anlayışı içerir. Matematik öğretiminde kavramların ve konuların öğretiminde aralarda modelleme etkinlikleri kullanılır.
4. Karma Yaklaşım: Modelleme uygulamaları aracılığıyla öğretilen matematiksel kavramlar oluşturulduktan sonra ilerleyen aşamalarda bu kavramların tekrar kullanımında matematiksel modelleme etkinliklerinden faydalanan yaklaşımdır.
5. Matematik Programına Entegre Edilmiş Yaklaşım: modelleme etkinliklerinin kullanılmasıyla öğretim programında yer alan matematiksel kavramların öğretildiği yaklaşımdır. Modelleme etkinlikleri seçilirken kavramların programla ilişkili olmasına dikkat edilir.
6. Disiplinler Arası Entegre Edilmiş Yaklaşım: Bu yaklaşım matematik programına entegre edilmiş ve karma yaklaşıma benzer olarak görülse de aralarında nüanslar bulunmaktadır. Bu yaklaşımda matematik ayrı bir konu olarak ele alınır ve disiplinler arası bir anlayışla matematik dışı durumların matematiğe entegre edildiği bir anlayış benimsenir.

Modelleme etkinliklerinin derslerde kullanımına yönelik “Modelleme uygulamasını nasıl planlarsınız?”, “Modelleme uygulamasını gerçekleştirmek için hangi aşamalardan geçmelisiniz?”, “Modelleme uygulamalarında başarıyı yakalamak için nelere dikkat etmelisiniz?”, “Modelleme süresi boyunca zorluklar yaşamamak için almanız gereken önlemler nelerdir?” vb. sorulara cevap arayan Tekin Dede ve Bukova Güzel; (2014)’den akt. Bukova Güzel, (2016), “Modelleme Uygulama Rehberi” ni geliştirmişlerdir. Rehber planlama, uygulama ve değerlendirme olmak üzere üç temel bölümden oluşmaktadır. Planlama bölümü modelleme uygulamalarının planlanması ve planlama sürecinde yapılacakları, uygulama bölümü modelleme sürecindeki

yapılacakları ve değerlendirme bölümü ise sınıf içi ve sınıf dışı değerlendirmeler hakkında uygulanabilecek durumları içerir.

Tablo 2.4. *Modelleme uygulamaları rehberi (Tekin Dede ve Bukova Güzel; (2014)'den akt. Bukova Güzel, (2016).*

PLANLAMA
Amaçları Belirleme
- Sınıf seviyesi, konu, kazanım, kavram belirleme - Kavram oluşturma/Kavramı pekiştirme/Kavramı değerlendirme - Uygulama türünü belirleme (Sınıf içi- sınıf dışı uygulama, performans görevi, proje çalışması)
Modelleme Etkinliğine karar verme
- Mevcut modelleme etkinliğinden yararlanma - Yeni bir modelleme etkinliğini geliştirme
Ön Hazırlıkları Gerçekleştirme
- Gerekli araç gereçleri belirleme - Uygulama ortamına karar verme (Sınıf içi-sınıf dışı) - Öğrencilere verilecek görevleri belirleme (Etkinliğe ısındırma çalışmaları ve hazır oluş soruları, veri toplama, görüşme yapma, gezi-gözlem vb.) - Öğrencilerin çalışma şekillerine karar verme (Bireysel/Birlikte çalışma, birlikte çalışma gruplarını oluşturma). - Değerlendirme kriterlerini belirleme. - Öğrencilerin çözümü sunma biçimlerine karar verme (Sözlü sunum/Yazılı sunum/Poster hazırlama) - Uygulama ortamını düzenleme (Sınıf içi: Sıraları düzenleme, modelleme uygulaması için normları belirleme. Sınıf dışı: Çalışma ortamının sınırlarını belirleme, modelleme uygulaması için normları belirleme, güvenlik önlemleri alma).
UYGULAMA
Isınma Etkinliklerini Gerçekleştirme
- Modelleme etkinliğinin bağlamına ilişkin tartışma - Etkinliğe ısındırma çalışmalarıyla tartışma ve hazır oluş sorularını yanıtlama - Toplanan verileri tartışma - Video izletme ve materyal sunma
Modelleme Uygulaması İçin Belirlenen Normları Paylaşma
- Sınıf yönetimi - Öğrenci ve öğretmen rolleri
Değerlendirme Kriterlerini Paylaşmak

Tablo 2.4. (Devam) *modelleme uygulamaları rehberi (Tekin Dede ve Bukova Güzel;(2014)'den akt. Bukova Güzel, (2016).*

• Öz değerlendirme/Akran değerlendirmesi/Rubrikle değerlendirme kriterleri vb.
• Bilişse / Duyuşsal /Sosyal becerileri değerlendirme kriterleri
Modelleme Etkinliğini Sunma
• Problem durumunu sunma ve yardımcı materyalleri sunma
Öğrenci Çalışmalarını İzleme
• Gözlem notu alma
• Öğretmen müdahaleleri
DEĞERLENDİRME
Öğrencilerin / Grupların Çözümü Sunması
• Sözlü sunum, yazılı sunum, poster sunum vb.
Sunumların Tartışılması
• Öz değerlendirme / Akran değerlendirmesi / Öğretmen değerlendirilmesi
Değerlendirme Sonuçlarını Paylaşma ve Karara Varma

2.3.2.4.3. Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi

Matematiksel modellemenin ve modelleme süreçlerinin tanımlanmasındaki farklı yaklaşımlar yerini matematiksel modelleme alanında son yıllardaki bütüncül bir bakış açısıyla gerçekleştirilen çalışmalara ve bu kavramlar üzerinde fikir birliğinin oluşmasına bırakmıştır. Modelleme uygulamalarının öğrenme ortamlarında nasıl gerçekleştirilmesi ve matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl değerlendirilmesi gerektiği konusundaki çalışmaların 2010'lu yıllardan sonra arttığı görülmektedir. Matematiksel modelleme yeterliklerinin tanımlanmasının yanında bu yeterliklerin değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmalar son dönemde dikkat çekmektedir (Blomhøj, 2011).

Modelleme yeterliklerinin ölçülmesinde çoktan seçmeli testler, dereceli puanlama ölçekleri, gözlemler ve öğrencilerle yapılan görüşmeler işe koşulmuştur (Frejd 2012). Ayrıca tüm bunlara ek olarak öğrencilerin çalışma kağıtlarına aldıkları notlar ve araştırmacıların alan notları ve araştırmaya dair günlükleri de modelleme etkinliklerinin değerlendirilmesine yardımcı olabilecek araçlardır. Bu değerlendirme kriterlerinin yanında matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik diğer bir görüş ise kısmi ve bütüncül yaklaşımdır (Blomhøj ve Jensen, 2003; Güç, 2015).

Bütüncül yaklaşımda matematiksel modelleme yeterliklerinin bir bütün olarak değerlendirilmesi savunulurken, kısmi yaklaşımda ise modelleme sürecindeki alt becerilerin her biri ayrı ayrı incelenerek yeterlikler hakkında bir değerlendirmeye

varılır. Kısmi yaklaşımla ilgili araştırmacılar tarafından çoktan seçmeli bir test hazırlanmış ve bu test zamanla güncellenerek, 1991 ve 2005 yılları arasında geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Bu testin Türkçeye çevrili Kertil (2008) tarafından yapılmıştır. Kısmi yaklaşımda öğrencilerin öğrenmeye yönelik ihtiyaçları belirlenir ve gerçekleştirilmesi beklenen kazanımlar doğrultusunda hangi modelleme yeterliklerinde çalışılması düşünülüyorsa uygun modelleme örnekleri ile etkinlikler gerçekleştirilir. Alan yazında kısmi yaklaşım çerçevesinde değerlendirilen çalışmaların olmasının yanında Blomhøj ve Jensen (2007), Niss (2003), Zöttl, Ufer ve Reiss (2011) Niss ve Højgaard, (2011), Güç, (2015), Grunewald, (2012) gibi araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda matematiksel modelleme yeterliklerini bütüncül ve çok boyutlu bir çerçevede değerlendirmektedir. Bu çerçeveye göre öğrencilerin modelleme yeterlikleri üç ana başlık altında değerlendirilir:

- Kapsam derecesi
- Hareket alanı
- Teknik seviye

Bu yaklaşıma göre kapsam derecesi, öğrencilerin matematiksel modelleme sürecini açıklamaya yönelik durumlarının ifade edilmesidir. Modelleme yeterliğinin değerlendirilmesinde tüm alt boyutların öğrenciler tarafından ne kadarının sergilendiği ile ilgilidir. Diğer bir ifadeyle öğrencinin modelleme sürecinde hangi basamağa kadar geldiğini değerlendiren yaklaşımdır (Niss ve Højgaard, 2011). Örneğin bir öğrenci modelleme sürecinde, matematiksel çözüm geliştirme basamağına kadar yardım alamadan gelebiliyorsa, ipucu alarak aynı süreci tamamlayan öğrenciye göre matematiksel çözüm geliştirme boyutuna kadar olan süreçte kapsam derecesi daha fazladır. Hareket alanı ise öğrencilerin modelleme sürecinde oluşturulan matematiksel çözümün gerçek yaşamla olan ilişkisini kapsayan durumları ifade eder. Başka bir deyişle öğrencinin hareket alanı modelleme yeterliklerini harekete geçiren içerik ya da gerçek yaşam durumu ile ilgilidir. Teknik seviye matematiksel modelleme sürecinde hangi matematiksel bilgiye sahip olması gerektiği ve bu bilgiyi uygulama sürecinde etkin bir şekilde kullanıp kullanmadığı ile ilişkilidir (Niss ve Højgaard, 2011). Örneğin; öğrencilerin artan ya da azalan örüntülerde, örüntü kuralını bulup bunu bir algoritmaya dönüştürmesi, karenin çevresi ve alanı arasındaki ilişkinin farkında olması öğrencinin teknik seviyesi ile ilgili bir durumdur. Jensen (2007)' e göre bir öğrencinin

modelleme yeterliğini puanlayarak sınırlı yaklaşımlarla değerlendirmek yerine bu üç boyutta ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir.

Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmalarda sürece yönelik bir fikir birliği olmasına rağmen araştırmacılar kısmi yaklaşımı atomistik yaklaşım (Grünwald, 2012; Tekin Dede ve Bukova Güzel 2014) ve mikro yaklaşım (Galbraith ve Stillman, 2006) olarak tanımlamışlardır. Yine aynı şekilde bütüncül yaklaşımı, holistik ya da makro yaklaşım şeklinde tanımlamışlardır.

Stillman, Blum ve Biembengut (2015) bütüncül yaklaşımı, çok boyutlu bir çerçevede puanlama ile açıklarken; kısmi yaklaşımı, yeterlikleri işaret eden durumların tanımlanması, yeterlik seviyelerinin tanımlanması ve üst bilişsel davranışlar çerçevesinde yorumlayarak nitel bir yaklaşımla tanımlayarak sınıflandırmıştır. Bu yaklaşımların özellikleri, bu özelliklerle ilgili olan ölçütler ve yaklaşımlara ilişkin yapılan örnek çalışmalar Stillman vd. (2015) tarafından yapılan çalışmayla Tablo 2.5’deki gibi belirtilmiştir.

Tablo 2.5. Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik yaklaşımlar

Yaklaşım	Özellikler	Ölçütler	Örnek çalışmalar
Bütüncül Yaklaşım	Birbiri ile bağımlı sekiz adet matematiksel yeterlikten biri olan modelleme yeterliği	Yeterliğin niteliğinin üç boyutlu yaklaşım ile belirlenmesi (kapsama derecesi, hareket alanı ve teknik seviye)	Niss (2003), Blomhøj ve Jensen (2007), Zöttl vd. (2011)
Kısmi Yaklaşım	Yeterliklerin göstergelerinin tanımlanması alt yeterlikler açısından öğrencilerin modelleme yeterliklerinin tanımlanması	Her bir alt yeterliğe ait çoktan seçmeli sorular.	Haines ve Crouch (2001), Houston ve Neil (2003)

Tablo 2.5. (Devam) *matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik yaklaşımlar*

Sosyal ve süreç odaklı alt yeterlikler eklenerek modelleme döngüsü ile bağlantılı yeterliklerle modelleme yeterliğinin ayrıntılı kavramsal gelişimi	Yeterlik seviyesi	Maaß (2006), Henning ve Keune (2007)
Modelleme yeterliklerinin üst biliş ile bütünleşmesi	Nitel tanımlama	Galbraith ve Stillman (2006), Stillman vd. (2007)

Modelleme yeterliğinin değerlendirilmesine yönelik çalışmalardan bir diğeri ise Ikeda ve Stephens (1998)'e aittir. Araştırmacılara göre öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirlemek amacıyla aşağıdaki soruların öğretmenler tarafından yanıtlanması beklenmektedir (akt. Maaß, 2006):

- “Öğrenci problemin temel matematiksel odağını belirledi mi?”
- “Öğrenci ilgili değişkenleri doğru şekilde belirledi mi?”
- “Öğrenci koşulları ve varsayımları idealleştirdi ya da sadeleştirdi mi?”
- “Öğrenci analiz edilecek esas değişkeni belirledi mi?”
- “Öğrenci başarılı bir şekilde esas değişkeni analiz edip, uygun matematiksel sonuçları elde etti mi?”
- “Öğrenci matematiksel durum açısından matematiksel sonuçları yorumladı mı?”

Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014) öğrencilerin modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik yaptıkları çalışmada öğrencilerin performanslarını bilişsel düzeyde inceleyerek, içerisinde problemi anlama, sadeleştirme matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama basamaklarının olduğu ve bu basamakların farklı düzeylerde puanlandığı “Modelleme Yeterliklerini Değerlendirme Rubriği” (MYDR)'yi geliştirmişlerdir. MYDR'de öğrencilerin modelleme sürecinde yaptığı çalışmalar analitik bir puanlama aracıyla nicel olarak değerlendirilir. Bu rubrikle değerlendirme yaparken problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma basamaklarında öğrenci çalışmalarına bakarak değerlendirme yapılabilir ancak yorumlama ve doğrulama basamaklarında öğrencilerin zihninde oluşan matematiksel yapıları anlamak için onlara hem süreç içinde hem de süreç sonunda

sorular sorulmalıdır. Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014)'in geliştirdikleri MYDR' ye aşağıdaki Tablo 2.6'da yer verilmiştir:

Tablo 2.6. *Modelleme yeterlikleri değerlendirme rubriği (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014).*

	Düzyeler	Tanımlama
	Puanlar	
Problemi Anlama	Düzye 1 0 puan	Problemi anlamadığını gösteren ifadeler yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleyememe ve aralarında ilişki kuramama/yanlış ilişki kurma.
	Düzye 2 1 puan	Problemi bir ölçüde anladığını gösteren ifadeler yer verme, verilenleri ve istenenleri bir ölçüde belirleme ancak aralarında ilişki kuramama/yanlış ilişki kurma.
	Düzye 3 2 puan	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadeler yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ancak aralarında ilişki kuramama/yanlış ilişki kurma.
	Düzye 4 3 puan	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadeler yer verme, verilenleri ve istenenleri belirlerken önemsiz hatalar yapma, buna rağmen aralarında ilişki kurma
	Düzye 5 4 puan	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadeler yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ve aralarında uygun bir ilişki kurma
Sadeleştirme	Düzye 1 0 puan	Problemi sadeleştirmeme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlememe ve yanlış varsayımlarda bulunma.
	Düzye 2 1 puan	Problemi bir ölçüde sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri bir ölçüde belirleme ancak yanlış varsayımlarda bulunma
	Düzye 3 2 puan	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunma.
	Düzye 4 3 puan	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve gerçekçi varsayımlarda bulunma
Matematikselleştirme	Düzye 1 0 puan	Matematiksel model oluşturmama veya yanlış model/ler oluşturma
	Düzye 2 1 puan	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel modeller oluşturma
	Düzye 3 2 puan	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı doğru matematiksel model/ler oluşturma
	Düzye 4 3 puan	Gerçekçi varsayımlar doğrultusunda eksik hatalı matematiksel model/ler oluşturma ve birbiriyle ilişkilendirme.
	Düzye 5 4 puan	Gerçekçi varsayımlara göre gerekli matematiksel model/leri doğru bir şekilde oluşturma, model/modelleri açıklama ve birbiriyle ilişkilendirme.

Tablo 2.6. (Devam) modelleme yeterlikleri değerlendirme rubriği (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014).

Matematiksel Olarak Çalışma	Düzyey 1 0 puan	Matematiksel çözüm sunmama, oluşturulan matematiksel modelleri yanlış çözme veya yanlış matematiksel modeli çözmeye çalışma
	Düzyey 2 1 puan	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içerme.
	Düzyey 3 2 puan	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözme.
	Düzyey 4 3 puan	Doğru oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içerme.
	Düzyey 5 4 puan	Doğru oluşturulan matematiksel model/leri kullanarak doğru matematiksel çözüme ulaşma.
Yorumlama	Düzyey 1 0 puan	Elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yanlış yorumlama veya hiç yorumlamama.
	Düzyey 2 1 puan	Hatalar içeren/eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlama.
	Düzyey 3 2 puan	Hatalar içeren/Eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama
	Düzyey 4 3 puan	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlama.
	Düzyey 5 4 puan	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama.
Doğrulama	Düzyey 1 0 puan	Doğrulama yaklaşımında bulunmama veya yanlış doğrulama yapma.
	Düzyey 2 1 puan	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmeme.
	Düzyey 3 2 puan	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme.
	Düzyey 4 3 puan	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme.
	Düzyey 5 4 puan	Doğrulama yaklaşımında bulunma, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltme.
	Düzyey 6 5 puan	Doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme.
	Düzyey 7 6 puan	Doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları düzeltme

2.4. İlgili Çalışmalar

Bu bölümde matematiksel modelleme yeterlikleri ile ilgili ulusal ve uluslararası alan yazında yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Yapılan bu çalışmada, ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerini ve bu yeterliklere bağlı alt yeterliklerin derinlemesine incelenmesi amaçlanmıştır. Matematiksel modelleme ile ilgili yapılan çalışmalar araştırmacıların tasarladıkları öğrenme ortamlarına, geliştirilen modelleme etkinliklerinin yapısına, matematiksel modelleme yaklaşımlarına ve modelleme etkinliklerinin öğretimsel kullanım amacına göre farklı bağlamlarda değerlendirilmektedir. Örneğin Stillman (2012) matematiksel modellemeyi araç ve amaç olarak ele alan iki yaklaşımı vurgulamaktadır. Stillman'a göre araç olarak uygulanan modelleme yaklaşımında etkinlikler motive edici, öğretimi destekleyici nitelikteyken; amaç olarak uygulanan modelleme yaklaşımı başka bir matematiksel öğrenmeye ulaşmak için bir araç olarak değil, matematik eğitimiye yönelik bir amaç olarak değerlendirilmektedir.

Bu bölümde araştırmanın bağlamına uygun olarak matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesine ve değerlendirilmesine yönelik çalışmalar irdelenecektir. Matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesinde işe koşulan analitik ve bütüncül yaklaşımların değerlendirilmesinin yapıldığı bu bölümde ulusal ve uluslararası alan yazında yapılan çalışmalar ayrı başlık altında değerlendirilmiştir.

2.4.1. Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesine yönelik ulusal alan yazında yapılan çalışmalar

Kertil (2008) matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla yaptığı çalışmada, veri toplama aracı olarak modelleme testi ve modelleme etkinlikleri uygulamıştır. Öğretmen adaylarının bireysel ve grup çalışmaları ayrı değerlendirilerek problem çözme becerisinin bireysel ve grup etkinliklerinde nasıl şekillendiğini anlamaya çalışmıştır. Öğretmen adayları ile yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeler ile modelleme testi ve etkinliklerinde yaşadıkları zorluklar, bu problemlere yaklaşımları ve etkinlikler sonundaki kazanımları araştırılmıştır. Öğretmen adaylarının problemin çözümü için hedefi belirginleştirme, bir matematiksel model seçme ve uygulama, grafik gösterimlerden yararlanma gibi modelleme sürecinin bazı aşamalarında zorlandıkları belirlenmiştir. Modelleme etkinliklerinden elde edilen bulgular da modelleme testinin sonuçlarını teyit eder

niteliktedir. Çalışmada öğretmen adayları ile gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen bulgular da katılımcıların modelleme etkinliklerine çok yabancı olduklarını ortaya koymuştur. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri sürecinde problem çözme becerilerinin yeteri kadar iyi olmadığını göstermiştir. Ayrıca yapılan çalışmanın öğretmen adaylarının problem çözmeye bakış açılarına katkı sağladığı belirtilmiştir.

İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi üzerine çalışan Korkmaz (2010) öğretmen adaylarına modeller ve matematiksel modelleme bakış açısını tanıtmayı, uygulama öncesi ve sonrasında öğretmen adaylarının görüşlerinin ve tutumlarının değişip değişmediğini ve matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Nitel ve nicel verilerin birlikte kullanıldığı karma araştırma yöntemi ile desenlenen çalışma 37 ilköğretim matematik ve 33 sınıf öğretmeni adayı ile yürütülmüştür. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamasına yönelik görüşleri ve tutumları incelenerek modelleme yeterlikleri dereceli puanlama anahtarı yardımıyla analiz edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre katılımcılar genel olarak, sürecin yorumlama ve doğrulama aşamalarında zorlanmışlardır. Bunun yanında öğretmen adayları modellemenin karmaşık ve uzun süren bir süreç olduğu halde bu süreci yaşamaktan keyif aldıklarını ve matematiğin günlük yaşamdaki önemini farkına vardıklarını belirtmişlerdir.

Çiltaş (2011) doktora çalışmasında, dizi ve seriler konusunda matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenim gören ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini ve bu yöntemin öğrenmeye etkisini araştırmıştır. Nicel ve nitel yöntemlerin birlikte kullanıldığı çalışma, ilköğretim matematik öğretmenliği bölümünde okuyan 75 öğretmen adayıyla yürütülmüştür. Uygulama öncesi ve sonrası dizi ve seriler konusu ile ilgili matematiksel modelleme testi yapılmış ve ön testte öğrencilerin büyük çoğunluğunun anlama aşamasında başarılı oldukları tespit edilmiştir. Bu durumun nedeni olarak problem çözme aşamalarından ilki olan anlama aşamasına öğrencilerin yatkın olmalarından kaynaklı olabileceği şeklinde açıklanmıştır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin diziler ve seriler konusuna ilişkin öğrenme zorlukları olduğu belirlenmiş olup diğer taraftan ön testte öğrencilerin matematiksel modeli kurma, çözme ve yorumlama aşamalarında problem yaşadıkları belirlenmiştir.

Uygulama sonrası gerçekleştirilen son testte ise öğrencilerin ön teste göre daha başarılı oldukları fakat yorumlama aşamasında yine problem yaşadıkları tespit edilmiştir.

Tekin Dede ve Yılmaz (2013), 19 ilköğretim matematik öğretmeni adayı ile gerçekleştirdiği çalışmada öğretmen adaylarını Öğretmenlik Uygulaması dersi kapsamında, dokuz hafta süresince matematiksel modelleme, modelleme problemleri ve modelleme döngüleri hakkında bilgilendirmiş, bir modelleme probleminin çözüm sürecinde, ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliklerini incelemiştir. Katılımcılara verilen modelleme etkinliğinin yazılı olduğu kâğıtta Borromeo Ferri'nin (2006) bilişsel perspektifi bağlamında modelleme döngüsünün basamakları verilmiş ve katılımcılardan çözümlerini bu basamaklara göre gerçekleştirmeleri istenmiştir. Çalışma sonucunda katılımcıların gerçek yaşam deneyimleri yoluyla varsayımlarda bulundukları ve bilgileri doğrultusunda durumu sadeleştirme yoluna gittikleri, uygun değişkenleri belirleyip aralarındaki ilişkileri oluşturdukları, gerçek modelden matematiksel model elde ederek bu ilişkileri matematikselleştirdikleri, çözümü doğrulama yeterlikleri bağlamında yeterli yaklaşımlar gösterdikleri ve genel olarak modeli sorguladıkları tespit edilmiştir.

Şen-Zeytun (2013) öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri üzerinde çalışırken modelleri nasıl oluşturduklarını anlamak ve modelleme süreçlerine etki eden faktörlerin neler olabileceği konusundaki görüşlerini belirlemek amacıyla 14 hafta süresince altı ilköğretim matematik öğretmen adayı ile çalışmasını gerçekleştirmiştir. Durum çalışması ile desenlenen çalışmada sonuçlar öğretmen adaylarının modelleme problemlerini dört aşamada (anlama, plan geliştirme, planı uygulama ve oluşturulan modeli yorumlama ve test etme) uyguladıkları görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının modelleme ile ilgili deneyim eksiklikleri, kavramsal anlayışlarındaki yetersizlik, zaman sınırlılıkları ve değerlendirme kaygıları gibi birçok faktörün modelleme sürecinin başarılı bir şekilde uygulanmasını engellediği sonucuna varılmıştır.

Aydın-Güç (2015) tarafından yapılan doktora çalışmasında bütüncül yaklaşım ile tasarlanan öğrenme ortamında öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri üzerine bir eylem araştırması gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmadaki amaç; öğretmen adaylarının bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamında sergiledikleri matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesidir. Bu amaçla iki ayrı üniversitede öğrenim gören öğretmen adaylarından 19 katılımcıya matematiksel modellemeye

yönelik teorik ve uygulamalı eğitim verilirken, 3 katılımcıya modelleme dersi kapsamında bir eğitim verilmemiştir. Veriler klinik görüşme yöntemiyle elde edilmiştir. İlk gruba 7 farklı modelleme etkinliği uygulanırken, öğrenme ortamına dahil olmayan gruba 3 modelleme etkinliği uygulanmıştır. Uygulamalar 4-6 kişilik gruplar halinde yapılmış olup bir etkinlik ortalama 120 dakika sürmüştür. Öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri ve alt-yeterliklerini incelemek amacıyla dereceli puanlama anahtarı kullanılmış olup elde edilen sonuçlar değişimin etkililiğini belirlemek adına diğer grupla karşılaştırılmıştır. Araştırmanın bulguları, tasarlanan öğrenme ortamında modelleme deneyiminin, öğrenme ortamı özelliklerinin ve duyuşsal faktörlerin modelleme yeterliklerinin gerçekleşmesinde etkili olduğunu göstermiştir. Diğer bir sonuç ise, bazı alt-yeterliklerin ortaya çıkması için modelleme deneyimin bir ön koşul olmadığı, bu yeterliklerin sergilenmesinde modelleme deneyiminden olumsuz etkilendiği belirtilmiştir.

Tekin-Dede (2015) tarafından yapılan çalışmada altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Eylem araştırması yöntemi kullanılan çalışmada 11 modelleme etkinliği 12 eylem planı dâhilinde altı ay boyunca uygulanmıştır. Uygulamalar 12 hafta süresince 40'ar dakikalık iki derste gerçekleştirilmiştir. Dörder kişilik iki ve beşer kişilik üç grup halinde çalışan öğrenciler araştırmacı tarafından geliştirilen modelleme etkinlikleri üzerinde 60 dakika süreyle çalışmışlardır. Çalışma verileri, modelleme etkinliklerinde üretilen çözüm kâğıtları, öğrenci günlükleri, derslerin video kayıtları ve araştırmacının gözlem notlarından oluşmaktadır. Öğrencilerin sunumlarını ve çözüm kâğıtlarını değerlendirmek için araştırmacı tarafından modelleme yeterlikleri rubriği oluşturulmuştur. Modelleme yeterlikleri rubriği problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama olmak üzere beş farklı derece ile altı modelleme yeterliğini değerlendirme amacıyla Ferri'nin (2006) modelleme döngüsündeki yeterlikler dikkate alınarak geliştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, çalışmaya katılan öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinin tümünde bir gelişme gösterdiğini ortaya koymuştur. Yalnızca altıncı sınıflar ile gerçekleştirilen uygulamanın, farklı sınıf seviyelerine uyarlanması ve eylem araştırması doğrultusunda farklı eylem planlarının geliştirilmesi sayesinde daha farklı çözüm yaklaşımlarının ortaya çıkarılabileceği ifade edilmiştir. Öğrencilerin uygulamaların ilk haftalarında isteksiz oldukları vurgulanmış,

ancak öğrencilerin süreç içerisinde uygun çözümler bulmalarının motivasyonlarının artmasına neden olduğu araştırma sonuçlarında belirtilmiştir.

İnan (2018), çalışmasında matematiksel modelleme etkinlikleri ile 7. sınıfta öğrenim gören altı öğrencinin modelleme sürecini incelemiştir. Durum çalışması ile desenlenen çalışmada matematik uygulamaları dersinde “Hava Durumu Problemi, Araba Problemi ve Çim Biçme Problemi” adlı üç modelleme etkinliği uygulanmıştır. Sınıfta bulunan 24 öğrenci üçerli gruplara ayrılmış ve bu gruplardan iki tanesi amaçlı örneklem yöntemine göre odak grup olarak seçilmiştir. Her bir uygulama sürecinin ardından grupların çözüm süreçleri ile ilgili ayrıntılı bilgi edinmek için araştırmacı tarafından iki grupla ayrı ayrı odak grup görüşmesi yapılmıştır. Çalışma verileri öğrenci çözümlerinin ses kayıtları, modelleme problemleri çözüm kâğıtları, odak grup görüşmeleri ve gözlem notları aracılığıyla toplanmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, her iki grubun öğrencilerinin de modelleme probleminde problem durumunu içselleştirmeden matematiksel fikirler sundukları ve bir an önce sonuca ulaşma eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, öğrencilerin genel olarak geliştirdikleri fikirlerini açıklamakta zorluk yaşadıkları, süreç içerisinde yaptıklarını gerekçelendirmede ve grup olarak değerlendirmede yetersiz kaldıkları görülmüştür.

Kaya (2018) bütüncül ve analitik matematiksel modelleme geliştirme yaklaşımlarının bütün-parça-bütün öğrenme modeline göre beraber kullanılarak oluşturulan öğrenme ortamının, ilköğretim matematik öğretmenliğine devam eden 27 öğretmen adayının matematiksel inanç durumlarına göre matematiksel modelleme yeterlikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Öğretmen adayları matematiğe yönelik inanç tiplerine göre geleneksel ve geleneksel olmayan olmak üzere ikiye ayrılmıştır. 12 hafta süren çalışmada etkinlikler matematiğe yönelik inanca göre belirlenmiş olan gruplarda yer alan öğretmen adayları tarafından çözülmüştür. Öğretmen adaylarının bütüncül etkinliklerde ürettikleri çözüm kâğıtları toplanmış ve matematiksel modelleme yeterliği rubriği ile bu çözüm kâğıtları değerlendirilmiştir. Verilerin analizi sonucunda oluşturulan öğrenme ortamında tüm öğretmen adaylarının ön test ve son test puanları arasındaki fark son test lehinde bulunmuştur. Ayrıca geleneksel olmayan inanç kategorisindeki öğretmen adaylarının toplam ön test son test puanları, matematiksel çalışma yeterliği ön test son test puanları, yorumlama ve doğrulama yeterliği ön test son test puanları arasında son test lehinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Araştırma süresince yapılan değerlendirmeler sonucunda matematiğe

yönelik geleneksel olmayan inanca sahip öğretmen adaylarının geleneksel inanca sahip öğretmen adaylarına kıyasla matematiksel modelleme testinden ve modelleme etkinliklerinden daha yüksek puanlar aldıkları belirlenmiştir.

Şahin (2019) çalışmasında 4. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri aracılığıyla bilişsel modelleme yeterliklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmaya katılan 19 öğrenci arasından amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yolu ile belirlenen üç grubun çalışmaları değerlendirilmiştir. Çalışmada nitel araştırma yaklaşımı benimsenerek analitik yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamında modelleme deneyimi olmayan öğrencilere 10 hafta boyunca, 10 farklı model oluşturma etkinliği uygulanmıştır. Çalışma verileri, gözlem, odak grup görüşmeleri, grupların çalışmaları sırasında alınan ses ve video kayıtları, öğrenci çalışma kağıtları, grup raporları ve gözlemcinin alan notları veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre 4. sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterlikleri ve alt yeterliklerini farklı düzeylerde sergiledikleri ve benzer sonuca götüren başka bir çözüm yolu veya problemin diğer çözüm yolları üzerinde tartışabilme alt yeterliğinde yetersiz kaldıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinin ortaya çıkmasında model oluşturma etkinliğinin bağlamı, matematiksel içeriğin, sosyal etkileşimin, öğrencilerin kişisel deneyimlerinin, grupla işbirliği kurmanın, grup sunumlarının, temel dil becerilerinin, matematiğe karşı olan tutumun, matematiksel dili kullanabilmenin, bilişsel zorlukların ve alışık oldukları çoktan seçmeli değerlendirme yöntemlerinin etkili olduğu belirlenmiştir.

Deniz (2020) çalışmasında 8. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri aracılığıyla STEM eğitiminde matematiksel modelleme süreçleri ve bu süreçte karşılaştığı güçlüklerin ortaya çıkarılmasını amaçlamıştır. Çalışma grubunun amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme ile belirlendiği çalışma, çoklu durum çalışması ile desenlenmiştir. Dörder kişilik iki grupla yürütülen çalışmada iki model oluşturma etkinliği, belli bir plan doğrultusunda uygulanmış ve öğrencilerin model oluşturma süreçleri kayıt altına alınmıştır. Her bir grubun modelleme süreci Blum ve Borromeo Ferri (2009)'nin modelleme döngüsü kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucu, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin model oluşturma sürecinde birtakım güçlüklerle karşılaştıklarını ortaya çıkarmıştır.

İncikabı (2020) doktora tez çalışmasında 15 ilköğretim matematik öğretmen adayı ile matematiksel modelleme yeterlik eğitiminin öğretmen adaylarının matematiksel

modelleme yeterliklerine yansımaları belirlemek ve süreç sonunda becerisi yeterli olan katılımcıların bu becerilerini öğretim deneyimlerinde kullanma durumlarını incelemek istemiştir. Karma araştırma yönteminin uygulandığı ve 15 hafta süren araştırmada bütüncül yaklaşıma dayalı "teorik bilgi odaklı" tasarlanan öğrenme ortamları oluşturulmuştur. Araştırmada veri toplama araçları olarak matematiksel modelleme yeterlik ön ve son testleri (MMYT), matematiksel modelleme yeterlik anketi, modelleme prensipleri değerlendirme anketi, MOE tasarlama süreci çalışma yapıları, matematiksel modelleme eğitimi değerlendirme anketi, modelleme etkinliklerini uygulama yarı yapılandırılmış gözlem formu ve modelleme etkinliklerini öğretimde deneyimlemeye yönelik yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Araştırmaya göre öğretmen adaylarının model, modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme hakkındaki ön bilgilerinin kısıtlı olduğu belirtilmektedir. MOE tasarım eğitimi süreci öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri üzerine istatistiki anlamda anlamlı ve olumlu etki gerçekleştirmiştir. Öğretmen adayları genel olarak aldıkları eğitimi yararlı bulmuşlar ve MOE'leri öğretim deneyimlerinde kullanmaya yönelik olumlu tutum sergilemişlerdir.

2.4.2. Matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesine yönelik uluslararası alan yazında yapılan çalışmalar

Teknoloji destekli ortamların modelleme yeterliklerine etkilerini araştıran Lingefjärd ve Holmquist (2005) bu çalışmalarının yanında öğrencilerin modelleme yeterliklerini ve alt-yeterlikleri ölçmek için değerlendirme ölçekleri ve matematiksel modelleme testleri geliştirmişlerdir. Modelleme etkinliklerini değerlendirmenin modellemeyi öğretmekten daha zor olduğunu belirten araştırmacılar öğrencilerin beceri, yetenek ve tutumlarını değerlendirme amacıyla, lise öğrencilerinden oluşan bir gruba sırasıyla akran değerlendirmesi, ev ödevleri ve modelleme anketi uygulamışlardır. Bu araçlar modelleme sürecinin aşamaları dikkate alınarak hazırlanmıştır. Çalışma sonunda tutumların, matematiksel yazmanın ve değerlendirme stratejilerinin, öğrencilerin matematiksel modelleme beceri ve yeteneklerinin gelişimi üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrenciler için matematiği öğrenmenin yanında matematiğin gerçek yaşamdaki çok farklı yönlerini fark etme ve anlama imkanı sunduğu çalışmanın önemli bir sonucudur.

Biccard (2010) tarafından yapılan çalışmada grup etkinlikleri sonucunda modelleme yeterliklerinin 7. sınıf öğrencilerinde nasıl gelişme gösterdiği incelenmiştir. Bütüncül yaklaşım dikkate alınarak hazırlanan öğrenme ortamında matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik kuram oluşturma çalışması gerçekleştirilmiştir. Öğretim deneyi tasarımının kullanıldığı çalışmada öğrencilere 12 hafta süresince üç aşamalı bir eğitim verilmiştir. Bu eğitimler 12 öğrenciye verilmiş olup uyum, çalışma ve sunma aşamalarından oluşmaktadır. Çalışmaya katılan öğrenciler akademik başarılarına göre dörder kişilik üç heterojen gruba ayrılmışlardır. Öğrencilerin modelleme yeterlikleri grup etkinliklerinin video ve ses kayıtları incelenmiş ve elde edilen bulgular doğrultusunda analiz edilerek dört seviye üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışmada modelleme problemlerinin öğrencilere gruplar halinde uygulanması sonucunda yeterliklerin geliştirilebilir olduğu gösterilmiştir. Çalışmada modelleme yeterlikleri olarak anlama, basitleştirme, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterlikleri incelenmiştir. Bulunan sonuçlara göre öğrencilerin modelleme yeterlikleri uygulama boyunca gelişim göstermiştir. Ayrıca akademik başarısı düşük öğrencilerin de matematiksel yeterliklerini geliştirebildiği ve güçlü fikirler geliştirebilecekleri vurgulanmıştır.

Ludwig ve Xu (2010) öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini analitik yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamında değerlendirmişlerdir. Çin’de ve Almanya’da 9. sınıftan 11. sınıfa kadar olan ve yaşları 15 ile 17 arasında değişen öğrencilere 25 ile 35 dakika arasında gerçek yaşam durumundan oluşan bir etkinlik yaptırılmıştır. Verilen problemde öğrencilerden satıcıların ananası neden sarmal olarak soyduklarını matematiksel olarak açıklamaları istenmiştir. Çalışmanın başında öğrencilere ananasın soyulması ile ilgili bir video izletilmiş ve yöneltilen problem durumuna çözüm bulmaları istenmiştir. Öğrencilerin çalışmaları 0 ile 5 arasında değişen dereceli puanlama ölçeği aracılığıyla değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda Çinli ve Alman öğrencilerin modelleme yapabilme yeterlikleri arasında anlamlı bir farkın olmadığı bulunmuştur. Modelleme yapabilme becerilerinde Çin’de öğrenim gören kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha başarılı olduğunun belirlendiği çalışmada Alman öğrencilerde ise cinsiyete bağlı bir fark görülmemiştir. Çalışmada Çin’de öğrenim gören öğrencilerin sınıf seviyesiyle modelleme yapabilme becerileri arasında oldukça önemli bir fark olmasına karşın Alman öğrencilerin sınıf seviyelerine göre başarıları arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Ayrıca araştırmacılar çalışmanın

sonucunda öğrencilerin modelleme döngülerinde ne kadar ilerlerlerse süreçte yaşanan bilişsel zorlukları o oranda başarıyla aşacaklarını ifade etmişlerdir.

Sekerak (2010), bazı matematiksel modelleme yeterliklerine odaklanan ve bununla birlikte diğer yeterliklere de olanak sağlayan analitik yaklaşıma göre tasarlanan bir çalışma gerçekleştirmiştir. Lise 3. ve 4. sınıfta öğrenim gören 398 öğrencinin matematiksel modelleme aşamaları iki problem ve bu problemlerin içerdiği alt problemler bağlamında incelenmiştir. Öğrencilerle gerçekleştirilen ilk modelleme etkinliğinde, modelleme sürecinin başlangıç noktalarına odaklanmak ve modellenmesi gereken alanları ve durumları yeterli hale getirme yeterlikleri incelenmiştir. İkinci modelleme etkinliği iki farklı durumun belirlenmesine yönelik gerçekleştirilmiştir: 1-) Modeli gerçek duruma göre kanıtlamak, demathematization ve modeli gerçek yaşam durumuna göre kanıtlama yeterliklerini 2-) Matematikselleştirme, gerçek yaşam durumlarının nicel veya üç boyutlu ilişkilerini ve düzenliliğini ortaya koyma ve matematiksel modeller oluşturma yeterliklerini incelemiştir. Çalışmada öğrencilerin, tüm matematiksel modelleme basamaklarını başarılı bir şekilde tamamlayıp tamamlamadığı belirlenmiş ve her basamak için başarıyla tamamlayan öğrenci yüzdesi hesaplanmıştır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin %19'unun doğru ve geçerli bir model oluşturabildiği belirlenmiş, doğru modeli oluşturan öğrencilerin yarısından fazlasının (%71) doğru başlangıç noktaları ile başladığı ve olumlu bir matematikselleştirme süreci (%74) yaşadığı belirtilmiştir. Ancak yarıdan fazlasının (%77) matematiksel modeli anlamlı şekilde yorumlayamadığı görülmüştür.

Biccard ve Wessels (2011) ise 7. sınıf öğrencilerinin modelleme yeterliklerinin doğası ve matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimi ile ilgili çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmaya 7. sınıfa devam eden 12 öğrenci katılmış ve 12 hafta süren veri toplama sürecinde üç adet matematiksel modelleme etkinliği gerçekleştirilmiştir. Her etkinlik yaklaşık 1 saat sürmüş ve 12 haftalık uygulamada sınavlarda düşük ve yüksek puan alan öğrenciler dörderli gruplara ayrılarak iki farklı öğrenci grubu oluşturulmuştur. Araştırmanın bulgularına göre, öğrencilerin başlangıçta modellemenin tüm süreçlerinde zayıf yeterliklere sahip oldukları fakat bu yeterliklerin süreç içerisinde geliştiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin yorumlama ve doğrulama yeterliklerinin etkinlikler boyunca düşük düzeyde olduğu görülürken, araştırmacılara göre bu durumun nedenlerinden birinin öğrencilerin genellikle derslerde karşılaştığı basit problemler olduğu belirtilmiştir. Öğrencilerin duyuşsal durumlarındaki değişim açık bir şekilde

görülürken; bilişsel yeterliklerinin üst-bilişsel yeterliklerinden daha önce geliştiği belirlenmiştir. Çalışma sonucuna göre başarı düzeyi düşük gruptaki öğrencilerin okuduğunu anlama becerilerindeki eksikliğin anlama yeterliğini olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir.

Frejd (2012), matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışmaları doküman analizi yöntemi ile incelemiştir. Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme ile ilgili önemli kitap, araştırma makaleleri, dergi ve bildiri tam metinlerini derleyen kaynakları incelemiştir. Bu anlayışla incelenen çalışmalardan 75'i modelleme değerlendirme sürecinde yazılı testler (35 çalışma), proje raporları (21 çalışma), sunum yapılan proje raporları (7 çalışma), yarışmalar (4 çalışma), poster oturumları (3 çalışma) ve öğrenci portfolyoları (2 çalışma) işe koşularak gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Üç çalışmada ise değerlendirmenin teorik açıdan incelendiği ifade edilmiştir. Çalışma süresince, modellemeyi değerlendiren araştırma araçlarının geliştirilmesi ve değerlendirilmesi, katılımcıların modellemeye yönelik tutumlarının değerlendirilmesi, karşılaştırmalı gruplar arasında modelleme yeterliklerinin belirlenmesi ve bu çalışmaların matematiksel modellemeyi nasıl değerlendirdikleri kategorileştirilmiştir. Çalışma sonucunda İsveç'te modelleme yeterliklerinin, matematiksel modellemenin farklı yeterliklerine yönelik eşit olmayan düzeylerde vurgulamaların yapıldığı yerel testlerle belirlendiği ifade edilmiştir. Sonuç olarak modelleme değerlendirilmesinde yazılı sorular, projeler, uygulamalı testler, öğrenci portfolyoları ve yarışmalar matematiksel modelleme yeterliklerin değerlendirilmesinde kullanılan araçlar olarak belirlenmiştir. Bütüncül yaklaşımın değerlendirilmesinde farklı araçların ve yaklaşımların kullanıldığı sonucuna ulaşılan çalışmada proje değerlendirme yönteminin en iyi değerlendirme yöntemi olduğu belirtilmiştir. Son olarak modelleme değerlendirme sürecinde en önemli sorunun güvenilirlik değerlendirmesi konusunda yaşandığı belirtilmiştir.

Gatabi ve Abdolapour (2013) tarafından yapılan çalışmada dokuzuncu ve onuncu sınıfa devam eden öğrencilerin modelleme yeterlik seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada 366'sı kırsal 413'ü kentsel bölgeden olmak üzere 779 öğrenciye iki adet matematiksel modelleme etkinliği uygulanmış ve öğrencilerin modelleme yeterlikleri altı seviyede değerlendirmiştir. Öğrencilerin çalışmaları Ludwig ve Xu (2010) tarafından geliştirilen modelleme yeterlikleri değerlendirme kriterleri kullanarak analiz edilmiştir. En alt düzey(düzy 0), verilen modelleme durumu ile

matematik arasında hiçbir bağlantı kuramayan veya boş bırakan öğrencilerden oluşurken, en üst düzey(düzy 5) modeli doğrulayan ve geçerliğini test eden öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırma sonuçları öğrencilerin modelleme yeterliklerinin çoğunlukla birinci, ikinci ve üçüncü seviyede toplandığı görülmektedir. Bu sonuç ise öğrencilerin çoğunun yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliğinde başarılı olmadıklarını göstermektedir. Bu sonucun yanında öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin yaşanan bölgeye ve cinsiyete göre değişmediği belirlenmiştir. Öğrencilerin sınıf seviyelerine göre yapılan değerlendirmede 10. sınıf öğrencilerinin 9. sınıf öğrencilerine göre daha iyi modelleme yeterliklerine sahip oldukları anlaşılmıştır.

Knott (2014) tarafından yapılan çalışmada sayı dizisi problemlerinin modelleme ile öğretimi sırasında öğrencilerin matematikselleştirme modelleme yeterliği incelenmiştir. Matematikselleştirme yeterliğinin odak alındığı çalışmada öğrencilerin diğer modelleme yeterliklerinin de gelişimi incelenmiştir. Teorik çerçeve olarak gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının benimsendiği çalışmada tasarım tabanlı araştırma ilkesi işe koşulmuştur. Çalışmada 10. sınıfta öğrenim gören 17 öğrenci yer almıştır ve çalışma okul günlerinin dışında belirlenen iki günde üç saat olmak üzere toplam iki ay sürmüştür. Çalışmanın verileri, grup çalışmalarının video ve ses kaydı ile öğrencilerin etkinlikler süresince ürettikleri çalışma kağıtlarından oluşmaktadır. Araştırmacının yatay matematikselleştirme çerçevesinde belirlemiş olduğu yeterlikler olan içselleştirme, yorumlama, yapılandırma, simgeleme yeterliklerinin verilen eğitim boyunca geliştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışmada dikey matematikselleştirme çerçevesinde belirlenen yeterlikler olan sembolleştirme, düzenleme, organize etme, genelleştirme yeterliklerinin de verilen modelleme eğitimi boyunca geliştiği gözlemlenmiştir. Araştırmanın sonuçları, öğrencilerin modelleme etkinliklerine katıldıklarında modelleme yeterliliklerinin geliştiğini ve heterojen bir öğrenci grubunda modelleme sürecinin öğrenilmesiyle matematik yeterliklerini de geliştirdiğini göstermiştir.

Kaiser ve Brand (2015) tarafından yapılan çalışmada bütüncül ve analitik modelleme yaklaşımlarının öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri arasında farklılık oluşturup oluşturmadığı incelenmiştir. Çalışma iki farklı okuldan 15 sınıf belirlenerek 9.sınıfa devam eden ve tesadüfi örnekleme yöntemiyle belirlenen 204 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yer alan sekiz sınıftaki 132 öğrenciye

bütüncül yaklaşımla, diğer yedi sınıftaki 72 öğrenciye analitik yaklaşımla etkinlikler uygulanmıştır. Modelleme yeterliklerindeki gelişimin değerlendirilmesi sürecinde, ön-son test ve modelleme etkinlikleri sonrası kalıcılık testleri uygulanmıştır. Çalışmada matematiksel modelleme yeterlikleri; problemi yapılandırma ve matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama/doğrulama olmak üzere üç yeterlik kategorisi altında incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre her iki yöntemin de öğrencilerin modelleme yeterlikleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Problemi yapılandırma ve yorumlama/doğrulama yeterliğinde bütüncül yaklaşımın uygulandığı grupta analitik yaklaşımın uygulandığı gruba göre daha fazla bir artış olurken analitik yaklaşımın uygulandığı grupta matematiksel çalışma boyutunda artış olmuştur. Bütüncül yaklaşımın, modelleme yeterliklerinin genelini daha etkili bir şekilde desteklediği belirlenirken, modelleme yeterliklerine bağlı alt yeterliklerin, analitik yaklaşım yardımıyla daha etkili bir şekilde desteklenebileceği durumu doğrulanmamıştır. Ayrıca analitik yaklaşımın uygulandığı grup kalıcılık testinden problemi yapılandırma ve matematikselleştirme yeterliğinde bütüncül yaklaşımın uygulandığı gruba göre daha yüksek puan almışlardır. Bütüncül yaklaşımın uygulandığı grup ise kalıcılık testinde yorumlama ve doğrulama modelleme yeterliğinde analitik yaklaşımın uygulandığı gruba göre daha yüksek puan almışlardır.

Greefrath ve Siller (2017) ise öğrencilerin modelleme yeterliklerini incelemek için dijital öğretim araçlarından biri olan Geogebra ile nitel bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. 10. sınıfa devam eden sekiz öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada öğrencilerin Geogebra ile hangi faaliyetlerde bulunduklarını ve bu faaliyetlerin modelleme döngüsünde nasıl gerçekleştiğini incelemişlerdir. Öğrencilerin çözüm süresince bu dijital aracı hangi modelleme aşamalarında yoğun olarak kullandıkları belirlenmiştir. Ayrıca Geogebra kullanımının modelleme sürecinde öğrencilerin modelleme yeterliklerini geliştirdiği yönünde bir çözümleme yapmışlardır. Öğrencilerin dijital araçları öncelikle durum modeli, gerçek model, matematiksel model oluşturma ve modelleme sürecindeki matematiksel sonuçları ilişkilendirirken kullandığı ifade edilmiştir. Öğrencilerin dijital araçlarla gerçekleştirilen modelleme etkinliklerde matematiksel sonuçlar için yetersiz düzeyde yorumlama ve doğrulama yaptıkları tespit edilmiştir.

Matematiksel modelleme yeterlikleriyle ilgili ulusal ve uluslararası alan yazında yapılan araştırmalar incelendiğinde, yapılan çalışmaların matematiksel modelleme

yeterliklerinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi yaklaşımı kapsamında değerlendirildiği görülmüştür. Genel olarak bu alanda yapılan çalışmalar modelleme yeterliklerinin belirlenmesine, değerlendirilmesine ve geliştirilmesine yönelik kuramsal ve uygulamalı çalışmalardır. Bu çalışmalar genellikle ortaokul, lise ve lisans düzeyinde gerçekleştirilmiş olup ilkokul düzeyinde modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesine yönelik çalışmaların sayısı yetersiz olduğu belirlenmiştir. Modelleme yeterliklerini geliştirmeye ve değerlendirmeye yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde; katılımcıların genellikle modelleme sürecinin ilk aşaması olan anlama ve matematiksel çalışma yeterliklerinin üst düzeyde, yorumlama ve doğrulama yeterliklerinin düşük düzeyde olduğu saptanmıştır (Biccard ve Wessels, 2011; Maaß, 2005). Ayrıca matematiksel modellemeye yönelik görüşleri belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda; çalışma öncesinde katılımcıların çoğunun modelleme hakkında doğru olmayan, eksik ve sınırlı görüşleri bulunurken, çalışma sonrasında katılımcıların matematiksel modellemeye ilişkin görüşlerinde ve matematiksel inançlarında olumlu değişiklikler tespit edilmiştir (Kaiser ve Schwarz, 2006). Özellikle son yıllarda ulusal ve uluslararası alanda yapılan LGS, PISA, TIMSS ve PIRLS gibi sınavlarda işlemsel bilginin yanında öğrencilerin kavramsal becerilerini ve modellemeye dayalı problem çözme yeterliklerini belirlemeye yönelik uygulamalar yapılmaktadır. Adı geçen sınavlara (TIMSS hariç) ilkokul öğrencileri katılmamakla beraber erken yaşlarda modelleme etkinliklerine yönelik yapılacak çalışmaların önemli olduğu düşünülmektedir. Matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik öğretimi için önemli olması ve yapılan çalışmalarda katılımcıların matematiksel modelleme yeterliklerinin tamamını beklenen düzeyde gerçekleştiremedikleri görülmüştür. Bu bağlamda matematiksel modellemeye yönelik boylamsal çalışmaların özellikle ilkokul düzeyinden başlayarak ilerleyen öğretim yıllarını da kapsayacak şekilde gerçekleştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın türü ve tasarımı, katılımcılar ve pilot uygulama, veri toplama süreci, veri toplama araçları, araştırmacının rolü, veri analiz süreçleri ile araştırmanın geçerlik ve güvenirlik çalışmaları açıklanmıştır.

3.1. Araştırmanın Deseni ve Tasarımı

Bu araştırmada, ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin modelleme yeterliklerinin ve bu yeterliklere ait alt yeterliklerin öğrenme süreci içerisinde derinlemesine incelenmesi amaçlandığı için nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiştir. Nitel araştırma deseni, incelediği kişi ya da nesneleri kendi doğal ortamlarında anlamlandırarak ve yorumlayarak araştırmaya dayanmaktadır (Yıldırım Şimşek, 2013). Bu bağlamda araştırmacı, içinde bulunduğu dünyayı gözlem, alan notları, görüşme, günlük, fotoğraf, video kaydı ve öğrencilerin süreç boyunca ürettikleri çalışma kağıtlarıyla anlamlandırmakta, analiz etmekte ve yorumlamaktadır. (Creswell, 2007).

Yapılan araştırmada öğrencilerin gerçek yaşam bağlamında matematiksel düşünceleri ve öğrenmeleri incelenmiş, öğrenmelerindeki ve gelişimindeki ilerlemeleri analiz edilmiştir. Araştırmaya katılan öğrencilerin, yapılan etkinlikler süresince ne bildikleri, bu etkinliklerde nasıl düşündükleri ve bu düşüncelerin nedenleri matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri bağlamında incelenmiştir. Bu araştırmada öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinde gerçekleştirdikleri yeterliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Öğretim etkinliklerinin araştırma boyunca öğrenci öğrenmelerine göre değişebilir ve yenilenebilir olmasından, ardışık öğretim oturumları ile gerçekleştirilmesinden ve araştırmacının öğretmen rolünde olmasından dolayı bu araştırma bir öğretim deneyidir (Steffe, 1991; Steffe ve Thompson, 2000).

3.1.1.Öğretim deneyi

Öğretim deneyi, öncelikle öğrencilerin matematiksel etkinliklerini keşfetmek ve anlamak için tasarlanmış dinamik bir yöntemdir (Steffe ve Thompson, 2000). Başka bir ifadeyle, öğretim deneyi yöntem olarak öğrencilerin belirli bir süreçteki gelişimlerini incelemeye yönelik ve bu incelemeler sonucunda; devam eden öğretim bölümlerinin öğrenci öğrenmesine katkı sağlayacak şekilde yenilenerek gerçekleştirilmesidir. Öğretim deneyi Piaget'in klinik görüşme yöntemine dayandırılan ancak klinik

görüşmelerden oldukça farklı bir araştırma yöntemidir. Klinik görüşmelerde amaç öğrencilerin mevcut bilgilerini ortaya çıkarmak iken öğretim deneyi çalışmalarının birincil amacı öğrencilerin matematiksel muhakemelerini ilk elden deneyimlemektir (Steffe ve Thompson, 2000). Öğretim oturumlarına başlamadan önce öğrencilerin var olan bilgilerini, matematiksel düşünme durumlarını, problem çözme stratejilerini, öğrenme sürecinde gerçekleştirebilecekleri yeterlikler ve bu yeterliklere bağlı alt yeterliklerin neler olabileceğini ortaya çıkarmak amacıyla klinik görüşmeler gerçekleştirilir (Steffe ve Thompson, 2000). Gerçekleştirilen klinik görüşmeler doğrultusunda bir sonraki öğretim oturumu şekillendirilir ve süreç öğrencilerin öğrenmelerine katkı sağlayacak şekilde tasarlanır.

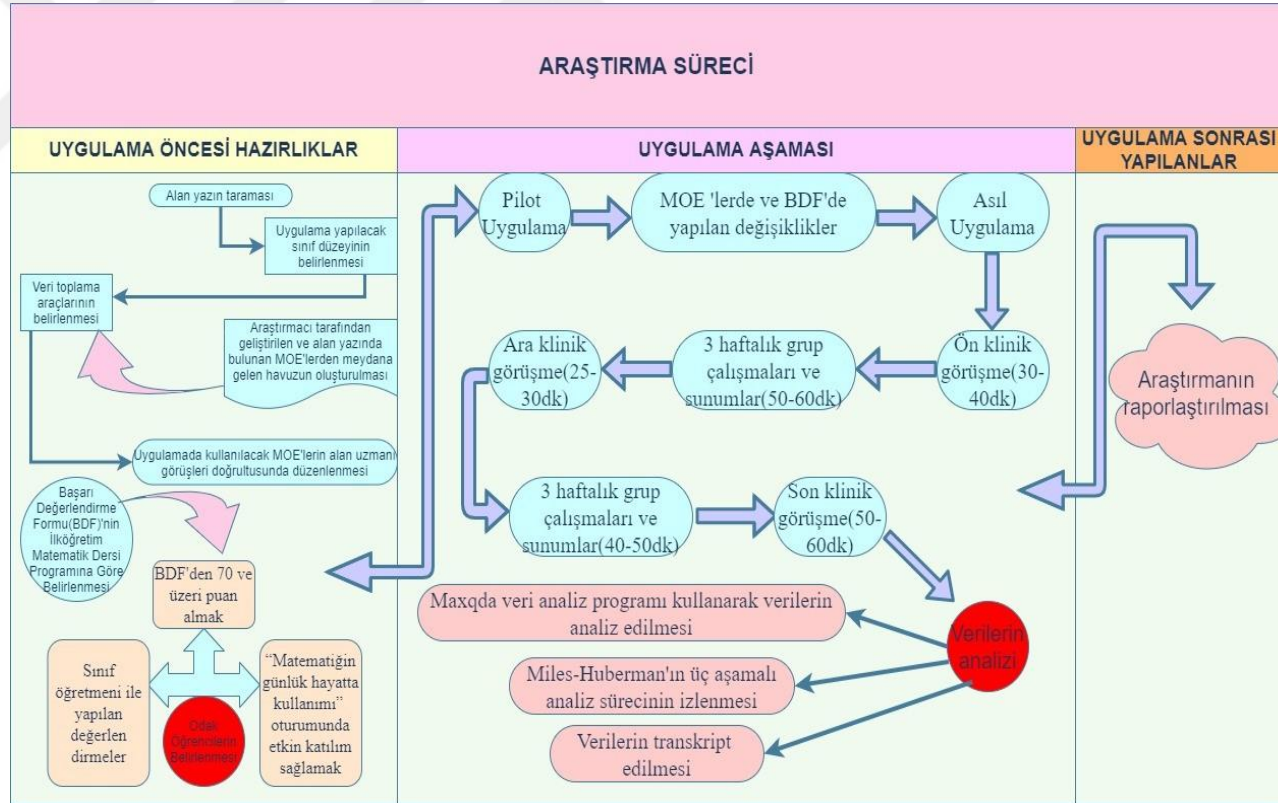
Araştırmacıların öğretim deneyi yöntemini kullanmalarının esas amacı doğrudan öğrencilerin matematiksel öğrenme ve düşüncelerini deneyimlemektir. Öğretim deneyinde öğrencilerin öğrenmelerinde hangi değişkenlerin etkili olduğu ve daha önceki bildiklerini yeni bilgiyle nasıl bütünleştirdikleri, bu yeni bilgiyi nasıl yapılandırdıkları belirlenebilmektedir (Steffe, 1991). Bu sebeple, öğrenme süreçlerine odaklanan bir araştırmanın, öğretim deneyi yöntemini kullanmasının en uygun ve etkili yollardan biri olduğu belirtilmektedir (Confrey, Maloney, Nguyen, ve Corley, 2012).

Öğretim deneyi küçük bir öğrenci grubu ile “birebir öğretim deneyi” türünde gerçekleştirilebileceği gibi, bir sınıfta tüm öğrencilerin katılımıyla “sınıf öğretim deneyi” şeklinde de gerçekleştirilebilir (Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer ve Schauble, 2003). Araştırmanın gerçekleştirileceği konu bağlamı ve katılımcıların yaş grubu öğretim deneyinin hangi türünün uygulanması gerektiğinin belirlenmesinde yardımcı olabilir. Araştırmanın amacına göre geliştirilen öğretim deneyi bir öğrenciye ya da bir sınıfa uygulanabilir (Cobb ve Steffe, 1983). Öğretim deneyi sürecinin kayıt altına alınması öğrencinin matematiksel gelişiminin analizi için önemlidir. Böylece araştırmacı, alan uzmanlarıyla birlikte öğrencinin eylemleri hakkında tartışabilir ve süreci analiz edebilir (Cobb ve Steffe, 1983).

Öğretim deneyi metodolojisi, bir dizi öğretim bölümlerini içermektedir. Bu öğretim bölümleri; bir öğretim temsilcisini, bir ya da daha fazla öğrenciyi, öğretim bölümlerine tanıklık eden bir araştırmacıyı ve öğretim bölümlerini ayrıntılı olarak kaydeden bir yöntemi içermektedir (Steffe ve Thompson, 2000). Bu çalışmada bir sınıfın tamamı ile gerçekleştirilen dokuz öğretim bölümünü içeren, araştırmacının araştırmacı-öğretmen rolünü üstlendiği ve sürecin kayıt altına alındığı matematiksel

modelleme etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Öğretim deneyi süreci devam ederken sürekli analiz yapılmakta ve aynı zamanda süreç sonrasında geriye dönük analiz yapılırken bu kayıtlardan faydalanılmaktadır. Sürekli analiz, öğretim deneyi süresince öğrencilerin matematiksel bilgilerinin ve eylemlerinin incelenmesi sonucunda araştırmacının modelini düzenleyip tekrar oluşturabilmesine fırsat verir (Simon, 2000). Bu bağlamda devam eden analizlerden yararlanılarak süreç içerisinde etkinliklerde değişiklikler yapılır.

Bu araştırmada uygulanan öğretim deneyi, ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri süresince Maaß (2006) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme yeterlikleri ve bu yeterliklere bağlı alt yeterliklerin incelenmesine dayalı bir sınıf öğretim deneyidir. Araştırmanın pilot uygulaması 2019-2020 eğitim öğretim yılı ilk döneminde uygulamanın yapıldığı aynı okulda gerçekleşmiştir. Asıl uygulama ise aynı eğitim öğretim yılının ikinci döneminde gerçekleşmiştir. Aşağıda araştırma süreci ile ilgili bilgiler Şekil 3.1’de sunulmuştur.



Şekil 30 Araştırma süreci

3.2. Araştırma Grubu

Araştırma grubu 2019-2020 eğitim ve öğretim yılında Konya’da bulunan bir devlet ilkokulunda 4. sınıfa devam eden öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırmanın katılımcıları amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir ve ölçüt örnekleme yöntemlerinin birlikte kullanması ile belirlenmiştir (Patton, 2015). Araştırmada üçer kişilik iki grupta bulunan altı öğrenci arasından üç odak öğrenci belirlenmiştir. Odağa alınacak üç öğrencinin belirlenmesinde şu ölçütler dikkate alınmıştır;

- Araştırma öncesinde uygulanan ve EK-15’de sunulan başarı değerlendirme formundan (BDF) 70 ve üzeri puan almak
- BDF uygulama sonrası gerçekleştirilen “matematiğin günlük yaşamda kullanımı” oturumunda etkin katılım sağlamak
- Sınıf öğretmeni ile yapılan değerlendirmeler sonucunda arkadaşları ile uyum içinde anlaşabilen ve grup olarak çalışabilecek olan öğrencilerin belirlenmesi şeklindedir.

Bu ölçütler bağlamında BDF’den yeterli puanı alan 22 öğrenci arasından öğretmen ve araştırmacı ayrı ayrı sekizer öğrenci belirlemişlerdir. Araştırmacının belirlediği iki öğrenciden birinin devamsızlık sorunu nedeniyle, diğerinin nakil gitme durumundan dolayı altı öğrenci belirlenmiştir. Sınıf öğretmeni ile yapılan değerlendirmeler sonrasında altı öğrenci arasından üç öğrencinin odak katılımcılar olması konusunda uzlaşılmıştır. Odağa alınan üç öğrenci hakkındaki genel bilgiler aşağıdaki Tablo 3.1’de sunulmuştur.

Tablo 3.1. *Odak öğrencilerin kişisel bilgileri*

Katılımcı	Kardeş Sayısı	Doğum Tarihi	Anne Eğitim Durumu	Baba Eğitim Durumu	Evde Bilgisayar Olma Durumu	Evde İnternet Bağlantısı Olma Durumu	Aynı Sınıfta Kaçınıcı Yılı
Eren	1	21.10.2009	Yüksek Lisans	Yüksek Lisans	Var	Var	4
Serra	2	07.01.2010	Yüksek Lisans	Yüksek Lisans	Var	Var	4
Ayhan	1	08.02.2010	Lisans	Ön Lisans	Var	Var	4

Yukarıdaki tablo 3.5’te sunulduğu üzere odak öğrencilerin yaşları birbirine yakındır. Ancak Ayhan anne baba eğitim durumu olarak diğer öğrencilerden ayrılmaktadır. Araştırma süresince öğrencilerden istenen ısındırma çalışmalarını evde yapabilmeleri için internet bağlantısı ve bilgisayar olma durumu önemlidir. Öğrencilerin tümünün evinde internet bağlantısı ve bilgisayar mevcuttur. Odak öğrenciler 1.sınıftan bu yana aynı sınıfta eğitim görmektedirler. Ayrıca öğrencilerin grup çalışmalarını uyum içinde yapabilmeleri için uzun zamanlı etkileşimlerinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda odağa alınan öğrencilerin aynı sınıfta dördüncü senelerinde olmalarına dikkat edilmiştir.

Ayhan arkadaşları tarafından sevilen ve etkinlikler süresince görüşlerine önem verilen bir öğrencidir. Ancak bazı tartışma ortamlarında sessiz kalmayı tercih etmektedir. Grup uygulamalarında da arkadaşları sürekli Ayhan’ın onayını almak istemişlerdir. Grup çalışmasından daha çok bireysel çalışmaya alışkın olan Ayhan, duygusal yapıda bir öğrencidir.

Odağa alınan tek kız öğrenci olan Serra arkadaşlarıyla ilişkilerinde baskın bir tutum sergilemektedir. Kendi düşüncelerine önem verilmediği zaman bireysel çözüm yapmaya başladığı gözlemlenmiştir. Ancak karşılıklı tartışma ortamında ikna olduğu zaman arkadaşlarının görüşüne saygı duymaktadır. Arkadaşları tarafından sevilen ancak bazı durumlarda inatçı olduğu söylenen Serra, genel olarak uyumlu bir öğrencidir. Ancak sınıfta bulunan birkaç öğrenci ile iyi geçinememektedir. Özellikle grup arkadaşlarından biri ile 1.sınıftan beri sorun yaşadığını belirten Serra; süreç içerisinde bu sorunları gereksiz yere yaşadıklarını belirtmiş ve grup arkadaşı ile uyum içinde çalışmıştır.

Sınıf içerisinde sevilen bir öğrenci olan Eren, çözüm odaklı tutumu ile arkadaşları tarafından güvenilen ve görüşlerine önem verilen bir öğrencidir. Arkadaşlarını dinlemeye önem veren Eren, hem grup içi tartışmalarda hem de etkinlik dışında arkadaşlarıyla sürekli iletişim halindedir. Arkadaşları ile bir sorun yaşadığında bu sorunu diğer arkadaşlarına ve öğretmenine yansıtmadan konuşarak çözmektedir. Özellikle grup çalışmalarında arkadaşlarının fikirlerini dinleyerek uygun olmayan yerleri onlara göstermektedir. Eren kendi yanlış yaptığı durumlarda da ısrarcı olmayıp yanlışından dönebilen bir öğrencidir.

Araştırmanın izin sürecinde uygulamanın yapılması için Konya’da bulunan üç farklı ilkokul belirlenmiştir. Araştırma öncesi okul müdürleri ile araştırmada izlenecek süreç dair görüşmeler yapılmıştır. Okul müdürlerinden ikisi araştırmanın yapılması için olumlu görüş belirtip diğeri okulun fiziki şartlarının uygun olmamasından (matematiksel modelleme etkinliklerinin, öğretim deneyi doğasına uygun küçük gruplar halinde gerçekleştirilebilecek oturma düzeninin sağlanacağı sınıfın olmaması) dolayı olumlu görüş

belirtmemiştir. Araştırma yapılan okulun sosyal faaliyetlere daha fazla katılıyor olması ve öğrencilerin farklı eğitim öğretim uygulamalarına katılması (Tasarım Beceri Atölyesi, Bilişsel Eğitim Sınıfı, STEM Sınıfı) araştırmanın bu okulda yapılması ölçütlerinden olmuştur. Araştırmanın yapılacağı okulda ikili eğitim öğretim yapılıp 3. ve 4. sınıflar sabahçı; 1. ve 2. sınıflar öğlenci olarak okula devam etmektedir. 1500 öğrenci ve 48 şubeden oluşan okulda 4. sınıflar 12 şubeden oluşmaktadır. Çalışmanın bir diğer boyutunu etik kaygıların giderilmesi ile ilgili işlemlerin yapılması oluşturmaktadır. Araştırmacı ilk olarak Anadolu Üniversitesinden etik kurul (EK-1) ve Konya İl Milli Eğitim Müdürlüğünden uygulama izinlerini almıştır (EK-2). Daha sonra uygulamanın gerçekleştirileceği okulun belirlenmesi için daha önceden uygun olduğu düşünülen üç okulun idarecileri ile görüşülmüştür. Uygulamanın yapılacağı okuldaki 4. sınıf öğretmenleri ile görüşmeler yapılarak üç öğretmenin uygulamanın kendi sınıflarında yapılması için istekli oldukları görülmüştür. Bu sınıfların ilkinde araştırmanın ön uygulaması yapılmış, diğer sınıfta ise asıl uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın yapılacağı sınıf belirlendikten sonra öğretmene ve öğrencilere sürecin işleyişi ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Ayrıca öğretmen(EK-3), öğrenci(EK-4) ve velilere(EK-5) araştırma ile ilgili aydınlatıcı bilgiler verilerek yazılı izinleri alınmıştır..

3.3. Veri toplama araçları

Araştırma süresince çalışılacak odak öğrencilerin belirlenmesi için öncelikle sınıfın tamamına EK-15’de sunulan BDF uygulanmıştır. İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında bulunan kazanımlar dikkate alınarak hazırlanan BDF’den yeterli puan alan öğrenciler, öğretmenle yapılan görüşmeler sonunda belirlenmiştir. Etkinliğe ısındırma çalışmaları ve hazır oluş soruları öğrencileri problem bağlamına ve modelleme sürecine hazırlama amacıyla oluşturulmaktadır. Bu çalışmada grup çalışmaları yapılmadan önce etkinliğe ısındırma çalışması olarak öğrencilerin farklı haftalarda etkinliğin bağlamına uygun araştırma yapma, şiir yazma ya da resim yapma gibi farklı etkinlikleri yapmaları istenmiştir.

Öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirlemek için üçü ilgili alan yazından alınan ve altısı araştırmacı tarafından geliştirilen dokuz modelleme etkinliği uygulanmıştır. Klinik görüşmelerde uygulanacak olan MOE’ler bireysel çalışmaya yönelik tasarlanırken grupla yapılan etkinliklerde grup çalışmasına uygun olduğu düşünülen “Büyük Ayak ve Kermes” gibi etkinlikler işe koşulmuştur. Bu durum gerçekleştirilirken öğrencilerin kendi ayak ile

boy uzunluklarının farklı olacağı ve kermeste her öğrencinin farklı ürünlerden aldıkları ve çözüme yönelik farklı öneriler getirebilecekleri varsayılmıştır. MOE'ler hazırlanırken İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında bulunan kazanımlar, öğrencilerin daha önce deneyimledikleri ya da yakın çevrelerinde karşılaşabilecekleri ve onlar için ilgi çekici olabileceği düşünülen; piknik, kermes, doğa, hayvanlar, spor, eğlence ve tatil gibi konu içerikleri dikkate alınmıştır. Bu etkinliklerin hazırlanmasında matematiksel modelleme etkinliklerinin sahip olması gereken özelliklerden yararlanılmıştır (Lesh, Hoover, Hole, Kelly, ve Post, 2000; English, 2009; Lesh ve Caylor, 2007). Etkinliklerin hazırlanması esnasında esas uygulamanın ve pilot uygulamanın yapılacağı sınıfların öğretmenlerinin görüşleri alınmıştır. Etkinlikler ilköğretim matematik dersi öğretim programına uygunluğu ve zorluk derecesi bağlamında değerlendirilmiştir. Ayrıca etkinlikler alan uzmanlarının görüşü alınarak hazırlanıp dilsel uygunluk açısından iki Türkçe öğretmenin incelemesine sunulmuştur.

Nitel araştırmalarda en yaygın olarak kullanılan üç farklı veri kaynağı bulunmaktadır. Bunlar; görüşme, gözlem ve yazılı dokümanlardır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu bağlamda, araştırmanın geçerlik ve güvenirliğini artırmaya yönelik “veri çeşitlemesi” yapılmış ve üç veri toplama yönteminden de yararlanılmıştır.

Aşağıdaki tabloda etkinliklerin uygulama tarihleri, türü ve içeriği hakkında bilgiler sunulmuştur.

Tablo 3.2. Öğretim deneyi süresince uygulanan MOE'lere ait bilgiler

Etkinliği Uygulama Tarihi	Uygulanan Etkinlik	Etkinlik Türü	Etkinlik İçeriği
05.02.2020	Pikniğe Hangi Araçla Gitsek?	Ön Klinik Görüşme	Dört işlem problemleri ile MOE'yi “anlama, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma” yeterliğinin incelenmesi
07.02.2020	Kermes	1. Matematiksel modelleme grup uygulaması	Dört işlem problemleri ile MOE'yi gerçek yaşamla ilişkilendirilerek “anlama ve matematiksel model oluşturma yeterliğine yönelik uygulama
14.02.2020	Göçmen Kuşlar	2. Matematiksel modelleme grup uygulaması	Dört işlem problemleri ve örüntü bağlamında MOE'yi gerçek yaşamla ilişkilendirilerek “anlama, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma” yeterliğine yönelik uygulama

Tablo 3.2. (Devam) *Öğretim deneyi süresince uygulanan MOE'lere ait bilgiler*

21.02.2020	Kim Koşsun?	3. Matematiksel modelleme grup uygulaması	Dört işlem ve zamanı ölçme problemleri bağlamında MOE'yi "anlama, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma" yeterliğine yönelik uygulama
26.02.2020	Hangi Akülü Aracı Kiralasak?	Ara Klinik görüşme	Dört işlem problemleri bağlamında MOE'yi gerçek yaşamla ilişkilendirilerek "anlama, matematikselleştirme, matematiksel çalışma ve yorumlama" yeterliğinin incelenmesi
28.03.2020	Büyük Ayak	4. Matematiksel modelleme grup uygulaması	Dört işlem problemleri bağlamında MOE'yi gerçek yaşamla ilişkilendirilerek "anlama, matematikselleştirme, matematiksel çalışma ve yorumlama" yeterliğine yönelik uygulama
06.03.2020	Çiftçi Hüseyin Amca	5. Matematiksel modelleme grup uygulaması	Dört işlem, alan ve çevre ölçme problemleri bağlamında MOE'yi gerçek yaşamla ilişkilendirilerek "anlama, matematikselleştirme, matematiksel çalışma ve yorumlama" yeterliğine yönelik uygulama
27.04.2020	Dubayı Nasıl Oluştursak?	6. Matematiksel modelleme grup uygulaması	Dört işlem, alan ve çevre ölçme problemleri bağlamında MOE'yi gerçek yaşamla ilişkilendirilerek "anlama, matematikselleştirme, matematiksel çalışma ve yorumlama" yeterliğine yönelik uygulama
04.05.2020	Hava Durumu	Son Klinik görüşme	Dört işlem ve veri işleme problemleri bağlamında MOE'yi gerçek yaşamla ilişkilendirilerek "anlama, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama" yeterliğine yönelik uygulama

Aşağıda uygulanan MOE'lerin içeriği, bağlamı ve hangi amaç doğrultusunda nasıl geliştirildiğine ilişkin bilgiler verilmiştir. Pilot çalışmada elde edilen bilgiler doğrultusunda modelleme etkinliklerinin ilgili olduğu modelleme yeterlikleri de aşağıda sunulmuştur.

3.3.1. Pikniğe hangi araçla gitsek?

İlgili alan yazından (Doerr ve English, 2003) yararlanılarak oluşturulan bu modelleme etkinliğinde öğrencilerin yakın çevresinde bulunan unsurlar sorunun içine katılmıştır. Öğrencilere okul olarak pikniğe hangi araçla gidilmesinin daha uygun olacağının sorulduğu bu etkinlikte araçların günlük kira bedeli, yakıt masrafları ve yolcu kapasiteleri verilmiştir. Ancak okuldaki 40 öğretmenin her araçta rehber olarak bulunması gerektiği şartı eklenerek soru günlük yaşam bağlamı ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Bu

etkinlikteki amaç verilen değişkenlerle öğrencilerin bir model kurması ve kurulan modelin matematiksel işlemlerle doğruluğunu sorgulayarak yorumlamasıdır. Uygulama esnasında öğrencilere verilen etkinlik örneği EK 6’da sunulmuştur.

3.3.2. Kermes

Kermes modelleme etkinliğinde öğrencilerin dört işlem becerisi, tablo ve grafik oluşturma becerileri ve yeterliliklerini kullanmaları ve bunun yanında modelleme yeterliklerinin öğrenciler tarafından geliştirilmesi beklenmiştir. Bu etkinliğin farklı çözümlerinin olmasının yanında “Pikniğe Hangi Araçla Gitsek” modelleme etkinliğindeki gibi öğrencilerin gerçek yaşamlarında karşılaşılabilecekleri bir durum seçilmiştir. Ayrıca öğrencilerin her yıl okulda düzenlenen kermese aktif olarak katılmaları bu sorunun oluşturulmasının diğer sebebidir. Bu etkinlikte veriler öğrencilere hazır olarak sunulmayıp; yiyecek ve içeceklerin fiyatlarını ile ürünlerden kaçar tane satılacağını ve bu kermese kaç kişinin katılacağını öğrencilerin belirlemesi istenmiştir. Uygulama esnasında öğrencilere verilen etkinlik örneği EK 7’de sunulmuştur.

3.3.3. Göçmen kuşlar

“Göçmen Kuşlar” modelleme etkinliği hazırlanmadan önce Selçuk Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi bölümü öğretim üyeleri ve Beyşehir Gölü Milli Parkı yetkilileri ile görüşülmüştür. Modelleme etkinliğinin gerçek yaşamla ilişkilendirilmesine yönelik adı geçen göle hangi kuşların kaçar tane geldiği bilgileri alınmıştır. Ancak bu sayıların ilkökul matematik programı göz önüne alınarak bu düzeyde bir soru hazırlamanın mümkün olmadığı görülmüştür. Alınan bilgiler bağlamında gerçeğe yakın olarak; leylek, ördek ve toy kuşunun 2019 yılında kaçar tane geleceği öğrencilere sorulmuştur. 2018 ilkökul matematik dersi öğretim programında yer alan öğrenme ve alt öğrenme alanları ile ilişkilendirilerek oluşturulan bu modelleme etkinliğinde öğrencilerin dört işlem, matematiksel muhakeme ve örüntü oluşturma becerilerini kullanmaları beklenilmektedir. Öğrencilerin 2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarına bakarak bir örüntü oluşturmaları ve 2019 yılında kaç kuşun geleceğini bulmaları (tahmin etmeleri) istenmiştir. Uygulama esnasında öğrencilere verilen etkinlik örneği EK 8’de sunulmuştur.

3.3.4. Kim koşsun?

“Kim Koşsun?” modelleme etkinliği hazırlanmadan önce Konya’da faaliyet gösteren Anadolu Yüzme Kulübü antrenörleri ile görüşülerek yarışmaya sporcu seçiminde zorlandıkları tespit edilmiştir. 8 tur sonunda en fazla 1. olan yüzücünün mü, yoksa toplamda en iyi skoru (zaman olarak en az olma durumu) yapan yüzücünün mü yarışa katılacağı sorusundan hareketle etkinlik oluşturulmuştur. Ancak İlkokul Matematik Dersi Öğretim programında bulunmayan “salise” kavramının sorunun içinde yer alması gerekliliğinden dolayı etkinlik yüzme sporundan koşu sporuna revize edilmiş ve “Kim Yüzsün?” yerine “Kim Koşsun?” başlığıyla oluşturulmuştur. Öğrenciler sekiz tur sonunda toplam zamanı en az olan sporcu mu yoksa toplam süresi az olan; ancak birinciliği daha fazla olan sporcu mu seçmeleri konusunda ikilemde bırakılmış ve bu noktada öğrencilerden bir model geliştirmeleri beklemiştir. Bu modelleme etkinliğinde dört işlem, zamanı ölçme ile yorumlama ve veri işleme öğrenme alanları ile ilişkilendirilmiştir. Uygulama esnasında öğrencilere verilen etkinlik örneği EK 9’da sunulmuştur.

3.3.5. Hangi akülü aracı kiralasak?

İlk dört etkinlikten farklı olarak “Akülü Araç” sorusunun cevabı öğrencileri ikilemde bırakmayacak netlikte oluşturulmuştur. Öğrenciler burada okulun yakınında bulunan “Selçuklu Trafik Eğitim Parkından” akülü araç kiralayarak, trafik kurallarını öğrenmeye çalışan Ayça ve Ahmet dahil olmak üzere 9 arkadaşın hangi akülü aracı kiralaması gerektiği konusunda onlara yardımcı olacaktır. Oluşturulan etkinlikte akülü araçlar 1, 2 ve 4 kişilik olup, akülü araçların kiralama süresi ile ilgili gerekli gereksiz bilgiler tabloda verilmiştir. Öğrencilerin 15 ve 45 dakikalık araç kiralama fiyatlarını göz önünde bulundurmamaları beklenmektedir. 2 ve 4 kişilik araçların daha ekonomik olması durumuna karşılık aynı tip 3 araçtan kiralayana özendirme uygulanması şartının, öğrencileri sorunun çözümüne dair ikilemde kalmalarına yol açması beklenmektedir. Ayrıca Ahmet ve Ayça’nın tek kişilik araçlara binmesi sorunun bir diğer şartıdır. 2018 İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında bulunan sayılar öğrenme alanına ait dört işlem alt öğrenme alanını ile ilişkilendirilmiştir. Uygulama esnasında öğrencilere verilen etkinlik örneği EK 10’da sunulmuştur.

3.3.6. Büyük ayak

Kermes modelleme etkinliğinde olduğu gibi öğrencilere hazır bir veri setinin verilmediği “Büyük Ayak” (Lesh ve Doerr, 2003a) modelleme etkinliği alan yazından alınmıştır. Öğrencilerin ilişkilendirme, muhakeme ve dört işlem becerisinin değerlendirilmesine yönelik olan bu modelleme etkinliğinde öğrencilerden kendi vücut ve uzuvlarının ölçülerinden yola çıkarak; kumda bırakılan ayak izinden, ayak izinin sahibinin boy uzunluğunu ve kilosunu bulmaları istenmiştir. Uygulama esnasında öğrencilere verilen etkinlik örneği EK 11’de sunulmuştur.

3.3.7. Çiftçi Hüseyin Amca

“Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliği geometri öğrenme alanı ile ilişkili olup kare ve dikdörtgenin kenar uzunlukları alt öğrenme alanında yer almaktadır. Boyu eninin 2 katı olan dikdörtgen şeklindeki alana dikilebilecek zeytin ağaçları sayısı bağlamında geliştirilen modelleme etkinliği; zeytin ağaçlarının köklerinin uzama durumları ile ağaç dallarının uzaması ilişkilendirilerek öğrencilerin problemi gerçek yaşam durumuyla ele almaları beklenmektedir. Ağaçların kaç metre arayla ve toplam kaç ağacın dikilmesi gerektiği öğrencilere sorulmuştur. Uygulama esnasında öğrencilere verilen etkinlik örneği EK 12’de sunulmuştur.

3.3.8. Dubayı nasıl oluştursak?

“Dubayı Nasıl Oluştursak?” modelleme etkinliği ilkökul matematik dersi öğretim programında geometri öğrenme alanıyla ilintili olup öğrencilerden 1, 2, 3 ve 4 metrelik plastik küplerle alanı en geniş ve onlara göre en kullanışlı olan, çevresi 48 metreyi geçmeyen bir duba oluşturmaları istenmiştir. Bu modelleme etkinliğinde gereksiz bilgi olarak verilen “dubanın kıyıdan 20 metre uzakta oluyor olması” öğrencilerin soruyu farklı şekilde algılamalarına yol açmıştır. Öğrenciler yorumlamalar yaparak sorunun çözümüne ulaşmışlardır. Modelleme etkinliğinde “Dikdörtgenin uzun kenarı ve kısa kenarı arasındaki fark azaldıkça oluşacak şeklin alanının artması” durumunu öğrencilerin fark etmeleri ve soruyu gerçek yaşamla ilişkilendirerek matematiksel dilde ifade etmeleri beklenmiştir. Uygulama esnasında öğrencilere verilen etkinlik örneği EK 13’de sunulmuştur.

3.3.9. Hava durumu

“Hava Durumu” problemi alan yazından (Doerr ve English, 2003) alınarak öğrencilerin düzeyine göre uyarlanmıştır. Tatile çıkmak için turizm şirketi yetkilisine mektup yazan iki farklı müşteriye yardım etme bağlamında oluşturulan soruda öğrencilerin farklı değişkenleri inceleyerek modelleme yeterliklerini gerçekleştirmeleri beklenmiştir. İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında bulunan sayılar öğrenme alanı ile ilintili olan modelleme etkinliği öğrencilerin dört işlem becerisini ve matematiksel muhakeme yeterliliğini geliştirmeye yönelik oluşturulmuştur. Uygulama esnasında öğrencilere verilen etkinlik örneği EK 14’de sunulmuştur.

MOE’ler, uygulama sürecine başlanmadan önce bir sınıf öğretmeni ve Türkçe öğretmeni tarafından gözden geçirilmiş, yazım hataları ve anlam bozuklukları ile ilgili geri dönütler alınmıştır. Bu görüşler doğrultusunda modelleme etkinliklerindeki eksiklikler giderilmiştir. Etkinliklerin hazırlanması ve uygunluğunun değerlendirilmesi iki alan uzmanı ile gerçekleştirilmiş ve alınan dönütler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca etkinliklerin uygulama sırası İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında bulunan kazanımlar doğrultusunda belirlenmiştir. Doğal sayılarda işlemler, örüntü ve 3. sınıf programında da yer alan veri işleme gibi sıralamada önde olan öğrenme alanları ilk etkinlikler arasında yer alırken; ölçme öğrenme alanında bulunan uzunluk, çevre, alan ve zaman ölçmeyi içeren etkinlikler sonraki haftalarda uygulanmıştır.

Uygulanan MOE’lere ait öğrenme alanları, alt öğrenme alanları ve 2018 ilkokul matematik dersi öğretim programında bulunan ilgili kazanımlar aşağıdaki Tablo 3.4.’de verilmiştir. Ayrıca Tablo 3.4’de verilen ilgili kazanımların açıklamaları EK-16’da sunulmuştur.

Tablo 3.3. MOE’lerin ilköğretim matematik dersi program içeriğine ilişkin bilgileri

UYGULANAN MOE	İLGİLİ ÖĞRENME ALANI	İLGİLİ ALT ÖĞRENME ALANI	PROGRAMDA YER ALAN İLGİLİ KAZANIMLAR
1. Pikniğe Hangi Araçla Gitsek?	Sayılar ve İşlemler	Doğal Sayılar, Doğal Sayılarla Toplama İşlemi, Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi, Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi, Doğal Sayılarla Bölme İşlemi,	M.4.1.2., M.4.1.2.1., M.4.1.3., M.4.1.3.1., M.4.1.4., M.4.1.4.1., M.4.1.5., M.4.1.5.1.
	Ölçme	Bölme İşlemi,	M.4.3.1., M.4.3.1.4.
	Veri İşleme	Uzunluk Ölçme	M.4.4.1., M.4.4.1.3.

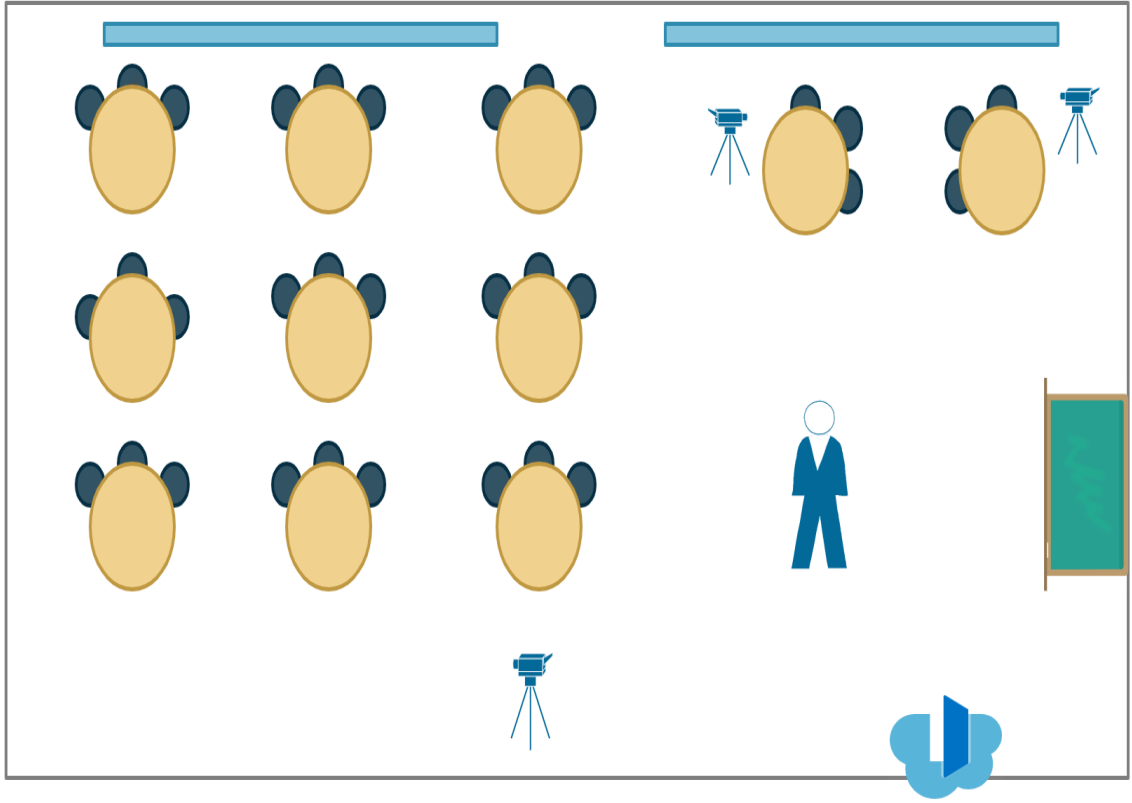
Veri Toplama ve Değerlendirme			
2. Kermes	Sayılar ve İşlemler	Doğal Sayılar, Doğal Sayılarla	M.4.1.2., M.4.1.2.1.,
		Toplama İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.3., M.4.1.3.1.,
		Çıkarma İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.4., M.4.1.4.1.,
	Veri İşleme	Çarpma İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.5., M.4.1.5.1.
		Bölme İşlemi,	M.4.4.1., M.4.4.1.3.
Veri Toplama ve Değerlendirme			
3.Göçmen Kuşlar	Sayılar ve İşlemler	Doğal Sayılar, Doğal Sayılarla	M.4.1.1.6., M.4.1.2.,
		Toplama İşlemi,	M.4.1.2.1., M.4.1.3.,
		Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi,	M.4.1.3.1., M.4.1.4.,
		Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi,	M.4.1.4.1., M.4.1.5.,
		Doğal Sayılarla Bölme İşlemi,	M.4.1.5.1.
4. Kim Koşsun?	Sayılar ve İşlemler	Doğal Sayılar, Doğal Sayılarla	M.4.1.2., M.4.1.2.1.,
		Toplama İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.3., M.4.1.3.1.,
		Çıkarma İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.4., M.4.1.4.1.,
		Çarpma İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.5., M.4.1.5.1.
		Ölçme	Bölme İşlemi,
	Veri İşleme		M.4.3.1., M.4.3.4.
		Uzunluk Ölçme, Zaman Ölçme	M.4.4.1., M.4.4.1.3.
Veri Toplama ve Değerlendirme			
5.Hangi Akülü Aracı Kiralacak?	Sayılar ve İşlemler	Doğal Sayılar, Doğal Sayılarla	M.4.1.2., M.4.1.2.1.,
		Toplama İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.3., M.4.1.3.1.,
		Çıkarma İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.4., M.4.1.4.1.,
		Çarpma İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.5., M.4.1.5.1.,
	Veri İşleme	Bölme İşlemi,	M.4.4.1., M.4.4.1.3.
Veri Toplama ve Değerlendirme			
6. Büyük Ayak	Sayılar ve İşlemler	Doğal Sayılar, Doğal Sayılarla	M.4.1.2., M.4.1.2.1.,
		Toplama İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.3., M.4.1.3.1.,
		Çıkarma İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.4., M.4.1.4.1.,
		Çarpma İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.5., M.4.1.5.1.
		Ölçme	Bölme İşlemi,
	Veri İşleme		M.4.3.1., M.4.3.1.4.
		Uzunluk Ölçme	M.4.4.1., M.4.4.1.3.
Veri Toplama ve Değerlendirme			

Tablo 3.3. (Devam)MOE'lerin ilköğretim matematik dersi program içeriğine ilişkin bilgileri

7.Çiftçi Hüseyin Amca	Sayılar ve İşlemler	Doğal Sayılar, Doğal Sayılarla Toplama İşlemi, Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.2., M.4.1.2.1., M.4.1.3., M.4.1.3.1., M.4.1.4., M.4.1.4.1.,
	Ölçme	Çarpma İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.5., M.4.1.5.1.
	Veri İşleme	Bölme İşlemi	M.4.3.1., M.4.3.2., M.4.3.3.
		Uzunluk Ölçme, Çevre Ölçme, Alan Ölçme	M.4.4.1., M.4.4.1.3.
		Veri Toplama ve Değerlendirme	
8.Dubayı Nasıl Oluştursak?	Sayılar ve İşlemler	Doğal Sayılar, Doğal Sayılarla Toplama İşlemi, Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.2., M.4.1.2.1., M.4.1.3., M.4.1.3.1., M.4.1.4., M.4.1.4.1.,
	Ölçme	Çarpma İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.5., M.4.1.5.1.
	Veri İşleme	Bölme İşlemi	M.4.3.1., M.4.3.2.,
		Ölçme	M.4.3.3.,M.4.3.3.1.,
		Veri İşleme	M.4.3.3.2., M.4.4.1., M.4.4.1.3.
9.Hava Durumu	Sayılar ve İşlemler	Doğal Sayılar, Doğal Sayılarla Toplama İşlemi, Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.2., M.4.1.2.1., M.4.1.3., M.4.1.3.1., M.4.1.4., M.4.1.4.1.,
	Veri İşleme	Çarpma İşlemi, Doğal Sayılarla	M.4.1.5., M.4.1.5.1.
		Bölme İşlemi	M.4.4.1., M.4.4.1.3.
		Veri Toplama ve Değerlendirme	

3.4.Araştırma Ortamı

Araştırmanın uygulamaları üç farklı ortamda gerçekleştirilmiştir. Pilot ve asıl uygulamanın gerçekleştirileceği sınıfın düzenlemesi yapılarak araştırmaya uygun fiziki yapının oluşturulması amaçlanmıştır. Araştırma sürecinin yürütüldüğü bilişsel eğitim sınıfına ait temsil aşağıda Şekil 3.2.'de verilmiştir. Grup sunumları doğal sınıf ortamında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca klinik görüşmeler öğrencilerin öğrenim gördükleri sınıfla aynı katta bulunan masal odasında gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin sınıflar arası geçişleri zamanın etkili kullanımı adına birbirine yakın yerlerden seçilmiştir.



Şekil 31 Araştırmanın yapıldığı bilişsel eğitim sınıfı

3.5. Araştırmacının Rolü

Araştırmacı, araştırmanın veri toplama süresince hem araştırmacı hem de öğretmen rolünde sürece aktif olarak katıldığından “gözlemci olarak katılımcı” sıfatıyla araştırmaya dâhil olmuştur (Merriam, 2013). Nitel araştırmalarda araştırmacı çalışma grubuyla doğrudan etkileşimde bulunmakta ve çalışma grubunun deneyimlerini yoğun bir şekilde tecrübe etmekte, elde ettiği bu tecrübeleri veri setinin çözümlemesinde kullanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Araştırmanın pilot uygulama süreci diğer sınıfla devam ederken esas uygulamanın yapılacağı sınıfla etkili bir iletişim gerçekleştirme ve öğrencileri MOE’lere alıştırma adına sınıf öğretmeni ile gerekli görüşmeler yapılarak haftada bir ders saati olmak üzere açık uçlu sorular çözülmüştür. Bu süreç içinde araştırmacı sınıftaki öğrencilere ismi ile hitap edecek kadar onları tanımış ve sınıfın genel yapısı ile ilgili bilgi sahibi olmuştur. Bu çalışmalar hem araştırma grubunun belirlenmesinde hem de verilerin toplanıp analiz edilmesinde araştırmacıya kolaylık sağlamıştır. Nitel araştırmaların doğasına uygun olarak araştırmacı veri toplama sürecinde etkin rol almıştır. Ayrıca hazırlanan MOE’lerin üçü ilgili alan yazından uyarlanmış, altısı araştırmacı tarafından

hazırlanmıştır. Çalışmanın yapıldığı bilişsel eğitim sınıfında uygulamalar yapılmadan önce fiziksel düzenleme yapılarak grup içi etkileşimin daha iyi olması amaçlanmıştır. Araştırma süresince sınıfın öğretmeni ile belirlenen zamanlarda iletişim kurularak hem etkinlikler öncesi verilen MOE'lerin bağlamına uygun çalışmalar aktarılmıştır hem de araştırma ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Uygulama öncesinde öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya çıkarmaya yönelik yönlendirici olmayan sorular hazırlanmıştır. Bu soruların amacı öğrencilerin MOE'leri etkili bir şekilde çözmelerini ve modelleme yeterliklerindeki gelişimi sağlamaktır. Sınıf öğretmenin uygulama esnasında sınıfta bulunması, öğrencilerin MOE'lere daha etkin bir şekilde katılmalarını sağladığı için öğretmenin uygulama süresince sınıfta kalması sağlanmıştır. İki ders saati boyunca süren etkinlik sonrası öğrenciler bir ders saati boyunca çözümlerini sunmuşlardır. Araştırmacı, bu çözümler esnasında kılavuz öğretmen görevini üstlenmiş sunum yapan grup ile sınıfın diğer üyeleri arasında etkili bir iletişim sağlamaya çalışmıştır.

Araştırma süreci devam ederken Co-vid 19 salgını nedeni ile son grup çalışması ve son klinik görüşme yüz yüze gerçekleştirilememiştir. Araştırmacı ve tez izleme komitesi üyeleri gerekli görüşmeleri yaparak çalışmanın son iki uygulamasını uzaktan yapılmasına karar vermiştir. Bu uygulamalar gerçekleşmeden önce öğrencilerin teknolojik alt yapıları ve teknoloji kullanma yeterlikleri ile ilgili sınıf öğretmeni ve öğrenci velileri ile görüşülmüştür. Sınıf öğretmenin Zoom programı üzerinden ders yaptığı ve öğrencilerin bu programa alışkın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Son iki uygulamanın ilerleyen zaman dilimlerine bırakılmaması ve uzaktan yapılmasının sebebi, öğrencilerin modelleme etkinliklerine tekrardan alışmalarının zaman alacağının düşünülmesidir. Ayrıca araştırmanın önemli bir kısmının tamamlanmış olması kalan son iki haftalık uygulamanın gerçekleştirilmesinin bir diğer sebebidir. Uzaktan yapılan uygulamalar sonucunda verilerin video olarak kaydedilmesi ve öğrencilerle birebir etkileşim halinde olunması veri kaybını en aza indirmiştir. Bu bağlamda matematiksel modelleme uygulamalarının uzaktan yapılabilirliği konusunda bir görüş oluşmuştur.

3.6. Pilot Uygulama

Araştırmanın pilot uygulaması 2019-2020 eğitim öğretim yılının 1. döneminde Konya'da bulunan aynı okulun farklı bir 4. sınıfında aynı modelleme etkinlikleri uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamanın amacı esas uygulama öncesi MOE'lerin öğrencilerin ortaya koyacağı modelleme yeterliklerin ve alt yeterliklerin belirlenmesindeki

kullanışlılığının belirlenmesidir. Ayrıca araştırmacının deneyim kazanması ve süreç içinde yaşanabilecek olası sorunları belirleyip gerekli önlemlerin alınmasını sağlamaktır. Pilot uygulamanın yapılacağı sınıfın öğretmeni bilgilendirilmiş, modelleme etkinliklerinin uygulanmasına yönelik esaslar aktarılmıştır. Etkinliklerin gerçekleştirileceği süreçle ilgili gerekli planlamalar yapılmıştır. Tablo 2.1.'de sunulduğu gibi uygulama takvimi öğretmenin etkinlik planları göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Bu bağlamda MOE'ler belirlenen günlerde 2. ve 3. ders saati uygulanıp öğrenci çözümlerinin 4. ders saatinde yapılması planlanmıştır.

Uygulama sonucunda öğrencilerden çözüm ve sunum esnasında gelen dönütler ve karşılaşılan zorluklar dikkate alınarak sorularda düzeltmeye gidilmiştir.

- “Pikniğe Hangi Araçla Gitsek?” modelleme etkinliğinde öğrencilerin midibüs aracının büyüklüğünü bilmemeleri ve minibüs ile karıştırmaları neticesinde üç farklı aracın görseli soruya eklenmiştir.
- “Kim Koşsun” modelleme etkinliğinde İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programda yer almayan uzunluk ölçüsü birimi sorudan çıkartılarak soru program dahilinde düzenlenmiştir. Ayrıca koşuların aralıklarla yapılmamasının atletlerin performansını etkileyebileceği pilot çalışma esnasında öğrenciler tarafından belirtilerek soru ile ilgili düzenleme yapılmıştır.
- “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde ise tarlanın en ve boy uzunluğu öğrencilere hazır olarak verilmiş olup yapılan pilot uygulama sonucunda öğrencilerin tarlanın enini ve boyunu bulmaları gereken şekilde modelleme etkinliği düzenlenmiştir.

Maaß (2006)'a göre sürecin genel değerlendirmesi sonucunda öğrencilerin konu bağlamı ile ilgili daha önceden bilgi sahibi olmalarının modelleme durumunu daha anlaşılır hale getirecektir. Bu durum üzerine esas uygulamada öğrencilere modelleme etkinliğinin bağlamı ile ilgili ısındırma çalışması yapılarak gerekli ön çalışma yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin yapmaları istenen çalışmalar modelleme bağlamı ile ilgili araştırma ve resim yapmanın yanında konu ile ilgili şiir ya da kompozisyon yazmalarıdır.

Ön uygulama gerçekleştirilirken öğrenciler üçerli gruplara ayrılmışlardır. Öğrencilerin o günkü devam durumuna göre bazı gruplar ikişerli ya da dörderli oluşturulmuştur. İkişerli olan gruplarda bireysel çalışmanın yapıldığı, dörderli olan gruplarda da öğrencilerin kendi aralarında ikişer ikişer gruplara ayrıldığı görülerek grupların üçerli oluşturulmasına karar verilmiştir. Ayrıca okulda bulunan sınıflar klasik

oturma düzeni ile eğitim-öğretime devam ettiği için araştırma, okulda bulunan bilişsel eğitim sınıfında uygulanmıştır. Bu sınıflar öğrencilerin grup çalışması yaparak birbirleriyle daha etkili iletişim kurmalarını sağlayacak nitelikte masa-sandalye düzenine sahiptir. Araştırma süresince öğrencilerin grupça etkileşimde bulunmaları ve bir öğrencinin yaptığı çalışmayı diğer öğrencinin görebilmesi uygulamaların sağlıklı bir şekilde yürütülmesi için önemlidir. Bu değerlendirme sonucunda oturma düzeni öğrencilerin birbirleri ile etkileşimli olacakları şekilde gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamaya ilişkin bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Tablo 3.4. *Pilot uygulamanın yapıldığı tarih ve etkinlik türleri*

Etkinliği Uygulama Tarihi	Uygulanan Etkinlik	Etkinlik Türü
01.10.2019	Pikniğe Hangi Araçla Gitsek?	Ön Klinik Görüşme
03.10.2019	Kermes	1. Matematiksel modelleme grup uygulaması
10.10.2019	Göçmen Kuşlar	2. Matematiksel modelleme grup uygulaması
17.10.2019	Kim Koşsun?	3. Matematiksel modelleme grup uygulaması
22.10.2019	Hangi Akülü Aracı Kiralasan?	Ara Klinik Görüşme
24.10.2019	Büyük Ayak	4. Matematiksel modelleme grup uygulaması
31.10.2019	Çiftçi Hüseyin Amca	5. Matematiksel modelleme grup uygulaması
07.11.2019	Dubayı Nasıl Oluştursak?	6. Matematiksel modelleme grup uygulaması
14.11.2019	Hava Durumu	Son Klinik Görüşme

3.7. Verilerin Toplanması

Araştırmaya katılan öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini ve bu yeterliliklere ait alt yeterliklerinin belirlenmesine ilişkin bilgiler klinik görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Klinik görüşmeler grup uygulamalarının yapılmasından iki gün önce gerçekleştirilmiştir. Klinik görüşmelerin, grup uygulamalarının ve süreç sonunda gerçekleştirilen öğrenci sunumları aynı katta bulunan farklı sınıflarda yapılmıştır. Bu durumun sebebi uygulamaların yapılacağı sınıfların etkinliğin yapısına uygun olmasıdır. Örneğin klinik görüşmeler okul ziliinin duyulmadığı ve öğrencilerin dikkatinin

dağılmayacağı masal odasında, grup çalışmaları öğrenci etkileşiminin gerçekleşmesine uygun bilişsel eğitim sınıfında ve grup sunumları öğrencilerin öğrenim gördükleri sınıfta gerçekleştirilmiştir. Klinik görüşmeler yaklaşık bir ders saati sürmüş ve öğrencilerle birebir yapılarak video ile kayıt altına alınmıştır. Klinik görüşmeler sonucunda elde edilen veriler, alan notları ve video kayıtları incelenmiştir. Klinik görüşmeler süresince öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirlemeye ve geliştirmeye yönelik sorular sorulmuştur. Grup çalışmaları ise yaklaşık iki ders saati sürmüş olup önceden belirlenmiş üçer kişiden oluşan öğrenci grupları ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin gruplarla yaptıkları çalışmalar süresince sordukları sorulara yönlendirme yapmadan cevap verilmiştir. Bunun yanında klinik görüşmelerde olduğu gibi sınıfın tamamına modelleme yeterliklerinin belirlenmesine yönelik sorular sorulmuştur. İki ders süren etkinlikler sınıfı farklı açılardan gören üç kamera ile kayıt altına alınmıştır. Ayrıca etkinliklerin uygulanması aşamasında sınıfın öğretmeni ile görüşülerek öğrencilerin konu eksiğinin olmamasına dikkat edilmiştir. Sonraki haftalarda uygulanacak MOE'ler İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında bulunan kazanımlar dikkate alınarak, öğrenci öğrenmelerine katkı sağlayacak şekilde hazırlanmıştır. MOE'ler İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programındaki zamanlama dikkate alınarak uygulanmıştır. Ön klinik görüşmeden sonra Tablo2.3.'de verilen tarihlerde üç grup çalışması, ardından bir klinik görüşme, üç grup çalışması ve son klinik görüşme yapılmıştır. Etkinlikler sırasında öğrencilerin modelleme yeterliğini ortaya çıkarmaya yönelik sorular sorulmuştur. Bu sorulardan bazıları aşağıda sunulmuştur:

- Gerçek yaşamda böyle bir durum olabilir mi?
- Çözmeniz gereken problem durumunu kendi cümlelerinizle bana/arkadaşlarınıza aktarır mısınız?
- Sizce bu problemin çözüm için önemli olan bölümleri nelerdir?
- Problem durumunu çözmek için neler yapmayı, uygulamayı düşünüyorsunuz?
- Çözüme ulaşmak için hangi matematiksel işlemleri yapmalısınız?
- Farklı bir çözüm öneriniz var mı?
- Sizce çözümünüz doğru bir çözüm mü, daha uygun bir çözüm bulabilir misiniz?
- Çözümünüz gerçek yaşam durumu ile ilişkili mi?

Öğrencilere araştırma süresince uygulanan MOE'ler, araştırmanın en önemli bileşeni olup öğrencilerin gerçek yaşamlarında karşılaşılabilecekleri durumlar göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Model oluşturma etkinliklerinin uygulanacağı haftanın iki

gün öncesinden öğrencilerden konu bağlamına uygun araştırma yapmaları istenmiştir. Ayrıca uygulanan MOE'ler sonraki hafta uygulanacak MOE ile öğrenme alanı ve modelleme yeterlikleri bağlamında ilişkilendirilmiştir. Örneğin “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde alan hesaplaması ile ilgili bir etkinlik uygulanırken bir sonraki etkinlik olan “Dubayı Nasıl Yapsak?” etkinliği hem alan ölçme hem de “anlama, matematikselleştirme, matematiksel çalışma ve yorumlama” modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi için uygulanmıştır. MOE'ler İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında bulunan kazanımlar çerçevesinde oluşturulmuştur.

Sınıf öğretmeni ile yapılan değerlendirmeler sonucunda üçer kişilik heterojen gruplar oluşturulmuştur. Bu gruplar öğrencilerin ders notları ve birbirleriyle olan uyumlarına göre oluşturulmuş olup ikinci haftada iki farklı grubun üyeleri kendi aralarında değişim yapmak istemiş ve bu değişim uygulanmıştır. Etkinlikler gerçekleştirilirken üç farklı kamera kullanılmıştır. Bu kameralardan biri sınıfın genelindeki etkinlikleri kaydederken diğerleri ise odak katılımcıların etkinliklerini kaydetmiştir. Uygulama, okulun 3. katında bulunan ve sınıfın bitişiğinde yer alan bilişsel eğitim sınıfında yapılmıştır. Modelleme etkinliklerinin yapısına göre uygulamalar yaklaşık iki ders saati süresince gerçekleştirilmiştir. Çözüm süreci boyunca araştırmacı modelleme yeterlikleri ve alt yeterliklerinin oluşmasına yönelik sorular yöneltmiştir. Bulunan çözümlerin sunumunda grup üyeleri kendi aralarında iş bölümü yaparak ulaştıkları modelleri, farklı çözüm yollarını ve matematiksel modelleme sürecini gerçekleştirme durumlarını kendi sınıflarında arkadaşlarına bir ders saati süresince sunmuşlardır. Bu sunumlar esnasında araştırmacı ve öğretmen sınıfta moderatör rolünü üstlenmiştir. Sunumlar 8-10 dakika sürmüş olup bir ders saati süresinde 5-6 grup çözümünü sunmuştur. Bir ders saatinin yetmediği durumlarda sınıfın öğretmeninden izin alınarak sunumlar bir sonraki derste devam ettirilmiştir. Video kaydına alınan sunumlarda, sınıfta tartışma ortamı yaratılarak sunum yapan öğrencilerin modellerini savunmaları sağlanmıştır. Bu sunumlardaki amaç, sunan öğrencilerin kendilerini ifade etme yeterliğini ve sınıftaki diğer öğrencilerin soru sorma becerisini geliştirmektir. Ancak sunumların asıl amacı öğretim deneyi uygulamasında bulunan “öğrenci öğrenmelerinin” belirlenmesi ve geliştirilmesini sağlamaktır.

Sunumlar sırasında öğrencilerin çözümlerine sınıf arkadaşları tarafından eleştiriler, katkılar ve alternatif çözüm önerileri getirmeleri istenmiştir. Ayrıca bu alternatif çözüm önerileri, bir sonraki hafta uygulanacak olan MOE'ye öğrencilerin farklı çözüm önerileri getirmelerine yardımcı olması bakımından önemlidir. Modelleme etkinliğinin bağlamına göre sınıftan dört ya da beş gruba sunum yaptırılmıştır. Öğrenci sunuları tamamlandıktan

sonra araştırmacı öğrenci görüşleri doğrultusunda örnek bir çözüm gerçekleştirmiştir. Bu çözüm esnasında öğrencilerin sonraki haftalarda uygulanacak etkinliklerdeki modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik öğrencilere sorular sorulmuştur. Verilen cevaplar üzerinde tartışılarak uygun cevaplar üzerine ortak bir çözüm bulunmuştur. Örnek çözüm uygulamasında modelleme yeterliklerine uygun açıklamalar sırası ile verilerek öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Araştırma süreci devam ederken tüm dünyada ve ülkemizde yaşanan Covid-19 salgını nedeniyle araştırmanın son iki etkinliği yüz yüze gerçekleştirilememiştir. Bu doğrultuda Çelikkol (2016)’dan uyarlanan “Soğan Dikimi” etkinliği ön uygulama olarak öğrencilerle Zoom programı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada herhangi bir sorun yaşanmadığı görülmüş ve bunun üzerine son iki etkinlik olan “Dubayı Nasıl Oluştursak?” grup olarak ve “Hava Durumu” etkinliği ise klinik görüşme şeklinde yine aynı programla uygulanmıştır. Uygulama süresince yapılan klinik görüşmelerin ve grup çalışmalarının süreleri aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 5.5. Klinik görüşmelerin ve grup çalışmalarının süreleri

Etkinlik	Süre	Etkinlik	Süre
Pikniğe Hangi Araçla Gitsek? Ön klinik görüşme (Ayhan)	30’25’’	Hangi Akülü Aracı Kiralasak? Ara klinik görüşme (Serra)	26’50’’
Pikniğe Hangi Araçla Gitsek? Ön klinik görüşme (Selen)	35’53’’	Hangi Akülü Aracı Kiralasak? Ara klinik görüşme (Eren)	28’22’’
Pikniğe Hangi Araçla Gitsek? Ön klinik görüşme (Muhsin)	29’34’’	Hangi Akülü Aracı Kiralasak? Ara klinik görüşme (İnci)	27’30’’
Pikniğe Hangi Araçla Gitsek? Ön klinik görüşme (Serra)	35’32’’	Büyük Ayak (Profesyoneller)	60’29’’
Pikniğe Hangi Araçla Gitsek? Ön klinik görüşme (Eren)	41’05’’	Büyük Ayak (Matematik Ustaları)	50’50’’
Pikniğe Hangi Araçla Gitsek? Ön klinik görüşme (İnci)	41’19’’	Çiftçi Hüseyin Amca (Profesyoneller)	53’45’’
Kermes (Profesyoneller)	53’00’’	Çiftçi Hüseyin Amca (Matematik Ustaları)	52’27’’
Kermes (Matematik Ustaları)	50’11’’	Dubayı Nasıl Oluştursak? (Profesyoneller)	37’21’’
Göçmen Kuşlar (Profesyoneller)	37’02’’	Dubayı Nasıl Oluştursak? (Matematik Ustaları)	57’16’’

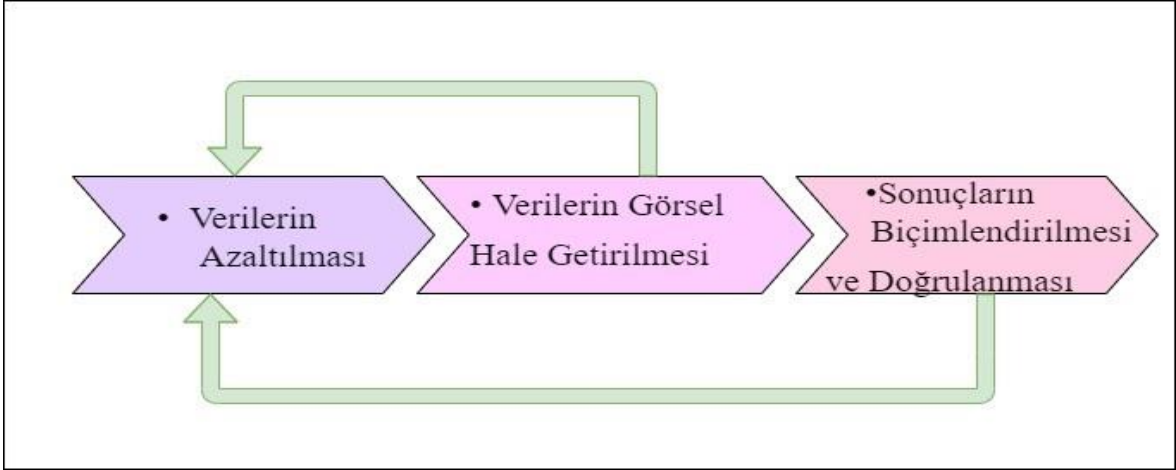
Tablo 3.5. (Devam) *Klinik görüşmelerin ve grup çalışmalarının süreleri*

Göçmen Kuşlar (Matematik Ustaları)	39'38"	Hava Durumu Son klinik görüşme (Ayhan)	42'02"
Kim Koşsun? (Profesyoneller)	42'09"	Hava Durumu Son klinik görüşme (Selen)	50'37"
Kim Koşsun? (Matematik Ustaları)	46'51"	Hava Durumu Son klinik görüşme (Muhsin)	39'55"
Hangi Akülü Aracı Kiralacak? Ara klinik görüşme (Ayhan)	25'47"	Hava Durumu Son klinik görüşme (Serra)	40'11"
Hangi Akülü Aracı Kiralacak? Ara klinik görüşme (Selen)	22'06"	Hava Durumu Son klinik görüşme (Eren)	51'46"
Hangi Akülü Aracı Kiralacak? Ara klinik görüşme (Muhsin)	23'36"	Hava Durumu Son klinik görüşme(İnci)	74'27"

3.8. Verilerin Analizi

Bu araştırmanın amacı, tasarlanan öğrenme ortamında ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin süreç içerisindeki gelişimini incelemektir. Araştırma sürecinde veriler gözlem, görüşme, öğrenci çalışma kağıtları, alan notları ve video kayıtlarından elde edilmiştir. Veri analizi sırasında video kayıtları, öğrenci çalışma kâğıtları, araştırmacı günlüğü, alan notları ve öğrenci etkinliğe ısındırma çalışmaları bir araya getirilerek sarmal bir bütünlük içinde analiz edilmiştir. Farklı araçlardan elde edilen veriler sürekli karşılaştırılmış, verilerin tamamı içerik analizi tekniği kullanılarak çözümlenmiştir. İçerik analizinde temelde yapılan işlem birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde düzenleyerek yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). İçerik analizinin ilk aşaması, araştırma sonucunda elde edilen veri setinin kodlanmasıdır. Bu doğrultuda elde edilen veriler ayrı ayrı incelenerek öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri ve bu yeterliklere ilişkin alt yeterliklerine ait matematiksel modelleme sürecinin nasıl gerçekleştiğine ait kodlamalar yapılmıştır. Kodların oluşturulmasında matematiksel modelleme döngüsünde yer alan matematiksel kavramların kullanılmasına dikkat edilmiştir.

Araştırma verileri MAXQDA paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca araştırmada öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri ve bu yeterliklere ilişkin alt yeterliklerine ait verilerin analizinde Miles ve Huberman (1984) tarafından geliştirilen üç aşamalı analiz süreci kullanılmıştır.



Şekil 32.3. *Miles-Huberman veri analiz modeli (Miles ve Huberman, 1994)*

Yukarıdaki şekilde gösterilen analiz sürecinin ilk aşaması nitel veri toplama araçları ile elde edilen “*verilerin azaltılması*” bölümüdür. Verilerin azaltılması sürecinde araştırmacı, analiz boyunca verileri düzenleme, işleme ve azaltma sonucunda araştırmanın bağlamına uygun oluşturulan temaların dışında kalan verileri düzenlemektedir (Baltacı, 2017). Verilerin işlenerek azaltılması verilerin kodlanmasında yapılabilecek olası hataları engellemektedir. Araştırmada öğrencilerle yapılan klinik görüşme ve grup etkinlikleri sonrasında elde edilen veriler Miles ve Huberman (1994) tarafından geliştirilen sürecin ilk aşamasının yapısına uygun olarak azaltılmıştır. Örneğin veriler transkript edilerek grup çalışmalarında yöneltilen sorunun bağlamı ile ilgili olmayan öğrenci diyalogları dikkate alınmamıştır. Ayrıca öğrencilerin süreç içinde arkadaşlarına birkaç kez tekrar ettiği durumların sadece bir tanesi dikkate alınmıştır.

Miles ve Huberman’ın (1994) geliştirdiği analiz sürecinin ikinci aşaması “*verilerin görsel hale getirilmesidir*”. Bu aşamada azaltılan verilere ilişkin bilgiler düzenlenir, ilişkilendirilir ve birleştirilir. Azaltılmamış nitel veriler üzerinde çalışma yapmak zor olduğu için azaltılan verilerin çeşitli sunum yöntemleriyle sistematik bir biçime dönüştürülmesine ihtiyaç vardır (Baltacı, 2017). Bu amaçla tablolar, şekiller, grafikler, şemalar gibi görsellerle veriler betimlenir. Bu çalışmada öğrencilerle yapılan etkinlikler sonucunda elde edilen veriler modelleme sürecinin yeterlikleri ve alt yeterlikleri bağlamında tablo, şekil, grafik ve ağlarla görsel hale getirilmiştir. Öğrencilerin modelleme yeterliklerine ait veriler öğrencilerin bilişsel süreçlerini yansıtacak biçimde oklar aracılığıyla verilmiştir. Basamaklar arası geçişi gösteren bu oklar öğrencilerin yaptığı

işlemleri temsil etmektedir. Ayrıca analiz süreci modelleme yeterliklerini ve bu yeterliklere bağlı alt yeterliklerin tablolastırılması şeklinde düzenlenmiştir.

Miles ve Huberman'ın (1994) analiz sürecinin üçüncü aşaması ise “*sonuçların biçimlendirilmesi ve doğrulanmasıdır*”. Verilerin azaltılması ve görsel hale getirilmesindeki temel amaç araştırmanın sonuçlarına ulaşmayı kolaylaştırmaktır. Sonuca ulaşma amacıyla, bu basamakta analiz süresince ulaşılan sonuçlar karşılaştırılır ve araştırmanın olası sonuçları için gerekli anlamlar çıkarılır. Araştırmadan elde edilen verilerin biçimlendirilmesi ile önerme durumları doğrulanır. Doğrulan her önermenin geçerliği belirginleşecektir (Miles ve Huberman, 1994). Araştırmada anlamlı bir bütün oluşturmak ve verilerin doğrulanması amacıyla klinik görüşmelerde ve grup çalışmalarında ulaşılan veriler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu veriler arasındaki kavramsal tutarlılık değerlendirilmiş ve sonuçlar modelleme yeterlikleri bağlamında doğrulanmıştır.

Öğrencilerin MOEler süresince sergilemiş oldukları yeterlikler Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014) tarafından geliştirilen ve Tablo 2.6.'da sunulan modelleme yeterlikleri değerlendirme rubriğinde (MYDR) bulunan açıklamalara göre değerlendirilmiştir. Bu rubrikte modelleme yeterliklerinin farklı düzeylerde değerlendirilebileceği anlaşılmaktadır. Öğrencilerin düzey 1'de(0 puan) yeterlik sergilemeleri yetersiz olduklarını, en üst düzeyde yeterlik sergilemeleri yeterli olduklarını ve bu yeterlikler arasında kalan düzeylerde yeterlik sergilemeleri kısmen yeterli düzeyde performans sergiledikleri kabul edilmiştir. MYDR'nin bu çalışmanın bulgularına göre düzenlenmiş hali EK-18'de sunulmuştur.

Tablo 3.6. *Borromeo Ferri'nin matematiksel modelleme döngüsü ve yeterlikleri ile Maaß tarafından geliştirilen matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri*

Modelleme döngüsü (Borromeo Ferri)	Modelleme yeterlikleri (Borromeo Ferri)	Modelleme yeterlikleri (Blum ve Kaiser aktaran Maaß, 2006)	Modelleme alt yeterlikleri (Blum ve Kaiser aktaran Maaß, 2006)
GD→GYP	Anlama	---	1. Problemde verilenleri istenenleri ifade etme.(A1)
			2. Problem durumunun temsili çizme.(A2)
			3. Problemi önbilgileri ile ilişkilendirme.(A3)
			4. Problemi gerçek yaşam ile ilişkilendirme.(A4)

Tablo 3.6. (Devam)*Borromeo Ferri'nin matematiksel modelleme döngüsü ve yeterlikleri ile Maaß tarafından geliştirilen matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri*

GYP → GM	Sadeleştirme/ basitleştirme	Gerçek durumu anlama ve gerçekliğe dayalı bir model kurma yeterliği	1. Problem durumu için varsayımlarda bulunma, durumu sadeleştirme. (B1) 2. Durumu etkileyen nicelikleri belirleme, onları isimlendirme ve anahtar değişkenleri belirleme. (B2) 3. Değişkenler arasındaki ilişkileri belirleme. (B3) 4. Gerekli/gereksiz bilgiyi ayırarak mevcut bilgiye ulaşma. (B4)
	Matematiksel eştirme	Gerçek modelden matematiksel model kurma yeterliği	1. Problem durumunun çözümüne yönelik verileri matematiksel olarak ifade etme. (C1) 2. İlgili nicelikler arasında sadeleştirme yapma. (C2) 3. Uygun matematiksel gösterimleri seçerek şekil, tablo ve grafiklerle ifade etme. (C3)
MM → MÇ	Matematiksel Çalışma	Oluşturulan Matematiksel model içerisinde matematiksel soruları çözme yeterliği	1. Problemin çözümü için gerekli özümsemeyi yaparak, çözüme yönelik sezgisel stratejiler kullanma. (D1) 2. Problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgi kullanma. (D2)
	Yorumlama	Matematiksel sonuçları gerçek duruma yorumlama yeterliği	1. Matematiksel sonuçları gerçek yaşamla ilişkilendirerek yorumlama. (E1) 2. Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme. (E2) 3. Uygun matematiksel dil kullanılarak problemin çözümünü irdeler ve/veya çözümler hakkında iletişim kurma. (E3)
YÇ → GYP	Doğrulama	Çözümü doğrulama yeterliği	1. Bulduğu çözümler üzerine eleştirel paradigmayla kontroller yapma. (F1) 2. Çözümler durum ile tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme süreci üzerinden tekrar geçme. (F2) 3. Olası çözüm yollarını düşünme veya farklı bir şekilde gelişip/gelişmeyen sonucun üzerine düşünme. (F3) 4. Genel olarak modeli değerlendirme/sorgulama. (F4)

Yukarıdaki Tablo 3.7’de sunulan yeterlikler ve alt yeterlikler, araştırmacı ve bir alan uzmanı tarafından öğrencilerin modelleme durumları ve MOE’ler süresince çözüme yönelik yaklaşımları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Ayrıca İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında yer alan kazanımlara uygun olarak öğrenci göstergeleri belirlenmiştir. Gerçek durumdan gerçek yaşam problemine geçişte kullanılan anlama yeterliğine ait uyarlanan matematiksel modelleme alt yeterlikleri ve göstergeleri Tablo 3.7.’de sunulmuştur.

Tablo 3.7. Gerçek durumdan gerçek yaşam problemine geçişte kullanılan anlama/kavrama yeterliği ve alt yeterlikleri ile olası öğrenci göstergeleri

Modelleme yeterlikleri Maaß (2006)	Modelleme yeterlikleri Blum kaiser	Modelleme yeterlikleri (Blum ve Kaiser aktaran Maaß, 2006)	alt Uyarlanan modelleme yeterlikleri	Öğrenci göstergeleri
			Problemde verilenleri istenenleri ifade etme(A1)	Problem durumunu kendi cümleleri ile ifade eder, verilenlerin, istenenlerin altını çizer.
			Problem durumunun temsilini çizme(A2)	Verilenler ile ilgili bir temsil oluşturur. Zihninde canlanan durumu aktarır.
Anlama	----	----	Problemi ön bilgileri ile ilişkilendirme(A3)	Önceki öğrenmelerinden örnekler verir. Daha önce karşılaşılan benzer problem ile ilişkilendirir.
			Problemi gerçek yaşam ile ilişkilendirme(A4)	Kendi deneyimlerinden örnekler sunar.

Tablo 3.7’de belirtildiği gibi anlama yeterliğine ait alt yeterlikler, Maaß ve Blum ve Kaiser tarafından belirtilmemiş olup bu çalışmanın bulgularından elde edilen veri seti sonunda matematiksel modelleme sürecinin ilk basamağı olarak oluşturulmuştur. Anlama yeterliği dört alt yeterlikten oluşturulmuştur. Bunlar; A1: Problemde verilenleri istenenleri

ifade etme, A2: Problem durumunun temsilini çizme, A3: Problemi önbilgileri ile ilişkilendirme ve A4: Problemi gerçek yaşam ile ilişkilendirme olarak belirlenmiştir.

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde A1 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

“Hüseyin amcanın 5000 metrekairelik bir tarlası varmış. O da verim almak için İlçe Tarım Müdürlüğü’ne gitmiş, oradan bilgiler almış.”

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde A2 alt yeterliğine ilişkin örnekler yukarıdaki şekilde ve öğrenci diyaloglarında verilmiştir.

“Hüseyin amca zeytin ağacı dikecekmiş. Bu yüzden de tarlasına ekeceği için tarlasının boyu eninin 2 katıymış. Toplam 5000 metrekaire imiş ve belirli aralıklarla en fazla ne kadar dikebileceğini bulmak istiyoruz. Hüseyin amca İlçe Tarım Müdürlüğü’ne gitmiş oradan bilgiler almış”

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde A3 alt yeterliğine ilişkin örnekler şöyledir.

Muhsin: Anladım. Denizlerde kazıklar dimdik gider ya. Kazık dediği dik gidiyor. Saçak böyle yana gidiyor.

Selen: Bizim dediğimiz gibi yani.

Muhsin: Hani denizlerde kazıkları kazığı atın derler ya.

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde A4 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıdaki şekilde verilmiştir:

Muhsin: Saçak kökler şöyle oluyordu. (Saçak kök şeklini gösteriyor). O zaman yanındaki ağaca değmemesi için bayağı bir uzakta olmalı.

Selen: Nasıl yani?

Muhsin: Bunlar saçak kökmüş ya saçak kök bayağı bir uzuyor. O zaman bunun uzadığı kök yanındakini etkileyeceği için biraz uzağa koymamız gerekiyor. Aralarında ayağı bir uzaklık olmalı.

Ayhan: Saçak kökler Muhsin’in anlattığı gibi bazen böyle ileri gidebiliyor.

Gerçek yaşam probleminde gerçek modele geçişte kullanılan sadeleştirme/basitleştirme yeterliğine ait uyarlanan matematiksel modelleme alt yeterlikleri ve olası öğrenci göstergeleri Tablo 3.8’de sunulmuştur.

Tablo 3.8. Gerçek yaşam probleminde gerçek modele geçişte kullanılan sadeleştirme/basitleştirme yeterliği ve alt yeterlikleri ile olası öğrenci göstergeleri

Modelleme yeterlikleri	Modelleme yeterlikleri	Modelleme alt yeterlikleri (Blum ve Kaiser aktaran Maaß, 2006)	Uyarlanan modelleme yeterlikleri	Öğrenci göstergeleri
Sadeleştirme / basitleştirme	Gerçek durumu anlama ve gerçekliğe dayalı bir model kurma yeterliği	Problem için varsayımlarda bulunma ve durumu sadeleştirme	Problem durumu için varsayımlarda bulunma, durumu sadeleştirme(B1)	Varsayımını gerçek model üzerinde ifade eder. Varsayımını modelin çözümüne yönelik gerçekleştirir. Modelinin gerçek yaşam durumu ile ilişkisini sorgular.
		Durumu etkileyen nicelikleri belirleme, bunları isimlendirme ve anahtar değişkenleri belirleme	Problem durumu için önemli değişkenleri belirleme ve isimlendirme(B2)	Uygun ve uygun olmayan önemli değişkenleri belirler. Çözümü etkileyecek anahtar değişkenleri belirler. Kendi yaşantısı ile ilgili değişkenleri belirler.
		Değişkenler arasında ilişkileri oluşturma	Değişkenler arasındaki ilişkileri belirleme(B3)	Problem durumunda verilen sayılar ve ilgili değişkenler arasındaki ilişkiyi belirler. Değişkenlerin sonuca olan etkisini sorgular/belirler.
		Uygun bilgiyi bulma ve ilgili olan/olmayan bilgileri ayırt etme	Gerekli/gereksiz bilgiyi ayırarak mevcut bilgiye ulaşma(B4)	Gerekli/gereksiz bilgiyi ayırt eder. Problem durumunun çözümüne tahminlerde bulunur.

Tablo 3.8’de belirtildiği gibi problem durumunu sadeleştirme/basitleştirme dört alt yeterlikten oluşmaktadır. Bunlar; B1: Problem durumu için varsayımlarda bulunma, durumu sadeleştirme, B2: Problem durumu için önemli değişkenleri belirleme ve isimlendirme, B3: Değişkenler arasındaki ilişkileri belirleme, B4: Gerekli/gereksiz bilgiyi ayırarak mevcut bilgiye ulaşma şeklindedir.

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde B1 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

Muhsin: Ben şimdi şöyle düşünüyorum. Kökler 5 metreye kadar uzasın. Aralarında da 1 metreye kadar boşluk olsun. Sizce?

Selen: 5000’i 2’ye mi bölsük.

Muhsin: İkiye bölüp ne olacak tekrar ikiye böleceğiz.

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde B2 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

Şimdi şöyle yapalım 500 metrekaresim. Pardon 5000 metrekaresim. Bir kere iki ile beş metre ilerlemesi lazım kökleri. O zaman 5 metreden fazla olacak. (İki ağaç arasındaki mesafeyi kastediyor). 5 metreden fazla olsun ki daha verimli olsun.

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde B3 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

Hüseyin amca en fazla dikmek istediği için en az aralıklı belirleyeceğiz.”

Ağaçları çok dikelim demiş ama. Traktörün geçmesi için ne yapmamız lazım ayırmamız lazım.”

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde B4 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

“İki kez traktörle sürülecek.”, “Bence iki kez traktörle sürmesinin çok bir önemi yok.”, “Bence var...”, “Böyle “Hooop” diye boşuna vermez orayı.”

Gerçek modelden matematiksel modele geçişte kullanılan diğer bir ifadeyle gerçek dünyadan matematiksel dünyaya geçişte kullanılan matematikselleştirme yeterliğine ait uyarlanan matematiksel modelleme alt yeterlikleri ve olası öğrenci göstergeleri Tablo 3.9’da sunulmuştur.

Tablo 3.9. Gerçek modelden matematiksel modele geçişte kullanılan matematikselleştirme yeterliği ve alt yeterlikleri ile olası öğrenci göstergeleri

Modelleme yeterlikleri	Modelleme yeterlikleri	Modelleme alt yeterlikleri (Blum ve Kaiser aktaran Maaß, 2006)	Uyarlanan modelleme yeterlikleri	Öğrenci göstergeleri
Maaß(2006)	Blum kaiser	Kaiser aktaran Maaß, 2006)		

Tablo 3.9. (Devam)*Gerçek modelden matematiksel modele geçişte kullanılan matematikselleştirme yeterliği ve alt yeterlikleri ile olası öğrenci göstergeleri*

Matematik selleştirme	Gerçek modelden matematiksel model kurma yeterliği	İlgili nicelikleri ve aralarındaki ilişkileri matematikselleştirme	Problem durumunun çözümüne yönelik verileri matematiksel olarak ifade etme(C1)	Geçmiş yaşantılarından, varsayımlarından ve tahminlerinden yola çıkarak uygun bir matematiksel model oluşturur. Problem durumunun çözümüne yönelik hangi işlemleri yapacağını belirler.
		Gerektiğinde ilgili nicelikleri ve aralarındaki ilişkileri sadeleştirme ve nicelik sayısı ile karmaşıklığı azaltma	İlgili nicelikler arasında sadeleştirme yapma(C2)	Gerekli işlemleri yaparak tablo ve grafik yardımıyla oluşturduğu modeli sadeleştirir. Problem durumundaki karmaşık ilişkileri sadeleştirip basitleştirir.
		Uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafiksel olarak sunma	Uygun matematiksel gösterimleri seçerek şekil, tablo ve grafiklerle ifade etme(C3)	Matematiksel bir dil kullanarak matematiksel gösterimi seçer.

Tablo 3.9’da belirtildiği gibi matematikselleştirme yeterliği üç alt yeterlikten oluşmaktadır. Bunlar; C1: Problem durumunun çözümüne yönelik verileri matematiksel olarak ifade etme, C2: İlgili nicelikler arasında sadeleştirme yapma, C3: Uygun matematiksel gösterimleri seçerek şekil, tablo ve grafiklerle ifade etme şeklindedir.

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde C1 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

“Üçü iki ile çarp altı. 100’ün içinde altı var mı? Kalanlı oluyor kalanlı olmaması gerekiyor öyle daha kolay yaparız.”, “Boyuda daha büyük olacak.”, “Şöyle bir şey olacak. (Dikdörtgen bir şekil çiziyor).”, “Biz kare diye düşündük.”

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde C2 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

“Tamam anladım 26 ağaç olacak bir ağacın köküne iki metre desek diğer ağacın kökü de iki metre olacak yani aralık dört metre olacak traktörün geçmesi gerekiyor.”

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde C3 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

“Şimdi bir tarla çizelim. (Boyu eninin 2 katı olduğunu düşündüğü bir şekil çiziyor.)”, “Ama bu kare değil ki Selen.”

Matematiksel modelden matematiksel sonuçlara geçişte kullanılan matematiksel çalışma yeterliğine ait revize edilen matematiksel modelleme alt yeterlikleri ve olası öğrenci göstergeleri Tablo 3.10’da sunulmuştur.

Tablo 3.10. *Matematiksel modelden matematiksel çözüme geçişte kullanılan matematiksel çalışma yeterliği ve alt yeterlikleri ile olası öğrenci göstergeleri*

Modelleme yeterlikleri	Modelleme yeterlikleri	Modelleme alt yeterlikleri (Blum ve Kaiser aktaran Maaß, 2006)	Uyarlanan modelleme yeterlikleri	Öğrenci göstergeleri
Matematiksel Çalışma	Blum kaiser	Problemi küçük parçalara ayırma, benzer problemlerle ilişki kurma, problemi başka şekilde ifade etme, problemi farklı bir şekilde tekrar ifade etme, nicelikleri veya uygun verileri çeşitlendirme gibi sezgisel stratejiler kullanma	Problemin çözümü için gerekli özümsemeyi yaparak, çözüme yönelik sezgisel stratejiler kullanma(D1)	Problemi parçalara ayırarak daha kolay çözülebilir duruma getirir. Deneme yanılma yöntemini kullanır.
		Problemi çözmek için matematiksel bilgileri kullanma	Problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgi kullanma(D2)	Modeli açıklamaya/çözmeye yönelik matematiksel bilgiyi kullanır. Modeli kurduktan sonra ortaya çıkan matematiksel problemi çözer.

Tablo 3.10’da belirtildiği gibi matematiksel çalışma yeterliği iki alt yeterlikten oluşmaktadır. Bunlar; D1: Problemin çözümü için gerekli özümsemeyi yaparak, çözüme yönelik sezgisel stratejiler kullanma, D2: Problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgi kullanma şeklindedir.

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde D1 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

“İki katı dediği için çarpımı da 5000 olacak. Buraya yüz verdik (Uzun kenarı gösteriyor).”,
 “Biz bunu nasıl diyeceğimizi tahminen mi yapacağız?”, “Bunlar bunun çarpımı 5000 olacak dedi ya. Burası 4 ise burası 2 ise bununla bunun çarpımı 8 nasıl yapacağız?”

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde D2 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

“Burası 50 metre bunun yarısı olduğu için 25’in yarısı ikiye böleceğiz. (Zihinden bölüyor. 12 ve 13 yazmada tereddüt ediyor). 12 yazalım.”, “O zaman şey yapmamız lazım değil mi tarlanın burasına 26 dedik burasına da 13 dedik ya 26 26 ilerlemez mi şuradaki ağaçlar?”

Matematiksel çözümünden yorumlanan çözüme geçişte kullanılan yorumlama yeterliğine ait revize edilen matematiksel modelleme alt yeterlikleri ve göstergeleri Tablo 3.11’de sunulmuştur.

Tablo 3.11. Matematiksel çözümünden yorumlanan çözüme geçişte kullanılan yorumlama yeterliği ve alt yeterlikleri ile olası öğrenci göstergeleri

Modelleme yeterlikleri	Modelleme yeterlikleri	Modelleme alt yeterlikleri	Uyarlanan modelleme yeterlikleri	Öğrenci göstergeleri
Maaß(2006)	Blum kaiser	(Blum ve Kaiser aktaran Maaß, 2006)		
	Matematiksel sonuçları	Matematiksel sonuçları	Matematiksel sonuçları	Matematiksel sonuçlarla gerçek yaşam sonuçlarını ilişkilendirir.
Yorumlama	gerçek duruma yorumlama yeterliği	matematik dışı bağlamlara yorumlama	yaşamla ilişkilendirerek yorumlama(E1)	

Tablo 3.11. (Devam) *Matematiksel çözümden yorumlanan çözüme geçişte kullanılan yorumlama yeterliği ve alt yeterlikleri ile olası öğrenci göstergeleri*

Özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme	Özel durum için geliştirilen çözümleri genelleme(E2)	Özel durum için geliştirilen çözümleri kullanarak genelleştirerek başka durumlar için yorumlar. Sonucun gerçek yaşamla ilişkisini kurar.
Uygun matematiksel dili kullanarak ve/veya çözümler hakkında iletişim kurarak probleme çözüm getirme	Uygun matematiksel dil kullanılarak problemin çözümünü irdeleme ve/veya çözümler hakkında iletişim kurma(E3)	Çözümler arasında doğrulamaya yönelik bağlantı kurar. Geliştirilen çözümler arasından yeni bir sonuca ulaşır.

Tablo 3.11’de belirtildiği gibi yorumlama yeterliği üç alt yeterlikten oluşmaktadır. Bunlar; E1: Matematiksel sonuçları gerçek yaşamla ilişkilendirerek yorumlama, E2: Özel durum için geliştirilen çözümleri genelleme, E3: Uygun matematiksel dil kullanılarak problemin çözümünü irdeleme ve/veya çözümler hakkında iletişim kurma şeklindedir.

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde E1 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

“Tamam da daha iyi olur. Biz en çok ağacı dikmeye çalışıyoruz ama en verimli dikmeye çalışıyoruz. Mesela şöyle düşün markette sen kırmızı domates mi almak istersin, çok olan domatesi mi almak istersin?”, “Bence traktör de geçebileceğine göre 2 yapalım ya...”

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Hava Durumu” modelleme etkinliğinde E2 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

Örneğin tatil yapmak için 3 şehri seçtik; Antalya, Muğla ve Bodrum. Burada en iyi otelleri ve en iyi tatil yapılabilecek yeri seçmeliyiz. Bir de para konusuna bakmalıyız, Bodrum bize çok uzak.

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde E3 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

“1 dakika ya... Biz neden 5 metre üzerinden yürüdük.”, “2 metre üzerinden de yürüyebiliriz.”

Yorumlanan çözümden gerçek yaşam problemine geçişte kullanılan doğrulama yeterliğine ait revize edilen matematiksel modelleme alt yeterlikleri ve olası öğrenci göstergeleri Tablo 3.12’de sunulmuştur.

Tablo 3.12. *Yorumlanan çözümden gerçek yaşam problemine geçişte kullanılan doğrulama yeterliği ve alt yeterlikleri ile olası öğrenci göstergeleri*

Modelleme yeterlikleri Maaß(2006)	Modelleme yeterlikleri Blum kaiser	Modelleme alt yeterlikleri (Blum ve Kaiser aktaran Maaß, 2006)	Uyarlanan modelleme yeterlikleri	Öğrenci göstergeleri
Doğrulama	Çözümü doğrulama yeterliği	Bulunan çözümler üzerine yansımalar ve eleştirel kontroller yapma	Bulduğu çözümler üzerine eleştirel paradigmayla kontroller yapma(F1)	Eleştirel bakış açısıyla yaklaşarak gerçek yaşamdaki bileşenlerle çözümü doğrular.
		Çözümler durum ile uyumsuzsa, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya modelleme sürecinden tekrar geçme	Çözümler durum ile tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme süreci üzerinden tekrar geçme(F2)	Çözüm gerçek yaşamla örtüşmüyorsa modeli tekrar gözden geçirir. Yapılan yorumların yanlış olduğunun farkına varır. Yapılan yanlış yorumları düzeltir.
		Problemi çözmek için diğer yolları düşünme	Olası çözüm yollarını düşünme veya farklı bir şekilde gelişip/gelişmeyen sonucun üzerine düşünme(F3)	Problem durumunun olası çözüm yollarını modelleme süreci içerisinde değerlendirir.
		Genel olarak modeli sorgulamak	Genel olarak modeli değerlendirme/sorgulama(F4)	Oluşturulan modelin gerçeği yansıtıp yansıtmadığını sorgular. Modelin çözüme uygun olmayan kısmını belirler.

Tablo 3.12’de belirtildiği gibi doğrulama yeterliği dört alt yeterlikten oluşmaktadır. Bunlar; F1: Bulduğu çözümler üzerine eleştirel paradigmayla kontroller yapma, F2: Çözümler durum ile tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme süreci üzerinden tekrar geçme, F3: Olası çözüm yollarını düşünme veya farklı bir şekilde gelişip/gelişmeyen sonucun üzerine düşünme, F4: Genel olarak modeli değerlendirme/sorgulama şeklindedir.

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde F1 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

“Hayır, ama biz traktörü 2 metre olarak düşünmedik mi? “, “Traktör aralarında da sıkışabilir onun için biraz geniş bırakmalıyız.”

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde F2 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

Kalanımız 2 burada 14 ağaç bence ideal. (Yüzün yediye bölümünden çıkan sonucu söylüyor). 10 tane yapsak 40 oluyor. 20 tane yapsak 80 oluyor. 20 daha fazla geldi. 20 metreye 5 dikeceğiz. 25 ağaç oluyor o zaman.

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde F3 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

“Bir ağacın uzunluğunu hesapladık 5 diye. İki ağaç olacak. Bir ağaç buradan gelecek bir ağaç buradan gelecek. Yani 5 metrede karışır kökleri (İki kolunu yanlara açıyor ve kollarını ağaç köküne benzetiyor). O yüzden ikisinin de tokuşmaması için 10 metre boşluk bıraktık. İkisi için böyle yaptık. Sonra 50 metreye 500 metre de 10 ağaç düştü. En verimli şekilde yaptığımızı düşünüyoruz.”, “Fazla olması iyi ama biraz daha fazla ağaç dikmek istiyorsak mesafeyi azaltmalıyız. (Serra, ağaç veriminin, fazla ağaç dikme ile ters orantılı olacağını söylüyor).”

Öğrencilerle gerçekleştirilen “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliğinde F4 alt yeterliğine ilişkin örnekler aşağıda verilmiştir:

“Bence mantıklı gelen traktörün geçmesine göre yapılırsa mantıklı.”, “O zaman ne yapacağız? 7 desek olmuyor tam bölünmüyor. 5 desek 5 metre yapsak. 5 metre tamam onu dene bir de. Yeniden şekil çizelim mi?”

3.8.1. Araştırmanın geçerlik ve güvenilirliği

Nitel araştırmaların geçerlik ve güvenilirlikleri nicel araştırmalardan farklıdır. Nicel araştırmalardaki iç geçerliğin yerine inandırıcılık, dış geçerlik yerine aktarılabilirlik (transfer edilebilirlik), iç güvenilirlik yerine tutarlılık ve dış güvenilirlik yerine ise teyit

edilebilirlik durumu geçerlidir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Araştırmada sağlanan ve nitel araştırmalarda bulunan geçerlik ve güvenirlik kavramları aşağıdaki Tablo 3.13’de sunulmuştur (Erlandson, Harris, Skipper ve Allen (1993)’den akt. Yıldırım ve Şimşek, 2013, s.299 uyarlanmıştır.)

Tablo 3.13. Geçerlik ve güvenirliğe ilişkin kullanılan kavramlar

Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmalarına İlişkin Kullanılan Kavramlar ve Açıklamaları			
Ölçüt	Nitel Araştırma	Nitel Araştırma	Kullanılan Yöntem
Araştırma sonuçlarına ulaşırken gerçeğin doğru temsili	İç geçerlik	İnandırıcılık	Uzun süreli etkileşim Derinlik odaklı veri toplama Çeşitleme Uzman incelemesi Katılımcı teyidi
Benzer durumlar için sonuçların aktarılması	Dış geçerlik	Aktarılabilirlik (transfer edilebilirlik)	Ayrıntılı betimleme Amaçlı örnekleme
Tutarlılığı sağlama	İç güvenirlik	Tutarlık	Tutarlık incelemesi
Nesnel, yansız olma	Dış güvenirlik	Teyit edilebilirlik	Teyit incelemesi

Araştırma süresince uygulanan MOE’lerde gerçekleştirilen inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlık ve teyit edilebilirlik yöntemlerinin nasıl sağlandığı aşağıdaki tabloda açıklanmıştır.

Tablo 3.14. Araştırmada uygulanan geçerlik güvenirliğe ilişkin yapılanlar

Geçerlik ve Güvenirlik	Nitel Yaklaşım	Nitel Yaklaşım	Strateji	Uygulama
Geçerlik	İç geçerlik	İnandırıcılık	Uzun süreli etkileşim	Uygulama dokuz hafta sürmüştür. Ayrıca pilot uygulamanın yapıldığı haftalarda, uygulama sınıfı ile haftada bir ders saati olmak üzere matematik etkinlikleri yapılmıştır.
			Uzman incelemesi	Veri toplama araçlarının seçiminde ve geliştirilmesinde uzman görüşü alınmıştır

Tablo 3.14. (Devam)*Araştırmada uygulanan geçerlik güvenirliğe ilişkin yapılanlar*

Güvenirlik	Dış geçerlik	Aktarılabilirlik	Katılımcı teyidi	Etkinlikler süresince araştırmacı önceden hazırladığı sorulara ek olarak “Neden böyle yaptın?, Nasıl oldu?, Bir kez daha açıklar mısın?” gibi sorular yönelterek yapılan işlemin açıklanmasını istemiştir.
			Çeşitleme	Araştırmada klinik görüşme, gözlem ve doküman(öğrenci çalışmaları, araştırmacı günlüğü) incelemesi yapılarak veri çeşitlemesi yapılmıştır.
			Ayrıntılı betimleme	Araştırmada; çalışma grubunu nasıl belirlendiği, öğrenci özellikleri, uygulama süreci ve yeri ayrıntılı açıklanmış olup, bulgularda doğrudan öğrenci alıntıları yapılmıştır.
			Amaçlı örnekleme	Araştırmada okulun (okul müdürleri ile görüşme), sınıfın (uygulamanın yapılacağı 4. sınıf öğretmenleri ve okul müdürü ile görüşme ve odak öğrencilerin belirlenmesinde (BDF uygulaması ve sınıf öğretmeni ile görüşme) amaçlı örnekleme tekniği kullanılmıştır.
	İç güvenirlik	Tutarlık	Tutarlık incelemesi	Öğrenci etkinliğe ısındırma çalışmaları, çalışma kağıtları, görüşme ve video kayıtları birlikte değerlendirilerek veriler arasındaki tutarlık incelenmiştir.
			Değerlendiriciler arası uyum	Uygulama verileri transkript edilerek alan uzmanı ile paylaşılmış ve farklı bakış açısıyla tutarlık sağlanmıştır.
			Teyit edilebilirlik	Araştırma süresince ulaşılan ham veriler ve analiz aşamasında yapılan kodlanmış veriler alan uzmanlarının teyit amaçlı incelenmesi için saklanmıştır.
	Dış güvenirlik	Teyit edilebilirlik	Teyit	Araştırma süresince ulaşılan ham veriler ve analiz aşamasında yapılan kodlanmış veriler alan uzmanlarının teyit amaçlı incelenmesi için saklanmıştır.

3.8.1.1. Uzun süreli etkileşim

Öğretim deneyinin önemli özelliklerinden biri araştırmacının öğretmenle iş birliğini yoğun bir şekilde yapması hatta öğretmen rolünde olmasıdır. Bir araştırmacı/öğretmen olarak öğretim deneyi süresince öğrencilerle etkili bir iletişimin kurulması amaçlanmalıdır (Steffe, 1991). Ayrıca nitel araştırmalarda verinin toplanmasında ve analizinde temel aracın insan olması nedeniyle, araştırmacının gözlemleri, görüşmeleri ve alan notları sayesinde gerçek durum hakkında doğrudan bilgi sağlanmaktadır (Merriam, 2013). Araştırmanın gerçekleştirildiği ortamda ve görüşmelerde geçirilen zaman ve araştırma grubu ile sağlıklı ilişkiler kurmak için geçirilen zaman verilerin inandırıcılığını arttıracaktır (Glesne, 2013). Araştırmacı sınıfın öğretmeni ile belirlenen günlerde öğrencilerle uzun süreli etkileşim kurmak amacıyla haftanın farklı günlerinde bir ders saatinde öğrencileri

sınıf ortamlarında gözlemleyerek öğrencilerle etkileşim kurmuştur. Öğrencilerle matematik konulu sohbet ortamları oluşturulmuş ve matematiğin gerçek yaşamda nerelerde ve nasıl kullanıldığına dair tartışılmıştır. Beden Eğitimi derslerinde öğrencilerle ip atlama, köşe kapmaca ve voleybol gibi farklı oyunlar oynanmıştır. Yapılacak çalışma hakkında bilgilendirilen öğrencilerin kamera çekimlerine yabancılık çekmemeleri adına sınıfa farklı açıdan çekim yapabilecek iki kamera yerleştirilmiş ancak bu kameralarla çekim yapılmamıştır. Araştırmacı ile öğrenciler arasında güven ortamı sağlamak amacıyla sınıfın öğretmeni eşliğinde rutin olmayan matematik soruları çözülmüştür.

3.8.1.2. Uzman incelemesi

Araştırma konusu ile ilgili genel bilgiye sahip ve nitel araştırma yöntemleri konusunda uzmanlaşmış kişilerden, yapılan araştırmayı farklı yönleri ile incelenmesinin istenmesi inandırıcılık konusunda alınabilecek önlemlerdendir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Araştırma süreci başlamadan önce ve araştırma süresince matematik alan eğitimcisi ve nitel araştırma yöntemleri konusunda bir uzmanla veri toplama araçlarının, araştırma ortamının oluşturulması, verilerin toplanması ve analiz edilmesi süresince düzenli olarak değerlendirme toplantıları yapılmıştır. Ayrıca matematik alan eğitimcisi ve nitel araştırma yöntemleri konusunda deneyimli diğer iki uzmanla farklı yarıyıllarda olmak üzere üç toplantı gerçekleştirilmiştir. Bu toplantılarda araştırmanın deseni, süreci ve içeriği ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

3.8.1.3. Katılımcı teyidi

Teyit incelemesinin gerçekleşmesi için araştırmacının elde ettiği veriler ve ulaştığı sonuçlar farklı uzmanlara incelettirilmeli; böylece bir teyit mekanizması sağlanmalıdır. Veri toplama araçlarının, ham verilerin, analiz aşamasında gerçekleştirilen kodlamalar ile alan notlarının saklanması ve gerektiğinde böyle bir incelemeye sunulması gerekmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Tez çalışmasındaki tüm uygulamalar sırasında toplanan görsel, sesli ve yazılı veriler, veri kodlama aşamaları, alan notları ve analiz aşamalarının tümü saklanmış ve alan uzmanlarının incelemesine sunulmuştur.

3.8.1.4. Veri çeşitlemesi

Nitel araştırmalarda inandırıcılığı arttırmak için kullanılan diğer bir yöntem çeşitlemedir (triangulation) (Güler, Hacıoğlu ve Taşkın, 2015). Elde edilen bulguların

doğruluk ve gerçekliğinin kontrolü adına farklı araştırmacılar tarafından değerlendirilmesi, tek bir veri setini yorumlamak için çoklu bakış açılarının kullanılması (kuram çeşitlemesi), çoklu veri kaynağı ya da çoklu veri toplama yönteminin kullanılması nitel araştırma yöntemlerinde inandırıcılığı arttırmanın diğer bir yoludur (Merriam, 2013). Araştırmada etkinliğe ısındırma çalışmaları, klinik görüşmeler, grup çalışmaları, gözlem ve doküman analizi olmak üzere farklı veri toplama araç ve yöntemleri kullanılarak veri çeşitlemesi yapılmıştır. Elde edilen bulguların inandırıcılığının ve doğruluğunun kontrolü için farklı iki alan uzmanı ve nitel araştırmalarda deneyimli iki uzmanın görüşlerine başvurulmuştur.

3.8.1.5. Ayrıntılı betimleme

Nitel araştırma sonuçlarının aktarılabilirliği, elde edilen verilerin yeterli düzeyde betimlenmesine bağlıdır. Ayrıntılı betimleme ham verinin oluşturulan kavram ve temalara göre yeniden düzenlenmiş bir biçimde okuyucuya yorum eklemekten ve verinin doğasına mümkün olduğu kadar sadık kalınarak aktarılmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu araştırmada uygulanan modelleme etkinliklerinin nasıl belirlendiği, uygulama okulunun ve sınıfının belirlenmesinde izlenen yol, çalışma grubunun araştırmaya dahil edilme süreci, elde edilen bulgulara doğrudan alıntılara yer verilmesi, öğrenci çalışmalarının ham haliyle sunulması ve araştırma yapılan mekânın ayrıntılı bir şekilde betimlenmesi araştırmanın aktarılabilirliğini güçlendirme adına yapılmıştır. Çalışmanın aktarılabilirliğindeki amaç okuyucunun çalışma ortamını ve grubunu daha iyi tanıyabilmesi ve elde edilen veri sonuçlarının aynı alanda yapılan diğer çalışmaların sonuçlarına göre değerlendirilmesidir.

3.8.1.6. Amaçlı örnekleme

Nitel araştırmalarda aktarılabilirliği arttırmak amacıyla tipik olarak karşılaşılabileceğimiz olay ve durumları ve bunların değişkenlik gösteren özelliklerini ortaya çıkarma amacını güden amaçlı örnekleme yöntemleri kullanılır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Burada amaç çoğunluk hakkında bir genellemede bulunmak yerine belirli ve özgün olana ulaşmak için tek bir durum ya da küçük rastlantısal olmayan amaçlı bir örnekleme seçmektir (Merriam, 2013). Çalışmanın gerçekleştirildiği okul uygun fiziki şartları ve yenilikçi uygulamaları dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu araştırmada amaçlı örnekleme türlerinden ölçüt durum örnekleme kullanılmış ve odak grupta yer alan öğrenciler belirlenen ölçütler doğrultusunda araştırmaya dahil edilmiştir. Böylece aktarılabilirliğin önemli bir ölçütünün sağlanması amaçlanmıştır.

3.8.1.7. Tutarlık incelemesi

Bu uygulamanın amacı araştırmaya dışarıdan farklı bir gözle bakılması ve araştırma süresince gerçekleştirilen etkinliklerde tutarlı davranılıp davranılmadığının belirlenmesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu tutarlılığı sağlama adına bir uzman, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, verilerin toplanması ve analizi aşamasında dışarıdan bir gözle araştırmacıyı inceleyip değerlendirmiştir. Araştırmanın pilot uygulama sürecinde nitel araştırmalar konusunda deneyimli iki uzman özellikle klinik görüşmeler konusunda araştırmacıyı kendi deneyimleri doğrultusunda yönlendirmişlerdir. Yine bu uygulamalar sonucunda veri toplama araçlarında yapılan düzenlemeler sonucunda modelleme etkinlikleri her gruba aynı şekilde uygulanmış ve elde edilen veriler matematiksel modelleme yeterlikleri ve bu yeterliklere bağlı alt yeterlikler çerçevesinde analiz edilmiştir. Elde edilen veriler video kayıtları ile ilişkilendirilerek tutarlığın sağlanması amaçlanmıştır. Örneğin, öğrencilerin klinik görüşmeler ve grup çalışmaları esnasında sessiz kaldığı ya da beden dili ile problem durumuna ilişkin reddettiği veya onayladığı kısımlar olmuştur. Bu sürecin aydınlatılması için video kayıtları ve cevap kâğıtları eş zamanlı kontrol edilmiştir. Böylece öğrencilerin video kayıtları ve cevap kâğıtları birlikte değerlendirilerek aralardaki anlamsızlıklar giderilmiş, tutarlık sağlanmaya çalışılmıştır.

3.8.1.8. Teyit incelemesi

Teyit incelemesindeki amaç araştırmacının elde ettiği ham veriler ile ulaştığı sonuçların farklı uzmanlar tarafından karşılaştırılıp bir teyit mekanizmasının çalıştırılmasıdır. Dışarıdan farklı bir uzman araştırmada elde edilen yargıların, yorumların ve önerilerin ham verilerle uygunluğunun teyit edilip edilmediğine bakar (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu araştırmada pilot uygulamadaki veriler dahil olmak üzere elde edilen video kayıtları, etkinliğe ısındırma çalışmaları, öğrenci çalışma kâğıtları, alan notları, veri kodlama süreci ve analiz aşamalarının tümü alan uzmanlarının incelemesi için saklanmıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde araştırmanın kuramsal çerçevesine bağlı olarak iki grupta yer alan üç öğrencinin klinik görüşmeleri ve grup çalışmalarında gerçekleştirdikleri matematiksel modelleme etkinlikleri kronolojik sıra göz önünde bulundurularak analiz edilmiştir. Dokuz hafta boyunca süren araştırmanın ilk haftası ön klinik görüşme, takip eden üç hafta gruplar halinde yapılan modelleme etkinliği gerçekleştirilmiştir. Beşinci haftada gerçekleştirilen ikinci klinik görüşme, takip eden üç hafta gruplar halinde yapılan modelleme etkinliği ve araştırmanın dokuzuncu haftasında gerçekleştirilen son klinik görüşme ile uygulama tamamlanmıştır. Analiz sürecinde Blum (1996) tarafından geliştirilen modelleme döngüsü (aktaran; Maaß, 2006) ve Maaß'ın (2006) belirlediği modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri kullanılmıştır. Ayrıca araştırma süresince elde edilen veri seti doğrultusunda Maaß'ın (2006) geliştirmiş olduğu yeterliklerde bulunmayan anlama yeterliği ve buna bağlı alt yeterlikler eklenmiştir.

4.1. Ön Klinik Görüşmeye (Pikniğe Hangi Araçla Gitsek? Modelleme Etkinliği) İlişkin Bulgular

İlk hafta etkinliği olarak gerçekleştirilen “Pikniğe Hangi Araçla Gitsek?” modelleme etkinliği öğrencilere ayrı bir sınıfta birebir olarak uygulanmıştır. İlk yapılan etkinlik olması sebebiyle öğrencilerin biraz endişeli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrenciler modelleme etkinliklerine rutin matematik problemleri gibi yaklaşıp hemen çözüme gitmeye çalışmışlardır.

4.1.1. Ayhan'ın ön klinik görüşmesine (Pikniğe Hangi Araçla Gitsek? Modelleme Etkinliği) ait bulgular

Klinik görüşmelerde ilk olarak “Pikniğe Hangi Araçla Gitsek?” modelleme etkinliği masal odasında uygulanmıştır. Katılımcı öğrencilerden Ayhan soruyu okuyarak problemi çözmeye başlamış ve herhangi bir matematiksel yorumlama ya da şekil çizmeden soruyu çözmeye devam etmiştir.

Araştırmacı: Hiç böyle otobüslerle pikniğe ya da etkinliğe gittiniz mi?

Ayhan: Pikniğe gitmiştik herhalde.

Araştırmacı: Nereye gitmiştiniz?

Ayhan: Onu pek hatırlayamıyorum ama bir kere Kelebekler Vadisi'ne gitmiştik otobüslerle, orada piknik yapmıştık. (Görüşme kaydı, Ayhan, 05.02.2020).

Ayhan etkinliğin metin kısmını okuduktan sonra önemli gördüğü yerlerin altını çizip soruda verilen tabloya yönelmiştir. Verilenleri tekrar kendi cümleleri ile ifade etmiştir (A1).

Araştırmacı: Tamam Ayhan devam et bakalım okuduğun bu problemin önemli olan kısımları neresi sence?

Ayhan: Önemli olan kısımları bunlar. (Öğretmen ve öğrenci sayılarını göstererek) Bir de her araçta en az bir öğretmenin olması bunları kullanmazsak yapamayabiliriz.

Araştırmacı: Neden önemli sence bunlar?

Ayhan: Her araçta bir öğretmenin olması gerçek yaşamda mı?

Araştırmacı: Hayır bu soruda.

Ayhan: Eşit olması için olabilir her otobüse eşit dağıtılması için. Otobüs sayısı iyi gibi duruyor. (Görüşme kaydı, Ayhan, 05.02.2020).

Ayhan problemi gerçek yaşamla ilişkilendirmeye çalışmıştır. Daha sonra varsayımlarda bulunarak (B2) problemi çözmeye yönelmiştir ancak değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyemediği için çözüme yönelik süreçte zorlanmıştır. Modelleme etkinliğinde geçen otobüsün yolcu kapasitesinin diğer araçlara göre fazla olması Ayhan'ı otobüs kiralamaya yöneltmiştir.

Araştırmacı: Peki her otobüste bir öğretmen olması ne anlama geliyor sence?

Ayhan: Ne anlama gelir? (Düşünüyor)

Araştırmacı: Kaç öğretmen varmış?

Ayhan: 40.

Araştırmacı: Peki kaç araç kiralayabilir o zaman?

Ayhan: 40 araç en az.

Araştırmacı: En az mı?

Ayhan: Evet en az 40.

Araştırmacı: Fazla kiralayabilir miyiz?

Ayhan: Fazla kiralayabiliriz öğrenciler için. (Görüşme kaydı, Ayhan, 05.02.2020).

Ayhan'ın “*Fazla kiralayabiliriz öğrenciler için*” ifadesinden sorunun içeriğini tam olarak anlamadığı anlaşılmaktadır. Basitleştirme yeterliğinde bulunan (B2) önemli değişkenleri belirleme alt basamağını yerine getiremeyen Ayhan soruyu çözmek için matematiksel çalışmayı sürdürmüştür.

Ayhan: Okula dönebilirler, o zaman iki çarpımı ile 200. Bu da 100 olur. (minibüsü buluyor) Bu da midibüs yanlış hesapladım galiba çok fazla oldu.

Araştırmacı: Nerede yanlış hesapladın Ayhan?

Ayhan: 2500 ü böldüm herhalde yanlış hesaplamışım.

Araştırmacı: Midibüs 1 kilometrede ne kadar yakıt tüketiyor Ayhan?

Ayhan: Otobüs ne kadarmış gidiş dönüş 200, minibüs gidiş dönüş 100.

Araştırmacı: Peki midibüs ne kadar olur?

Ayhan: 150 olabilir.

Araştırmacı: Yaz bakalım o zaman.

Ayhan: Gidiş dönüş olduğu için 300 mü oluyor. (Ayhan'ın kafası karışıyor.) Yok, hayır 75 olacak. (Görüşme kaydı, Ayhan, 05.02.2020).

Ayhan Sille Parka giden öğrencilerin dönüşünü düşünemediği için araçların yakıtını yanlış hesaplamıştır, araştırmacının sorusu ile piknikten geri dönüşün olduğunu belirterek araçların yakıtlarını doğru olarak hesaplamıştır. Matematiksel çalışma yeterliği alt yeterliklerinden olan (D2) matematiksel bilgi kullanma durumunu gerçekleştiren Ayhan'ın soruyu çözerken çok sayıda işlem hatası yapması ve acele etmesi soruyu tam olarak anlayamamasına neden olmuştur.

Araştırmacı: Peki Ayhan, sen bu araçlardan hangisini kiralarsın?

Ayhan: En fazla, otobüs çok fazla oluyor günlük kira bedeli yakıt tutarı minibüsün daha iyi ama yolcu kapasitesi az o yüzden çok fazla kiralanır. Oradan da günlük kira bedeli çok fazla olabilir, çok fazla.

Araştırmacı: Bir şartımız var mı şu kadar araç kiralayalım diye?

Ayhan: Ben minibüsten yapacağım 1200 ü... (1200'e hangi işlemi yapacağımı düşünüyor ve ne yapacağımı bilemiyor.) (Görüşme kaydı, Ayhan, 05.02.2020).

Ayhan'a etkinliğin temel sorusu olan “*hangi araçlardan kaçar tane kiralaması gerektiği*” sorularak Ayhan'ın soruya yönlendirilmesi ve sorunun bağlamından kopmaması amaçlanmıştır. Ayhan her bir aracın kaç yolcu almaya çalıştığını bularak matematiksel işlem yapmaya devam etmiştir. Ancak otobüsün alacağı yolcu sayısının fazla olduğunu görerek basitleştirme adımına geri dönmüştür. Ayhan varsayımlarda bulunarak basitleştirme yeterliğinin alt yeterliklerinden (B1) durumu sadeleştirme, varsayımda bulunma basamağına yönelik tahminlerde bulunmuştur.

Araştırmacı: Toplam kaç kişi pikniğe gidecek?

Ayhan: Öğretmenleri de sayarsak 1240.

Araştırmacı: Pikniğe katılacakları hangi araçla götürelim Ayhan?

Ayhan: Otobüs ve midibüs uygun olabilir, en az araç gerekirse minibüs çok gerektirir.

Araştırmacı: Bunlardan hangisinin fiyatı mantıklı sence?

Ayhan: Bence midibüs mantıklı. (Görüşme kaydı, Ayhan, 05.02.2020)

Ayhan daha sonra çözüme yönelik sezgisel stratejiler kullanarak (D1) midibüsün daha uygun olabileceğini belirtip çözüme devam etmiştir. Sorunun metin kısmına yönelen Ayhan, pikniğe toplam kaç kişinin gideceğinden emin olmak istemiştir.

Araştırmacı: Tamam bir hesapla bakalım onu. (Minibüsün 1 yolcuyu taşıma maliyetini soruyorum.)

Ayhan: (1240 25'e bölüyor) Öğretmenim kalanlı çıktı.

Araştırmacı: Peki bu kalanları ne yaparız?

Ayhan: Bunlar kalanlar minibüse binebilir.

Araştırmacı: Kaç midibüs kiraliyoruz o zaman?

Ayhan: 25.

Araştırmacı: Kaç minibüs kiraliyoruz?

Ayhan: Herhalde bu 250, (midibüs sayısında bir ikilem yaşıyor) 250 mi yoksa. (Görüşme kaydı, Ayhan, 05.02.2020).

Okulda bulunan öğrencilerin ve öğretmenlerin toplam sayısından hareketle kaç midibüs gerektiğini bulmaya çalışan Ayhan, bölme işleminde hata yaparak 25 minibüsün kiralanması gerektiğini söylemiş ve verileri matematiksel olarak ifade etme (C1) alt yeterliliğini gerçekleştirmiştir.

Araştırmacı: O 200 ne Ayhan?

Ayhan: 200, günlük kira bedeli 25 tane tuttuysa o kadar para öderiz, 5000 lira oluyor.

Araştırmacı: 5000 lira yetiyor mu sence?

Ayhan: Bir de kilometrede yaktıkları yakıt var 25 ile 75'i çarpacağız.

Araştırmacı: 75 mi yoksa daha farklı mı?

Ayhan: Ay 150.

Araştırmacı: Neden 150 olur?

Ayhan: Çünkü gidiş geliş (Ayhan hatasının farkına varıyor) öğretmenim. Bu da 3750 yakıt tutarı ikisini toplarsak 8750 toplamda minibüsün harcanan tutarı.

Ayhan tabloda verilen yakıt bedeli ve günlük kiralama bedelleri ile bir aracın ne kadar maliyette olacağını ve gidiş geliş durumunu dikkate almış ve gerekli matematiksel işlemleri yaparak matematiksel bilgi kullanma (D2) alt yeterliliğini gerçekleştirmiştir.

Ayhan: Üç kişi kalıyor, üç kişiyi ne ile yapsam.

Araştırmacı: Nasıl üç kişi kalıyor?

Ayhan: Sonradan 15 kişi artmıştı bu minibüsten 18 yok yanlış hesaplamış üç tane minibüste koltuk boş kalıyor.

Araştırmacı: Boş kalmasında bir sakınca var mı sence?

Ayhan: Yoktur ama her araçta bir öğretmen olması lazım onu da burada hesaplamıştık herhalde. (Görüşme kaydı, Ayhan, 05.02.2020).

MOE'yi çözmeye devam eden Ayhan (B3) değişkenler arasında ilişkileri belirleyerek kalan yolcularını hangi araçla taşıması gerektiğini sorgulamaktadır. Yaptığı matematiksel işlemde yolcu sayısından daha fazla sayıda koltuk olmasının herhangi bir sakıncasının olmadığını belirten Ayhan her araçta bir öğretmen olması gerektiğini tekrar vurgulamıştır.

Ayhan: Ay ben yanlış hesaplamışım. Bunu 50 görmüşüm iki, iki yapmışım dört, dört olacaktı. Yanlış olmuş şimdi gördüm kalan 15, kalan doğruymuş ama 49 midibüs.

Araştırmacı: Ayhan 49 tane araç kiralayabilir miyiz?

Ayhan: Kiralayabiliriz 150 ile çarpacağız yakıtı.

Araştırmacı: Peki Ayhan soru kökünde ne diyor bize öğretmenler araçlara nasıl oturacaklarmış?

Ayhan: Öğretmenler nasıl oturabilir? (Ayhan bir süre bekliyor.)

Araştırmacı: Her araçta kaç öğretmen olacakmış?

Ayhan: En az bir.

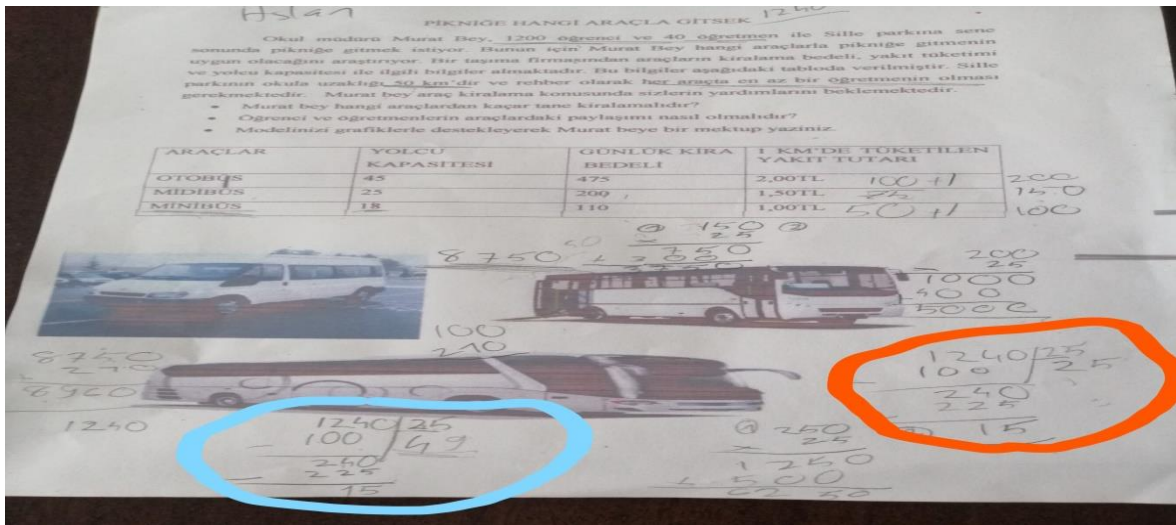
Araştırmacı: Kaç öğretmen pikniğe gidecekmış?

Ayhan: 40.

Araştırmacı: Kaç araç kiralayabiliriz o zaman?

Ayhan: 49 tane olmuyor, her bir araçta öğretmen şart. Minibüsten denesek de daha fazla oluyor otobüsü deneyeceğim o zaman. (1240'ı 45'e bölüyor) O zaman 27 tane otobüs bir tane de midibüs kiralarsak tam 28 tane taşıtımız olacak ve öğretmenler uygun şekilde gidebilir. (Görüşme kaydı, Ayhan, 05.02.2020).

Ayhan'ın ön klinik görüşmeye ait çözüm sürecini yansıtan çalışma kağıdı aşağıda Görsel 4.1'de verilmiştir.



Görsel 4.1. Ayhan'ın ön klinik görüşmesine ait çalışma kağıdı

Ayhan 49 araç kiralanabileceğini belirterek yanlış bir varsayımda bulunmuştur. Ancak araştırmacının sorusu üzerine en fazla 40 araç kiralanabileceği şartını göz önünde bulundurmıştır. Problemin çözümüne devam eden Ayhan bölme işleminde zorlanarak Şekil 1’de kırmızı ile belirtilen işlemi yanlış yapmıştır. Daha sonra yaptığı işlemsel hatayı anlayan Ayhan mavi kalem ile gösterilen işlemi doğru olarak gerçekleştirmiştir. Hangi aracın kiralanması konusunda farklı düşünceleri olan Ayhan minibüs ve otobüs arasında kaldığını belirterek (B3) değişkenler arasındaki ilişkileri belirleme konusunda ikilemde kalmaktadır.

Ayhan: Midibüs olabilir, otobüs de ikisinin arasında kaldım minibüste çok fazla taşıyamayız.

Araştırmacı: Bunlar bir yolcuyu ne kadara taşıyorlardır onu nasıl buluruz?

Ayhan: Bir yolcuyu nasıl yani?

Araştırmacı: Bir minibüsün günlük maliyeti ne kadar?

Ayhan: 210 gidiş-dönüş.

Araştırmacı: 210 lira ile biz kaç yolcu taşıyabiliriz?

Ayhan: 18 yolcu taşıyabiliriz.

Araştırmacı: Peki bir yolcuyu ne kadara taşıyabiliriz?

Ayhan: O zaman 18’e böleceğiz. (218 i 18 e bölerek yanlış işlem yapıyor, kontroller sonucunda işlemsel hatayı düzeltiyor.) Kalan 12.

Araştırmacı: Tam 11 lira mı?

Ayhan: Bir de kalan var.

Araştırmacı: 11 den fazla mı az mı?

Ayhan: Fazla olur o zaman. (Görüşme kaydı, Ayhan, 05.02.2020).

Ayhan matematiksel bilgi kullanma (D2) alt yeterliğini gerçekleştirmektedir. Minibüsün bir yolcuyu 11 liradan biraz daha fazla bir tutara götüreceğini belirterek en uygun olan aracı bulmaya çalışmaktadır.

Araştırmacı: Peki otobüs ne kadara götürüyordur Ayhan?

Ayhan: (675’i 45’e bölüyor ancak işlem hatası yapıyor ancak aldığı dönütlerle bunu düzeltiyor.) Otobüs de 15 TL, pahalıya götürüyor.

Araştırmacı: Peki sen Murat beye hangi aracı kiralamasını tavsiye edersin?

Ayhan: Bence otobüs olabilir ve midibüs.

Araştırmacı: En ucuza hangisi taşıyor?

Ayhan: En ucuza minibüs taşıyor.

Araştırmacı: Hangisinden kiralarsın o zaman?

Ayhan: En az para olan minibüs olabilir. (Görüşme kaydı, Ayhan, 05.02.2020).

Ayhan burada ucuz ve pahalı kavramlarını kullanarak verileri matematikselleştirip (C1) alt yeterliğini yerine getirmektedir. Diğer araçların da bir yolcuyu ne kadara

[illegible]

Ayhan: Bir de yakıt tutarı var gidiş

Araştırmacı: Peki bu kalan 16 yolcuyla ne yapacağız Avhan?

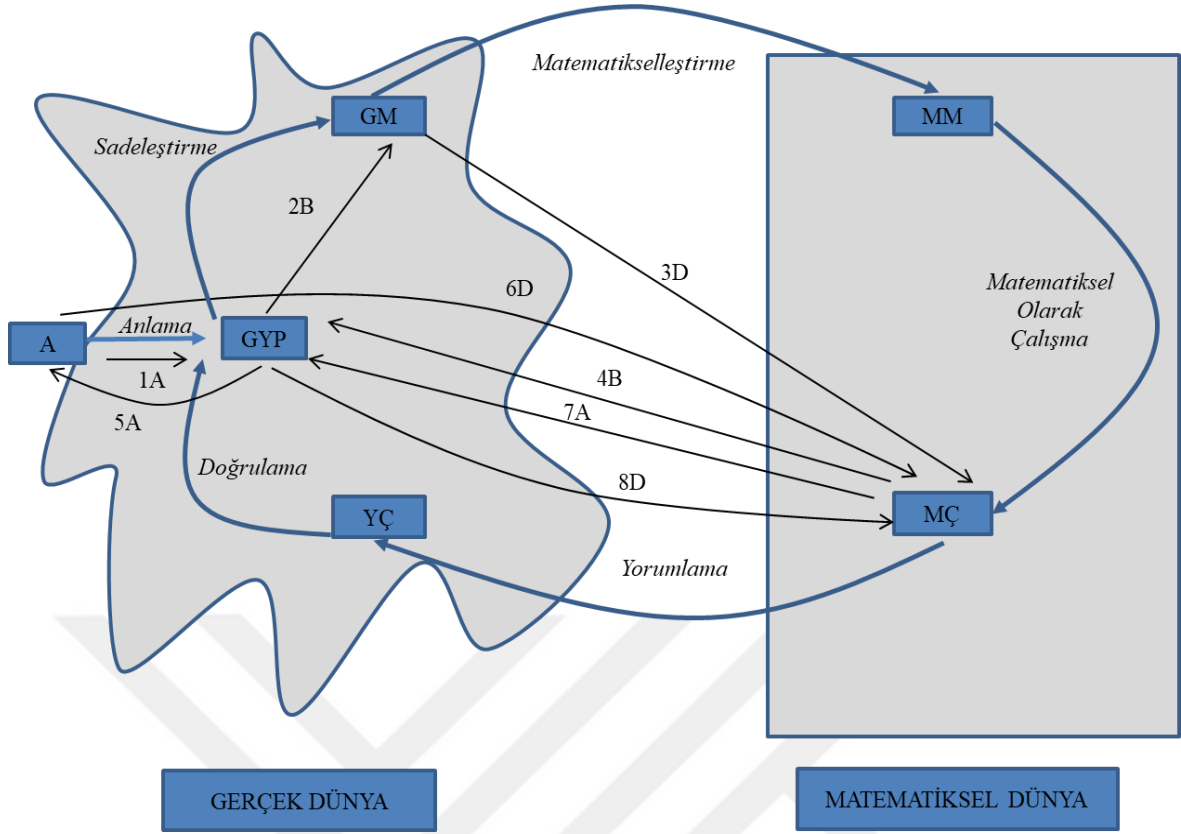
Ayhan: Kalan 16 yolcuğu minibüse bindirebiliriz.

Araştırmacı: Ne kadar onun maliyeti?

Ayhan: 210 artar sonuç bir tane daha n

Araştırmacı: Cevabımız bu mudur?

Ayhan: Olabilir. (Ayhan sorunun ge



Şekil 4.1.33 Ayhan'ın ön klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü

Şekil 4.1'de Ayhan'ın ön klinik görüşmesine ait yeterlikler ve bu yeterliklere bağlı alt yeterliklerden oluşan modelleme döngüsü sunulmuştur. Ayhan'ın problemi okuyarak sürece başladığı ve soruda verilen önemli yerlerin altını çizerek önemli değişkenleri belirlediği gözlemlenmiştir. Ancak Ayhan anlama sürecinde problem durumunu gerçek yaşamla ilişkilendirememiştir. Etkinlikte yer alan “*her araçta en az bir rehber öğretmen olmalı*” ön şartını da dikkate almayan Ayhan soruyu tam olarak anlamadan ve matematiksel bir model geliştirme eğiliminde olmadan matematiksel çözüme gitmiştir. Buradan soruyu tekrar okuması gerektiğini düşünerek “anlama” basamağından “matematiksel çalışma” basamağına geçmiştir. Matematiksel çalışma sürecinde otobüs, midibüs ve minibüsün toplam maliyetlerini yolcu sayılarına bölerek problemi çözmeye çalışan Ayhan farklı çözüm stratejileri geliştirememiştir. Maliyeti en uygun aracın minibüs olduğunu fakat tüm öğrencilerin minibüslerle gidemeyeceğini belirterek değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemiştir. Ayhan etkinlik süresince herhangi bir matematiksel model geliştirememiş, çözümü kontrol etmeyerek “yorumlama” ve “doğrulama” süreçlerini gerçekleştirememiştir.

4.1.2. Eren'in ön klinik görüşmesine (Pikniğe Hangi Araçla Gitsek? Modelleme Etkinliği) ait bulgular

Eren problemi okuyarak etkinliğe başlamış, verilenleri kendi cümleleri ile ifade etmiş (A1) ve tablo kısmında bulunan veriler üzerinde işlemler yapmıştır. Etkinlikteki önemli değişkenleri belirlemeden problemi çözme eğilimde olan Eren'in daha önce otobüs ya da minibüslerle bir pikniğe katılıp katılmadığı sorularak böyle bir durumun gerçek yaşamda karşısına çıkma ihtimali üzerinde durulmuştur.

Araştırmacı: Peki böyle bir durumla daha önce karşılaştın mı?

Eren: Daha önce hiç karşılaşmadım ama pikniğe gittik Sille'ye.

Araştırmacı: Okul olarak gittiniz mi?

Eren: Ailemle gittim.

Araştırmacı: Ailenle gittin anlıyorum. Minibüsle veya otobüste gittiğin oldu mu?

Eren: Hayır ama Sille'ye gelenler oluyor otobüs ve minibüsler. (Görüşme kaydı, Eren, 05.02.2020).

Eren pikniğe ailesiyle gittiğini belirterek Sille Park'a otobüslerle gelenlerin olduğunu ve gerçek yaşamda soruda verilene benzer bir durumun olabileceğini söyleyerek (A4) kısmen problemi gerçek yaşam ile ilişkilendirmiştir.

Araştırmacı: Ne yapıyorsun şimdi anlatır mısın?

Eren: (Tabloyu göstererek) Burada yolcu kapasitesi 45 olduğu için (otobüsü göstererek) en uygun.

Araştırmacı: En uygun o mu?

Eren: Aynen, günlük kira bedelinde en uygun minibüs evet.

Araştırmacı: En uygun derken en uygun araç mı yoksa yolcu kapasitesi olarak mı?

Eren: Her birini farklı yaptım, (yakıt tablosunu göstererek) en pahalı bu olduğu için bunu tercih etmedim. (Otobüsü kastediyor.) En uygun fiyatlı minibüs, günlük kira bedelinde yine minibüs. Yolcu kapasitesinde otobüs çünkü en fazla otobüs alıyor. (Görüşme kaydı, Eren, 05.02.2020).

Aşağıda Görsel 4.3.'de Eren'in ön klinik görüşmesine ait süreci yansıtan çalışma kağıdı sunulmuştur.

ARAÇLAR	YOLCU KAPASİTESİ	GÜNLÜK KİRA BEDELİ	1 KM'DE TÜKETİLEN YAKIT TUTARI
OTOBÜS	45 <i>en uygun</i>	475	2,00TL <i>79 100 200 240 280 320 360 400 440 480 520 560 600 640 680 720 760 800 840 880 920 960 1000</i>
MİDİBÜS	25	200	1,50TL <i>79 100 200 240 280 320 360 400 440 480 520 560 600 640 680 720 760 800 840 880 920 960 1000</i>
MINİBÜS <i>değil</i>	18	110 <i>en uygun</i>	1,00TL <i>79 100 200 240 280 320 360 400 440 480 520 560 600 640 680 720 760 800 840 880 920 960 1000</i>

Görsel 4.3. Eren'in ön klinik görüşmesine ait çalışma kağıdı

Eren problem durumunun değişkenleri arasındaki ilişkileri belirlerken matematiksel olarak ifade etmeden “*en uygun, uygun değil*” şeklinde kendi ifadeleri ile belirtmiştir. Eren araçların yolcu kapasiteleri, günlük kira bedelleri ve 1 kilometrede tüketecekleri yakıt tutarı değişkenlerinin soruyu çözmek için önemli değişkenler (B2) olduğunu belirtmiştir.

Araştırmacı: Sence bu sorudaki kritik noktalar neler?

Eren: Bence 1200 yolcu şeyde 40 da öğretmen olduğu için en çok yolcu alanı düşünüyorum ama ona göre yapacağım.

Araştırmacı: Tamam devam edebilirsin. Bu soruyu çözmek için nasıl bir strateji izleyeceksin yolun ne olacak?

Eren: En uygunlarını bulup... Mesela şu anda minibüs değil, fiyat olarak uygun olsa da...

Araştırmacı: Neden uygun değil minibüs?

Eren: Çünkü hem daha az yolcu alıyor; fiyatı ucuz ama daha fazla kiralamamız gerektiği için.

Araştırmacı: Neden daha fazla kiralamamız gerekiyor?

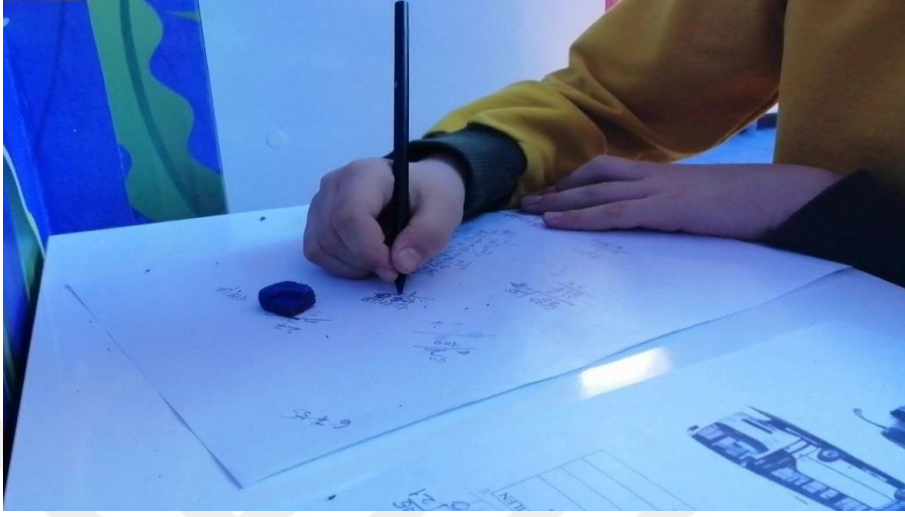
Eren: Çünkü 18 değil de 1240 tane yolcu var yolcularımız fazla.

Araştırmacı: Araç kiralamamızı kısıtlayan bir şartımız var mı?

Eren: Şu anda yok, şu an 2 araç arasında kaldım. (Midibüs ve otobüsü kastediyor.) (Görüşme kaydı, Eren, 05.02.2020).

Eren sorunun çözümüne yönelik (B2) önemli değişkenler arasında matematiksel işlem sürecini devam ettirmiştir. Minibüsün yolcu sayısını işaret ederek kiralanabilmesi için uygun bir araç olmadığını belirten Eren, her öğretmenin araçlarda rehber olma şartının getirdiği matematiksel sonucun gereği olarak değişkenler arasındaki ilişkileri ayırt edememiştir. Eren sorunun çözümünde sık sık tablo ve metin ile ilgili verileri değerlendirerek problem durumunu anlamaya çalışmıştır. Ancak soruyu hemen çözme

isteği matematikselleştirme sürecini ve matematiksel model oluşturma basamağını gerçekleştirmesine engel olmuştur. Aşağıda Eren'in ön klinik görüşmesine ait görsel sunulmuştur.



Görsel 4.4. Eren'in ön klinik görüşmesine ait görsel

Eren: 45'ten biri çıkararak 44 yolcu olduğu için en az bu. (Otobüsü kastediyor.) Yalnız tam sayı veremeyeceğim bölmem gerek.

Araştırmacı: Tamam istediğin işlemi yapabilirsin.

Eren: 1240'ı 45'e bölüyorum.

Araştırmacı: Neden 45'e bölüyorsun?

Eren: Çünkü yolcu kapasitesi 45.

Araştırmacı: Bulacağın sonuç neyi verir bize?

Eren: Bulacağımız sonuç gözetmen öğretmen olduğu için bir de 1 çıkaracağım ondan sonra kaç yolcu olduğunu bulacağım kaç öğrenci var öğretmen ve yolcuların toplamı 1240.

Araştırmacı: O zaman çıkarmana gerek olacak mı?

Eren: Hayır olmayacak. (1240'ı 45'e bölüyor) Kalan 25. (Görüşme kaydı, Eren, 05.02.2020).

Yukarıda verilen diyalogda Eren, otobüsün yolcu kapasitesinden bir yolcuyu çıkarması gerektiğini söyleyerek işleme devam edeceğini ifade etmiştir. Ancak kalanlı bölme işlemi olduğunu söyleyerek (1240'ın 44'e bölünmesi) rastlantısal bir şekilde bölmekten vazgeçip 1240'ı 45'e bölmüştür. (C1) verileri matematiksel olarak ifade eden Eren değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyerek problemi çözmeye devam etmiştir.

Araştırmacı: Araçların başka masrafları var mı?

Eren: Evet var. Bir günlük kira bedeli var, bir tanesi o kadersa 475, 27 tanesi ne kadar olur... (Otobüs sayısını günlük kira bedeline çarpıyor.) 12825 çıktı. Bir de yakıt tutarımız vardı 18225 lira ile arabaları kiralayabiliriz. Bir de midibüs var midibüsten bir tane kiralayacağız günlük kira bedeli

200, bir buçuk lira yakıt bedeli, bir buçuk liraya kaç kilometrede yakıyor 1 kilometrede, bu midibüs kaç kilometre yol alacak 50 kilometre.

Araştırmacı: 50 kilometre mi yoksa farklı bir sayı mı Eren?

Eren: Bir de şey var ya, okul Sille arası 50 dönüşü var 50 yani. 100 bir de 50 kuruşları var o da yarısı ediyor, o da 50, 150 daha 150. (Toplama işlemi yapıyor.)

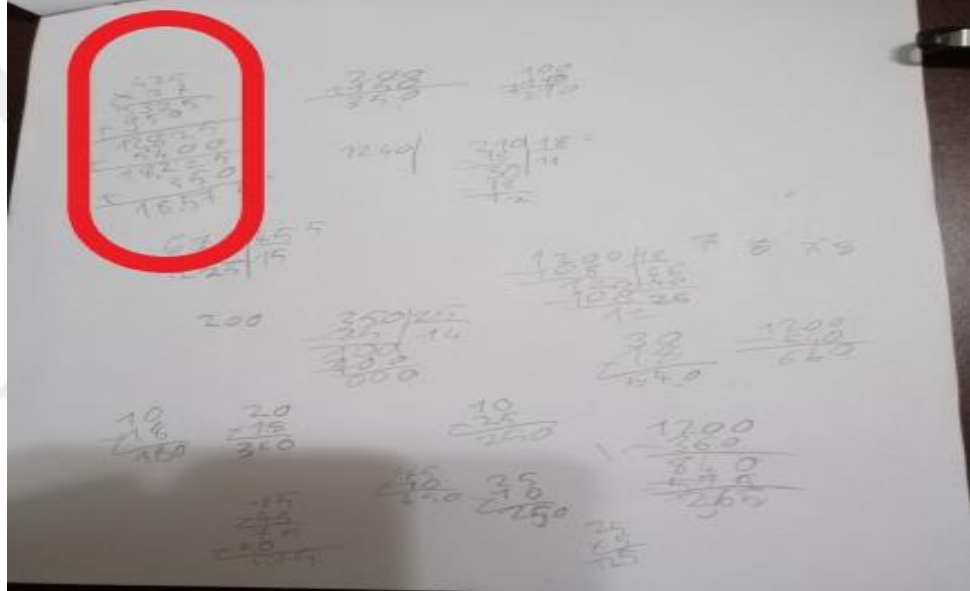
Araştırmacı: Bu 350 lira ne oluyor?

Eren: 350, midibüsün masrafı.

Araştırmacı: Ne oldu şimdi?

Eren: Bunları toplamak lazım 18575. (Görüşme kaydı, Eren, 05.02.2020).

Görsel 4.5’de Eren’in ön klinik görüşmesine ait süreci yansıtan çalışma kağıdı sunulmuştur.



Görsel 4.5. Eren’in ön klinik görüşmesine ait çalışma kağıdı

Matematiksel bilgi kullanarak (D2) problem durumuna dair ilk çözümünü (kırmızı elips ile gösterilen) getiren Eren, otobüsün kira bedeli ile otobüs sayısını (27) çarpıyor ve günlük yakıt masrafı ile 27’yi çarpıp çıkan sonucu toplamıştır. Eren sadece otobüs kiralamanın yeterli olmadığını söyleyerek kalan yolcular için bir tane de midibüs kiralamıştır. Araçların tüketeceği yakıt miktarını 50 km. üzerinden değerlendiren Eren; “50 kilometre mi yoksa farklı bir sayı mı?” sorusu üzerine piknik alanından okula dönüşün olduğunu ifade ederek problemin çözümüne yönelik önemli değişkenleri belirlemiş ve problemin çözümüne devam etmiştir.

Eren: Minibüsü eledim.

Araştırmacı: Tamam, neden eledin minibüsü?

Eren: Çünkü çok az yolcu alıyor ve sadece 1 lira fark var. (Otobüs ile arasındaki yakıt farkını

gösteriyor.)

Araştırmacı: Ama kaç kilometre gidiş-geliş?

Eren: Gidiş-geliş 100 kilometre, 1 kilometrede 1 lira ise...

Araştırmacı: 100 kilometrede bu fark açılmaz mı sence?

Eren: 100 liraya açılır ama daha fazla kiralamamıza sebep olabilir. (Görüşme kaydı, Eren, 05.02.2020).

Çözüme yönelik sezgisel stratejiler kullanarak (D1) minibüsüelediğini az yolcu alması gerekçesiyle ifade eden Eren farklı çözümler bulabilmek için tabloda bulunan değerleri tekrar incelemiştir. Ayrıca yukarıda belirtilen diyalogda Eren 27 otobüs kiralamış olmasına rağmen minibüs ile arasındaki yakıt farkını sadece bir araç üzerinden değerlendirmektedir.

Eren: Minibüsün yakıtı 100 lira yazalım. Bir de 110 lira günlük kira bedeli var ama 18 yolcu alıyor.

Araştırmacı: Ne anlama geliyor bu?

Eren: Daha az yolcu alıyor.

Araştırmacı: 18 yolcu alıyorsa minibüs kiralamak mantıklı mıdır?

Eren: Bir minibüs maliyeti kiralama bedeli de 210 lira.

Araştırmacı: Peki bir yolcuyu ne kadara götürüyor bu minibüs nasıl bulursun onu?

Eren: 210'ı 18'e bölerim. Yani 11 lira gibi bir şey.

Araştırmacı: Öyle mi oluyor?

Eren: 11 lira 10 kuruş 50 kuruş arası bir şey. (Görüşme kaydı, Eren, 05.02.2020).

İfade ettiği sezgisel stratejiler doğrultusunda matematiksel bilgiyi kullanan (D2) Eren minibüsün bir yolcuyu taşıma maliyetini bulmuştur. Yaptığı işlemi sürdüren Eren bölme işleminin kalanlı çıktığını görerek sonucun (bölüm) 11 liradan biraz daha fazla olacağını belirtmektedir. Diğer araçlar için de aynı işlemi yapan Eren değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyerek en uygun aracın minibüs olduğunu tekrar belirtmiştir.

Araştırmacı: Sen Murat Bey'in yerinde olsan bu yolcuları hangi araçla götürmek istersin?

Eren: Minibüs.

Araştırmacı: Neden?

Eren: Çünkü daha ucuz.

Araştırmacı: Hepsini minibüse sığdırabiliyor musun?

Eren: Hayır.

Araştırmacı: Neden?

Eren: Çünkü artıyor...(Eren bir süre düşünerek, zihinden 1240 yolcuyu minibüsün yolcu kapasitesine bölmeye çalışıyor.) Alamama şartımız neden?

Araştırmacı: Öğretmenler nasıl dağılıyordu?

Eren: Birer birer.

Araştırmacı: Birer birer dağılıyorsa kaç tane araç kiralayabiliyoruz?

Eren: En fazla 40 tane kiralayabiliriz.

Araştırmacı: Peki 40 tane minibüs kiralarsak 1240 kişiyi 40 araca sığdırabilir miyiz?

Eren: Hayır, o yüzden minibüsü çok kiralamamalıyız, ama minibüsü mümkün olduğu kadar çok tutmalıyız.

Araştırmacı: Nasıl çok tutarız minibüsü?

Eren: İlk çözümümde 1 midibüs, 27 otobüs kiraladığımız da 18575 oluyordu.

Araştırmacı: Peki ne yaparsın?

Eren: Minibüsleri kiralayıp otobüsleri azaltırım, bir de ona bakmalıyım, minibüsün maliyeti 210 lira. (Görüşme kaydı, Eren, 05.02.2020).

Eren problem durumuna getirdiği çözüme, gerçek yaşam bağlamından uzak bir yorumda bulunarak alternatif bir çözüm aramaktadır. Bir yolcunun taşınma maliyetini araç bağlamında karşılaştıran Eren yeni çözüm önerisini (C1) verileri matematiksel olarak ifade ederek minibüslerin sayısını çoğaltıp, otobüslerin sayısını azaltması gerektiğini söylemiştir. Bu ifadelerinden Eren'in problem durumunun çözümüne yönelik bir matematiksel modele ulaşma çabası içinde olduğu ancak bunu sözleri ile ifade ettiği gerekli matematiksel yazımı gerçekleştiremediği gözlemlenmiştir.

Eren: Minibüslerin sayısını en ucuz. Mümkün olduğu kadar minibüsü fazla tutacağız ama bir de araç sayımız 40'ı geçmeyecek.

Araştırmacı: Evet hadi bakalım buradan bir sonuç çıkartabilir misin?

Eren: Evet çıkarabilirim. 30 tane minibüs kiralasam (30 ile 18'i çarpıyor) 540. 540 tane öğrenci taşıyor.

Araştırmacı: 30'dan geriye kaç aracımız kalıyor?

Eren: Geriye 10 tane araç yapabilirim. Hangi aracı kiralasam... Midibüs, 540'ı çıkaralım şu kadar (Öğretmenlerin sayısını göz önünde bulundurmuyor.) 660 yolcu hala var. Sığar mı bunlar hayır sığmaz. Ne yapacağız o zaman? (Eren sesli konuşarak mantıksal çıkarımlar yapmaya çalışıyor.) Bir de midibüse bakalım 10 tane, midibüs kaç tane oluyor 250. (Görüşme kaydı, Eren, 05.02.2020).

Problem durumu ile ilgili verilenleri matematiksel olarak ifade eden Eren yeni bir çözüm önerisini deneme yanılma yaparak uygulamaya çalışmıştır. Matematiksel işlemleri yaparken (D2) rehber olarak katılacak öğretmenleri toplam yolcu sayısına eklememesi, Eren'in problemi çözmek için önemli değişkenleri tam olarak anlamadığını göstermektedir.

Eren: Ya da 20 diyelim.

Araştırmacı: Neden 20 dedin?

Eren: O olmuyorsa 5 tane minibüsün bir farkı olmaz 10 tane düşünmemiz gerek.

Araştırmacı: Mantıklı bir sayı yakalamak için diyorsun.

Eren: Evet.

Araştırmacı: Hadi bakalım. (20 ile 18' i çarpıyor) Kısa yoldan yapabilir misin bunu?

Eren: 360. (20 ile 18'i zihinden çarpıyor.)

Araştırmacı: 20 minibüse bu kadar gidiyor öyle mi?

Eren: Evet.

Araştırmacı: Geri kalan araçları ne yaparsın?

Eren: 1240 tan çıkaralım, 360'ı bu sefer ne çıkacak 840.

Araştırmacı: Bu sefer ne yaparız bu 840 kişiyi?

Eren: 20 tane midibüs kullanma şansım var. (Görüşme kaydı, Eren, 05.02.2020).

Eren, ilgili nicelikler arasında veriye dayalı bir işlem yapmadan rastlantısal yaklaşımlarla veriler arasındaki ilişkileri (B3) belirlemeye çalışmaktadır. Minibüsten çok fazla kiralandığında yolcuların hepsinin pikniğe gidemeyeceğini gören Eren minibüs sayısını önce beş daha sonra 10 eksilterek çözümüne devam etmektedir.

Eren: 10 tane otobüsü devreye sokacağım. 450 yolcu eder. (840'tan 450 çıkararak 390 tane yolcu kalacağını söylüyor.)

Araştırmacı: Kaç araca sığacak bu yolcular?

Eren: 10 araca nasıl sığacağız midibüs diyelim. 25'lik 250, yine olmadı o zaman otobüsün sayısını biraz fazla tutacağız. 10 değil de 15 olsun. (15 ile 45'i çarpıyor) 575 fazla oldu.

Araştırmacı: Kaç tane öğrencimiz var bizim sığması gereken?

Eren: 390, öğrenci sayımızdan 840'dan çıkarmıştık. (840'dan 575'i çıkarıyor.) 265 benim şimdi 5 tane araç kiralama hakkım var, midibüs diyelim, olmadı. (Eren 265 yolcuyla 5 midibüse sığdıramayacağını söylüyor.)

Araştırmacı: Olmadı mı? Peki, ilk başta kaç minibüs kiralamıştın?

Eren: En başta mı?

Araştırmacı: Evet.

Eren: 20 tane kiralamıştım. Araçların sayısını güncellemek gerekiyor minibüste sıkıntı çıkıyor.

Araştırmacı: Neden sıkıntı çıkıyor?

Eren: Çünkü yolcular artıyor.

Araştırmacı: Minibüs kaç yolcu alıyor?

Eren: 18, onun için minibüsleri azaltacağım.

Araştırmacı: Kaç yapacaksın minibüsleri?

Eren: 10 yapayım 180. 1240 tane öğrenci ve öğretmen var. (1240'dan 180'i çıkarıyor) 1060 öğrencimiz kalıyor geriye. (Görüşme kaydı, Eren, 05.02.2020).

Eren değişkenler arasında ilişkileri belirleyerek problem durumuna farklı çözümler getirmektedir. Minibüsün yolcu kapasitesinin az olmasına rağmen en fazla sayıda minibüs kiralaması gerektiğinin farkında olan Eren, 15 olan minibüs sayısını 10'a düşürerek problemin çözümüne devam etmektedir. Verileri matematikselleştirme (D2) ve matematiksel bilgiyi kullanma aşamasında problemin çözümüne yönelik işlemler yapan

Eren herhangi bir matematiksel model kuramamış ve problem durumunu ön bilgileri ile ilişkilendirememiştir.

Eren: (Yaptığı işlemleri kontrol ederek) 1 dakika kolayı var! Yani benim 15 tane araç hakkım var, kaç kalmıştı 385(pikniğe gitmesi gereken öğrencileri belirtmektedir); midibüsten 15 tane yapalım, minibüsten 15 tane yapalım. (25 ile 15'i çarpıyor.) 375 geriye 10 tane kalıyor azaltıyorum azaltıyorum olmuyor.

Araştırmacı: Eren ne yapalım o zaman?

Eren: Otobüsü arttırsam olmaz ona en yakın minibüs var 11 tane minibüs desem diğerleri aynı kalsa ama 40 şartımız var o zaman bir aracı azaltıp bir aracı arttırmam gerekecek.

Araştırmacı: Hangisi mantıklı sence kaç kaldı kaç öğrenci açıkta kaldı?

Eren: 10 tane.

Araştırmacı: Bunu gidermek için ne yaparsın?

Eren: Şimdi bunu yaparsam (minibüsü gösteriyor) olmaz daha fazla olur minibüs. (Görüşme kaydı, Eren, 05.02.2020).

Eren problemi çözmek için diğer yolları düşünme (F3) alt yeterliğini gerçekleştirerek çözümü için farklı yollar aramıştır. Bu çözüm yollarını deneme yanılma yaparak bulmaya çalışan Eren, problemin çözümüne yönelik sistematik bir düşünce geliştirememiştir.

Eren: Otobüs sayısını arttırmamız gerekiyor midibüsü azaltmamız gerekiyor.

Araştırmacı: Kaç arttırırsın otobüsü?

Eren: Kaç otobüs bize yeter bir otobüs arttırıp bir minibüs azaltacağız.

Araştırmacı: Hadi yap bakalım.

Eren: İlk başta otobüsümüz 15'ti onu 16 yapacağım. (16 ile 45'i çarpıyor) Midibüsümüz kaçtı bizim 15'ti, 14 yapacağım (14 ile 25'i çarpıyor) 350 oluyor. Şimdi bir de toplayalım 720 ile 350 toplayalım bir şey olacak gibi, şimdi minibüs kiralayayım 10 tane minibüs kiralayacağım.

Araştırmacı: Bizim kaç yolcumuz vardı?

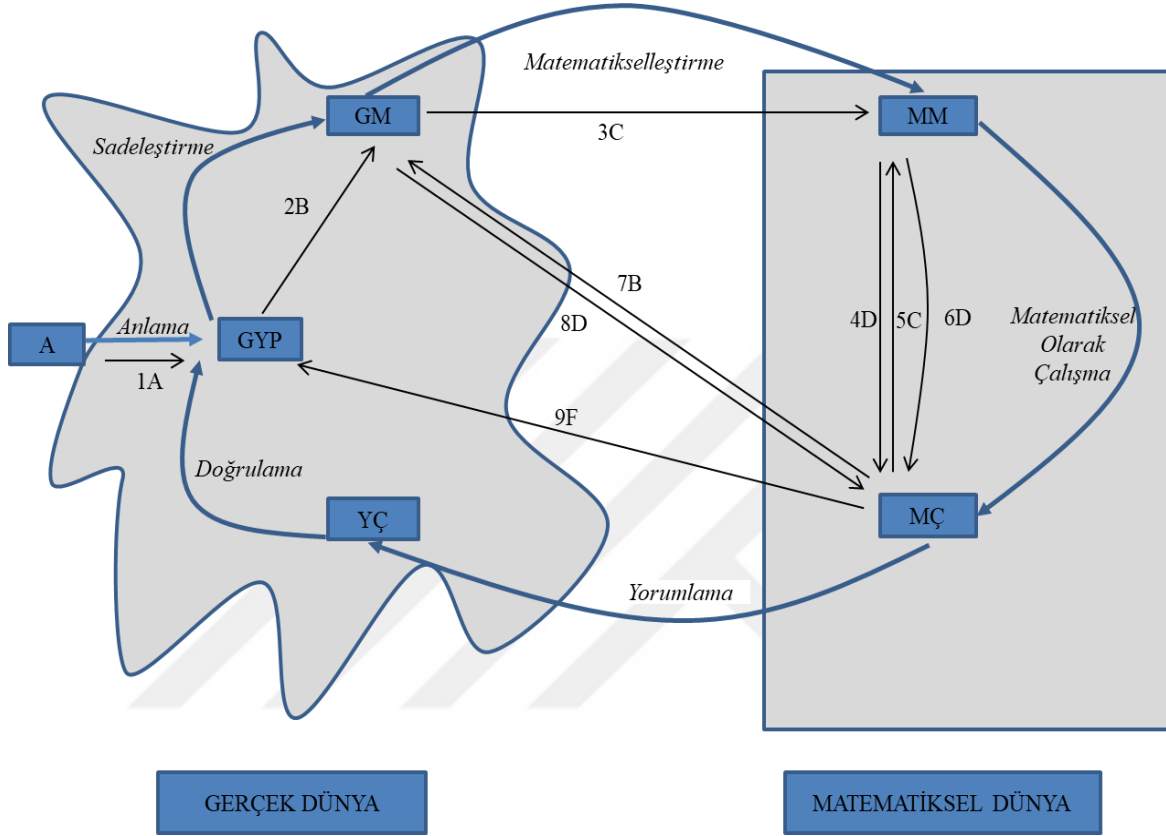
Eren: 1240, 1240'dan 1070'i çıkardığımda 170. 10 tane minibüs kiralarsak 180 olur 9 yaparsak olur mu, 9 yaparsak 1 tane şeyi arabaya 2 tane o zaman bir arabaya 2 rehber sığıyor bu olur. (18 ile 9'u çarpıyor) 162 olmuyor 10 yaparsam da 180 oluyor.

Araştırmacı: Bunda bir sakınca var mı, 10 yapabilir misin? Kaçar tane araç kiralamış oluyorsun o zaman ve maliyeti ne oluyor?

Eren: 210, 10 tanesi 2100. 2940 lira da midibüsün maliyeti, otobüslerden 16 tane yapmışız. Bir tanesi gidiş geliş maliyeti 675 oluyor. 675 ile 16'yı çarparsam 10800 oluyor. Eskisini 18000lerde bulmuştum galiba bu sefer daha iyi daha az gelecek. (Otobüs, minibüs ve midibüsün maliyetleri toplayarak 15800 buluyor.) Evet, bu daha ucuz. (Görüşme kaydı, Eren, 05.02.2020).

Yukarıdaki problem durumunun nihai çözümüne ilişkin diyalog incelendiğinde Eren'in problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgi kullanarak iki farklı çözümünden

sonra üçüncü çözümü getirdiği görülmüştür. Eren bu çözümünde; 10 minibüs, 14 midibüs ve 16 otobüs kiralarak 15.840 lira toplam maliyetle en iyi çözüme ulaştığını belirtmektedir. Eren'in ön klinik görüşmesine ait modelleme döngüsünü yansıtan durum Şekil 4.2'de sunulmuştur.



Şekil34.2. Eren'in ön klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü

Eren'in ön klinik görüşmesine dair modelleme süreci incelendiğinde Eren soruyu okuyarak problemi çözmeye başlamıştır. Tabloda bulunan verileri kendi deneyimleri ile ilişkilendiren Eren önemli değişkenleri belirlemiş ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri kullanarak problem durumunu matematikselleştirmiştir. Ancak soruyu hemen çözmeye isteği matematikselleştirme sürecini ve matematiksel model oluşturma basamağını gerçekleştirmesine engel olmuştur. Olası matematiksel modeli yazmadan ancak konuşarak ifade etmiştir. Herhangi bir matematiksel model kurmadan matematiksel olarak çalışmış ve gerçek modele dönerek problem ile ilgili değişkenleri ve aralarındaki ilişkileri sadeleştirmiştir. İki defa kiraladığı minibüs sayısını azaltarak problem durumuna üç farklı çözüm getiren Eren, çözüme yönelik herhangi bir yorumlama, genelleme, gerçek yaşam durumu ile ilişkilendirme yapmadan problemin çözümünü tamamlamıştır. Eren'in modelleme yeterlikleri genel olarak değerlendirildiğinde etkinliğin anlama ve matematiksel

çalışma yeterliklerindeki performansının yeterli olduğu ancak diğer yeterliklerde beklenen düzeyde yeterlik sergileyemediği görülmüştür.

4.1.3. Serra'nın ön klinik görüşmesine (Piknik Modelleme Etkinliği) ait bulgular

Serra problemi okuyarak etkinliğe başlamış ve problem durumunu kendi cümleleri ile ifade etmiştir. Tabloda verilen bilgiler ile problemin metin kısmında verilen bilgileri ilişkilendiren Serra problemi gerçek yaşam durumuyla ilişkilendirememiştir.

Araştırmacı: Serra soruda ne anlatıyor bize?

Serra: Sanırım pikniğe gitmek istiyorlar 1200 öğrenci ve 40 öğretmen var... (Hangi aracın daha iyi olacağını düşünüyor.) Her araçta bir öğretmen olacakmış. Kaçar tane kiralamalı paylaşımı nasıl olacak. Buna göre Murat beye bir mektup yazacaktı. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Verilenleri ifade ederken (A1) kendi cümlelerini kullanan Serra problem durumunu anlayarak hemen çözüme yönelik işlemler yapmak istemektedir. Veri tablosunu inceleyen Serra problemin çözümüne yönelik değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemeye çalışmıştır.

Araştırmacı: Kaç öğretmen varmış Serra?

Serra: 40 öğretmen varmış.

Araştırmacı: Peki bu 40 öğretmenin olması önemli bir bilgi mi sence?

Serra: Evet.

Araştırmacı: Neyi değiştirir bu?

Serra: Çünkü her araçta bir öğretmen olacaktı ya ona göre ayarlarız.

Araştırmacı: O zaman kaç araç kiralayabiliriz?

Serra: 40.

Araştırmacı: En fazla 40 mı?

Serra: Belki daha fazla olamıyor sanırsam.

Araştırmacı: Daha az kiralayabilir miyiz?

Serra: Evet o olabilir, kiralayabiliriz. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Serra değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemeye (B3) yönelik açıklama yaparken her araçta bir öğretmenin olması gerektiğini ve buna bağlı olarak en fazla 40 aracın kiralanabileceğini ancak daha az aracın da kiralanabileceğini belirtmiştir. Serra problem durumunu ifade etmeden soruyu bir an evvel çözüme eğiliminde olmuştur. Ancak MOE'nin yapısı öğrencilerin doğal sınıf ortamlarında çözdükleri soru yapısından farklı olduğu için Serra soruyu anlamak ve çözebilmek adına birçok kez soruyu okumak durumunda kalmıştır.

Araştırmacı: Bu soruyu çözmek için senin düşüncen ne?

Serra: (20 saniye düşünüyor) İlk önce yolculardan yola çıkmaya çalışırım, sonra kirasını hesaplarım.

Araştırmacı: Bir otobüsün ne kadar yakıt yaktığı önemli bir bilgi mi sence?

Serra: Bence çok değil.

Araştırmacı: Etkilemez mi sonucu?

Serra: Etkileye de bilir ama çok aşırı değil. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Serra problem durumunu açıkladıktan sonra problemin ilgili nicelikleri arasında sadeleştirme yaparak (C3) süreci devam ettirmiştir. Serra sorunun tablo kısmına yoğunlaşarak önemli değişkenleri belirleyip (B2) problemin çözümünü etkileyecek bir yaklaşımla araçların yakıt masrafının önemli olmadığını belirtmektedir. Serra'nın yaptığı bu stratejik hata Serra'nın soruyu anlamadığını göstermiş ve aynı yerleri tekrar okumasına neden olmuştur.

Araştırmacı: 100 kilometrede ne kadar yakar bu otobüs?

Serra: 1 kilometrede 2 lira ise, 100 kilometrede 50 mi oluyor yok hayır 200 oluyor.

Araştırmacı: O zaman ne kadar yakıt yaktığı önemli mi Serra?

Serra: O zaman önemli oluyor. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Araştırmacı: Minibüs ne kadar yakıyor?

Serra: Minibüs ne kadar yakıyor... 1 lira yakıyor 100 kilometrede ne olur o zaman bu 100 kilometrede 100 lira olur.

Araştırmacı: Midibüsü bul bakalım.

Serra: Midibüs de 150 TL (Bir süre duraksıyor ve kafası karışıyor.) 300 mü acaba (ama sonunda 150'yi buluyor)

Araştırmacı: Minibüsün bize bir günlük maliyeti ne kadar?

Serra: 110, bir de yakıtı var 100 lira oda 210. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Yukarıdaki diyalogda Serra yanlış bir varsayımda bulunarak otobüsün yakıt maliyetinin önemli olmadığını ancak yaptığı matematiksel işlem sonucunda çözüme yönelik önemli bir değişken olduğunu (B2) belirtmektedir. Minibüsün bir kilometrede ne kadar yakıt harcadığını bulan Serra, midibüsün bir kilometrede bir buçuk lira yakmasından dolayı 100 kilometrede ne kadar yakıt harcadığını bulamamıştır. Ancak otobüs ve minibüsün arasında bir değer olduğunu gören Serra midibüsün 100 kilometrede ne kadar yakıt harcadığını bulmuştur. Ayrıca problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgiyi kullanarak (D2) minibüsün bir günlük toplam maliyetini bulmaktadır.

Araştırmacı: Bir yolcunun maliyeti ne kadardır Serra?

Serra: Bir yolcunun maliyeti; 210'u 18'e bölerim.

Araştırmacı: Minibüsün bir yolcu maliyeti ne kadarmış?

Serra: 11 lira, kalanlar da var ama...

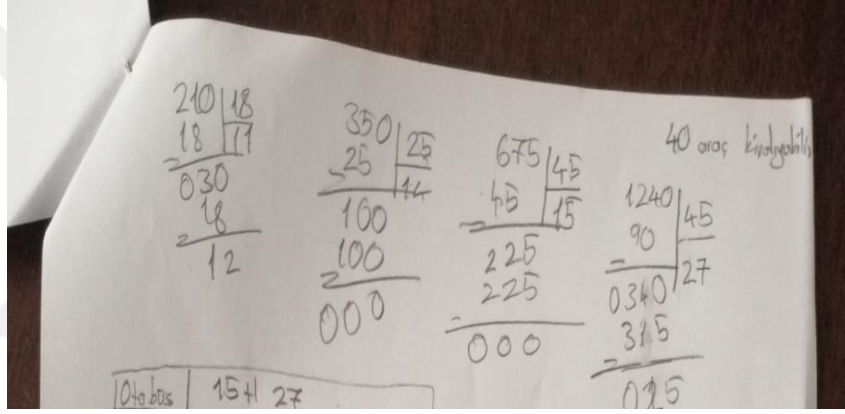
Araştırmacı: 11 liradan daha mı az daha mı çok.

Serra: Sanki daha çok 11 buçuk gibi bir rakam.

Araştırmacı: Peki midibüsün maliyeti ne kadar Serra?

Serra: O da 350 oluyor. 350 ise, 350'yi 25'e bölüyorum 14 liraymış bu da. Otobüse bakıyorum 675 i 45'e bölüyorum. Bu da 15 lira tutuyor. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgiyi (D2) kullanmaya devam eden Serra Görsel 4.6'da görüldüğü üzere her bir aracın bir yolcuyu ne kadara götüreceğini bulmuştur. Bu nicel verileri kendi arasında ilişkilendiren Serra hangi aracın daha uygun fiyata götüreceğine ilişkin çözümüne devam etmiştir.



Görsel 4.6. Serra'nın ön klinik görüşmesine ait çalışma kağıdı

Araştırmacı: Sen bu araçlardan hangisini kiralarsın Serra?

Serra: Minibüsü kiralayabilirim ama az kişi taşıyor, herhalde otobüs kiralırım.

Araştırmacı: Kaç tane otobüs kiralarsın bu "herhalde" yi neye göre belirlersin?

Serra: 1200'ü 45'e bölerim.

Araştırmacı: Neden 1200'ü bölüyorsun Serra?

Serra: Bir de 40 öğretmen vardı değil mi? 1240'ı 45'e bölerim (İşlemi yaparken 1240'ta 45 bir defa var diyerek yanlış yapıyor yönlendirme sonucu doğru yapıyor.) (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Verileri matematiksel olarak ifade eden (C1) Serra, problem durumunu matematikselleştirerek araçlar arasında bir seçim yapmaya çalışıyor. Bölme işlemini aldığı geri dönütler sonucunda doğru yapan Serra, yaptığı işlemler sonucunda herhangi bir matematiksel modele ulaşmadan çözümüne devam ediyor.

Araştırmacı: Peki bu kalan 15 kişi için ne yaparsın?

Serra: Bu kalan 15 kişi için başka bir araç kiralırım o zaman minibüs kiralırım.

Araştırmacı: Neden minibüs kiralıyorsun?

Serra: Sayıya göre en yakın olduğu için.

Araştırmacı: Kalan sayında bir yanlışlık var gibi bu işlemin sağlamasını yapar mısın? (Bölen ile bölümü çarptığında hatasını görüyor, kalanın 25 olduğunu buluyor.) Bu sefer bizi minibüs kurtarıyor mu?

Serra: Hayır kurtarmıyor.

Araştırmacı: Ne kiralayacağız?

Serra: Midibüs (tabloyu göstererek) otobüsten 27 tane var minibüsten 1 tane var. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Yukarıda verilen diyalogda Serra değişkenler arasındaki ilişkileri belirleme (B3) alt yeterliğini gerçekleştirerek problem durumunu basitleştirmeye devam etmiştir. Ancak Serra matematiksel işlem hatası yaparak problemin çözümünden uzaklaşmıştır. Nicelikler arasındaki ilişkinin problemin çözümüne yönelik olan kalan yolcuları farklı araçla taşımayı öneren Serra problemin çözümüne devam etmektedir.

Araştırmacı: Ne kadara mal oluyor bunlar Serra? (anlamsız bir şekilde 27 ile 15'i çarpıyor) 27 ile 15'i neden çarptın Serra?

Serra: Otobüsün maliyetini bulmak için. (MOE'nin çözümüne yönelik olmayan anlamsız cevaplar veriyor.)

Araştırmacı: Bir otobüsün maliyetini nasıl buluruz Serra?

Serra: Bir otobüsün maliyeti 200, pardon 675.

Araştırmacı: Ne yaparsın Serra?

Serra: 675 ile 27'yi çarpalım böyle oluyor. (27225 sonucunu göstererek.) (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Serra: Toplarım, böyle bir sayı çıktı 27575.

Araştırmacı: Bunu bulabilir miyiz sence?

Serra: Daha düşük bir fiyata bulamayız gibi, belki de bulabiliriz.

Araştırmacı: Ne yaparsak bulabiliriz?

Serra: Başka araçları denersek.

Araştırmacı: Hangi araçları denersek bulabiliriz?

Serra: Minibüs. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Serra çözümünü irdeleyip olası çözümler hakkında iletişim kurarak (E3), 27575 liralık araç kiralama masrafını daha uygun bir fiyata yapılabileceğini belirtmektedir. Problem durumu ile ilgili nicelikler arasında ilişki kurmaya devam eden Serra problemin tablo kısmındaki verileri inceleyerek problemin çözümüne kira bedeli ve yakıt masrafından dolayı minibüsü deneyerek devam etmektedir.

Araştırmacı: Kaç tane minibüs kiralarsın?
Serra: Bayağı bir olması lazım.
Araştırmacı: Kaç olması lazım mesela?
Serra: 40-43 mesela.(rastgele değerler veriyor)
Araştırmacı: 43 tane araç kiralayabiliyor muyuz?
Serra: Kiralayabiliyor muyuz? (soruya bakarak cevaplamaya çalışıyor)
Araştırmacı: En fazla kaç araç kiralayabiliyorduk?
Serra: Nerede yazıyordu? (soruya tekrar dönüyor)
Araştırmacı: Öğretmenler nasıl yerleşiyordu araçlara?
Serra: Her araçta bir tane olması gerekir.
Araştırmacı: O zaman kaç araç kiralayabiliyorduk?
Serra: Hıı 40. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Aşağıda Görsel 4.7’de Serra’nın ön klinik görüşmesine ait görsel sunulmuştur.



Görsel 4.7. Serra’nın ön klinik görüşmesine ait görsel

Çözümünü güncelleme adına tekrar problem durumundaki değişkenlere yönelen Serra, gerekçesi olmayan değerler vererek 40-43 tane minibüs kiralayabileceğini ifade etmektedir. Ancak yöneltilen sorularla rehber olarak 40 öğretmenin olduğunu ve en fazla 40 araç kiralayabileceği değişkenini hatırlayarak problem durumunun çözümü için doğru bilgiye ulaşmaktadır. Değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyen (B3) Serra problemin çözümüne devam etmektedir.

Serra: Bence bir 40 araç kiralayalım.
Araştırmacı: Ne olur o zaman kaç kişiyi götürebiliriz?
Serra: 720 kişiyi götürebiliriz. (40 ile 18’i çarpıyor.)
Araştırmacı: Olur mu bu 720 kişi?
Serra: Hayır.
Araştırmacı: Ne yapalım o zaman?
Serra: O zaman minibüs yapmayalım. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Araştırmacı: Nasıl bir yol izlersin Serra bir fikrin var mı?

Serra: O zaman bir midibüsü deneyelim 40 ile yapayım ben onu (40 ile 25'i çarpıyor.) 1000 oldu. Hepsini midibüsle yapabiliyor muyuz? Midibüs de yapamıyoruz o zaman mecburen otobüs kiralayacağız. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Serra gerekli/gereksiz bilgiyi ayırarak mevcut bilgiye ulaşma (B4) alt yeterlik durumunu gerçekleştirerek araçları sadece minibüs olarak kiralamanın problemin çözümü için yeterli olmayacağını belirtmektedir. Serra değişkenler arasındaki ilişkiyi kavradıktan sonra çözüme yönelik sezgisel stratejiler kullanarak (D1) olası çözüm önerileri getirmiştir. Sadece midibüs kiralamanın doğru bir yol olmadığını ifade eden Serra işlem yapmaya devam etmektedir.

Araştırmacı: Otobüs kir alıyor musun?

Serra: Biraz pahalı olduğu için kiralamak istemiyorum “azar azar minibüsten, azar azar midibüsten, azar azar da otobüsten” kiralarsak iyi olur.

Araştırmacı: Hangisinden en fazla kiralamalısınız?

Serra: En fazla minibüs.

Araştırmacı: Araç sayısı kaç olacak?

Serra: 40, hem araç sayısı 40'ı geçmeyecek kapasitemiz de 1240 olacak. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Yukarıdaki diyalogda Serra değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyerek (B3) hangi araçtan kiralaması gerektiğini kendi cümleleri “azar azar minibüsten, azar azar midibüsten, azar azar da otobüsten” ifadeleri ile açıklamış ancak matematiksel bir açıklama getirememiştir. Problem durumu için verilen önemli değişkenleri belirterek 40 araç ve 1240 kapasitenin (öğrenci ve öğretmen) olduğunu ifade etmiştir.

Araştırmacı: 1240'ı geçsek olur mu?

Serra: Hayır, olmaz koltuklar boş kalabilir ama.

Araştırmacı: 40 aracı geçemiyoruz öyle mi?

Serra: Evet çünkü her araçta bir öğretmen olması lazım. (Rastgele değerler vererek) Bir 10 tane minibüsten kiralayalım, 180 kişi alıyor çok az alıyor 20 tane midibüsten kiralayalım.

Araştırmacı: Hadi yap bakalım.

Serra: Bu da 500 kişi alıyor.

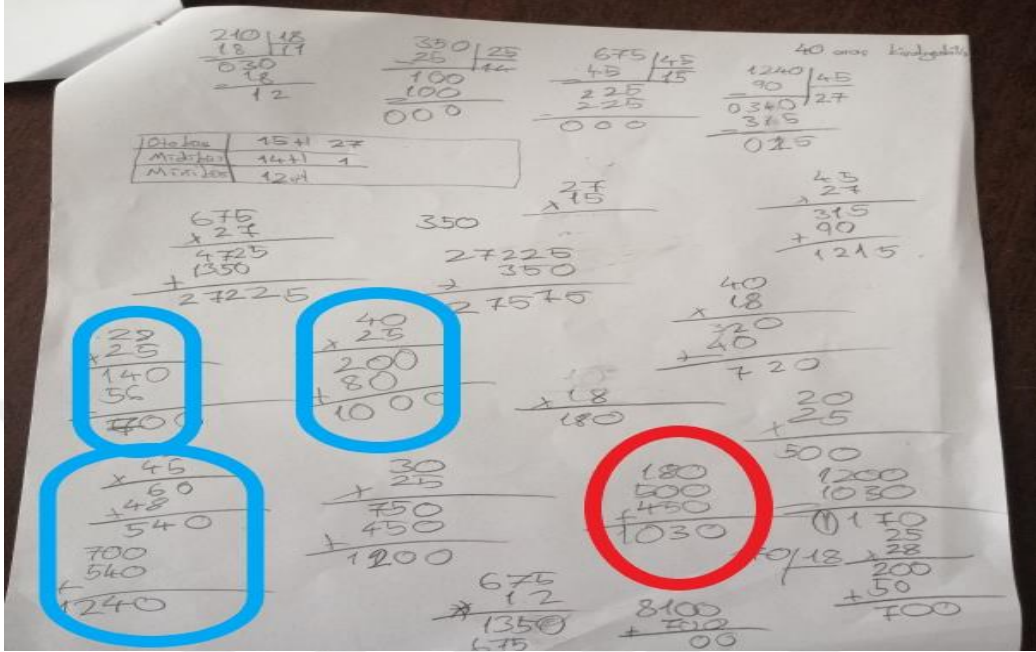
Araştırmacı: Geriye kaç aracımız kaldı?

Serra: 10 aracımız kaldı.

Araştırmacı: Kaç yolcu alır 10 otobüs?

Serra: 450, 1030 oluyor. (Serra kiraladığı araçlarla 1240 kişiyi götüremeyeceğini belirtmektedir.) Olmadı o zaman minibüs sayısını azaltalım. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Problem durumu ile ilgili verilenler arasında sadeleştirme yapan Serra çözüme yönelik sezgisel stratejiler (D1) kullanarak yeni bir çözüme ulaşmaktadır. Aşağıda Görsel 4.8.'de Serra'nın ön klinik görüşmesine ait süreci yansıtan çalışma kağıdı sunulmuştur.



Görsel 4.8. Serra'nın ön klinik görüşmesine ait çalışma kağıdı

Serra'nın değişkenler arası ilişkileri belirleyerek toplam 1030 yolcu götürebileceği çözümü yukarıda bulunan çalışma kağıdında kırmızı elips içinde gösterilmiştir. Ancak Serra bu çözümün uygun olmadığını belirterek yeni bir çözüm bulmak için değişkenleri tekrar gözden geçirmiştir.

Serra: (1200'den 1030'u çıkararak) 170 arada fark var onu buluyor o.

Araştırmacı: 170 farkı nasıl yakalamalıyız Serra?

Serra: Minibüsü azaltmalıyız kaç azaltsak bilemiyorum. (170'i 18'e bölmeye çalışıyor ama neden yaptığını bilmiyor soruyu genel olarak tekrar irdeliyor.) Minibüs hiç yapmasak, midibüs mü yapsak diyorum, o da fazla gelir herhalde 30 tane midibüs (30 ile 25'i çarpıyor) 750, 10 otobüse ne demiştik 450 oldu. 1200 oldu bu sefer.

Araştırmacı: Evet oldu mu?

Serra: 40 eksik kaldı, 40 olması için bir tane daha otobüs yapabilirim. 40 arttırmamız gerekiyorsa (farklı sayıları deniyor biraz da zorlanıyor) 28 Midibüs 12 otobüs yapalım (işlemleri yaparak) bu sefer oldu. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Serra çözüme yönelik sezgisel stratejiler kullanarak (D1) çalışma kağıdında mavi elipsler içinde gösterilen nihai çözüme ulaşmıştır. Serra'nın herhangi bir doğrulama

yapmadığı çözümüne kısmen yeterli düzeyde gerçek yaşam bağlamında yorumlama getirdiği görülmüştür.

Araştırmacı: 12 otobüsün maliyeti ne kadar?

Serra: (675 ile 12'yi çarpıyor) 8100 ve (350 ile 28'i çarpıyor) 9800. (Çıkan sonuçları topluyor.)

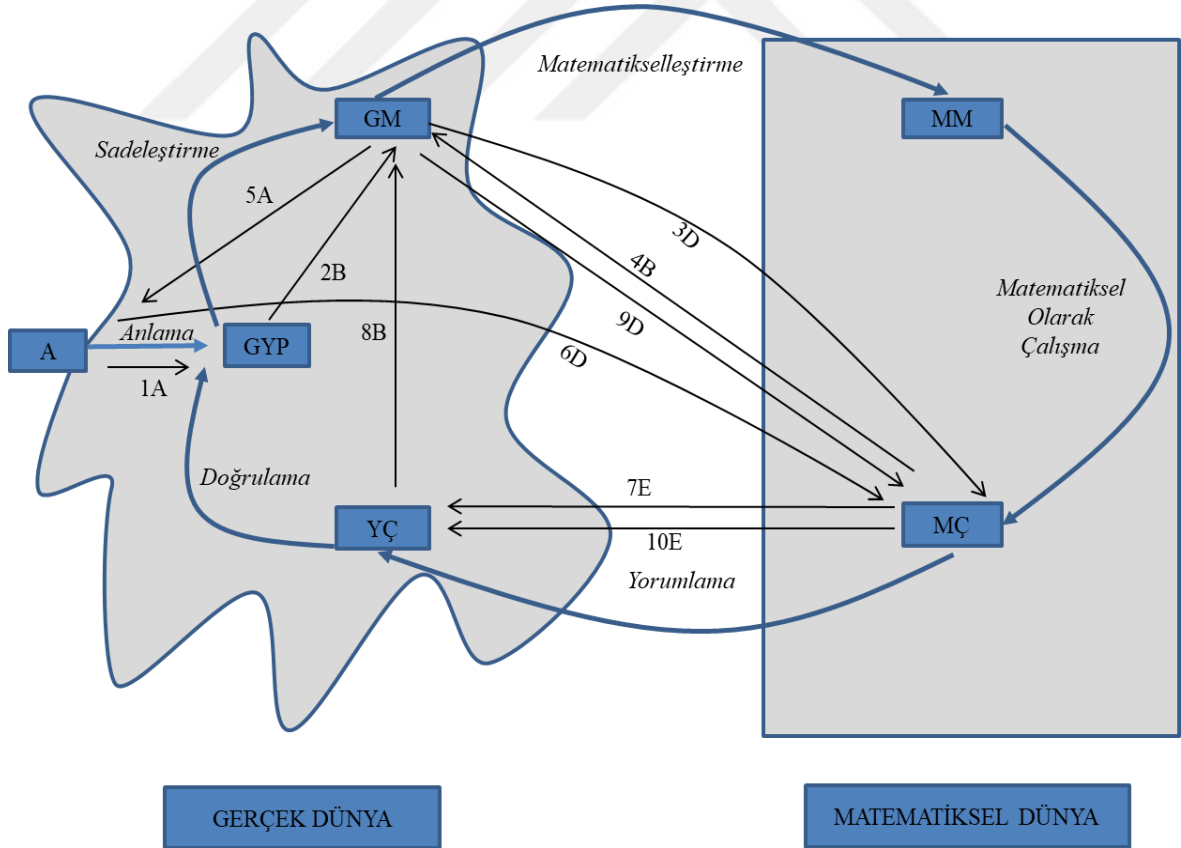
Araştırmacı: Diğerinin maliyeti ne kadardı?

Serra: O da 8100.

Araştırmacı: 17900 mü buldun maliyeti daha düşük bulabilir miydik Serra?

Serra: Ama öncekinden düşük olduğu kesin. (Görüşme kaydı, Serra, 05.02.2020).

Serra problem durumu ile ilgili varsayımlarda bulunarak son çözüm önerisini diğer çözüm önerileri ile kıyaslayarak son çözümünün maliyetinin düşük olduğunu belirtmiştir. Çözümünü irdeleyerek ve çözümler hakkında iletişim kurarak (E3) yorumlama yeterliğine bağlı alt yeterliği gerçekleştiren Serra modelleme etkinliğinin çözümünü sonlandırmıştır. Serra'nın ön klinik görüşmesine ait modelleme döngüsünü yansıtan durum Şekil 4.3'te sunulmuştur.



Şekil 4.35. Serra'nın ön klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü

Şekil 4.3’de görüldüğü gibi problemi okuyarak kendi cümleleri ile problem durumunu aktaran Serra ilgili nicelikler arasında sadeleştirme yapmıştır. Modelleme etkinliği süresince üç farklı çözüm önerisi getiren Serra bu çözümler süresince gerçek model ve matematiksel çözüm arasında sürekli işlemler gerçekleştirmiştir.

Modelleme süresince gerçek modeli matematiksel işlemler sonucunda matematiksel modele aktarması gereken Serra çözümü boyunca herhangi bir matematiksel model oluşturamamıştır. Araçların bir kilometrede harcadıkları yakıtın önemli bir değişken olduğunu belirleyen Serra bu bilgiyi matematiksel işlemlerle kullanmıştır. Serra çözüme yönelik varsayımlarda bulunarak etkinliği sürdürmüştür. Bu matematiksel işlemler sırasında Serra’nın minibüsün bir yolcu maliyetini bulurken, *“11 lira kalanlar da var ama. Sanki daha çok 11 buçuk gibi bir rakam.”* ifadelerinden matematiksel bilgiyi kısmen doğru kullandığı söylenebilir.

Serra’nın çözümlerini varsayımlara dayanarak gerçekleştirdiği ve en son ulaştığı çözümü diğer çözümlerle kıyaslarken *“Ama öncekinden düşük olduğu kesin.”* ifadesiyle niceliksel bir açıklama yaptığı anlaşılmıştır.

4.2. Gruplarla Yapılan Etkinlikler ve Sunumuna Ait Bulgular

Bu bölümde odak öğrencilerle gerçekleştirilen klinik görüşmeler sonrasında sınıfın tamamı ile gerçekleştirilen üç hafta süresince üç farklı modelleme etkinliğine ait bulgular verilmiştir. Bu etkinlikler Cuma günü gerçekleştirilmiş olup en az iki gün öncesinden öğrencilere modelleme etkinliğinin bağlamına uygun olarak, o hafta gerçekleştirilecek modelleme etkinliğiyle ilgili çalışmalar verilmiştir. Öğrencilerin gruplar halinde yapmış oldukları çalışmaların ve bu çalışmalara ilgili sunuların bulguları bu bölümde sunulmuştur. Bu çalışmalara ait görseller aşağıda farklı başlıklar altında aktarılmıştır. Ayrıca bu çalışmalar süresince araştırmacıya ait alan notlarını yansıtan günlükler, öğrencilere ait çalışma kağıtları, sunumlara ait görseller sunulmuştur.

4.2.1. Kermes etkinliği sunumuna ait bulgular

Gruplarla yapılan ilk çalışma olan “Kermes” modelleme etkinliğinde ısındırma çalışması olarak öğrencilerin geçmiş yıllarda katıldıkları ve okullarında gerçekleştirilen kermesin resmini çizmeleri istenmiştir. Bunun sonucunda kermeste hangi ürünlerden kaç tane satılacağı, kermese kaç kişinin geleceği ve kermeste satılacak ürünlerin kaç lira olacağına dair öğrencilerde bir farkındalık oluşturulmaya çalışılmıştır. Ayrıca öğrenciler

rutin matematik problemlerinin aksine uzun olan matematiksel modelleme etkinliklerinde farklı çözümlerin olabileceği, sonucun çoktan seçmeli uygulamalar gibi bir tane olmayacağı durumu yapmış olduğu resimlerin farklı olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Öğrenci resimlerinde kermeste satılacak ürünlerin fiyatlarını yansıtmaları ve satılacak ürünlerin neler olabileceğini resimlerinde yazarak belirtmeleri ürün ve fiyat farklılığı olabileceği düşüncesini geliştirmiştir. Görsel 4.9 ve 4.10’da, öğrencilerin kermeste hangi ürünlerin kaç liraya satılacağına dair ön bilgilerini oluşturmaya yönelik resim örnekleri yer almaktadır.



Görsel 4.9. Kermes etkinliği öncesi öğrencilerin yaptığı resim çalışması 1



Görsel 4.10. Kermes etkinliği öncesi öğrencilerin yaptığı resim çalışması 2

Gruplarla yapılan ilk çalışma olan “Kermes” modelleme etkinliğini, ikisi odak grup ikisi sınıf içinden olmak üzere dört farklı grup sunmuştur. Sunuların her biri 10’ar dakika sürmüştür. Öğrenciler sunularına başlamadan önce sunmak için isteksiz olup sunu yapmak istememişlerdir. Sunu esnasında matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya çıkarmaya yönelik öğrencilere aşağıdaki tabloda belirtilen sorular sorulmuştur.

Tablo 4.1. Kermes etkinliği ile ilgili süreç

ÖĞRETİM BÖLÜMÜ GÜNCEİ/İZLENCEİ

Tarih/Etkinlik Adı	07/02/2020 Kermes
İlgili öğrenme alanı	Sayılar ve İşlemler (Doğal sayılarda toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemleri.)
Öğrenci yanlış anlamaları ve yaptığı hatalar	Kuruşlardan lira elde ederken kuruşu liraya çevirme işleminde hatalar yaptılar. Kermese kaç kişinin geleceğini tahmin etmekte zorlandılar. Kermeste nelerin satılacağına karar vermekte ve çarpma işlemi yapmada zorlandılar.
Yanlış anlaşılma neden olan eylem	Kermese sadece öğrencilerin geleceğini düşündükleri için kaç kişinin geleceğinin belirlenmesinde zorluk yaşadılar. Mayıs ayında düzenlenecek kermeste dondurma gibi soğuk ürünlerin ve çay gibi sıcak ürünlerin kaçar tane satılacağını havanın nasıl olacağından dolayı belirleyemediler. Ürünlerin fiyatlarının porsiyon ve adet olarak belirlenmesinde ikilem yaşadılar ve zorlandılar.
Odak grubun bulguları kavramları/bağlamları	Odak gruptaki öğrenciler ön klinik görüşmede uygulanan modelleme etkinliğinden yararlanarak grup çalışmasına katıldıklarını belirttiler. Bu bağlamda farklı sonuçlarla çözüm önerileri bulup uygun matematik ifadelerle sundular.
Tüm grubun bulguları kavramları/bağlamları	Modelleme etkinliğine rutin matematik problemleri gibi yaklaşılarak çözüme yönelik farklı yaklaşımlar sergileyemediler. Ancak bazı gruplar açık uçlu sorulara alışkın olduklarını belirterek sorulara farklı yaklaşımlarla çözüm önerisi getirdiler.
Öğrenci sunumlarındaki öğrenmeler	Öğrenciler, okuldaki sınıf sayısından hareketle öğrenci sayısının belirlenebileceğini, mayıs ayında dondurmanın çok satılabileceğini kavradılar. Ayrıca problem durumunu gerçek yaşam durumu ile ilişkilendirerek çözümlerini de gerçek yaşamla ilişkilendirmeye çalıştılar.

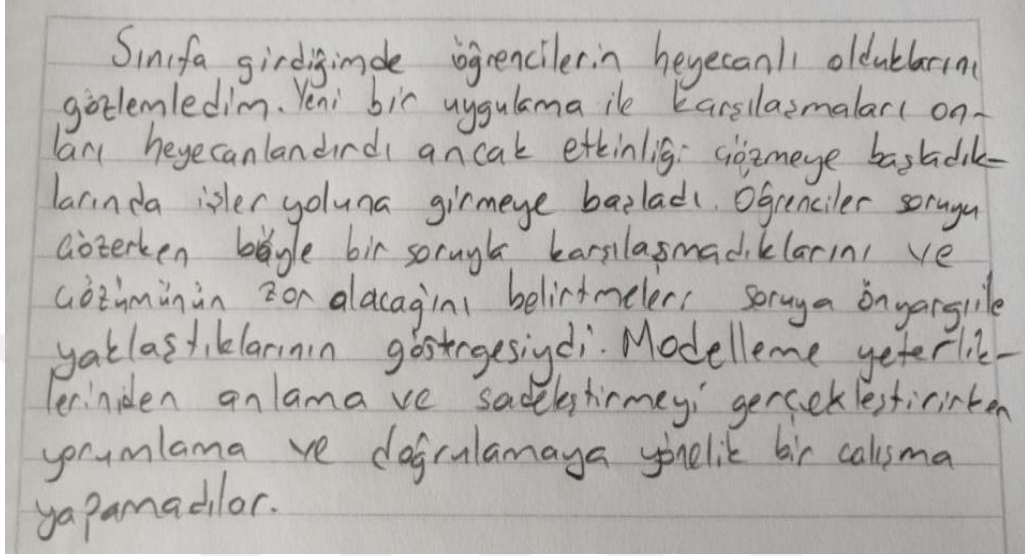
Tablo 4.1. (Devam) *Kermes etkinliği ile ilgili süreç*

Öğretmenin rolü	Öğretmen etkinlikler süresince öğrencilere modelleme yeterlik ve bu yeterliklere bağlı alt yeterlikleri anlamaya yönelik aşağıdaki sorular sormuştur: • Çözmemiz gereken problem durumu nedir? • Ne yaptınız neden böyle yaptınız? • Yiyecek ve içeceklerin fiyatını neye göre belirlediniz? • Sizce bu problemde önemli olan bilgiler neler? • Bulduğunuz sonuç gerçek yaşam durumuna uygun mu? • Daha iyi bir sonuç bulunabilir mi?
Sürecin genel değerlendirmesi	Hazırlık aşaması ile 65 dakika süren etkinlik öngörülen sürede tamamlandı. Öğrenciler etkinliğin çözümüne yönelik farklı düşünceler öne süremedi. MOE’ler ile ilk kez karşılaşan öğrenciler alışkın olmadıkları bu süreçte zorlandılar. Modelleme yeterliklerinden anlama, sadeleştirme ve matematiksel çalışma yeterliğini sergileyen öğrenciler diğer yeterlikleri sergileyememişlerdir. Bu durumun nedeni olarak etkinliğin bağlamının ve öğrencilerin daha önceki yıllarda okulda düzenlenen kermes etkinliklerine katılmaları olarak değerlendirilebilir. Sunu yapmak istememeleri ve utanma duygusu öğrencilerin kendilerini ifade etmelerinde zorluk yaşamalarına neden oldu.

Grup çalışması ile yapılan ilk etkinlik olan “Kermes” etkinliği 55-65 dakika sürmüştür. Öğrencilerin iki gün önceden yapmış olduğu resimler toplanarak sınıfın hemen yanında bulunan çalışmanın yapılacağı bilişsel eğitim sınıfına geçilmiştir. Burada önceden belirlenen gruplar üçerli oturtularak modelleme etkinliği süreci başlamıştır. Etkinlik kağıtları üçerli öğrenci gruplarına verilmiş ve öğrenciler etkinliğin çözümüne başlamışlardır. Öğrencilerin ilk kez karşılaştıkları bu etkinlikler karşısında ön yargılı oldukları ve “*bu kadar uzun soruyu nasıl çözelim, daha önce böyle şekilli sorular görmedim*” cümleleriyle anlaşılmaktadır. Soruyu okumaya devam eden ve anlamak için yorumlarda bulunan öğrencilerin, doğal sınıf ortamlarında grup çalışmaları yapmadıkları için soru çözümünde isteksiz oldukları gözlemlenmiştir. Ancak etkinliğin okunması ve öğrencilerin önceki deneyimlerinde bu soru bağlamı ile karşılaşmaları soruyu çözmelerine yönelik motivasyonlarının arttığı izlenimini oluşturmuştur. Problem durumunun tek bir doğru cevabının olmaması öğrencileri matematiksel işlem olarak zorlamayacağı nitelikte olmasına rağmen öğrencilerin sorunun farklı aşamalarında zorlandıkları görölmüştür.

Heterojen olarak oluşturulan gruplar içerisinde öğrencilerin birbirleri ile etkileşim kurmasına izin verilmiştir. Öğrencilerin problem durumunu anladıkları, çözüme yönelik

değişkenler arasındaki ilişkileri belirlediği ancak model oluşturamadıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin çözümün yorumlanması ve doğrulanması ile ilgili önerilerde bulunamadıkları ya da bulundukları öneriyi gerekçelendiremedikleri belirlenmiştir. Öğretmen günlüğünde grup çalışmalarının değerlendirilmesi Görsel 4.11’de sunulmuştur.



Görsel 4.11. Kermes etkinliğine ait araştırmacı günlüğü

İki ders saati tamamlandıktan sonra odakta bulunan iki grubun yanı sıra iki farklı gruba daha modelleme etkinliği süresince buldukları çözüm sundurulmuştur. Sunulan çözümler üzerine tartışılarak gerçek yaşama en yakın çözümün hangisi olabileceği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu tartışmalarda doğru çözümün tek bir tane olmayacağı, her düşüncenin doğru olabileceği öğrencilere aktarılmıştır. Ayrıca sınıfta modelleme etkinliğinin çözümüne ilişkin tartışma ortamı yaratılarak ilerleyen haftalarda öğrencilerin çözümlerinin farklılaştırılmasına yönelik uygun tartışma ortamı sağlanmıştır. Bu sunumlar esnasında sınıfın öğretmeni ve uygulayıcı, moderatör rolünü üstlenmiştir. Sunulan çözümlerin her biri ortalama 10 dakika sürmüş olup; sunuların sonunda uygulayıcı, öğrencilerin çözümlerinden yola çıkarak gerçek yaşam durumu ile ilişkilendirilebilecek örnek bir çözümü öğrencilerin katkıları ile gerçekleştirmiştir. Ortak çözüm bulma uygulamasındaki amaç öğrencilerin sonraki haftalarda matematiksel modelleme döngüsünde bulunan yeterlikleri ve bu yeterliklere bağlı alt yeterlikler çerçevesinde etkinliklerin çözümünü gerçekleştirebilmeleridir.

Öğrencilerin dört işlem becerisini ve mantıksal düşünme becerisini geliştirmeye yönelik hazırlanan “Kermes” modelleme etkinliğinin veri seti öğrencilere tam olarak

verilmemiştir. Öğrencilerden problem durumuna ait verileri kendilerinin oluşturulması istenmiştir. Aşağıda gruplar halinde yapılan modelleme etkinliği sonrasında “Modelleyiciler” grubu (Ata, Fatih ve Ayşe) tarafından gerçekleştirilen sunuma ait sınıf tartışması verilmiştir.

Araştırmacı: Bu soruyu çözmek için ilk olarak ne yaptınız?

Ata: İlk olarak kişileri belirledik.

Fatih: Hayır önce paraları (ürünlerin kaç liraya satılacağını) belirledik sonra kişileri belirledik?

Ata: Dondurmaya 2 TL dedik, cupcake 1 TL, pudinge 1 TL 50 kuruş, bardak mısıra 1 TL, içli köfteye 2 TL, saç böreğini de 2 TL 50 kuruş dedik.

Araştırmacı: Bu ürünlerden kaç kişi alıyor?

Ata: Dondurmayı 10 kişi alıyor.

Ayşe: Bence dondurmayı 10 kişinin alması olamaz. Yani çok az ben fazla olmasını söyledim ama onlar kabul etmediler. (Ayşe problem durumunu gerçek yaşam durumu ile ilişkilendirmeye çalışmıştır.)

Araştırmacı: Ata geçen sene dondurma satılmış mıydı?

Ata: Evet.

Araştırmacı: Peki sen yedin mi?

Ata: Hayır.

Araştırmacı: Kaç kişi dondurma almıştı?

Ata: 10 kişi vardır.

Ayşe: Sadece geçen sene kuyrukta 20-30 kişi falan vardı. Bence daha çoktur

Araştırmacı: Belki 10, belki 30 dur. Doğru veya yanlış bir şey diyemem bana cevabınızı gerekçelendirmelisiniz.

Modelleme etkinliği çözümünün sunumu esnasında gerçekleşen yukarıdaki diyalogda kermese kaç kişinin geleceği ve ürünlerin ne kadara satılacağı grup üyeleri tarafından geçen sene gerçekleştirilen kermes etkinliğine göre belirlenmiştir. Sunum yapan grup üyeleri önceki deneyimlerini kullanarak problem durumuna çözüm getirmişlerdir.

Mete: Bu grubun hesabına göre kermese 113 kişi katılıyor.

Araştırmacı: Sence bu sayı nasıl Mete?

Mete: Çok az, 113 kişiden çok fazla kişi katılır.

Serra: Bence yaptıkları yol mantıklı ancak kişi sayısını çok az tutmuşlar biz de bu yoldan yürümüştük.

Ata: Mayıs ayında tatile gitmiş olabileceklerini düşündük.

Eren: Ata tatile gitseler bile 113 sayısı çok az.

Fatih: Bence de katılan kişi sayısı fazla olabilir.

Sınıftaki öğrencilerden Serra ve Mete grup üyelerinin yaptıkları çözüm önerisini beğeniyor ancak kermese katılan öğrenci sayısının uygun olmadığını ifade etmektedir. Ata Mayıs ayında öğrencilerin tatile gidebileceğini söyleyerek gerçek yaşam durumu ile ilgili olmayan bir açıklama yapmaktadır.

Selman: Katılan kişi sayısı az olunca ürünler de az satılıyor kişi sayısı ile satılan ürün sayısı alakalı olduğu için az ürün sattılar.

Araştırmacı: Fatih fiyatları belirlerken neden bu şekilde belirlediniz?

Fatih: Biz geçen seneki kermes fiyatlarına bakarak yaptık.

İnci: Adet fiyatları uygun olabilir ama porsiyon fiyatlarını biraz daha fazla tutmalılar, burada hata yapmışlar bence.

Ata: O kadar bilet yok ki (geçen yıl okul kermesinde para yerine kullanılan biletlerin sınırlı olduğunu belirtiyor).

Araştırmacı: Beş TL’lik biletlerden üç tane kullanamaz mı?

Ata: Evet kullanabilir. Burada da bir hatamız var.

Araştırmacı: Hata yapabilirsiniz önümüzde daha 9 haftamız var. Önemli olan bu hatalarımızı azaltmamız ve tekrarlamamamız. Toplam kaç lira gelir elde ettiniz? (Adet, porsiyon ve içecekleri ayrı ayrı yazarak kaç kişi aldığını çarpıp toplam geliri bulmaya çalışıyorlar).

Fatih: Adetlerden 74,5 TL, porsiyonlardan 82,5 TL ve içeceklerden 27 TL elde ediyoruz. Toplam 184 TL oluyor.

Eren: Öğretmenim bu kermes herhalde “VIP kermes”... (Sınıfta gülüşmeler oluyor.)

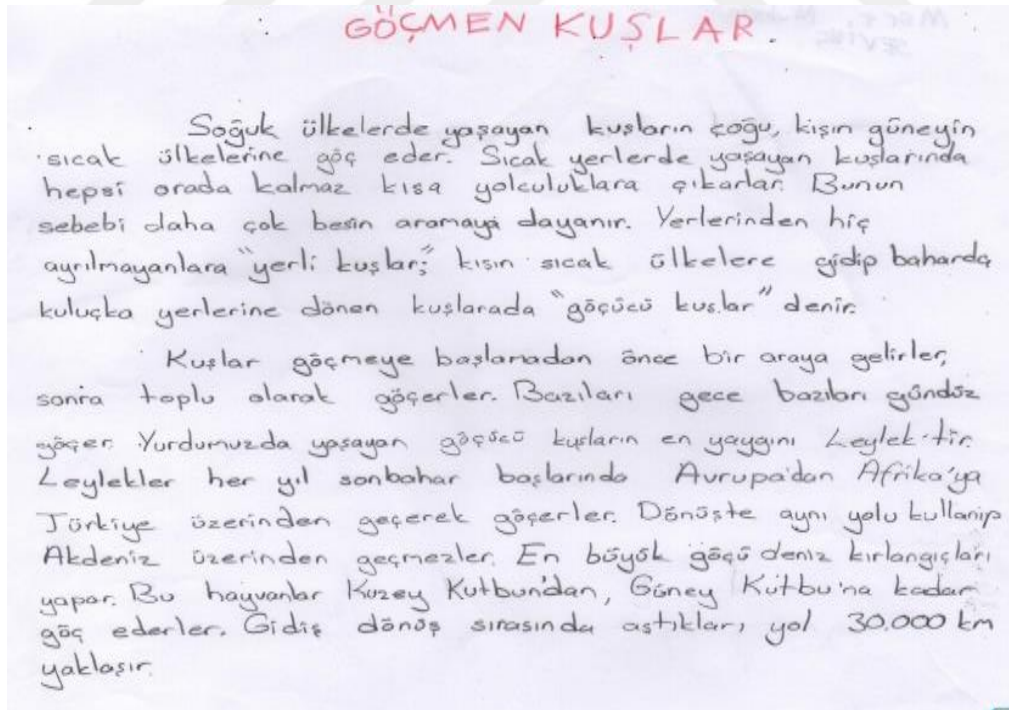
Kişi sayısının az tutulmasının satılacak ürünlerin sayısını da etkileyeceğini belirten Selman çözümün daha farklı olabileceğini ifade etmektedir. İnci ise adet fiyatlarının uygun olduğunu ancak porsiyon fiyatlarının uygun olmadığını belirterek çözüme yönelik eleştiriler getirmiştir. Çözümlerinin sonunda sınıf tarafından yöneltilen sorulara yeterli cevap veremeyen grup üyeleri çözümlerinin daha iyi olabileceğini belirterek sunumlarını bitirmişlerdir.

Matematiksel modelleme etkinliklerinin yapısına uygun olarak bir tane doğru cevabın olmayacağı ve her görüşün doğru olabileceği tartışmalar esnasında öğrencilere aktarılmıştır. Öğrenci sunumları tamamlandıktan sonra araştırmacı tarafından modelleme etkinliğine yönelik olası bir çözüm gerçekleştirilmiştir. Bu çözüm sırasında öğrencilerin görüşleri alınarak ve tartışma ortamı yaratılarak öğrencilerle beraber yapılmıştır. Buradaki amaç öğrencilerin modelleme yeterliklerini geliştirmek ve bir sonraki hafta uygulanacak modelleme etkinliğinde öğrencilerin farklı çözüm önerilerinde bulunmalarını sağlamaktır. Sunum esnasında öğrenci katılımının derslerdeki öğrenci katılımına göre daha yoğun

olduğunu belirten sınıf öğretmeni öğrencilerin kendilerini ifade ederken diğer derslerde katılım göstermeyen öğrencilerin de derse katıldığını belirtmiştir.

4.2.2. Göçmen kuşlar etkinliğine ait bulgular

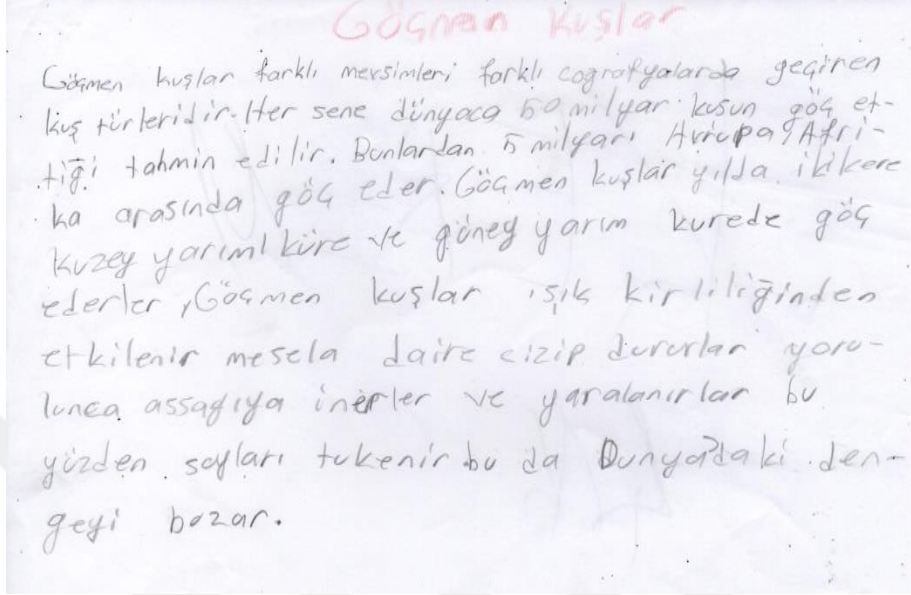
Gruplarla yapılan ikinci etkinlik olan “Göçmen Kuşlar” modelleme etkinliği bir önceki hafta oluşturulan aynı gruplarla gerçekleştirilmiştir. Gruplar üçer kişilik öğrencilerle oluşturulmuş ve iki grup odağa alınarak çalışılmıştır. Etkinliğin gerçekleştirilmesinden iki gün önce, geçen uygulama haftasında yapıldığı gibi sınıf öğretmeni aracılığıyla öğrencilerden göçmen kuşların hareketliliği ile ilgili araştırma yapmaları istenmiştir. Yapılan bu çalışma ısındırma etkinlikleri niteliğinde olup, yaptıkları çalışma sonucunda öğrencilerin göçmen kuşlar hakkında bilgi sahibi olduğu gözlemlenmiştir. Göçmen kuşların; nereden nereye, hangi zamanda göç ettiklerini ve göçlerini etkileyen durumların neler olduğu hakkında bilgi sahibi olmuşlardır. Uygulanan modelleme etkinliğinde yer alan “leylek ve ördek” göçmen kuşları da öğrencilerin yapmış olduğu araştırmalarda yer almıştır. Aşağıda öğrencilerin etkinlik öncesi göçmen kuşlar hakkında yapmış oldukları araştırmaya ait görseller yer almaktadır.



Görsel 4.12. Göçmen Kuşlar etkinliği öncesi öğrenci araştırmalarına ait görsel 1

Odak grupta yer alan öğrencilerden biri olan Eren “ışık kirliliğinin” göçmen kuşların hareketliliğini etkilediğini “...şöyle daire çiziyorlar, çok ılık olduğu zaman gelemiyorlar”

sözleriyle ifade etmiştir. Eren araştırması sonucunda elde ettiği bu bilgiyi çözümüne de yansıtmaya çalışmıştır. Öğrencilerin etkinlikler öncesinde yaptıkları araştırmaları problem durumunun çözümüne yansıtmaya çalıştıkları gözlemlenmiştir.



Görsel 4.13. Göçmen Kuşlar etkinliği öncesi öğrenci araştırmalarına ait görsel 2

Göçmen Kuşlar etkinliği sürecinin genel değerlendirilmesine yönelik Tablo 4.2. aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4.2. Göçmen Kuşlar etkinliği ile ilgili süreç

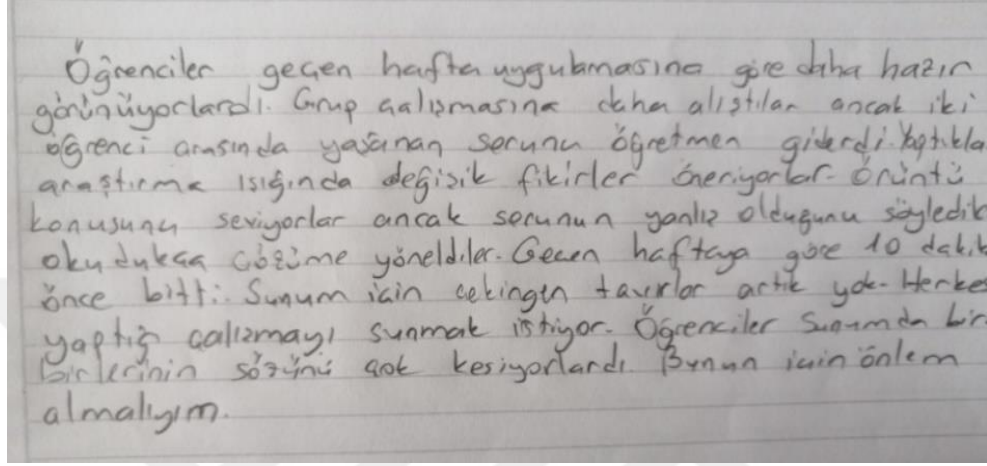
ÖĞRETİM BÖLÜMÜ GÜNCEŚİ/İZLENCEŚİ	
Tarih/Etkinlik Adı	14/02/2020 Göçmen Kuşlar
İlgili öğrenme alanı	Sayılar ve İşlemler (Doğal sayılarda toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemleri. Belli bir kurala göre artan veya azalan sayı örüntüleri oluşturma ve kuralını açıklama.)
Öğrenci yanlış anlamaları ve yaptığı hatalar	Belli bir kurala göre artan veya azalan sayı örüntülerinin farklı olacağını ifade etmede hata yaptılar. 2019 yılında kaç göçmen kuşun geleceğini tahmin edemediler. Göçmen kuşların sayısını aritmetik ortalama ile bulmaya çalışırken toplam yıl sayısının kaç olacağını bilemediler.
Yanlış anlaşılma neden olan eylem	Her yıl gelen göçmen kuş sayılarının rutin olarak azalmaması ya da artmamasından dolayı 2019 yılında gelecek kuş sayısının belirlenmesinde zorluk yaşadılar. Tek sayı ile biten yılların sıcak, çift sayı ile biten yılların soğuk olacağı varsayımında bulunmuşlardır. Sıcak havalarda göçmen kuşların daha çok geleceğini varsayarak 2019 yılının sıcaklığın tahmin etmekte zorlanmışlardır.
Odak grubun bulguları kavramları/bağlamı	Odak gruptaki öğrenciler ön klinik görüşmede uygulanan modelleme etkinliğinden yararlanarak grup çalışmasına daha istekli katıldıklarını belirtmişlerdir. Bu bağlamda farklı sonuçlarla çözüm önerileri bulup uygun matematik ifadelerle sunmuşlardır. Ayrıca yapılan ön çalışmayı odak öğrencilerinin diğer gruplara göre daha çok önemseyerek çözüm sürecine devam etmişlerdir.
Tüm grubun bulguları kavramları/bağlamı	Modelleme etkinliğine rutin matematik problemlerine olan yaklaşımları azalarak devam etmektedir. Çözüme yönelik bir önceki haftaya göre farklı düşünceler oluşmaktadır. Ancak bazı gruplar açık uçlu sorulara alışkın olduklarını belirterek sorulara farklı yaklaşımlarla çözüm önerisi getirmişlerdir.
Öğrenci sunumlarındaki öğrenmeler	Öğrenciler, İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programında olmamasına rağmen “ <i>aritmetik ortalama, zıt işaretli doğal sayıların toplanması</i> ” gibi konular hakkında fikirlerini söyleyip sunumlarında doğru bir şekilde kullanmışlardır. Gerçek yaşam durumunda sürekli artan ya da azalan durumların olmayacağını kavramışlardır. Yakın çevrelerinde olan Beyşehir Gölü’ne gittiklerini belirterek problem durumunu gerçek yaşam durumu ile ilişkilendirip çözümlerini de gerçek yaşamla ilişkilendirmeye çalışmışlardır.

Tablo 4.2. (Devam) *Göçmen Kuşlar etkinliği ile ilgili süreç*

Öğretmenin rolü	Öğretmen etkinlikler süresince öğrencilere modelleme yeterlik ve bu yeterliklere bağlı alt yeterlikleri anlamaya yönelik aşağıdaki sorular sormuştur. • Kendi cümlelerinle bu soruyu arkadaşlarınıza aktarabilir misiniz? • Çözmemiz gereken problem durumu nedir? • Gerekli işlemleri yaparak tablo, şekil ya da grafik oluşturabilir misiniz? • Sizce bu problemde önemli olan bilgiler neler? • Bulduğunuz sonuç gerçek yaşam durumuna uygun mu? • Bulduğunuz örüntü daha farklı şekilde oluşabilir mi?
Sürecin genel değerlendirmesi	Hazırlık aşaması ile 60 dakika süren etkinliğin sunumunda öğrencilerin çözümleri genellikle benzerdi. Grupla yapılan ilk etkinliğe göre ikinci etkinlikte daha uyumluydular. Öğrencilerin grup çalışmalarına alışkın olmamaları sürecin bireysel ilerlemesine neden olmaktadır. Öğrencilerin tamamı çözümlerini sunmak için istekliydi. Göçmen Kuşlar modelleme etkinliğinde öğrenciler bir önceki etkinliğe göre farklı anlama stratejileri kullanarak önemli gördükleri yerlerin altını çizerek ve not alarak etkinliğe devam etmişlerdir. Anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma yeterliklerini sergileyen öğrenciler yorumlama ve doğrulama yeterliğini sergilemekte zorlanmışlardır. Bu etkinlikte öğrenciler İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programında yer almamasına rağmen negatif ve pozitif doğal sayılarda toplama ve çıkarma işlemi yapmışlardır.

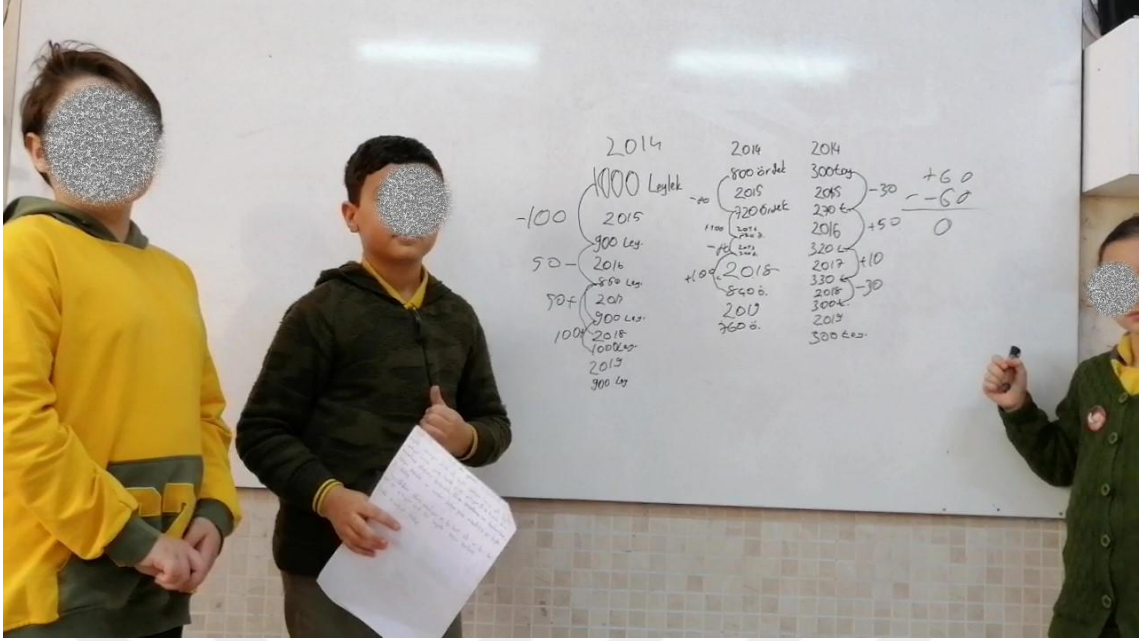
Etkinliğin uygulanma aşamasında öğretmen grupların hazır olduğunu görmüş ve etkinlik kağıtlarını öğrencilere vermiştir. Grupların arasında dolanan öğretmen sınıfın tamamını gözlemleyecek şekilde yerini almıştır. Öğretmenin günlüğünde de belirttiği gibi öğrenciler problem durumunu anlamak için öncelikle soruyu okumuşlar ve önemli gördükleri yerlerin altını çizmişlerdir. Gruplar geçen haftaya göre daha uyumlu çalışma sergilerken, anlaşmazlık yaşayan iki öğrenci arasındaki sorun sınıf öğretmeninin araya girmesiyle giderilmiştir. Etkinliğin genelinde öğrenciler çözüme odaklanmışlardır ancak bir sorunun birden fazla cevabının olabileceği düşüncesi farklı grup üyeleri tarafından belirtilmiştir. Öğrencilerin göçmen kuşların yıllara göre gelmesiyle oluşturdukları örüntünün devam etmesine göre sonu tek rakamla biten yılların sıcak, çift rakamla biten yılların soğuk olabileceği çıkarımında bulunmuşlardır. Öğrencilerin problem durumunu gerçek yaşam durumu ile ilişkilendirdikleri şekil ve grafik yardımı ile problemi çözmeye çalıştıkları gözlemlenmiştir. Ancak örüntünün özellikle toy kuşlarının bulunmasında farklı yapıda olmasından dolayı öğrencilerin çözüme yönelik model oluşturmada zorlandıkları görülmüştür.

Öğrencilerin dört işlem becerisini, rutin olarak artmayan örüntülere nasıl yaklaşacaklarını ve hangi çözüm süreçlerini uygulayacaklarını anlamaya yönelik hazırlanan “Göçmen Kuşlar” modelleme etkinliği süresince gruplara sorular yöneltilmiştir: Öğretmenin günlüğüne yazdığı grup çalışmalarının değerlendirmesi Görsel 4.14.’de sunulmuştur:



Görsel 4.14. Göçmen Kuşlar etkinliğine ait araştırmacı günlüğü

Gruplarla yapılan ikinci etkinlik olan “Göçmen Kuşlar” modelleme etkinliğinde sınıfın tamamı çözümlerini sunmak için daha istekliydi. İki odak grubun yanında iki grup daha sunumlarını gerçekleştirmiştir. Kermes etkinliğinin aksine Göçmen Kuşlar modelleme etkinliğine daha farklı çözüm önerileri getirilmiştir. Özellikle sunumlarda (az da olsa) farklı yolların olduğunu gören öğrenciler arkadaşlarını dikkatle dinlemişlerdir. “Aritmetik ortalama ve 2019 yılının sıcak olacağı düşüncesi” öğrencilerin ilgisini çeken çözüm önerilerinden olmuştur. Öğrenciler örüntünün rutin olarak artacağını ya da azalacağını varsayarak farklı bir durumun olabileceğini düşünmekte zorlanmışlardır. Sunumlarda öğrencilerin kendini ifade etme konusunda zorluk yaşadıkları gözlemlenmiştir. Öğrenciler pozitif sayılar ile negatif sayıların toplamı ile ilgili informal bilgilerini çözüme yansıtmaya çalışmışlar ancak kendilerini ifade etmekte zorlanmışlardır. Arkadaşlarının önerileriyle oluşan tartışma ortamında sorunun çözümlerine ilişkin yapılan mantıksal ve işlemsel hataların düzeltildiği gözlemlenmiştir. Zekâ Küpleri (Bora, Leyla ve Yaşar) grubu tarafından gerçekleştirilen sunuma ait görsel aşağıda sunulmuştur.



Görsel 4.15. Göçmen Kuşlar etkinliğine ait öğrenci sunumları

Göçmen Kuşlar modelleme etkinliği süresince öğrencilerin İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programında yer alan “*Belli bir kurala göre artan veya azalan sayı örüntüleri oluşturur ve kuralını açıklar*” kazanımının yanı sıra farklı bir şekilde artarak ya da azalarak devam eden örüntülerde de öğrencilerin farklı yaklaşımlarının olduğu görülmüştür. Özellikle etkinlik sonrası gerçekleştirilen grup çözümlerinde öğrencilerin farklı düşünceleri ortaya çıkmıştır. Aşağıda gruplar halinde yapılan modelleme etkinliği sonrasında “Zekâ Küpleri” grubu tarafından gerçekleştirilen sunuma ait sınıf tartışması verilmiştir.

Araştırmacı: Bu soruyu çözmek için nasıl bir yol izlediniz?

Yaşar: İ aktardık daha sonra çözmeye başladık.

Araştırmacı: Sizce bu sorunun çözümü için önemli olan yerler neresi?

Yaşar: Önemli yerleri hatırlamıyoruz ama çözünce aklımıza gelecek.

Leyla: 2014 yılında 1000 leylek, 2015 yılında 900 leylek, 2016 yılında 850 leylek, 2017 yılında 900 leylek, 2018 yılında 1000 leylek vardı.

Araştırmacı: Çocuklar çözümü dikkatli izleyin sizin çözümünüzle benzerlikleri ve farklılıkları neler, onları tartışalım.

Yaşar: Biz ilk başta şöyle bir şey düşündük. Ritmik sayma gibi örüntü düşündük, ilk başta 100 azaldı sonra 50 azaldı sonra yine 50 arttı sonra yine 100 arttı...

Göçmen Kuşlar modelleme etkinliğinin çözümünde öğrenciler gelebilecek kuş sayısının bir önceki yıllara bakarak azalma ve artma şeklinde olabileceğini belirtmişlerdir.

Ayrıca bu değişimin “örüntü” şeklinde olabileceğini ifade eden grup üyeleri problem durumunu oluşturan önemli değişkenleri ve bu değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyememişlerdir.

Araştırmacı: Siz 2019’daki değeri neye göre vereceksiniz?

Yaşar: Biz yıllar arasındaki değişime göre karar vereceğiz, ritmik saymaya göre.

Araştırmacı: Bora sence farklı bir adı var mı bunun?

Bora: Örüntü olabilir.

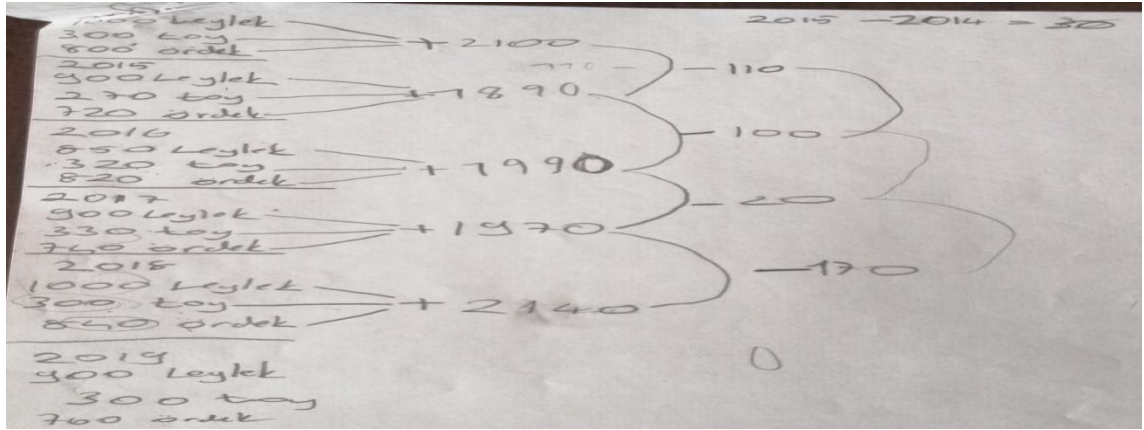
Yaşar: Burada örüntü bitiyor 2019 yılı için. Biz tekrar 100 azalacağını düşündük, 2019 yılında 900 leylek gelecek.

Araştırmacı: Bir artmış bir azalmış olarak mı düşündünüz?

Leyla: Hayır öyle düşünmedik, yıllardaki farka göre yaptık. Önce 100 azalıyor, sonra 50 azalıyor, sonra 50 arttı, sonra 100 arttı.

Yaşar: Biz burada örüntünün yeniden başladığını düşündük, baştaki gibi 1000’den 100 azalttık ve 2019 yılında 900 leyleği bulduk. Öğretmenim şimdi ördeği anlatsam toy çok zordu.

Grup üyeleri örüntünün tekrar eden sayılarını bulmak için ilk verilen yıl olan 2014 yılındaki değişimin 2019 yılında da görülebileceğini ifade ederek problem durumu ile ilgili durumu matematiksel dille ifade etmiş ve leylek sayısının bir önceki yıla göre 100 azalacağını söylemişlerdir.



Görsel 4.16. Göçmen Kuşlar etkinliğine ait öğrenci çalışma kâğıtları

Araştırmacı: Tamam ördeğe geçebilirsiniz.

Leyla: 2014 yılında 800 ördek gelmiş; 2015’te 80 azalmış 720 ördek gelmiş; 2016’da (buraya eksi 80 yaz) 820 ördek gelmiş; (buraya artı 100 yaz) 2017 yılında 740 ördek gelmiş; (buraya eksi 80 yaz) 80 azalmış.

Yaşar: Biz burada şey diye düşündük... Ritmik sayma gibi sayılar, düşünce (sayının değerini kastediyor) burada.

Leyla: 2018 yılında 840 ördek gelmiş.

Araştırmacı: Leylek sayısındaki artış azalışla, ördek sayısındaki artış azalış yani örüntü nasıl gerçekleşmiş?

Yaşar: Farklı gerçekleşmiş.

Araştırmacı: Neden?

Yaşar: Burada 80 azalıyor 100 artıyor 80 azalıyor 100 artıyor. Biz burada örüntüyü devam ettirdik ve cevabı 2019 yılında 760 ördek olarak bulduk.

Öğrenciler ördeğin de tıpkı leylek gibi bir önceki yıla bakarak devam eden bir örüntü tekrarı yakaladıklarını ve 2019 yılında 760 ördek geleceğini belirtmişlerdir.

Araştırmacı: Toyu nasıl buldunuz?

Yaşar: Toyu biraz mantıksız bulduk ama... (Ritmik olarak artan ya da azalan bir örüntü olmadığını belirtiyor.) 2014 yılında 300 toy gelmiş; 2015 yılında 270 toy, 2016'da 320, 2017'de 330 2018'de 300 toy kuşu gelmiş. Biz yine yıllar arasındaki azalışı da düşündük. Burada 30 azalıyor sonra 50 artıyor, 10 artıyor ve 30 azalıyor.

Bora: Buna biraz mantıksız diyebilirsiniz ama biz böyle yaptık.

Yaşar: Biz burada eksi 30 ile eksi 30'u toplayıp eksi 60 bulduk, artı 50 ile artı 10'u topladık artı 60 bulduk, onunla onu (eksi 60 ile artı 60) topladık 0 oldu. 2019'da hiçbir şey değişmeyeceğini düşündük ve yine 2019 yılında 300 toy gelir dedik.

Araştırmacı: Tamam bu sizin çözümünüz kabul ediyorum. (Sınıftan itirazlar geliyor).

Grup üyeleri 2019 yılında kaç toy kuşunun geleceğini bulmak için tekrar eden bir örüntü yakalayamadıklarını belirterek çözümlerinin mantıksız olduğunu belirtmişlerdir. Sınıf arkadaşlarından gelen itirazları cevaplamakta zorlanan grup üyeleri araştırmacının cesaretlendirmesiyle çözümlerine devam etmişlerdir.

Ata: 2019'da 300 olmaması lazım 270 olması lazım 30 gerekiyor.

Yaşar: Ata bak şimdi burada eksi 30'la eksi 30'u topladık eksi 60 bulduk. Burada da artı 50 burada artı 10 bunları topladık 60 bulduk. Bunların ikisini toplayınca 0 oldu, arada bir değişim yok (2018 ile 2019 yıllarını karşılaştırıyor.)

Ata: Ama o zaman örüntü bozuluyor.

Yaşar: Bunda (toy kuşlarında) örüntü olduğunu düşünmedik biz, şu ikisinde (leylek ve ördek) örüntüyü düşündük de bunda düşünmedik.

Eren: Leylekte ve ördekte örüntü yapmışsınız ama toyda yapmamışsınız, böyle olmaz.

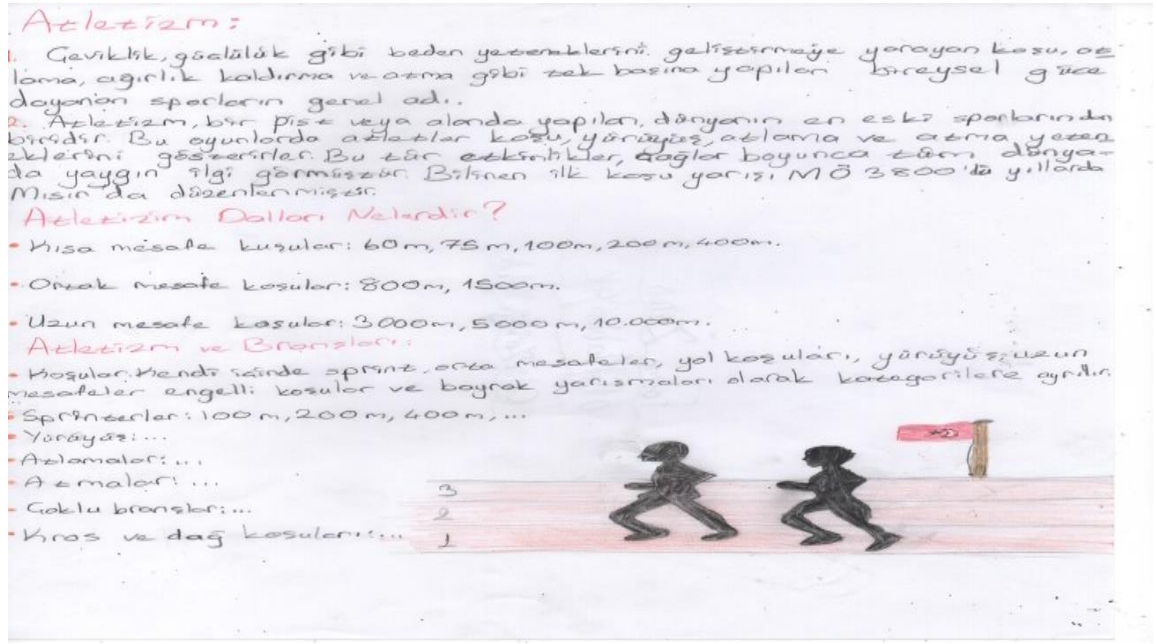
Yaşar: Biz leylekte ve ördekte örüntüyü gördük ama bunda (toyda) göremedik.

Eren: Eksi 30, artı 50, artı 10, eksi 30 var. Yeniden başa dönmesi gerekmez mi?

Araştırmacı: Eren sence nasıl bir örüntü olurdu?

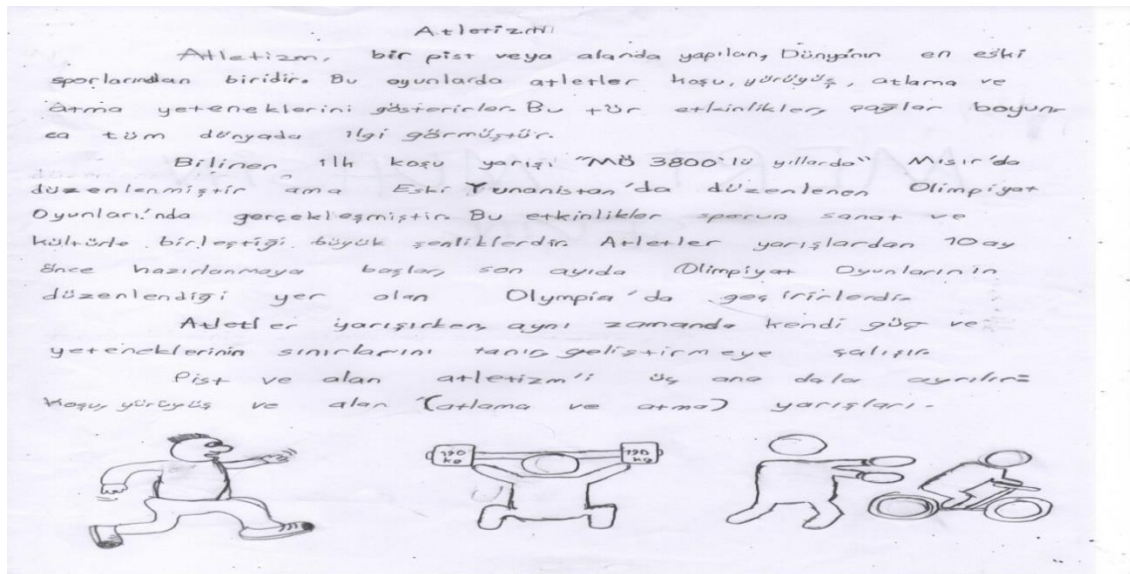
Eren: Bence eksi 30'dan sonra artı 50 gelmeliydi.

Yaşar: Ama Eren senin dediğin mantıklı olsaydı şu 4'ü olurdu (2015, 2016, 2017 ve 2018 yılları arasındaki toy kuşlarının değişim miktarını gösteriyor.) Eksi 30 olması lazımdı ama biz bunları topladık farkı bulamadık.



Görsel 4.18. Kim Koşsun?" etkinliği öncesi öğrenci araştırmalarına ait görsel 1

Öğrencilerin yapmış olduğu çalışmalarda atletizmin hangi branşlardan oluştuğu, tarihçesi ve atletizmde yapılan sporların kuralları ile ilgili bilgilere ulaştıkları anlaşılmıştır. Öğrencilerin yaptığı ön çalışmalarda modelleme etkinliğinin bağlamına uygun olarak koşu sporuna ağırlık verdikleri görülmüştür. Aşağıda öğrencilerin atletizm hakkında bilgi sahibi olmaya yönelik yapmış oldukları ön çalışmaya ait örnekler sunulmuştur.



Görsel 4.19. Kim Koşsun? etkinliği öncesi öğrenci araştırmalarına ait görsel 2

“Kim Koşsun?” modelleme etkinliği ile ilgili sürecin genel değerlendirilmesine yönelik bilgiler Tablo 4.3’te sunulmuştur.

Tablo 4.3. *Kim Koşsun? etkinliği ile ilgili süreç*

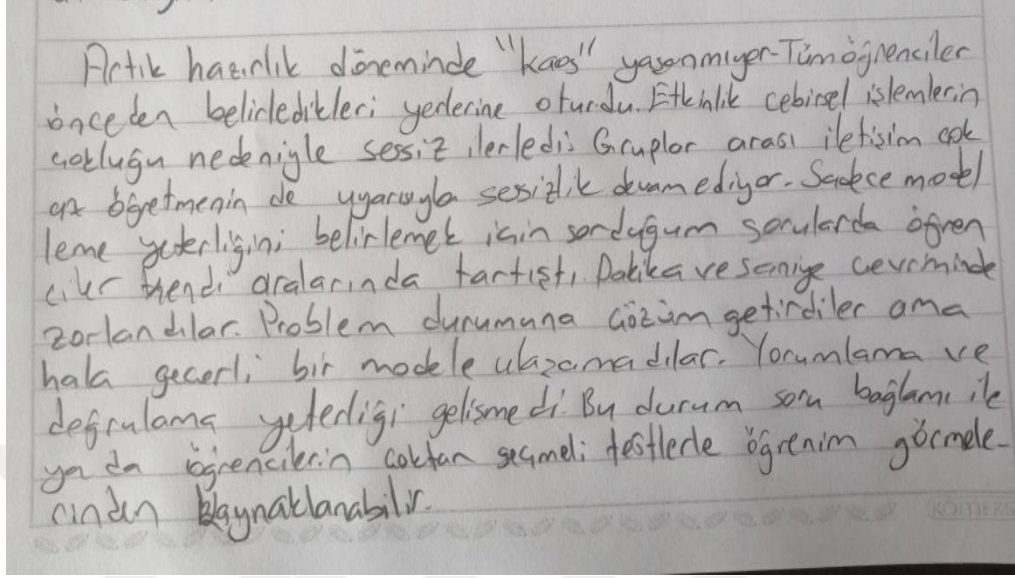
ÖĞRETİM BÖLÜMÜ GÜNCEİ/İZLENCEİ	
Tarih/Etkinlik Adı	21/02/2020 Kim Koşsun?
İlgili öğrenme alanı	Sayılar ve İşlemler (Doğal sayılarla toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemleri.) . Zaman Ölçme (Zaman ölçme birimleri arasındaki ilişki ve zaman ölçme birimlerinin kullanıldığı problemlerin çözümü.)
Öğrenci yanlış anlamaları ve yaptığı hatalar	Saniye ve dakikayı birbirine çevirirken matematiksel işlem hataları yaptılar. 4000 metrenin gerçek yaşamda ne kadar sürede koşulabileceğinin tahmin edilemediler. En iyi ortalamanın mı yoksa en fazla birinci olmanın mı daha uygun olduğu arasında ikilemde kaldılar.
Yanlış anlaşılma neden olan eylem	En fazla birinci olanın mı yoksa ez az zaman toplamına sahip olanın mı daha iyi koşacağına bilemediler. 4000 metrelik mesafenin ne kadar sürede koşulacağına bilinememesi. İki koşu arasında geçen zamanın sporcu performanslarını nasıl etkileyebileceği noktasında anlaşmazlık yaşadılar. Saniye ve dakika arasındaki ilişkiyi açıklarken yapılan işlemsel hatalar.
Odak grubun bulguları kavramları/bağlamları	Dakikayı saniyeye çevirmektense saniyeyi dakikaya çevirmenin işlem kolaylığı sağlayacağını belirtmeleri. Bir sorunun birden fazla cevabının olabileceğini açıklamışlardır. Problem durumunu çözmek için soruyu uygun parçalara ayırmanın uygun olabileceği belirttiler.
Tüm grubun bulguları kavramları/bağlamları	Sorunun çözümünün farklı yollarının olabileceği belirttiler. İlk iki haftaya göre alternatif çözüm önerileri getirildi ve bu çözümler kendi aralarında ilişkilendirilmeye çalıştılar.
Öğrenci sunumlarındaki öğrenmeler	Dakikanın saniyeye ve saniyenin dakikaya çevrilmesinin sonucun değişmeyeceğini ifade ettiler. Aritmetik ortalama bulunurken sayıların ayrı ayrı değil toplam değerlerinin ortalama etkilediğini belirttiler.

Tablo 4.3. (Devam) *Kim Koşsun? etkinliği ile ilgili süreç*

Öğretmenin rolü	Öğretmen etkinlikler süresince öğrencilere modelleme yeterlik ve bu yeterliklere bağlı alt yeterlikleri anlamaya yönelik aşağıdaki sorular sormuştur. • Bu soruyu basitleştirerek kendi cümlelerinizle bana aktarabilir misiniz? • Bu soruda önemli olan bilgiler nelerdir? • Bu soruda gereksiz bilgi var mı? • 4000 metre mesafe sizce ne kadardır? • Çözüm için ne yapmayı düşünüyorsunuz? • Çözüm için farklı bir öneriniz var mı? • Sizce çözümünüz gerçek yaşam durumu ile ilişkili mi?
Sürecin genel değerlendirmesi	Hazırlık aşaması ile 55-60 dakika süren etkinliğin sunumunda öğrenciler farklı çözümlerle sunularını gerçekleştirdiler. Uygulama esnasında sadece grup içi tartışma sesleri vardı. Öğrenciler birbirlerinin sözlerini kesmeden tartışma ortamına biraz daha alıştılar. Zaman ölçülerini henüz işlemediklerinden dolayı çözümü tam olarak gerçekleştiremeyen iki grup çözümlerini sunmak istemedi. Öğrencilerin yeterlikleri geliştirme düzeyleri önceki etkinliklere göre gelişim gösterse de istenilen düzeyde değildi. Öğrencilerin problem durumuna bir an evvel çözüm getirme isteği, MOE’lerin doğal öğrenme ortamlarında çözdükleri sorulardaki gibi hemen çözüme yönelmelerine yol açmıştır. Bu etkinlikte grup içi etkileşimin çok fazla olması ve her öğrencinin kendi düşüncesini kabul ettirmeye çalışması sonucunda yanlış yorumlamalara neden olmuştur. Anlama ve sadeleştirme yeterliklerinin kısmen yeterli düzeyde gerçekleştirildiği etkinlikte öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel çalışma yeterliklerini gerçekleştirmişlerdir. Sistematik bir yorumlama ve doğrulama getiremedikler çözümü sezgisel stratejilerle açıklamışlardır.

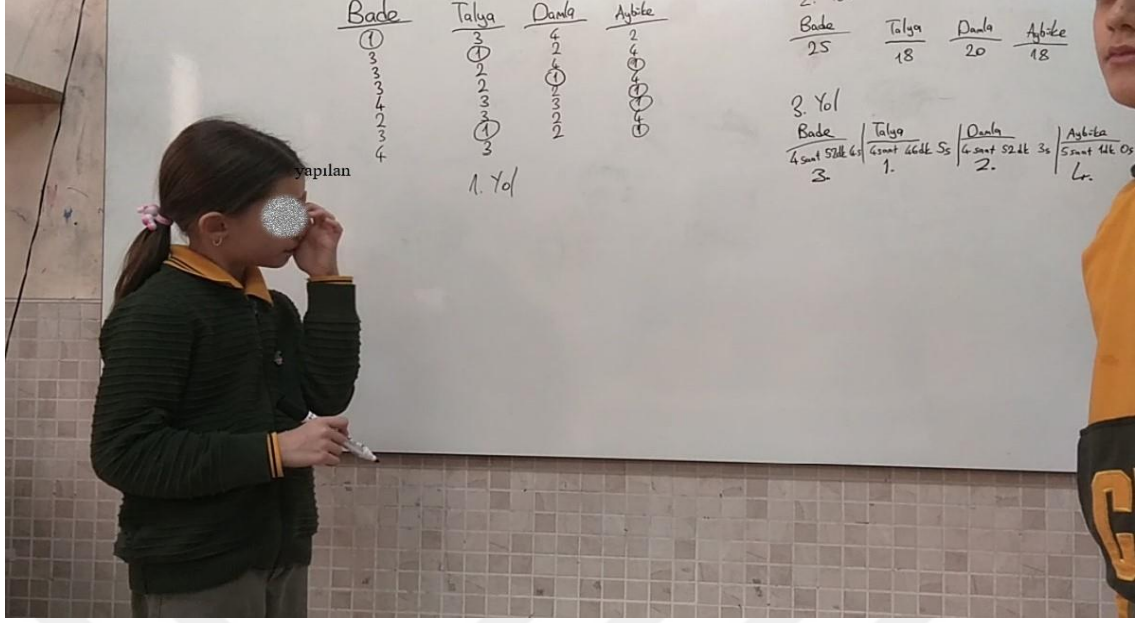
Öğrencilerin dört işlem becerilerini ve zaman ölçme birimlerinin kullanıldığı problemlere nasıl çözüm getireceklerini ve hangi stratejileri kullanacaklarını anlamaya yönelik hazırlanan “Kim Koşsun?” modelleme etkinliği 40-45 dakika arasında sürmüştür. Öğrenciler veri setindeki bilgileri üzerlerinde işlem yaparak çözmeye çalışmışlardır. Dakikayı saniyeye çevirmektense saniyeyi dakikaya çevirmenin daha kolay olacağını söyleyen öğrenciler yoğun işlem yapılmasını gerektiren bu etkinlikte geçen haftaya göre zorlanmışlardır. Öğrencilerin hala bir an önce çözüme ulaşma isteği onların farklı çözüm önerilerini değerlendirmelerine engel olmaktadır. Ancak araştırmacının etkinliğin belirli bölümlerinde yüksek sesle sınıfın tamamına modelleme yeterliklerini belirlemeye yönelik sorular sorması öğrencilerin çözümlerini güncellemelerini sağlamıştır. Modelleme etkinliği süresince sınıfın geneline belli aralıklarla yukarıdaki tabloda yer alan sorular yöneltmiştir:

Öğretmenin günlüğüne yazdığı grup çalışmalarının değerlendirmesi Görsel 4.20’de sunulmuştur:



Görsel 4.20. Kim Koşsun etkinliğine ait araştırmacı günlüğü

Gruplarla yapılan üçüncü etkinlik olan “Kim Koşsun?” modelleme etkinliğinde öğrencilerin yapılan sunumlara itiraz etmek için not aldıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilerin hem grup olarak yapılan çalışmalara hem de sunumlarda yapılan iş bölümüne alıştıkları ve çözümün sunulması için görev dağılımı yaptıkları gözlemlenmiştir. Grup üyeleri sunumlarında dört farklı çözüm önerilerinin olduğunu ancak bunlardan bir tanesinin mantıksız olduğunu belirtmişlerdir. Sınıftan gelen “dört çözüm olamaz” uyarısına grup üyeleri zaman ve birincilik farkından dolayı olabileceği cevabını vermiştir. Öğrenciler birinci çözümlerinde birincilik sayısını önemsediklerini ve dört kez birinci gelen Aybüke’yi seçmeleri gerektiğini söyleyerek değişkenler arası ilişkileri belirlemişlerdir. Öğrenciler ikinci çözümlerine dair bir model geliştirdiklerini ve bu modeli ilk çözümdeki çözüm durumu ile kıyasladıklarını ifade etmişlerdir. Üçüncü çözüm önerilerini sporcuların ne kadar sürede koştuklarının toplanması ile bulduklarını ve bu çözümde zorlandıklarını belirtmişlerdir. Grup üyeleri her üç çözümü kendi içinde değerlendirerek okulu Aybüke’nin temsil etmesi gerektiği sonucun varmışlardır. Aşağıda sunuma ait diyaloglar verilmiştir. İşlemciler (Tuğçe, Can ve Ela) grubu tarafından gerçekleştirilen sunuma ait görsel aşağıda sunulmuştur.



Görsel 4.21. Kim Koşsun etkinliğine ait öğrenci sunumları

Aşağıda gruplar halinde yapılan modelleme etkinliği sonrasında “İşlemciler” grubu (Tuğçe, Can ve Ela) tarafından gerçekleştirilen sunuma ait sınıf tartışması verilmiştir.

Tuğçe: Biz bu problemi çözerken dört farklı yol denedik ancak bunlardan bir tanesini çok mantıklı bulmadık, üç çözümümüz mantıklıydı. Dördüncü çözümümüzü pek beğenmedik.

Araştırmacı: Neden beğenmediğiniz açıklar mısınız?

Can: Bir çözümümüz iyi değil, ikisi iyi, bir tanesi de normal.

Tuğçe: Daha problemi yeni çözmeye başladık, tam ilk bölme işlemini yaparken tam bölemedik o yüzden bize çok mantıklı gelmedi.

Can: Bize ilk olarak hepsinin saniyesini vermişti. Biz ilk turda kim daha hızlı koştuysa onun yanına bir yazdık. Sonra 2-3 hepsine de aynısını yaptık, bunlar Bade’nin skorları Bade böyle yapmış. (Bade’nin kaçınıcı olduğunu gösteriyor.)

Tuğçe: Biz burada kaç defa birinci çıkmış onu yuvarlak içine aldık da...

Araştırmacı: O yaptığınız sıralama mı?

Tuğçe: Evet kaçınıcı geldiklerini belirledik burada. Talya iki defa birinci gelmiş. (Koşucuların kaç defa birinci geldiklerini yuvarlak içine alıyorlar.)

Ela: En fazla birinci gelen Aybuke olduğu için biz birinci çözüm yolumuzda en fazla dereceye giren Aybuke’yi seçmeyi düşündük.

Tuğçe: Ama bunu çok erken bitirdik. Bu yüzden birkaç tane daha çözüm yolu yapalım dedik.

Grup üyeleri, çözümlerinin sunumu esnasında gerçekleşen yukarıdaki diyalogda çözüm için dört farklı öneri geliştirdiklerini ancak bu çözümlerden birinin uygun olmadığını, bir çözümlerinin “normal” olduğunu diğer iki çözümlerini ise beğendiklerini

Tuğçe: Üçüncü çözümümüz şöyle... (Bu arada sınıftan bir öğrenci çözümler hakkında bir eleştiri getiriyor.)

Muhsin: Siz birinci çözümde Aybüke'nin birinci olduğunu söylüyorsunuz ama dördüncü olmuş. Üç kere dördüncü olmuş o da var.

Tuğçe: Evet en hızlı koşmuş, sonuncu da olmuş ama biz birinciliklerin daha mantıklı olduğunu gördük. (Birinciliklerin okulu temsil etmedeki öneminden söz etmektedir.)

Can: Zaten Muhsin burada ikisinin eşit gelmesinin nedeni fark ettiysen Talya hiç sonuncu olmamış ama Aybüke birinci olmadığı zamanlarda genelde sonuncu olmuş zaten, dört kere birinci olmuş ama...

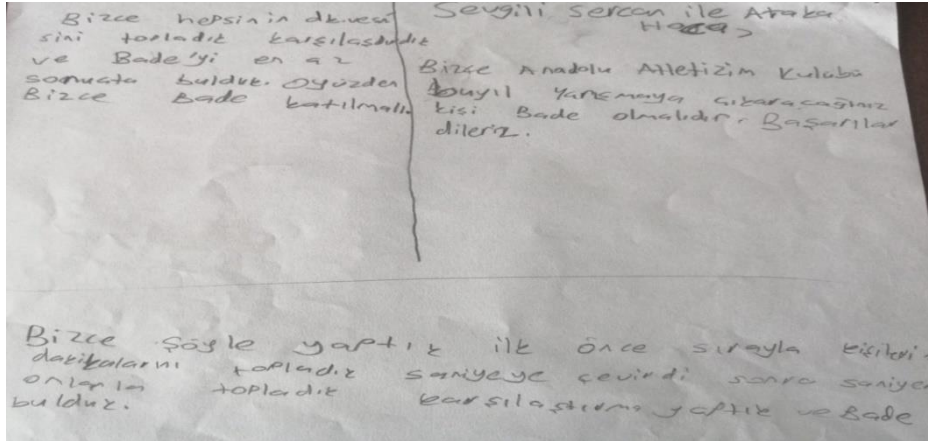
Muhsin: İkinci yolda da birinci yolda da aynı şeyi bulmuşsunuz orada da Talya eşit Aybüke ile.

Tuğçe: Birinci yolda nasıl eşit oluyor, iki tane birincilik kazanmış.

Muhsin: Ama o hiç sonuncu olmamış.

Tuğçe: Ama işte onu tam dengeleyemeyebiliriz. Birincilikler, sonunculuklar biz bu şekilde karar verdik.

Sınıfta bulunan öğrencilerden Muhsin; öğrencilerin skorlarının aynı olmasına rağmen okulu temsil edecek sporcunun belirlenmesini nasıl yaptıklarını sorduğunda grup üyeleri en fazla birinciliği önemsediklerini sonuncu olmanın bir sorun olduğunu ancak birinciliğin bu durumu örtebileceğini belirtmişlerdir.



Görsel 4.23. Kim Koşsun etkinliğine ait öğrenci çalışma kağıdı

Ela: Üçüncü çözüm yolumuzu deneyelim. Biz burada bayağı bir uğraştık.

Can: Dakika ve saniye tablosuyla işlem yaptık.

Tuğçe: Bade'yi dört saat 52 dakika dört saniye bulduk.

Araştırmacı: (Sınıfa yönelerek) Kendi çözümlerinizi de kıyaslayabilirsiniz, bu işlemleri farklı bulan var mı?

Tuğçe: Talya dört saat 46 dakika beş saniye, Damla dört saat 52 dakika üç saniye... Bizim çözümümüzün 15-20 dakikası buna gitti. Aybüke de 5 saat bir dakika 0 saniye oldu. Burada en fazla Aybüke çıktı, en az Talya çıktı. Talya oldu... İkinci Damla oldu, üçüncü Bade oldu dördüncü de Aybüke oldu.

Ela: Dördüncü çözümümüz çok mantıklı değildi.

Araştırmacı: Neydi dördüncü çözümünüz açıklar mısınız?

Can: 400'ü sekize bölecektik.

Araştırmacı: Neden bölecektiniz?

Tuğçe: 400 metreyi 8 turda koşuyorlardı, böldüğümüzde her birine aynı şekilde etki edeceğini gördük sonucu değiştirmiyordu o yüzden yapmadık.

Yukarıdaki diyalogda anlaşılacağı üzere grup üyelerinin bulmuş oldukları sonuçların işlem hatası nedeniyle yanlış yapıldığı ve sunum esnasında bu yanlış fark ettikleri anlaşılmaktadır. Ancak grup üyelerinin sorunun içeriğine hâkim olmalarından dolayı yanlışlarını anlamış ve sorunun çözümünde doğru bir yol izleyerek yaptıkları işlem hatalarını düzeltmişlerdir. Ayrıca bir önceki etkinlik olan “Göçmen Kuşlar” modelleme etkinliğinde “bir çokluğu aynı sayıya bölüp aynı sayı ile çarpmanın sonucu değiştirmeyeceğini” kavrayan öğrenciler dördüncü çözümlerinin bu bilgiye dayanarak “mantıklı” olmadığını belirtmişlerdir. Öğrenciler sınıftan gelen soruları cevaplayarak sunularını sonlandırmışlardır.

4.3. Ara klinik görüşmeye ait bulgular

Gruplarla yapılan üç etkinlik sonrasında odak katılımcılarla Hangi Akülü Aracı Kiralasak? Etkinliği yapılmıştır. Bu etkinliğe ait bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.3.1. Ayhan'ın ara klinik görüşmesine (hangi akülü aracı kiralasak?) ait bulgular

“Hangi akülü aracı kiralasak?” etkinliği ilk dört hafta uygulanan etkinliğe göre daha kısa sürede yapılabilecek bir etkinliktir. Ayhan ön klinik görüşmede uygulanan etkinliğin aksine ikinci klinik görüşmede uygulanan etkinliğe; anlayarak, sadeleştirerek ve değişkenler arasındaki ilişkileri oluşturarak (A1, B2) başlamıştır. Çözüm için aceleci davranmayan Ayhan, ilgili nicelikler arasındaki matematikselleştirme (C1) alt yeterliliğini gerçekleştirmiştir.

Araştırmacı: Önemli bilgiler neler sence?

Ayhan: İşaretlediğim bunlar.

Araştırmacı: Başka önemli bilgi var mı?

Ayhan: 9 kişi olmaları ve şurası (soruda yer alan “arkadaşlar 3 akölü araba türünden herhangi birine binebilirler” kısmının altını çiziyor)

Araştırmacı: Gereksiz bilgi var mı sence bu soruda Ayhan?

Ayhan: Burası olabilir çünkü neden 30 dakika kiralayacaklar (soruda yer alan 15 dakika ve 45 dakika sütununu gereksiz olduğunu söylüyor) 15 ve 45 dakikayı demesine gerek yoktu.

Araştırmacı: Onlar gereksiz bilgi mi?

Ayhan: Olabilir evet, çünkü sadece 30’lardan kiralayacaklar. (Görüşme kaydı, Ayhan, 26.02.2020).

Ayhan etkinlikteki problem durumunu anlayarak, verilenleri ifade etme (A1) alt yeterliğini gerçekleştirmiştir. İlgili sadeleştirmeleri yapan Ayhan, gerekli gereksiz bilgileri ayırt ederek (B2) değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemiştir (B3). Problemin çözümüne yönelik matematikselleştirme yeterliliğini gösteren Ayhan sorunun çözümüne devam etmiştir.

Araştırmacı: Kaç kişilik arabaya bindiriyorsun bunları Ayhan?

Ayhan: Hepsini şu anlık 1 kişiliğe bindirdim ama olmayabilir daha diğerlerini de deneyeceğim bir kişilikte. 9 kişiler ama Ahmet ve Ayça tek kişiliğe bindiği için 2 kişilikten hesaplayacağım ilk önce. 30 dakika 38. (2 kişilik aracın 30 dakikalık fiyatını söylüyor) O zaman 38 ile 7’yi çarpacağım para tutarını bulacağım. (uygun olmayan bir çözüm önerisi getiriyor.) (Görüşme kaydı, Ayhan, 26.02.2020).

İlgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematikselleştiren (C1) Ayhan matematiksel çalışma yapma amacıyla etkinlikte verilen değişkenleri düzenlemiştir.

Araştırmacı: Bizim kaç kişimiz var?

Ayhan: 9 ayyy! 7 (Ahmet ve Ayça’yı gruptan çıkartıyor.)

Araştırmacı: Kaç tane araç lazım o zaman bize?

Ayhan: (Soruyu tekrar okuyor.) Nasıl yani öğretmenim?

Araştırmacı: Geri kalan 7 kişiye 2 kişilik araçlara bindirirsek kaç araç kiralamamız gerekecek?

Ayhan: 2 kişiliğe bindirirsek... 2’ye bölersek, böleriz kalanlı olur.

Araştırmacı: Kaç yapalım o zaman?

Ayhan: 3 olur. 3 araba

Araştırmacı: 3 araba kiralarsak ne oluyor?

Ayhan: Bir kişi arda kalıyor. 4 araba kiralarsak bir araba...

Araştırmacı: Ne yaparsın o zaman?

Ayhan: 4 kişiliklere bindirebilirim. (Görüşme kaydı, Ayhan, 26.02.2020).

Ayhan sorunun çözümü ile ilgili tereddüt yaşıyor ve değişkenler arasındaki ilişkileri tekrar belirleyerek (B3) alt yeterliliği gerçekleştiriyor. Problem durumunun çözümü için önemli bir değişken olan hangi araçtan kaç tane kiralanması gerektiği üzerine düşünüyor.

Araştırmacı: Peki sen 4 kişilik arabalara kaç kişi oturtuyorsun?

Ayhan: 4.

Araştırmacı: Ne olur o zaman?

Ayhan: Ama 2 tane kiralarsınız arabalardan bir tanesinin koltuğu boş kalır.

Araştırmacı: Bir sakınca var mı bunda?

Ayhan: Yoktur.

Araştırmacı: Ama sen az önce kaç tane 4 kişilik araba kiraladın?

Ayhan: 7, burada para tutarını hesapladım, 7 kişiler.

Araştırmacı: Pahalı mı oldu bu?

Ayhan: Olabilir evet.

Araştırmacı: 7 kişiyi bindirmek için 7 tane 4 kişilik araba mı kiralarsın?

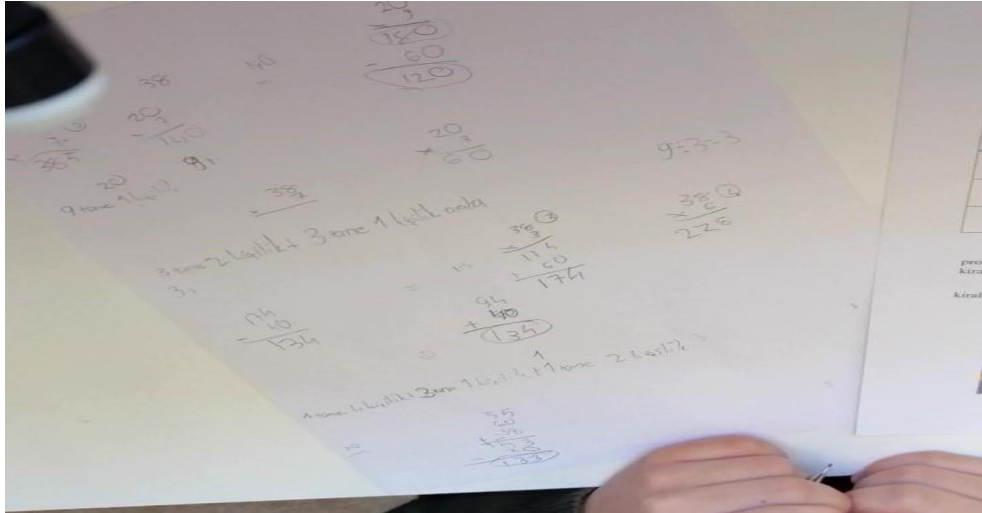
Ayhan: 20 ile 7'yi çarpardım 140 olur.

Araştırmacı: Ne 140 olur.

Ayhan: 30 dakikalık 20 TL.

Araştırmacı: Kaç tane?

Ayhan: 20 ile 7 çarpacağım 7 kişiler çünkü. (Görüşme kaydı, Ayhan, 26.02.2020).



Görsel 4.24. Ayhan'ın ara klinik görüşmesine ait görsel

Yukarıdaki diyalogda sunulduğu üzere Ayhan verileri matematiksel olarak ifade ettikten sonra problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgisini kullanarak (D2) kaç araç kiralanacağına yönelik matematiksel çalışma yapmaktadır.

Araştırmacı: Kaç öğrencinin sığabileceği kapasitede araç kiralamış oluyorsun?

Ayhan: Öğretmenim şöyle de yapabiliriz 2 kişilik araçtan 3 tane kiralarız, toplamda 6 kişi biner biri arda kalır, diğerine de tek kişilik araç kiralarız böylece hepsi biner.

Araştırmacı: Tamam yaz bakalım Ayhan.

Ayhan: 3 tane 2 kişilik, 3 tane 1 kişilik araba kiralıyorum 38 ile 6'yı çarpacağım.

Araştırmacı: Niye 38 ile 6'yı çarpıyorsun Ayhan?

Ayhan: İlk önce 6 ile çarpacağım. Çünkü bir tane daha kiralarsak onun koltuğu boş kalır ilk önce 6 ile çarpacağız Ahmet ve Ayça tek kişiliğe binecek sonra kalan tek kişiyi de 1 kişilik araca indireceğim. (Ayhan 2 kişilik araçlardan 3 tane kiralamasına rağmen binen kişi sayısı kadar (6) çoklukta çarpıyor) (Görüşme kaydı, Ayhan, 26.02.2020).

Ayhan'a sorunun farklı bir çözümü olup olmayacağı sorulduğunda; Ayhan verileri matematiksel olarak ifade ederek C1 alt yeterliliğini gerçekleştirip verileri tekrar gözden geçiriyor.

Araştırmacı: 3 tane 2 kişilik arabanın maliyeti ne kadar bize Ayhan?

Ayhan: 228. (Ayhan ısrarla 38 ile 6'yı çarpıyor yanlış bir sonuç buluyor.)

Araştırmacı: Ayhan neden 6 ile çarptın?

Ayhan: Çünkü Ahmet ve Ayça tek kişiliğe binecek ama 7 ile çarpmam çünkü 7 ile çarparsam 1 araç daha kiralamam gerekecek bir tane koltuğu boş kalacak. O yüzden o artakalan kişiyi 1 kişilik arabaya bindireceğim.

Araştırmacı: Ayhan sen bu 2 kişilik arabalardan kaç tane kiralıyorsun?

Ayhan: 3.

Araştırmacı: Bunların maliyeti ne kadar, nasıl bulursun?

Ayhan: Buldum 228. Çarptım 38 ile 6'yı

Araştırmacı: 3 arabanın maliyetini bulmak için kaçla kaç çarpman lazım?

Ayhan: 38 ile 3 çarpam lazım.

Araştırmacı: Sen kaçla kaç çarpmışsın?

Arslan: 6.

Araştırmacı: Neden 6 ile çarptın? (Ayhan'ın neden yanlış yaptığını bulmaya çalışıyorum.)

Ayhan: Çocukların sayısını zannetmişim yani tutarı bu.

Araştırmacı: Yanlış yapmışsın öyle mi?

Ayhan: Herhalde 38 ile 3'ü çarpayım, 114. (Görüşme kaydı, Ayhan, 26.02.2020).

Ayhan bulmuş olduğu çözümünü özel durum için genelleyerek E2 alt yeterliliğini gerçekleştirmektedir. Ayrıca yaptığı çözümü revize eden Ayhan verileri matematiksel olarak ifade ederek çözüme görelilik sezgisel stratejiler kullanarak (D1) yeni bir çözüm üzerine çalışmaktadır.

Araştırmacı: Bu sonucu daha farklı şekilde bulabilir misin?

Ayhan: Bulabilirim.

Araştırmacı: Nasıl bulabilirsin?

Ayhan: 4 kişiliklerle yaparım. (Yaptığı işlemleri daha kısa yoldan yapabilir misin diye Ayhan'a sorarken, Ayhan sorunun çözümüne farklı bir öneri getiriyor). Sorunun çözümünü farklı işlemlerle yapardık 174'ten 40'ı çıkarırdık.

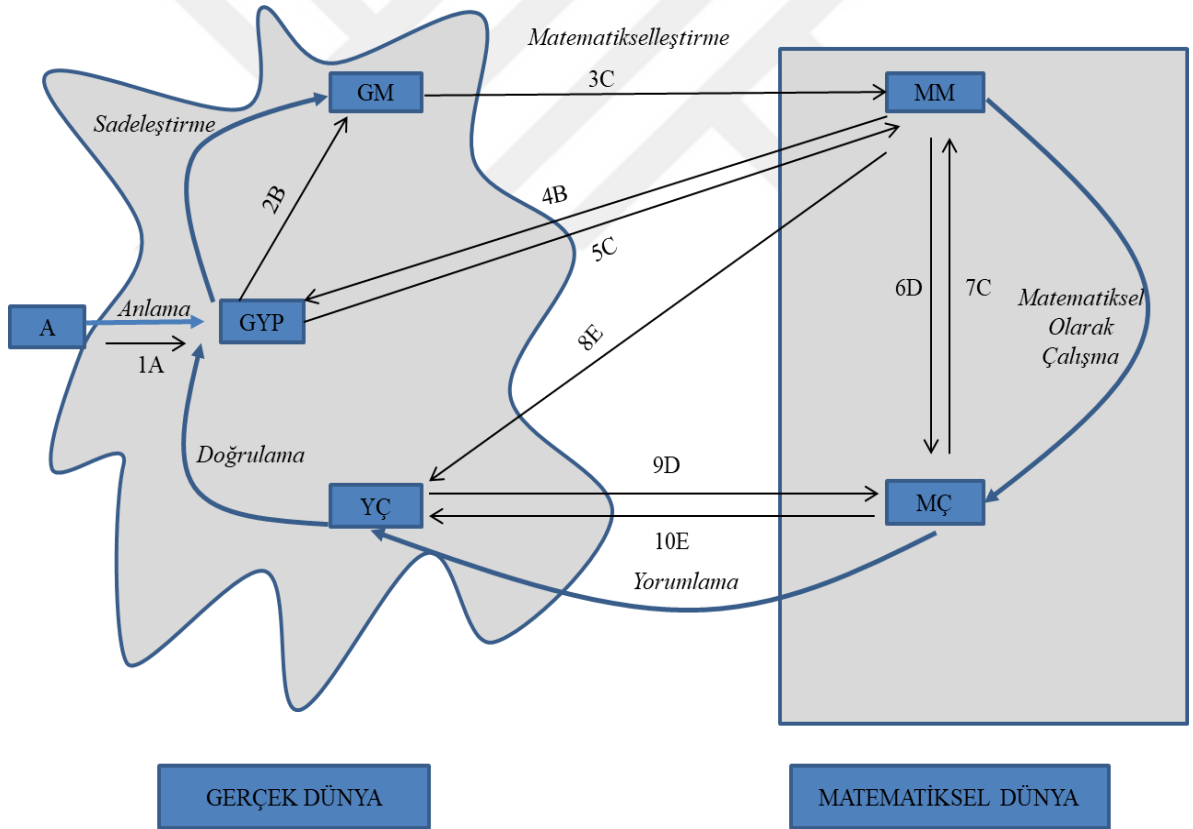
Araştırmacı: Peki sen neden ilk yaptığın işlemi tercih ettin?

Ayhan: En yakın aklıma o geldi.

Araştırmacı: Nasıl geldi aklına?

Ayhan: Yani 3 tane 1 kişilik olduğu için 20 çıkardım hemen, 60'tan 40 oldu. (Görüşme kaydı, Ayhan, 26.02.2020).

Ayhan yapmış olduğu çözümü yorumlayarak uygun matematiksel dili kullanıp çözümler arasında iletişim kurmaktadır Böylece E3 alt yeterliliğini gerçekleştiren Ayhan çözümünü yorumlamaktadır. Ayhan'ın ara klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü aşağıda Şekil 4.4'de sunulmuştur.



Şekil 4.4. Ayhan'ın ara klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü

Ayhan'ın ara klinik görüşmesine ait modelleme süreç analizi şekilde Şekil 4.4'te sunulmuştur. Çalışma süresince geçen dört haftada Ayhan'ın modelleme etkinliklerine yaklaşımında bir değişme gözlemlenmiştir. Ayhan modelleme etkinliğini okurken önemli olan niceliklerin altını çizerek soru çözümüne başlamıştır. Gerekli gereksiz bilgileri ayırt ederek tablo ve şekiller yardımıyla bir matematiksel model kurmaya çalışmıştır. Etkinliğin çözümüne yönelik farklı fikirler öne süren Ayhan bulduğu çözümü yorumlamadan doğrulamaya çalışmıştır. Doğrulama yeterliğini kısmen yeterli düzeyde gerçekleştiren Ayhan, daha sonra matematiksel model oluşturma basamağına geri dönerek problem durumunun çözümü için gerekli matematiksel çalışmaları yapmıştır. Matematiksel modelleme sürecini anlama basamağından başlayarak doğrulama basamağına kadar gerçekleştirmeye çalışan Ayhan, özellikle yorumlama ve matematikselleştirmeye bağlı model oluşturma yeterliliklerinde yetersiz düzeyde performans sergilemiştir.

4.3.2. Eren'in ara klinik görüşmesine (hangi akülü aracı kiralsak?) Ait bulgular

“Hangi Akülü Aracı Kiralsak?” modelleme etkinliğine Eren soruyu okuyarak başlamaktadır. Sorunun çözümü için önemli gördüğü değişkenlerin üstünde daha dikkatli bir okuma yapan Eren soruyu kendi cümleleri ile ifade etmesi istendiğinde aşağıdaki açıklamaları yapmaktadır.

Araştırmacı: Bu soruyu kendi cümleleriyle aktarabilir misin?

Eren: Enes ve arkadaş grubu varmış, arkadaş grubu ile kaç kişilikti yedi, dokuz kişiden oluşan bir arkadaş grubu vardı. Akülü arabaya binecekler trafik parkında, onun kiralamasında bizden yardım istiyorlar. (Görüşme kaydı, Eren, 26.02.2020).

Yukarıdaki diyalogdan Eren'in soruyu anladığı ve problem durumu ile ilgili verilenleri ve istenenleri tam olarak açıklayamamakla birlikte ifade ettiği ve A1 alt yeterliliğini gerçekleştirdiği görülmüştür.

Araştırmacı: Hangi konuda yardım istiyor?

Eren: Herkesi yerleştireceğiz.

Araştırmacı: Neye göre yerleştireceksin?

Eren: En az fiyat, 3 tane kiralayana bir tane de şeymiş ya 20 lira indirim var ya... Yani ben 45 dakikalık yapabilirim şu anda.

Araştırmacı: 45 dakikalık yapabilir misin?

Eren: Evet öyle düşünüyorum şu anda.

Araştırmacı: Soruda kaç dakika kiralayacaklarını söylüyor?

Eren: Soruda 15, 30 ve 45 dakikalık kiralayabileceğini söylüyor.

Araştırmacı: Soru kökünde ne diyor? (Eren soruyu çok iyi okumayıp bazı kısımlarını gözden kaçırdı.) Problem durumu ne sence bu soruda?

Eren: Şimdi bizden en az parayı istiyor, 20 TL indirim olacakmış. Bence buna binerlerse (45 dakikalık 1 kişilik aracı gösteriyor) hepsine 9 tane 20 TL indirim olur, 5 liraya binmiş olurlar gibi bir şey olur ben öyle düşünüyorum. (Görüşme kaydı, Eren, 26.02.2020) .

Eren modelleme etkinliğini basitleştirme adına problem durumu ile ilgili varsayımlarda bulunmuştur (B1). Ancak bu varsayımları problemin çözümüne yönelik gerçekleştirememiştir. Tüm öğrencileri 4 kişilik araçlara bindirip ödemesi gereken en az tutar hakkında çözüme yönelik yanlış bir strateji geliştirmiştir. Soruyu tekrar okuyan Eren; Enes ve arkadaşlarının 30 dakikalık araç kiralamaları gerektiğini belirterek problemin çözümü için önemli bir değişkeni belirlemiştir.

Araştırmacı: Gereksiz bilgi var mı sence bu soruda?

Eren: Şimdi gördüm, gereksiz bilgi 30 dakika kiralayacaklar, 45 dakika olamaz.

Araştırmacı: Çözümü için bir stratejin var mı?

Eren: Çözüm için hepsine 30 dakikanın bir kişiliğinden yapacağım bedavaya binmiş gibi bir şey olacak. Üç kişi binince bir kişi bedavaya gelecek. (Görüşme kaydı, Eren, 26.02.2020).

Eren soruda verilen aynı tip üç araçtan kiralınması durumunda 20 TL indirim yapılacak promosyonunun olabildiğince çok fazla sayıda kullanması gerektiğini belirtmiştir. Problemin çözümüne yönelik sezgisel bir strateji (D1) kullanarak mümkün olduğunca çok öğrenciyi bedavaya bindirmeyi düşünmektedir.

Araştırmacı: Ne yapıyorsun Eren?

Eren: Grafik yapıyorum.

Araştırmacı: Neden grafik yapıyorsun?

Eren: Grafik yaparak daha kolay bulurum. 38 yazacağım bir de 20 yazacağım en çok 38'den en az da 20'den kiralayacağım.

Araştırmacı: Neden en çok 38'den kiralyorsun Eren?

Eren: Çünkü burada 1 kişiliğe 20 diyor, 2 kişiliği 40 olur ama burada 38, 38 TL daha ucuza gelir. (Grafiğin altına sayılar yazıyor.) 38, 24.

Araştırmacı: Ne o 24 Eren?

Eren: Yanlış yazdım 20 olacak. (Grafiğin yan tarafına 1, 2, 3, 4, 5 şeklinde sayılar yazıyor.)

Araştırmacı: Onlar ne Eren?

Eren: Bunlar da kiralayacağımız araçlar, araç sayısı 38 TL'lik den 4 tane yaparsak 8 olur, 1 kişi kalıyor ona da 20 TL'liğe bindirelim. Tamam oldu, böyle olursa 38'i 4 ile çarpalım 152 TL 8'lerden bir de 20 TL var 172 oluyor, biz 30 dakika kiralayacağız. (Görüşme kaydı, Eren, 26.02.2020).

Eren problem durumunu matematiksel olarak ifade ederek grafik çizmiştir (C3). Problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgiyi kullanan Eren hangi araçtan kaç tane kiralaması gerektiğine yönelik problem durumunun çözümüne yönelik olmayan bir matematiksel işlem yapmıştır.

Araştırmacı: 30 dakikalık araçları mı hesaplıyorsun?

Eren: Aynen 30 dakikalık yaptık şimdi şey düşünüyorum... Bu, bu kadarsa (15 dakikalık araçları gösteriyor) bu daha ucuz olur. (30 dakikalık araçları gösteriyor, iki tane 15 dakikalık aracı 30 dakikaya tamamlamak istiyor ancak daha pahalı olduğunu görüyor.) 55 olursa bir de 55'i deneyelim. (Eren dört kişilik araçlardan denemek istiyor.) Dört kişilik 30 dakika 55 lira olur.

Araştırmacı: Eren ilk bulduğun 172 liraya indirim uygulanır mı sence?

Eren: Evet onun indirimini hesaplamadık.

Araştırmacı: Ne kadar indirim uygulanır?

Eren: 20 TL indirim uygulanır.

Araştırmacı: Neden?

Eren: Çünkü aynı arabadan üç tane kiraladık 152 oluyor, 20 TL bedava geliyor. (Görüşme kaydı, Eren, 26.02.2020).

Soruyu basitleştirerek önemli değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyen (B2) Eren dört kişilik araçtan kiralınması durumunda daha az maliyetli olacağını belirtmektedir. Fakat bu düşüncesinin doğru olmadığını matematiksel işlem yaparak anlayan Eren bu çözüm önerisinden vazgeçmektedir.

Araştırmacı: Eren bu çözümünde hangi araçlardan kiralıyorsun?

Eren: 2 kişilik 4 taneydi, 1 tane de tek kişiyi kiraladım.

Araştırmacı: Bu araçların maliyeti kaç lira?

Eren: Toplamı 152 liraydı.

Araştırmacı: Bu çözüm sorudaki koşulları sağlıyor mu?

Eren: Bazı çocuklar farklı binmek istiyorlardı.

Araştırmacı: Nasıl binmek istiyorlardı?

Eren: 3 arabadan herhangi birine binebilirler diyor, biz iki arabadan yaptık. (Eren soruda Ahmet ve Ayça'nın ayrı araçlara binmek istediğinin farkına varamıyor.)

Araştırmacı: Bazı arkadaşları hangi araçlara binmek istiyordu?

Eren: Evet orada yazıyordu Ahmet ve Ayça tek kişilik arabaya bineceklermiş.

Araştırmacı: Bu önemli bir bilgi mi sence?

Eren: Evet.

Araştırmacı: Ne anlama geliyor bu?

Eren: 2 tane tek kişilik araba kiralayacağız. (Görüşme kaydı, Eren, 26.02.2020).

Verilenleri matematiksel olarak ifade eden Eren, problem durumunu matematikselleştirerek C1 alt yeterliğini gerçekleştirmektedir. Ayrıca bir kişilik araçtan en az iki tane kiralamamız gerektiğini söyleyen Eren problem durumu ile ilgili önemli değişkenleri (B2) belirlemiştir.

Araştırmacı: Hangi araç daha iyi?

Eren: Ben 2 tane kiralayacaktım ya birliklerden ama bir tane daha kiralarsam aynı paraya 3 kişi binmiş oluyor.

Araştırmacı: Yap bakalım onu nasıl yapacaksın?

Eren: Onu yapmıştık 40 oluyor.

Araştırmacı: Kaç kişilik araçlardan kiraliyorsun?

Eren: Bir kişilikten üç tane kiralınır.

Araştırmacı: Geri kalan çocukları ne yaparsın?

Eren: Biz de altı tane çocuk kaldı, altı çocuğu üç tane iki kişilik araçtan kiralsam daha pahalıya gelecek, bir tane dört kişilik kiralayacağım yine ama aynı oluyor.

Araştırmacı: Ne yaparsın o zaman?

Eren: Hepsini 20'lilerden kiralarsam... (Tek kişilik araçlardan söz ediyor.) Biz 9 kişiyiz 3 tane indirim olur o zaman; üç kişiye indirim olursa da altı kişiye para vermiş olurum. Evet, böyle daha ucuza geliyor. (Eren 20 ile 6'yı çarpıyor.) (Görüşme kaydı, Eren, 26.02.2020).

Problemin çözümünü gözden geçiren Eren, farklı bir çözüm önerisi getirmek için işlemler yapmaktadır. Bu çözüm önerisini getirirken problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgi kullanmaktadır (D2). Ancak yaptığı çözümün daha önceki çözümlerine benzer olduğunu fark etmiştir.

Araştırmacı: Hangi araçtan kaç tane kiraliyorsun?

Eren: Ben şey yaptım, dokuz tane bir kişiliklerden kiraladım, indirimde olunca 120 TL oluyor.

Araştırmacı: Dokuz tane bir kişilik araç kaç lira oluyor?

Eren: Dokuz tane bir kişilik indirimi de sayarsak üç tane indirim oluyor.

Araştırmacı: İndirimsiz halini yazar mısın?

Eren: Dokuz ve 20'yi çarpalım 180 lira oluyor.

Araştırmacı: İndirim ne kadar oluyor?

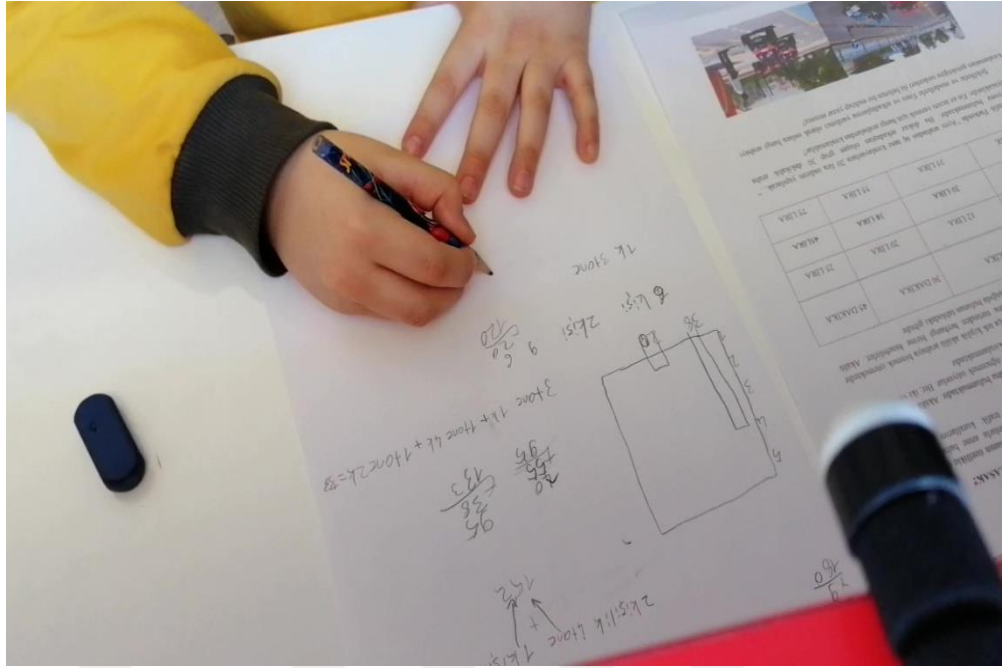
Eren: İndirim de 60 lira oluyor.

Araştırmacı: Nasıl oluyor o indirimler?

Eren: Dokuzu üçe bölersek üç kere indirim oluyor o zaman, üç kere indirim olduğu için üç ile 20'yi çarpacağım.

Araştırmacı: Neden üç ile 20'yi çarpıyorsun?

Eren: Çünkü 20 TL indirim oluyor. (Görüşme kaydı, Eren, 26.02.2020).



Görsel 4.25. Eren 'in ara klinik görüşmesine ait görsel

Çözümüne yönelik matematiksel bilgisini kullanan Eren sezgisel strateji kullanarak (D1) bir kişilik araçlardan dokuzar tane kiralanması gerektiğini belirtmektedir. Bu açıklamasını yapılacak indirimin fazla olmasıyla gerekçelendirmektedir.

Araştırmacı: Eren farklı bir çözüm önerin var mı?

Eren: Üç tane bir kişilik, artı bizim kaç kişi kaldı? Şimdi bizde altı kişi kaldı, üç tane iki kişilik 38 liraymış, üç ile çarpayım 114 oluyor. 40 ile topladım 154 oluyor, bu daha pahalı oluyor.

Araştırmacı: Bu iki kişilik arabalardan kaç tane kiraladın?

Eren: Üç tane.

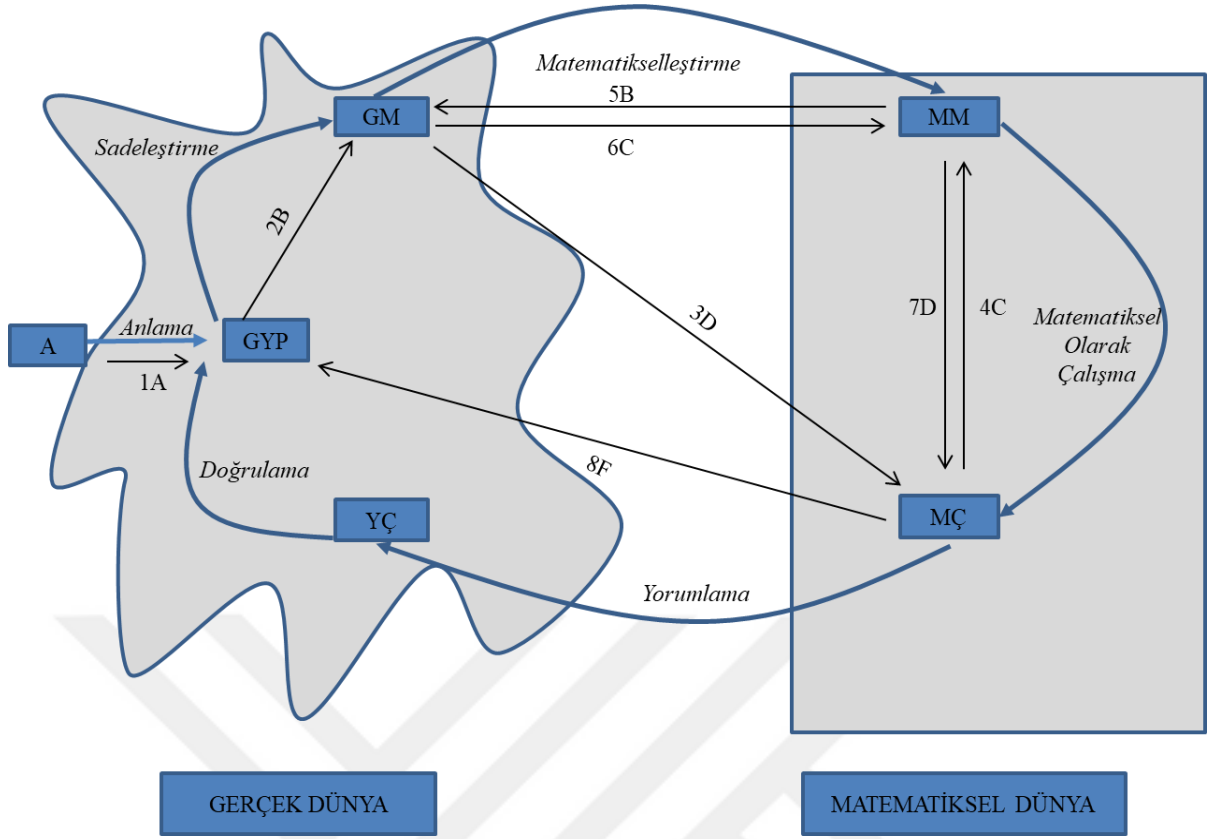
Araştırmacı: Bu durumda bir indirim olmaz mı?

Eren: 20 TL de onun indirimi var. 134, (154'ten 20'yi çıkarıyor.) Ama yine de bu daha ucuz bir TL daha ucuz.

Araştırmacı: En ucuzu hangisi?

Eren: En ucuzu tek kişilik araçlar. (Görüşme kaydı, Eren, 26.02.2020).

Eren bulduğu çözümü en ucuz bağlamında yansımalar yaparak, eleştirel kontroller gerçekleştirmektedir (F1). Üç tane iki kişilik ve üç tane tek kişilik araçlardan bulduğu çözümün ilk bulduğu çözümünden (dokuz tane tek kişilik araç) daha pahalıya mal olduğunu söyleyen Eren problemin çözümünü sonlandırmıştır. Aşağıda Şekil 4.5’de Eren’in modelleme etkinliği süresince takip ettiği modelleme döngüsü sunulmuştur.



Şekil 4.5. Eren'in ara klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü

Eren'in ara klinik görüşmesine ait modelleme süreç analizi yukarıdaki şekilde sunulmuştur. Eren soruyu okumuş ve ön klinik görüşmenin aksine bu modelleme etkinliğinde önemli gördüğü yerlerin altını çizmiştir. Ancak soruyu basitleştirme adına yaptığı işlemlerde promosyon uygulamasını yanlış kullanmıştır. Bu durum Eren'in çözümü gereğinden fazla uzun uğraşlar sonucunda bulmasına neden olmuştur. Etkinliğin çözümüne devam eden Eren, modelleme etkinliğinin bağlamına göre kriterler belirleyerek grafik çizmiştir. Bu yolla sorunun çözümünün daha kolay olacağını belirtmiştir. Eren sorunun çözümüne yönelik birden fazla öneri getirmiş ve soruyu farklı yollardan çözülebileceğini ifade etmiştir. Çizdiği grafik sayesinde bir modele ulaşmaya çalışan Eren gerçek yaşam durumunu yetersiz düzeyde matematikselleştirme yeterliği gerçekleştirerek uygun bir model geliştirememiştir. Eren bulduğu farklı çözümü kontrol ederken sonucun aynı olduğunu anlamıştır. Sezgisel stratjiler kullanarak çözüme ulaşan Eren modelleme etkinliği ile ilgili kısmen yeterli düzeyde yorumlama yapmış ve doğrulama ya dair herhangi bir çalışma sergilememiştir.

4.3.3. Serra'nın ara klinik görüşmesine (hangi akülü aracı kiralasak?) Ait bulgular

Modelleme etkinliğine soruyu okuyarak ve önemli gördüğü noktaların altını çizerek başlayan Serra problemin çözümüne yönelik önemli değişkenleri belirlemiştir. Problem durumunu çözmek için belirli bir yolu olmadığını belirten Serra farklı araç çeşitlerinin denenmesi gerektiğini söylemektedir (A1).

Araştırmacı: Sence bu sorudaki problem durumu nedir Serra?

Serra: Akülü araba kiralamak istiyorlar hem ucuz hem de herkese yeterli olsun hem de indirim olsun gibi bir düşünce var.

Araştırmacı: Peki bu soruyu kendi cümleleriyle bana aktarabilir misin?

Serra: Enes arkadaşlarıyla trafik parkına gelmiş araba kiralayacaklar hangi araba daha iyi olur onu bulmayı istiyor. Sanırım ben de buna göre bir şeyler yapmaya çalışacağım.

Araştırmacı: Ne yapmayı düşünüyorsun şu an Serra?

Serra: 30 dakikalıklardan yürüyeceğim, çünkü yarım saat demiş ona göre en ucuz hangisi olur, bir de 20 lira indirim olduğuna göre...

Araştırmacı: 20 lira indirimi nasıl yapıyorlarmış?

Serra: Üç tane kiralanırsa.

Araştırmacı: Üç tane ne kiralanırsa?

Serra: Üç tane aynı araba kiralanırsa. (Görüşme kaydı, Serra, 26.02.2020).

Yukarıdaki diyalogda sunulduğu üzere Serra problem durumunu anlamış ve kendi cümleleri ile ifade etmiştir ve problem durumunun çözümüne yönelik önemli değişkenleri belirlemiştir. (B2)

Araştırmacı: Bu soruyu bana grafikte, şekille çözebilir misin?

Serra: Çözebilirim sanırım. (Ne yapacağını düşünüyor.) Bir kişiliğin 30 dakikası ile 20 lira iki kişiliğin 15 dakikası 20 lira orada bir şey var... (Serra 15 dakikalık araç ücreti ile 30 dakikalık araç ücretinin kaçar kişilik olması üzerinden bir mantık yürütüyor.) Eşitlik ona göre sağlanacak grafik nasıl yapabilirim. (Bir dakika düşünüyor satır ve sütun oluşturuyor.)

Araştırmacı: Ne yazarsın bu grafiğe Serra?

Serra: Bir kişilik, iki kişilik, dört kişilik yazalım sonra fiyatlarını yazsak. (Görüşme kaydı, Serra, 26.02.2020).

Problem durumunu tablo, şekil ya da grafik yardımıyla çözmesi istenen Serra bir sütun grafiği yapmıştır. Sütun grafiğini soruda verilen bilgiler doğrultusunda oluşturmaktadır. (C3)

Serra: Bir kişiliklerden 15 dakikalar 12 liraymış, 30 dakikalar 20 liraymış, 45 dakikalarda 25 liraymış. Tamam, iki kişiliklerden 15 dakikalık 20 lira, 30 dakikalık 38 lira, 45 dakikalık dört kişilikleri yapıyorum. (Serra üç bileşeni olan grafiği satır ve sütununu oturtmaya çalışıyor.)

Araştırmacı: Bu çocuklar kaçar dakika bineceklermiş arabaya?

Serra: Otuzar dakika bineceklermiş o yüzden 30 dakikadan yürüyeceğiz hep ortadakilerden yürüyeceğiz şu an en uygun bir kişilik 20 lira fakat bir kişilik, iki kişilik 38, 4 kişilik de 55 lira. (Görüşme kaydı, Serra, 26.02.2020).

Problem durumunu basitleştiren Serra mevcut bilgiye ulaşmak için gerekli gereksiz bilgiyi ayırt etmektedir (B4). Problem durumunda verilen 15 ve 45 dakikalık araç kiralama sürelerinin gereksiz olduğunu belirterek modelleme etkinliğine devam etmektedir.

Araştırmacı: Diğer çocukları hangi araçlara bindirirsin Serra?

Serra: Yedi kişi kalıyor. Üç akülü araba türünden herhangi birine binebilirler.

Araştırmacı: Nasıl yaparsın bunları?

Serra: Bir tane dört kişilik ayarlarsak, iki kişilik ayarlarsak, bir de bir kişilik ayarlarsak yedi kişi ediyor.

Araştırmacı: Hangi araçlardan kiralayacağınızı yazar mısın?

Serra: Bir tane dört kişilik, bir tane iki kişilik, bir tane bir kişilik kiralarsak yedi kişi ediyor ama iki tane daha bir kişilik var. Onu da yazayım bu şekilde bütün arkadaşları bindirebiliyorum. (Görüşme kaydı, Serra, 26.02.2020).

İlgili nicelikleri belirleyen Serra bu nicelikler arasında sadeleştirme yaparak (C2) hangi araçtan kaçar tane kiralaması gerektiğini bulmaya çalışmaktadır.

Araştırmacı: Kaç lira tutuyor bunlar?

Serra: Bunların yanlarına yazayım bir tane dört kişilik 55, bir tane iki kişilik 38, bir tane bir kişilik 20'ye ikisi de 40. (Serra soru kökünde yazan promosyon uygulamasını gerçekleştiremiyor.) 153 dörtlü hepsi beraber.

Araştırmacı: Bu fiyat mı yoksa promosyon uygulanıyor mu?

Serra: Aynı araçtan üç tane kiralanırsa o zaman bir kişiliklerde indirim oluyor.

Araştırmacı: Kaç lira indirim oluyor?

Serra: 20 lira indirim oluyor o zaman şu 20'yi çıkarırız, çünkü bir kişiliklerden üç tane kiralarsak 60 değil 40 öderiz. 20 lira kardayız 133 öderiz. (Görüşme kaydı, Serra, 26.02.2020).

Modelleme etkinliğinin çözümüne yönelik genel stratejisini belirleyen Serra çözüme yönelik matematiksel bilgiyi kullanarak (D2) oluşturmuş olduğu çözüm sonucu kaç lira ödeyeceklerini bulmaktadır.

Araştırmacı: Araçlarımızı farklılaştırabilir miyiz?

Serra: Daha ucuza da mal olur. Mesela bir kişilikleri arttırabiliriz. (Promosyon uygulamasında indirim olduğunu gören Serra bir kişilik arabalara yöneliyor.)

Araştırmacı: Bir de öyle dene bakalım.

Serra: Bir kişilikleri arttırırsak mesela altı tane yapsak bir kişilikten fazla mı oluyor acaba 40 lira da indirim oluyor o zaman.

Araştırmacı: Ne yaparsan 40 lira indirim oluyor?

Serra: Aynı araçtan üç tane kiralayınca 20 lira indirim olacak ya, bu o zaman 40 lira olur ilk önce şunu toplayalım. (Dört tane 20'yi alt alta yazıyor.) İkisini yazmıyorum 40 lira indirim alacak ya bunları topladığımızda da 80 lira tutuyor. Altısını bu şekilde karşılasak öbür üçünü de bunu yediye çıkarsak olur mu acaba. Çünkü bir tane de 2 kişilik kiralamak istiyorum 90 liraya. (5 tane 20'yi yanlış olarak topluyor.) (Görüşme kaydı, Serra, 26.02.2020).

Oluşturmuş olduğu matematiksel modelleme süreci üzerinden tekrar geçen (F2) Serra modelini doğrulamaya çalışmaktadır. Problem durumunda verilen promosyon şartını kullanarak gerekli matematiksel işlemleri yapmaktadır.

Araştırmacı: Kaç lira tuttu?

Serra: 90 lira tuttu.

Araştırmacı: Bir daha yapar mısın o işlemi. (İşlemi yanlış yapıyor.)

Serra: Pardon 100 lira tuttu. Tamam, bir tanede 1 kişilik şey yapsak kiralasak 38 o zaman daha pahalı çıkıyor bu sonuç.

Araştırmacı: Yanına yazar mısın?

Serra: Burada 6 tane 1 kişilik, 1 tane de 2 kişilik...

Araştırmacı: Peki bu araçlarla çocukların hepsi gidiyor mu?

Serra: Çocukların hepsi binmiş oluyor mu 7...Aaa pardon çocukların hepsi binmiş olmuyor.

Araştırmacı: Kaç çocuk var?

Serra: A pardon oluyormuş 9 çocuk var.

Araştırmacı: Bu yolu tercih eder misin?

Serra: Hayır etmem çünkü öbürü yine daha ucuz çıkıyor. O zaman başka bir yöntem deneyeyim 2 tane 4 kişilik yapsam nasıl olur onu da deneyeyim. (Görüşme kaydı, Serra, 26.02.2020).

Problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgiyi kullanan (D2) Serra matematiksel çalışma yaparak verileri matematiksel olarak ifade etmiştir (C1). Problem durumunun çözümüne yönelik başka yolların olduğunu da düşünen Serra bu düşüncesinden yola çıkarak problemin çözümünü çeşitlendirmektedir.

Araştırmacı: En ucuz bu mu oldu?

Serra: Şu anda en ucuz bu.

Araştırmacı: Bu 130 liraya kaç tane araç kiralamıştın?

Serra: Burada bunda 8 tane var. Artı bir de 2 kişilik kiraladım.

Araştırmacı: Peki buna çocuklar yerleşebiliyorlar mı?

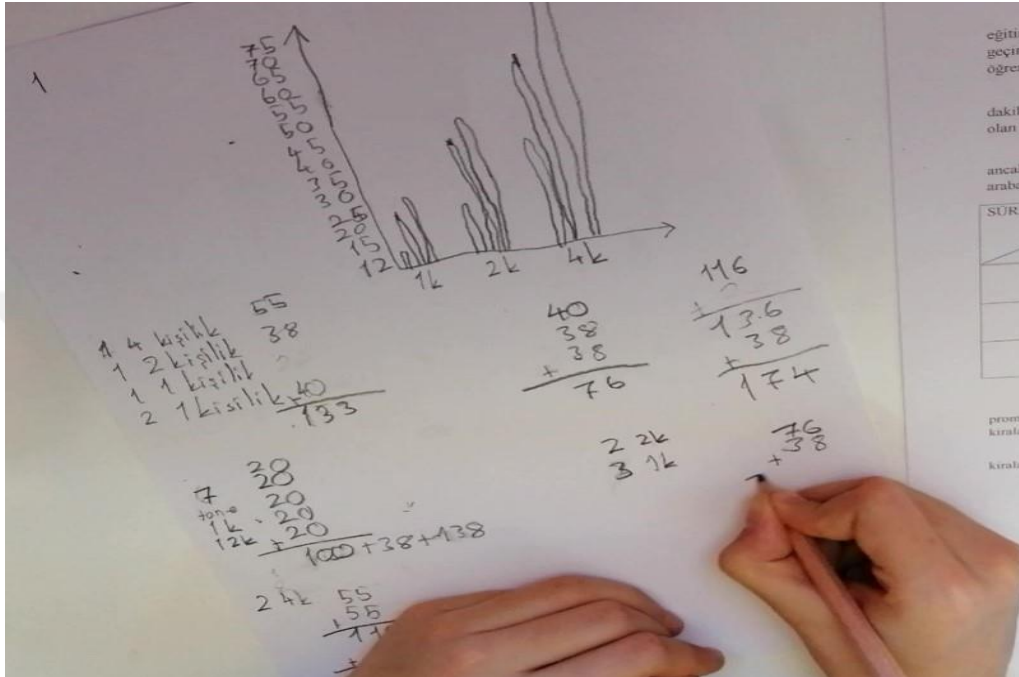
Serra: A bir dakika değiştirebilir miyim, sanırım evet yerleştirebilirim 9 kişi oluyor.

Araştırmacı: Sayımız tutuyor yani öyle mi?

Serra: Evet sayımız tutuyor.

Araştırmacı: Soruda bir şartımız var mıydı Serra?

(Görüşme kaydı, Serra, 26.02.2020).



Serra: 4 kişi 2'liklere bindi, 2 kişi 1'liklere bindi toplam 6 kişi bindi. 2 kişiyi daha bindirebilirim. 2 kişiyi daha bindirmem gerekiyor mu, hayır 3 kişiyi bindirmem gerekiyor. 4 kişilik olsa fazla geliyor 1 tanesi, boşuna para ödesek o zaman bir tane daha 1 kişilik yapalım bari ama yine fazla çıkacak. (Serra sesli düşünerek toplam tutarın fazla olduğunu söylüyor) 136 şimdiden çıkardık. (Görüşme kaydı, Serra, 26.02.2020).

Yukarıdaki diyalogda Serra problem durumunu matematikselleştirerek verileri matematiksel olarak ifade etmektedir (C1). Çözümüne yönelik sezgisel stratejiler (D1) kullanarak matematiksel çalışmaya devam etmektedir.

Araştırmacı: 2 kişilik araçlardan kaç tane kiraladın?

Serra: 3 tane kiraladım.

Araştırmacı: 2 kişilik 3 arabanın maliyeti ne kadar?

Serra: 38, 38 76. (38 ile 38'i topluyor.) 76 ile 38'i toplarsam 114 eder.

Araştırmacı: 114 lira mı sonuç ne oluyor o zaman?

Serra: Sonuç 2 kişiliklerin toplamı 114 lira ediyor, 3 tane kiraladık 1 kişiliklerle beraber 174 ediyor şu anda. (Serra tamamen yanlış işlemler üzerinden yorum yapıyor.)

Araştırmacı: 2 kişiliklere indirim uyguladın mı?

Serra: İndirim uygulamadım baştan yapayım. 3 tane 1 kişilik arabanın maliyeti 40, 3 tane 2 kişilik arabanın maliyeti ise 94 lira.

Araştırmacı: Toplam maliyet ne kadar?

Serra: 134 ediyor. (94 ile 40'ı topluyor.) Bu da fena değil, en azından şundan düşük.

Araştırmacı: Daha uygun fiyata bulabilir miyiz?

Serra: Daha uygun fiyata bulabiliriz. (Görüşme kaydı, Serra, 26.02.2020).

Problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgiyi kullanarak (D2) en uygun çözüm bulunduğunu belirten Serra eleştirel paradigma ile kontroller yaparak (F1) çözümünün doğruluğunu kontrol etmektedir.

Serra: Burada 7 tane yapmıştım, burada 5 yapacağım 5 tane 1 kişilik 100 lira ediyor, 4 tane daha yapmamız lazım 4 kişilik yapsak ama yine fazla çıkıyor 55 lira iki kişilikten yapsak 38, 38 daha pahalı çıkıyor o zaman bir kişiliği arttıralım acaba hepsini 1 kişilik yapsam nasıl çıkar?

Araştırmacı: Nasıl olur bilmem ki.

Serra: Onu da merak ettim şimdi onu yapacağım. 180 lira çıktı 180 lira bayağı pahalı. (20 ile 9'u çarpıyor.)

Araştırmacı: İndirim uyguladın mı?

Serra: İndirim uygulamadım. 60 lira indirim var, 120 o zaman şu an en uygunu buldum.

Araştırmacı: Hangisi o en uygun?

Serra: 9 tane 1 kişilik arabadan kiralaması.

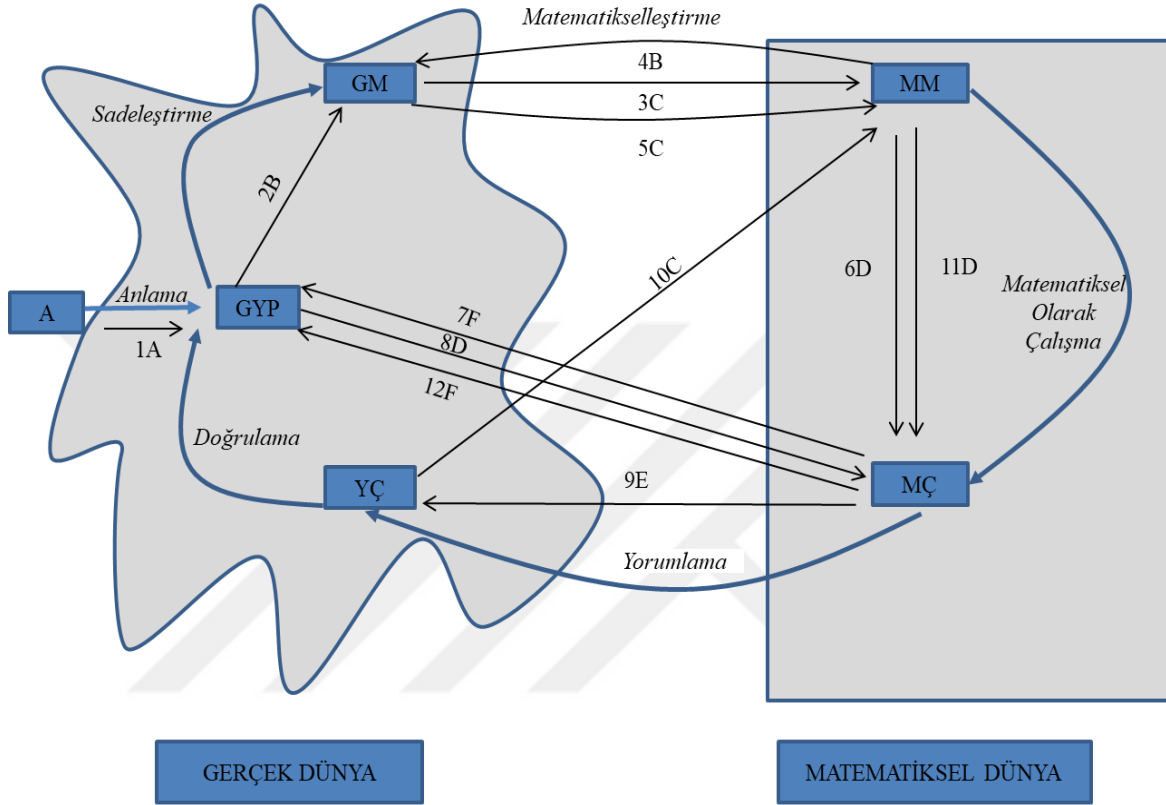
Araştırmacı: En uygun sonuç bu mudur Serra?

Serra: Daha uygun belki diğer arkadaşlarım bulmuştur. Ben de bir bakayım nasıl yapabilirim bir de 15 dakikalar falan niye var onu anlamadım. Acaba bir şey olabilir mi?

Araştırmacı: Olabilir mi?

Serra: Sanki olamaz gibi de 45 dakika zaten olamaz gibi düşünüyorum, benim bulduğum şu ana kadar en uygun bu. (Görüşme kaydı, Serra, 26.02.2020).

Bulduğu çözümü genel olarak değerlendiren Serra oluşturduğu modelini doğrulamaya yönelik sorgulama yaparak (F4) problemin çözümünü sonlandırmıştır. Aşağıda Şekil 4.6’da Serra’nın ara klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü sunulmuştur.



Şekil 4.6. Serra'nın ara klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü

Serra'nın ara klinik görüşmesine ait modelleme süreç analizi yukarıdaki şekilde sunulmuştur. Soruyu okuyarak çözüme başlayan ve etkinlikte önemli gördüğü yerlerin altını çizen Serra problemin çözümüne dair herhangi bir sistematik düşünce geliştirmeden farklı araç çeşitlerini deneyerek çözüme ulaşabileceğini belirtmiştir. Sorunun çözümüne yönelik sütun grafiği oluşturabileceğini belirten Serra problem durumunun çözümüne yönelik gereksiz olduğunu düşündüğü bilgilerin üzerini çizmiştir. Veri setinde kalan nicelikler arasında sadeleştirme yaparak hangi araçtan kiralaması gerektiğine yönelik çözüm önerisini getirmiştir. Gerekli matematiksel işlemleri yaparak problem durumuna çözüm getiren Serra yaptığı çözümün uygun olduğunu ancak daha uygun bir çözüm bulabileceğini belirtmiştir. Elde ettiği sonucu kısmen yeterli düzeyde gerçekleştirdiği

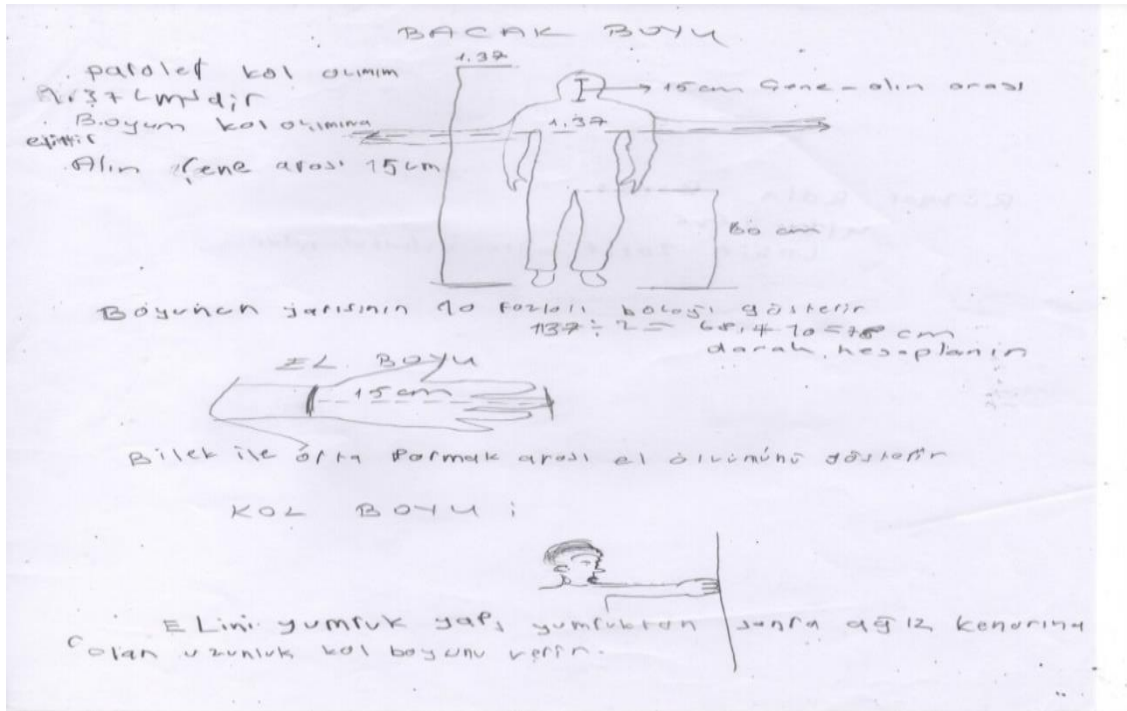
matematiksel model ile yorumlamıştır. Bulduğu çözümün değerlendirmesini gerçekleştiren ve doğrulamaya çalışan Serra yetersiz doğrulama yaparak etkinliği sonlandırmıştır.

4.4. Gruplarla Yapılan Etkinliklere Ait Bulgular

Aşağıda ara klinik görüşmeden sonra gerçekleştirilen ve gruplarla uygulanan Büyük Ayak, Çiftçi Hüseyin Amca ve Dubayı Nasıl Oluştursak etkinliklerine ait bulgular sunulmuştur.

4.4.1. Büyük ayak modelleme etkinliğine ait bulgular

Gruplarla yapılan dördüncü etkinlik olan “Büyük Ayak” modelleme etkinliği 55-65 dakika boyunca sürmüştür. Öğrencilere iki gün öncesinden verilen etkinliğe ısındırma çalışmaları görevi öğrencilerin modelleme etkinliğini çözme sürecinde “altın oran, bel ölçüsü ile boy ve kilo ilişkisi, çene ile alın arasındaki oranın boyumuz ile ilgili olabileceğine ilişkin farklı farklı önerilerde bulunmalarına neden olmuştur. Aşağıda öğrencilerin etkinlik öncesi insan vücudunda bulunan organların-uzuvların oranları hakkında yapmış oldukları araştırmaya ait görseller yer almaktadır.



Görsel 4.27. Büyük Ayak etkinliği öncesi öğrenci araştırmalarına ait görsel 1

Tablo 4.4. (Devam) *Büyük Ayak etkinliği ile ilgili süreç*

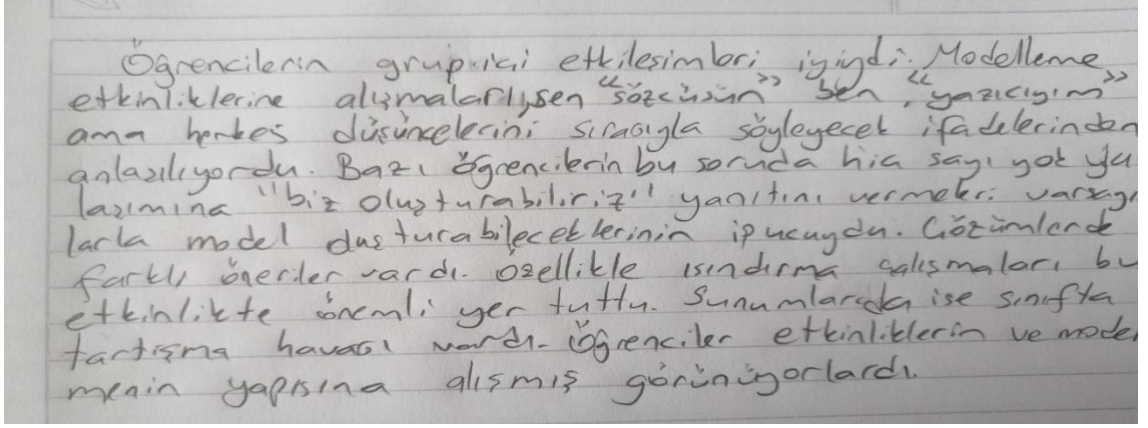
Yanlış anlaşılıma neden olan eylem	Kendi ayaklarının en ve boyunun çarpımının boy uzunluklarından fazla çıkması, farklı ölçülerin olabileceğini düşüncesinden uzaklaştırdı. Problem durumunu etkileyen nicelikleri isimlendirilemediler ve bu durum çözüme katkı sunamadı. Gerçek yaşamla ilgili varsayımlarda bulunamamışlardır.
Odak grubun bulguları kavramları/bağlamları	“Altın Oran”ın herkes için geçerli olabileceğini açıkladılar. Bir sorunun birden fazla cevabının olabileceğini açıkladılar. Ayak en ve boy uzunluğu toplamının boy uzunluğuna bölümü sonucunun ondalık sayı çıkması ile bu sayının yuvarlanması
Tüm grubun bulguları kavramları/bağlamları	Sorunun çözümünün farklı yollarının olabileceği belirtildi. Çözüme yönelik varsayım geliştirdikleri gözlemlenmiştir. Durumla ilgili nicelikler belirlenmiş olup, nicelikler arasındaki matematiksel ilişkiler kısmen ortaya çıkarılmıştır.
Öğrenci sunumlarındaki öğrenmeler	Doğal sayıların yanında ondalık sayıların da yuvarlanabileceğini ifade ettiler. Altın oranın herkes için geçerli olabileceğini kavradılar.
Öğretmenin rolü	Öğretmen etkinlikler süresince öğrencilere modelleme yeterlik ve bu yeterliklere bağlı alt yeterlikleri anlamaya yönelik aşağıdaki sorular sormuştur. • Sizce gerçek yaşamda böyle bir durum olabilir mi? • Bu soruyu basitleştirerek kendi cümlelerinizle bana aktarabilir misiniz? • Çözüm için ne yapmayı düşünüyorsunuz? • Bu soruda önemli olan bilgiler nelerdir? • Farklı organlarımızla(uzuvlarımızla) bu sorunun çözümünü yapabilir misiniz? • Çözüm için farklı bir öneriniz var mı? • Neden bu şekilde çözdünüz? • Sizce çözümünüz gerçek yaşam durumu ile ilişkili mi?
Sürecin genel değerlendirmesi	Hazırlık aşaması ile 55-65 dakika süren etkinliğin sunumunda öğrenciler farklı çözümlerle sunularını gerçekleştirdiler. Veri setinin hazır olarak sunulmadığı etkinlikte öğrenciler kendi uzuvlarından hareketle veri setine ulaştılar. Cetvelle ayak boyu ölçümü sınıfta küçük kargaşalara neden oldu ve bu da çözüm sürecini uzattı. Etkinlikteki yardımseverin standartların üzerinde boy ve kiloya sahip olması çözümün gerçek yaşamla ilişkilendirilmesini zorlaştırdı. Öğrencilerin genel olarak çözüme ve sunuma istekli olmaları süreci kolaylaştırıyor. Anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma yeterliğinin istenilen düzeyde gerçekleştiren öğrenciler yorumlama ve doğrulama yeterliğinde kısmen yeterli performans sergilemişlerdir. Öğrencilerin yorumlama ve doğrulama yeterliklerini sergileyememesinin sebebi olarak problem durumunu gerçek yaşam durumu ile ilişkilendiremedikleri ile açıklanabilir.

Büyük Ayak modelleme etkinliği Lesh ve Doerr'in (2003a) çalışmasından uyarlanmış olup öğrencilere diğer etkinliklerde olduğu gibi hazır bir veri seti verilmemiştir. Etkinlik ile ilgili veri setini kendilerinin oluşturması beklenmiştir. Öğrenciler öncelikle sorunun özümzenerek okunması ve önemli değişkenlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapmaktadır. Gruplar kendi ayak uzunluklarından yardımseverin ayak ölçüsünü bulmaya çalışmışlardır. Bunun yanında vücutlarında bulunan farklı uzunlukların da problem durumunun çözümünde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Öğrenciler ilk çözümlerini normal olması gereken standartların üstünde bulmaları bu durumu gerçek yaşam bağlamında değerlendirememelerine neden olmuştur. Çözümlerini revize ederek 2. ve 3. çözümlerinde ulaştıkları değerleri daha düşük bulmaya çalışmışlardır. Öğrencilerin “*bu kadar boy mu olur*”, “*bu kadar ayak olamaz*” ifadelerinden problem durumunun çözümü için gerekli sadeleştirmeyi yapamadıkları anlaşılmıştır. Modelleme etkinliği süresince sınıfın tamamına Tablo 4.4’de bulunan sorular sesli olarak yöneltilmiştir.



Görsel 4.29. *Büyük Ayak etkinliği sırasında öğrencilerin yaptığı çalışmaya ait görsel*

Öğretmenin günlüğüne yazdığı grup çalışmalarının değerlendirmesi Görsel 4.30’da sunulmuştur:



Görsel 4.30. Büyük Ayak etkinliğine ait araştırmacı günlüğü

Sunumu yapan öğrenciler kendilerine iki gün öncesinde verilen ısındırma çalışması niteliğindeki yapılan araştırmanın çözüm için yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. İnsanların vücudunda “altın oran” olduğunu ve çözümlerini buna göre yaptıklarını ve kendi vücutlarına ait altın oranı yansıtan “sabit” bir sayı bularak problem durumuna çözüm getirdiklerini ifade etmişlerdir. Sınıftan bu oranın herkes için aynı olamayacağına yönelik gelen itirazları grup üyelerinin tümünde bulduklarını belirterek cevaplamışlardır. Problemin çözümüne yönelik tablo oluşturan grup üyeleri tablodaki verilerin çözümlerine yardımcı olacağını belirtmişlerdir. Farklı bir çözüm önerisi olarak kendi ayak boy uzunluklarından ayak en uzunluklarını çıkararak sabit bir sayı yakalamaya çalışmışlardır ancak bu çözüm yolu da öğrencileri sonuca ulaştıramamıştır. Bu çözümlerinden farklı olarak ayak en ve boy uzunluklarını toplayıp çıkan sonucu kendi boy uzunluklarına bölmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çözümünden “5” sabit sayısını bularak etkinliğin çözümünü bu bilgilere göre yapmışlardır. Aşağıda “Problem Üçlüsü” grubunun (Dilek, Kamil ve Ahmet) modelleme etkinliğinin sunumuna ilişkin diyaloglar aktarılmıştır.

Dilek: Biz öncelikle iki gün önce bize verdiğiniz ödevden yola çıkarak “altın oran” diye bir şey varmış, bunu dikkate alarak adamın ayağını bulmaya çalıştık ama bu olmadı.

Araştırmacı: Bu ödevler sizin işinize yarıyor mu?

Kamil: Evet yarıyor?

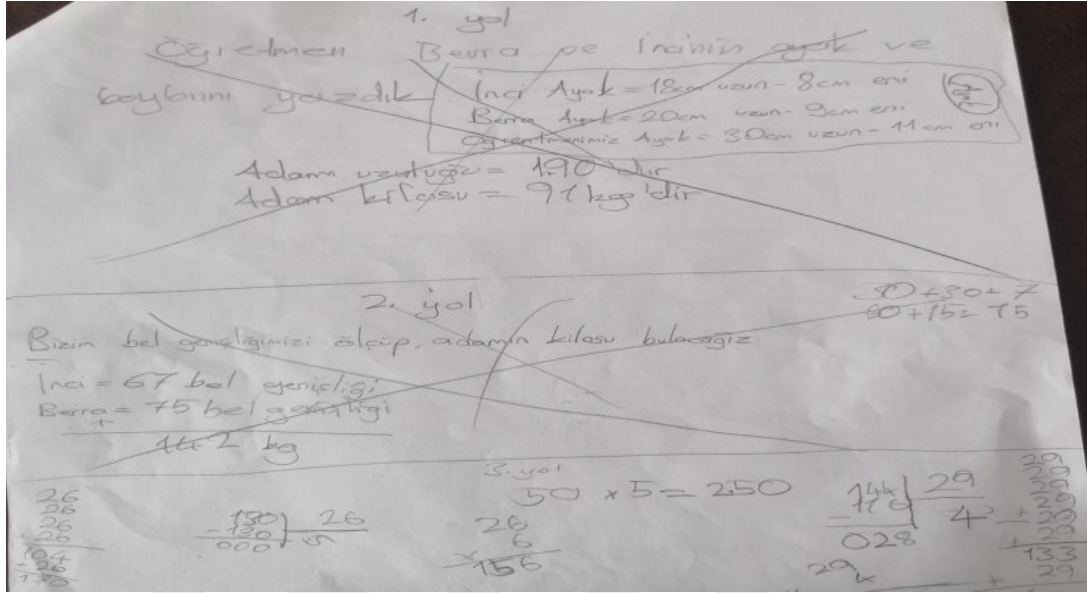
Araştırmacı: İşinize nasıl yarıyor?

Kamil: Problemin çözümünde ön bilgilerimizi kullanıyoruz.

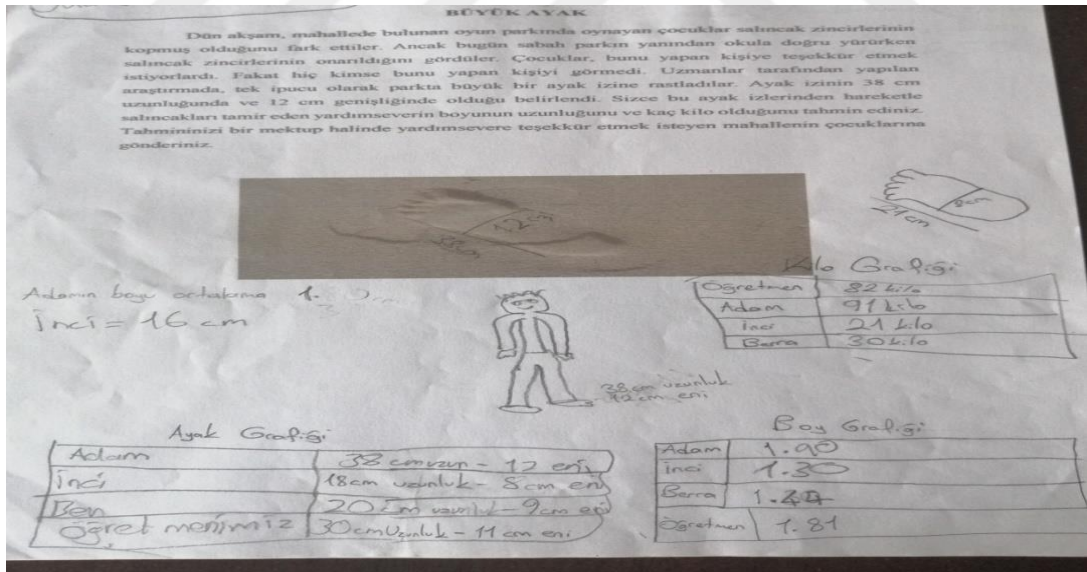
Dilek: Çözüm için öncelikle bir grafik yapmayı düşündük... Ahmet’in ayak numarası 33, ayak uzunluğu 24, boyu 1.35 ve kilosu da 28... Buradan” altın oranı” kullanarak yüzümüzün ölçümünü de kullandık, yüzümüzün boyunu da ölçtük.

Öğrenciler kendi ayak-boy uzunluklarından yola çıkarak bir veri seti oluşturmaya çalışmışlardır. Grafik ve tablo oluşturma ve geçen haftalarda sorunun çözümüne yardımcı

olacağını düşünen grup üyeleri kendi ayakkabı numaralarını, ayak, boy ve yüz uzunlukları ile kilolarını tablolaştırmışlardır.



Görsel 4.31. Büyük Ayak etkinliğine ait öğrenci çalışma kağıdı1



Görsel 4.32. Büyük Ayak etkinliğine ait öğrenci çalışma kağıdı2

Araştırmacı: Bu adamın altın oranını biliyor musunuz?

Dilek: Evet 1.8 bulduk biz.

Araştırmacı: Altın oran 1.8 midir?

Dilek: Ayağın altın oranını 1.8 bulduk biz.

Araştırmacı: Altın oran herkeste aynı mıdır?

Dilek: Hayır herkeste aynı değildir ama 1.8'e yakın bir şeydir. Ahmet'in yüz ölçümü de 15 çıktı. (Yüzün çeneden alın ortasına kadar olan uzunluğunu ölçüyor.)

Araştırmacı: Yüzünüzün ölçüsünün altın oran ile bir ilgisi var mı?

Dilek: Evet var, burnumuzun ucundan alt kısım ile (yüzünde burun ile çenesinin arasındaki mesafeyi gösteriyor) burnumuzun ucundan üst kısmı (burun ile alnı arasındaki mesafeyi gösteriyor) böldüğümüzde altın oranı bulabiliriz. (Dilek verilen etkinliğe ısındırma çalışmasında okuduğu bir orandan bahsediyor.)

Grup üyeleri ön çalışma olarak verilen etkinliğe ısındırma çalışmaları uygulamasından vücudumuzda bir altın oran olacağını belirtmişlerdir. Bu oranın herkes için aynı olmayacağını ancak 1.8 sayısına yakın bir sayı olabileceğini söyleyerek çenemizden burnumuza kadar olan ölçüm ile burnumuzdan alnımıza kadar olan oranın altın oran olduğunu ve altın oranın vücudumuzun diğer organları-uzuvları ile aynı olabileceğini ifade etmişlerdir.

Dilek: Kamil'in ayak numarası 33, ayrıca şunu fark ettik, ee...

Araştırmacı: Neyi fark ettiniz?

Dilek: Ayak uzunluğu ile yüz uzunluğu arasında belli bir oran var.

Araştırmacı: Senin altın oranın ile Kamil'in altın oranı farklı mı?

Dilek: Evet Kamil ile Ahmet'in aynı benim farklı çıktı.

Araştırmacı: (Sınıfa dönerek) Bu gruptaki arkadaşlarınız ayağımızın uzunluğu ile yüzümüzün uzunluğu arasında bir oran olduğunu söylüyorlar. Doğrudur veya yanlıştır diye bir şey demiyorum, doğru da olabilir yanlış da olabilir. (Grup üyeleri tahtaya kendi ayakkabı numaralarını, ayak uzunluklarını, boy uzunluklarını, kilolarını ve yüz uzunluklarını tablo halinde yazıyorlar.)

Dilek: Şunu fark ettik Kamil ile Ahmet birbirlerine benziyor ama ben de onlara çok yakınım.

Öğrenciler altın oranın var olduğunu ancak bunu modelleme etkinliğine nasıl uyarlayabileceklerini sınıfa aktaramamasından dolayı sınıftan itirazlar gelmiştir. Ayrıca Dilek grubun diğer üyeleri olan iki erkek arkadaşının oranlarının birbirine yakın olduğunu ancak kendisinin farklı olduğunu belirtmiştir. Grup üyeleri oranların birbirlerine yakın olduğunu belirterek farklı bir çözümlerinin olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmacı: Sonrasında ne yaptınız?

Dilek: Sonrasında adamı karşılaştırmaya çalıştık, öncelikle 38 ile 12'yi topladık grup arasında iş bölümü yaparak. (Grup üyeleri sözcü, yazıcı ve işlemleri kontrol eden kontrolör olarak aralarında iş bölümü yapıyorlar. Dilek işlemler için gerekli adımları söyleyip grubun diğer üyesi Kamil yazıyor ve aynı zamanda Kamil ve Ahmet yapılan işlemleri kontrol ediyor.)

Ahmet: Hayır Dilek! 38'den 12'yi çıkarıyorduk, ayak boyundan ayak enini çıkarıyoruz.

Dilek: Evet öyleydi hepimizin ayak boyundan enini çıkararak bir sonuç yakalamaya çalıştık. Benim ayak boyum 25, benim 8 çıkardığımız zaman sonuç 17 oluyor. (Grubun diğer üyeleri için de aynı işlemi yapıyorlar.)

Araştırmacı: Yardımseverin ayak eni ve boyu arasında 26, Ahmet'in 16, Dilek'in 17, Kamil'in 14 santimetre fark var bu sonuçlar bize ne anlatıyor çocuklar?

Dilek: Bizimkiler birbirine yakındı ancak yardımseverin biraz farklı arada bir çelişki var mı diye düşündük ancak buradan bir sonuç elde edemeyeceğimiz düşündük.

Araştırmacı: Bu sonuç bir işinize yaradı mı?

Dilek: Yaradı ancak bu tablo bizi diğer çözüme götürdü.

Öğrenciler farklı bir çözüm önerisi olarak kendi ayak boylarından ayak en uzunluklarını çıkararak bir oran yakalamaya çalıştıklarını ifade etmişlerdir. Çözümlerini yaparken sözcü, yazıcı ve kontrol edici olarak kendi aralarında iş bölümü yapmışlardır. Buldukları çözüm önerisinin de geçerli olmadığını ancak çözüm sürecinde hazırlanan tablonun sonraki çözümlerde yardımcı olacağını belirtmişlerdir.

Araştırmacı: Nasıl bir çözüm açıklar mısınız?

Dilek: Ayak enimizi ve boyumuzu toplayıp kendi boyumuza böldük.

Kamil: Ahmet'in ayak boyu 24, eni 8 santimetre, 32 oluyor 135'i 32'ye bölüyoruz.

Dilek: Yuvarlayarak bunu 5 buluyoruz. Kamil'in 30 oluyor (Kamil'in ayak eninin ve boyunun toplamını söylüyor.) 137'yi 30'a böldüğümüzde kalan 17 oluyor, bunu yuvarlıyoruz bunu da 5 buluyoruz.

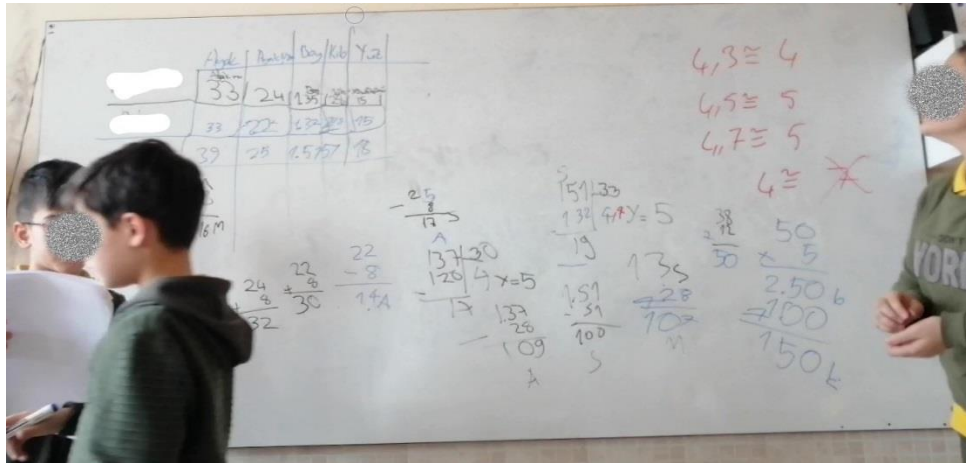
Kamil: Dilek'in toplamı 33 oluyor, 1.51'i böldüğümüzde 4 çıkıyor 19 da kalan oluyor tekrar yuvarlama yaptığımızda sonucu 5 buluyoruz.

Araştırmacı: Bu yuvarlamaları neye göre yapıyorsunuz?

Kamil: Dördün virgülden sonraki olabilecek sayıya göre yapıyoruz.

Araştırmacı: Çıkan sonuçları nasıl değerlendiriyorsunuz?

Dilek: Benim, Kamil'in ve Ahmet'in sonucu 5 çıkıyor.



Görsel 4.33. Büyük Ayak etkinliğine ait öğrenci sunumları

Öğrenciler sabit bir sayıya ulaşabilmek için ayak en ve boy uzunluklarını toplayıp çıkan sonucu kendi boy uzunluklarına bölmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Bulunan sonucun tam sayı olmaması öğrencilerin sonucu yuvarlamasına neden olmuştur. Ancak ondalık sayıların yuvarlanması ilköğretim matematik ders programında yer almamasına rağmen öğrenciler sayıları yuvarlayabilmişlerdir. Yuvarlama sonucunda öğrenciler kendi boylarının uzunluğunu ayak en ve boy uzunluklarının toplamına bölünmesiyle bulunacak sayının “5” olduğunu ve bu oranın herkes için geçerli olacağını belirtmişlerdir.

Araştırmacı: Yardımseverin oranı kaç olur?

Dilek: Adamın da ayak enini ve boyunu buluyoruz yakaladığımız sayı 5 oluyor. 50 ile beşi çarpıyoruz 250 buluyoruz. Yani bu adamın boyu 2.50 oluyor. Biz şöyle düşündük benim boyumla kilom arasında 100 fark var adamın boyuyla kilosu arasında da 100 fark olur yani. Adamın boyu 2.50 ise kilosu da 150 kilo olur.

Araştırmacı: Ahmet’te kaç oluyor?

Dilek: Ahmet’te 134’ten 28’i çıkardığımızda 106 oluyor.

Araştırmacı: Kamil’de kaç oluyor?

Kamil: 137’den 28’i çıkardığımızda 109 oluyor.

Araştırmacı: Nasıl bir durum ortaya çıkıyor burada?

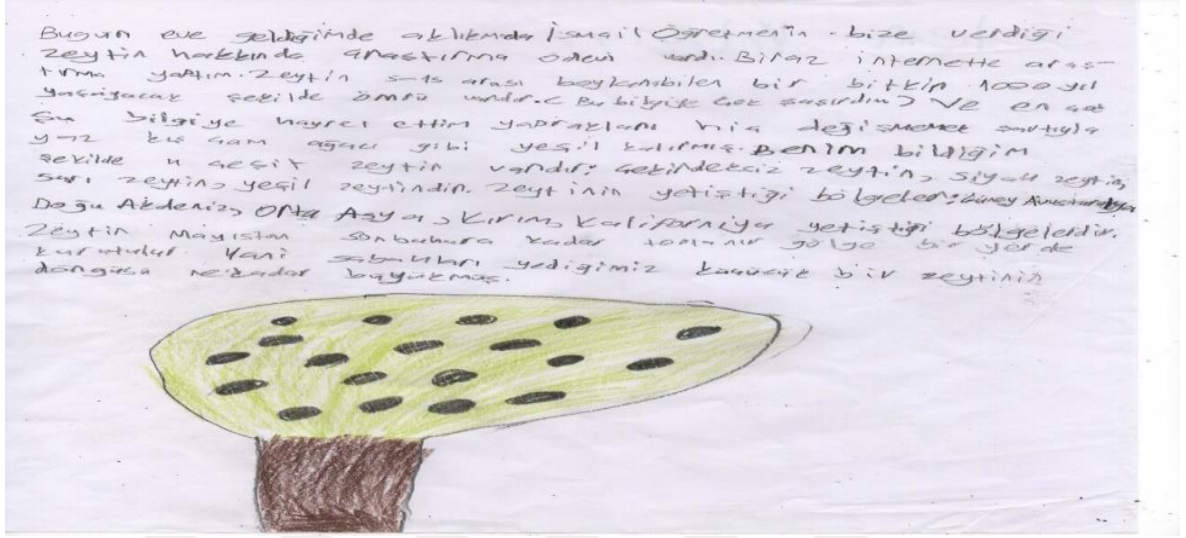
Dilek: İnsanların boyu ile kilosu arasında 100 fark vardır diyoruz. Bu da bize uygun geldi. (Grup üyeleri çözüm için yazdıkları mektubu okuyarak sunumu sonlandırmaktadır.)

Grup üyeleri yapılan işlemler sonrasında yardımseverin de ayak en ve boy uzunluğu toplamının boy uzunluğuna bölünmesinin “5” sabit sayısını vereceğini belirtmişlerdir. Yardımseverin boyunu bulmak için ayak en ve boy uzunluğu toplamını beş ile çarpmışlar ve sonucu 250 santimetre olarak bulmuşlardır. Yardımseverin kilosunu ise “boy ve kilomuz arasında 100 fark vardır” önermesinden hareketle 150 kilogram olarak bulmuşlardır. Sunumlarının sonunda yazdıkları mektubu okuyan grup üyeleri sınıf arkadaşlarından gelen soruları yanıtlamışlardır.

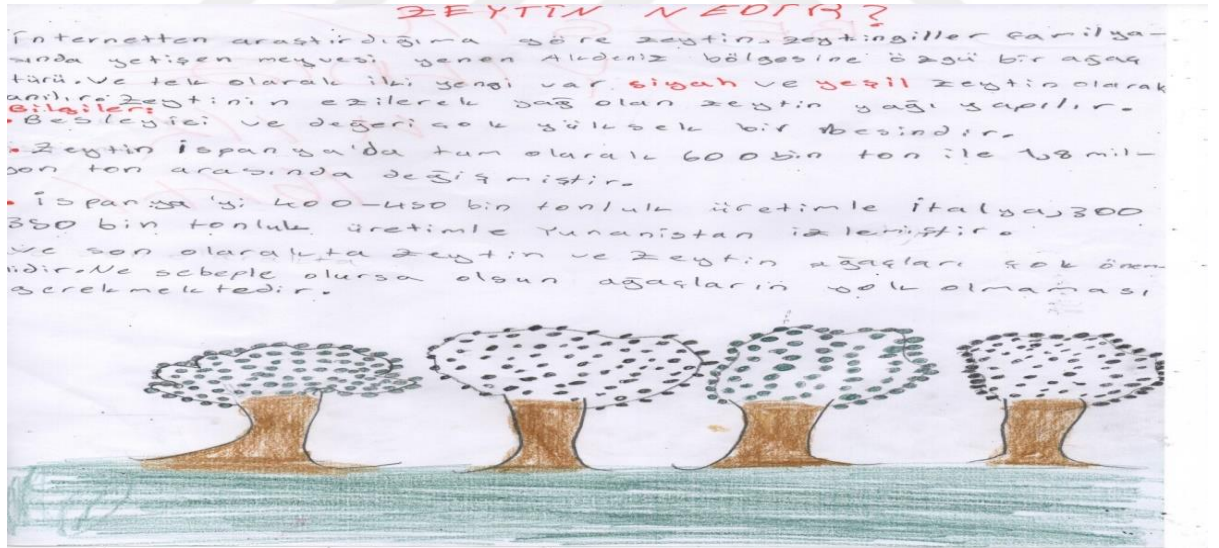
4.4.2. Çiftçi Hüseyin Amca modelleme etkinliğine ait bulgular

İlköğretim Matematik Dersi Öğretim Programında bulunan alan ve çevre ölçümü ile ilgili kazanımlar doğrultusunda hazırlanan ve gruplarla yapılan beşinci etkinlik olan “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliği öncesinde öğrencilere zeytin bitkisinin özellikleri ile ilgili araştırma yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin yapmış olduğu araştırmalar sonunda öğrencilerin ön öğrenmelerini etkinliğin uygulama aşamasında kullandıkları görülmüştür.

Aşağıda öğrencilerin etkinlik öncesi zeytin ağacı hakkında yapmış oldukları araştırmaya ait görseller yer almaktadır.



Görsel 4.34. Çiftçi Hüseyin Amca etkinliği öncesi öğrencilerin yaptığı araştırmaya ait görsel 1



Görsel 4.35. Çiftçi Hüseyin Amca etkinliği öncesi öğrencilerin yaptığı araştırmaya ait görsel 2

Çiftçi Hüseyin Amca modelleme etkinliğinde sürecin genel değerlendirilmesine yönelik tablo aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4.5. Çiftçi Hüseyin Amca etkinliği ile ilgili süreç

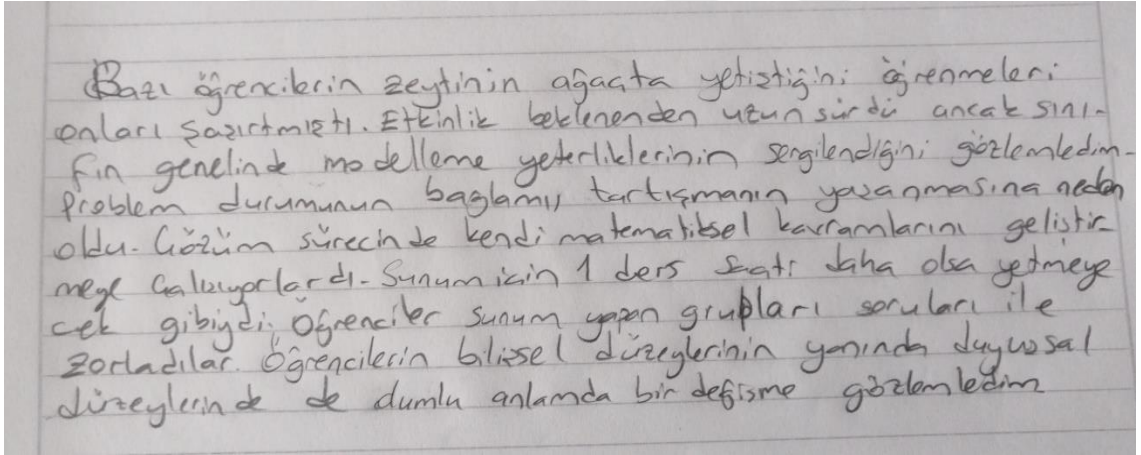
ÖĞRETİM BÖLÜMÜ GÜNCEİ/İZLENCEİ	
Tarih/Etkinlik Adı	06/03/2020 Çiftçi Hüseyin Amca
İlgili öğrenme alanı	Sayılar ve İşlemler, Uzunluk Ölçme, Çevre Ölçme (Doğal sayılarda toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemleri ve uzunluk-alan ölçme birimlerinin kullanıldığı problemlerin çözümü)
Öğrenci yanlış anlamaları ve yaptığı hatalar	Ağaçların taç yapraklarının ne kadar uzayabileceklerini tahmin edememişlerdir. Traktörün hangi amaçla tarlaya gireceğini bilemediler ve bu durum soru çözümüne yansımıştır. Tarlanın sadece kenarlarına ağaç dikilip ortasının boş bırakılması gerektiğini düşünmüşlerdir. Ağaçlar arasındaki mesafenin olması gerekenden daha az yapılmasına yönelik hatalar yapmışlardır.
Yanlış anlaşılma neden olan eylem	Ağaçların kök uzunlukları ve taç yaprakları arasındaki ilişkiyi açıklayamamışlardır. Problem durumunu etkileyen nicelikler isimlendirilememiş ve anahtar nicelikler kullanılarak problem durumunun çözüme katkı sağlanamamıştır. Gerçek yaşamla ilgili varsayımlarda bulunamamışlardır.
Odak grubun bulguları kavramları/bağlamı	“Deneme yanılma” yöntemi ile tarlanın en ve boy uzunluğunu bulmaya çalışmaları. Bir sorunun birden fazla cevabının olabileceğini açıklamışlardır. Birim alana en fazla ağaç dikmenin ağaçlar arasındaki mesafeleri en aza indirmeye mümkün olduğunu açıklamışlardır. Tarlanın köşelerine ağaç dikmeyip, uygun boşluğu köşelere belirlenen mesafelerle bırakmışlardır.
Tüm grubun bulguları kavramları/bağlamı	Sorunun çözümünün farklı yollarının olabileceğini belirtmişlerdir. İlgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri değerlendirerek çözüme yönelik farklı varsayımlar geliştirdikleri görülmüştür. Oluşturulan matematiksel model ile nicelikler arasındaki matematiksel ilişkiyi kısmen ortaya çıkarmışlardır.
Öğrenci sunumlarındaki öğrenmeler	Buluşsal stratejiler kullanılarak sorunun çözümüne yönelik tahminlerde bulunulabileceğini ifade etmişlerdir. Zeytin ağacının dikilebilmesi için iki ağaç arasının en az dört metre olması gerektiğini kavramışlardır. Ağaçlar arası mesafe ile ağaç sayısının ters orantılı olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 4.5. (Devam) *Çiftçi Hüseyin Amca etkinliği ile ilgili süreç*

Öğretmenin rolü	Öğretmen etkinlikler süresince öğrencilere modelleme yeterlik ve bu yeterliklere bağlı alt yeterlikleri anlamaya yönelik aşağıdaki soruları sormuştur. • Sizce gerçek yaşamda böyle bir durum olabilir mi? Siz hiç ağaç diktiniz mi? • Soruyu kendi cümlelerinizle sadeleştirerek aktarır mısınız? Sizce “Yüksek verim” ne demek? • Problemin çözümü için önemli ve gereksiz bilgiler neler? • Matematiksel ifadelerle problem durumunu ilişkilendirip, durumu şekil, tablo ve grafiklerle ifade edebilir misiniz? • Boyu eninin iki katı bir şekil çizer misiniz? • Problemi çözebilmek için stratejileriniz nelerdir ve problemin anlaşılması için problemi daha küçük parçalara bölebilir misiniz? • Bulduğunuz sonuç gerçek yaşamla ilişkili mi? Diğer ağaç türleri için bu durum geçerli olur mu?
Sürecin genel değerlendirmesi	Hazırlık aşaması ile 55-70 dakika süren etkinliğin sunumunda öğrencilerin tarlanın boyunu ve enini bulmakta zorlandıkları görülmüştür. Problem durumunu gerçek yaşamla ilişkilendirmeye çalışan öğrenciler problem durumunun çözümüne yönelik farklı önerilerde bulunmuşlardır. İki gün öncesinden verilen araştırma görevi öğrencilere çözüm sürecinde yardımcı olsa da bazı öğrenciler traktörün tarlaya neden girmesi gerektiğini ve ağaçlar arasındaki mesafenin ne kadar olması gerektiği konusunda gerçek yaşam durumuna uygun öneriler getirememişlerdir. Odak grupta yer alan öğrencilerin “deneme yanılma” yönteminden hareketle veri setine ulaşmaları problemin çözümüne yönelik önemli bir adımdı. Özellikle problem durumu için farklı çözüm önerileri getiren öğrenciler sunum için istekli olmuşlardır. Yedinci haftada uygulanan bu etkinlikte öğrencilerin modelleme etkinliklerinin nasıl çözülmesi gerektiğine dair bir anlayış gerçekleştirdikleri ve çözüme yönelik modelleme yeterliklerini sergiledikleri gözlemlenmiştir. Ancak yorumlamam ve doğrulama yeterliğini kısmen yeterli düzeyde gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin yeterli olması çalışmanın ilerleyen haftalarda olası; yorumlama ve doğrulama yeterliklerinin yetersiz düzeyde olması öğrencilerin bilişsel durumları ile açıklanabilir.

Gruplarla uygulanan beşinci etkinlik olan “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliği hazırlık aşaması ile 55-70 dakika arasında sürmüştür. Öğrencilere geçen hafta uygulanan Büyük Ayak modelleme etkinliğinde olduğu gibi veri seti hazır sunulmamış öğrencilerin oluşturması beklenmiştir. Grup çalışmalarında zeytin dikilecek tarlanın en ve boy uzunluğu öğrenciler tarafından farklı sonuçlarla bulunmuştur. Bu durumun nedeni olarak öğrencilerin gerçek yaşam problemini anlayamadıkları gösterilebilir. Ulaştıkları tarla şekline zeytin ağaçların kaç metre arayla dikilmesi gerektiği konusunda öğrenciler

ilgili nicelikler arasında gerekli ilişkileri kurmuşlardır. Öğrencilerin tamamı çözüm için bir model oluşturmaya çalışmıştır ancak bazı grupların bu yeterlikte gerçek yaşam durumuna uygun bir model oluşturamadıkları söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin problemin çözümüne yönelik şekil, tablo ve grafik oluşturma yeterliğini gerçekleştirdikleri gözlemlenmiştir. Önceki deneyimlerinden faydalananak traktörün enini tahmin etmişlerdir. Traktörün enindin kaç metre olacağı ve ağaçların taç yapraklarının ne kadar uzayacağı bilgisiyle çözüm için matematiksel işlemler gerçekleştirmişlerdir. Öğrenciler ağaçları sezgisel stratejilerle farklı uzunluklarda dikebileceklerini belirtmişlerdir. Ancak sorunun metin kısmında yer alan en fazla ağaç dikme şartı öğrencileri çözümlerini tekrar gözden geçirmelerini sağladığı gözlemlenmiştir. Öğrenciler buldukları çözümleri “mantıklı, uygun” gibi niteliksel ifadelerle doğrulamaya çalışmışlardır. Etkinliğin metin kısmında ve “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliği esnasında sınıfın tamamına yukarıdaki tabloda bulunan sorular sesli olarak yöneltmiştir. Araştırmacının etkinlikle ilgili günlüğüne yazdıkları Görsel 4.36’da verilmiştir.



Görsel 4.36. Çiftçi Hüseyin Amca etkinliğine ait araştırmacı günlüğü

Grup üyeleri problemin çözümü için ilk olarak zeytin ağacı dikilmesi gereken tarlanın en ve boy uzunluğunu sezgisel stratejiler kullanarak bulmaya çalışmışlardır. Sınıf tarafından yapılan itirazlar sonucunda sunumu yapan grup şekil çizerek verdiği değerlerin doğru olduğunu ifade etmiştir. Öğrenciler sorunun metin kısmından faydalananak ağaçların köklerinin iki ile beş metre uzayacak olmasının önemli bir bilgi olduğunu ifade etmişlerdir. Grup üyeleri uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafiksel olarak gösterebilme adına tarlanın kuşbakışı görünümünü çizmişler ancak sınıftan gelen sorulara ağaçlar arasındaki mesafenin uygunluğu konusunda gerçek yaşam bağlamına uygun bir

açıklama yapamamışlardır. Tarlanın tamamına dikilecek ağaç sayısını bulmak için en ve boya dikilecek ağaç sayılarını bularak, problem durumunu çözülebilir küçük parçalara bölmeye çalışmışlardır. Öğrenciler buldukları sonucu kısmen yeterli düzeyde yorumlama ve doğrulama yeterliği göstererek çözüm probleme “Problemciler” (Deren, Ali ve Eren) grubunun “Çiftçi Hüseyin Amca” modelleme etkinliği çözümü sonrasında yapmış oldukları sunuma ilişkin diyaloglar aktarılmıştır.

Deren: Biz öncelikle Ali’nin önerdiği bir yöntem vardı onu denemeye karar verdik.

Araştırmacı: Neydi bu yöntem?

Deren: Deneme yanılma yöntemi idi. (Grup üyelerinden Eren tahtaya dikdörtgen şeklinde bir tarla çiziyor.) Ne ile neyi çarparsak bize 5000’i verirdi, ilk başta 500 ile 100’ü çarptık baktık olmayınca sonra Ali’nin dediğine göre 50 ile 100’ü çarptık.

Araştırmacı: Bu sayıları neye göre belirlediniz?

Eren: Deneyerek verdik.

Araştırmacı: Anlıyorum ancak neden daha büyük ya da daha küçük sayılar vermediniz?

Eren: Tarlanın büyüklüğünü göz önünde bulundurduk.

Grup üyeleri problemin çözümü için ilk olarak zeytin ağacı dikilmesi gereken tarlanın en ve boy uzunluğunu sezgisel stratejiler kullanarak bulmaya çalışmışlardır. Grup üyelerinden Ali bu yönteme “*yanılma yöntemi*” adını verdiklerini belirtmiştir ancak diğer grup üyesi Deren “deneme yanılma yöntemi” olarak düzeltmiştir. Tarlanın en ve boy uzunluğuna ilişkin değerleri tarlanın alanına göre verdiklerini belirten Eren sezgisel stratejiyi nasıl işe koştuklarına yönelik tarlanın alanı ile ilgili mantıklı bir açıklama yapmıştır.

Deren: Boyu eninin iki katı olduğu için bu da bize uygun geldi.

Araştırmacı: Daha sonra ne yaptınız?

Deren: Bu soru bize biraz uzun geldi, önce ilk kısmı okuduk sonra bölüm bölüm yaptık, daha sonra ikinci paragrafa geçtik burada bizim için en önemli kısım köklerinin iki ve beş metreye kadar olmasıydı.

Araştırmacı: Bu önemli bir bilgi miydi?

Deren: Evet çünkü ne kadar ağaç dikeceğimiz buna bağlıydı.

Eren: Biz iki metreden başladık en azdan başladık.

Deren: Çünkü çok fazla ağaç dikmesini söylemiş soruda bir ağacın kökü 2 olsa diğer ağacın kökü de 2 metre olsa çok uygun oluyor ancak bize burada traktörden de bahsetmiş.

Öğrenciler problemi okuduktan sonra ilgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri sadeleştirme düşüncesi ile modelleme etkinliğinin ilk paragrafında yer alan bilgilerden faydalanarak ağaçların köklerinin iki ile beş metre uzayacak olmasının önemli bir bilgi

olduğunu ifade etmişlerdir. Problemi daha küçük parçalara bölme durumunu gerçekleştiren grup üyeleri problem durumunu gerçek yaşamla ilişkilendirerek sorunun çözümüne devam etmişlerdir.

Araştırmacı: Bu dikdörtgenler ne oluyor açıklar mısınız?

Deren: Tarlanın kuşbakışı görünümünü çizdik, çok fazla çizdik.

Araştırmacı: Tamam devam edebilirsiniz.

Deren: Bizim için burada traktör önemli bir bilgiydi, traktörün önü bir buçuk metre arkası iki buçuk metre olur bunları toplarsak bir şey yakalayabiliriz diye düşündük.

Araştırmacı: Eren sen gerçek yaşamda traktör gördün mü?

Eren: Evet gördüm.

Araştırmacı: Traktöre bindin mi?

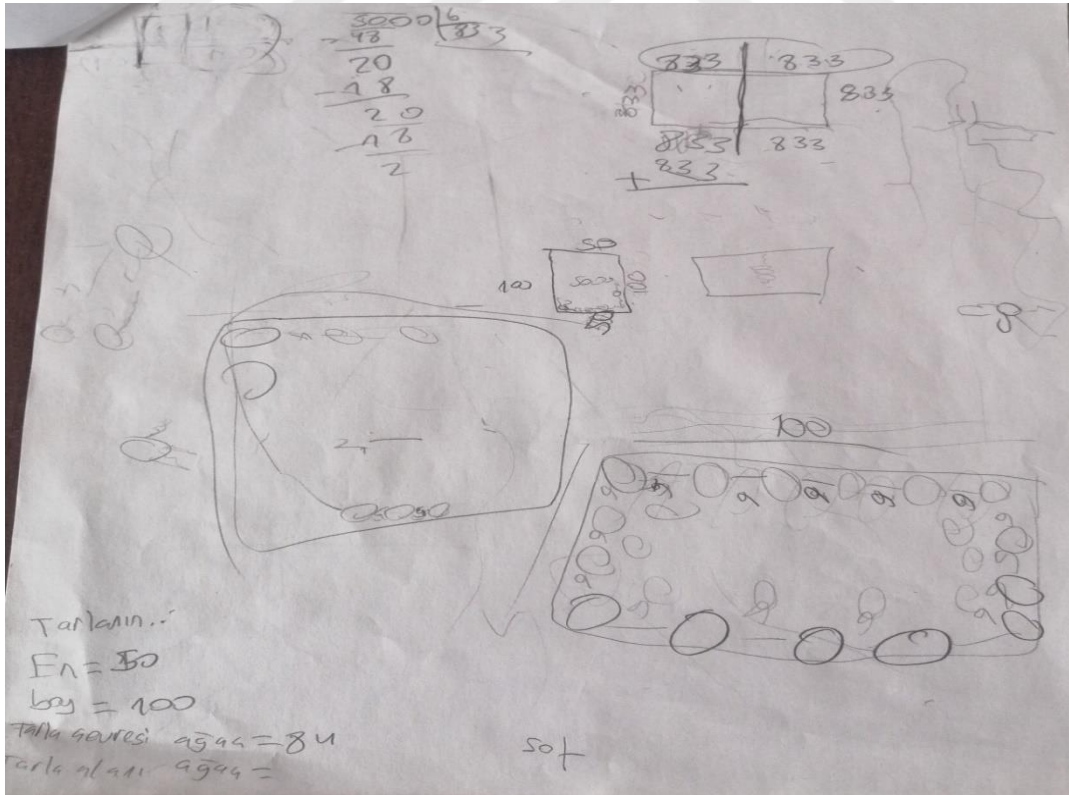
Eren: Hayır binmedim.

Araştırmacı: Traktörün önü ile arkasını toplamının size nasıl bir katkısı olacak?

Deren: Baktık katkısı olmuyor, bu yolumuzdan vazgeçtik ve dört metreden traktörün geçeceğine inandık. Bir ağacın kökünü dört metre diye düşündük ama bize mantıksız geldi.

Araştırmacı: Ali bir ağacın kökünün 4 metre olması neden mantıksız geldi?

Ali: Dört metre bir ağaç, dört metre bir ağaç sekiz metre olacak ve çok uzun olacak. Bu bize çok fazla geldi. Bir de traktör sekiz metreden çok rahat geçirdi.



Görsel 4.37. Çiftçi Hüseyin Amca etkinliğine ait öğrenci çalışma kağıdı 1

Grup üyeleri uygun matematiksel gösterimleri seçme ve durumları grafiksel olarak gösterebilme adına tarlanın kuşbakışı görünümünü çok fazla sayıda çizdiklerini belirtmişlerdir. Problem durumu için varsayımlarda bulunan ve durumu sadeleştirmeye çalışan grup üyeleri traktörün dört metre genişliğinde olacağını, ağaçlar arasından geçebilmesi için ağaçlar arasındaki mesafenin buna göre belirlenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca bir ağacın kökünün dört metre olmasının en fazla ağaç dikimine uygun olamayacağını belirten öğrenciler matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlayarak çözüme devam etmişlerdir.

Deren: Daha sonra tarlanın boyuna kaç tane ağaç dikmemiz gerektiğini bulmak için 100'ü dörde böldük ve 25 ağaç bulduk.

Araştırmacı: 25 ağaç dikiliyor mu?

Deren: Hayır biz boşlukları hesapladığımız için kenarlarda da boşluk kalacak. 100'e 24 ağaç dikeceğiz. (Tarlanın boyuna 24 ağaç dikmeleri gerektiğini ifade etmektedir.)

Araştırmacı: Tarlanın enine kaç ağaç dikilir?

Eren: Biz 24'ü ikiye böldük çünkü boyu eninin 2 katı olduğu için boya 24 ağaç dikilir eni 12 ağaç dikilir.

Deren: Sadece bu kadarla kalmaz içine de ağaç dikilir hepsini bulmak için 12 ile 20'yi çarptık ve 288 ağacın dikilmesi gerektiğini bulduk. (Grup üyeleri Çiftçi Hüseyin amcaya yazdıkları mektubu okuyarak sunumlarının sonlandırmışlardır.)

Araştırmacı: Sınıfın bir sorusu var mı?

Eren: Siz iki artı iki dört metre yapmışsınız ama bu ağaç hiç uzamayacak mı?

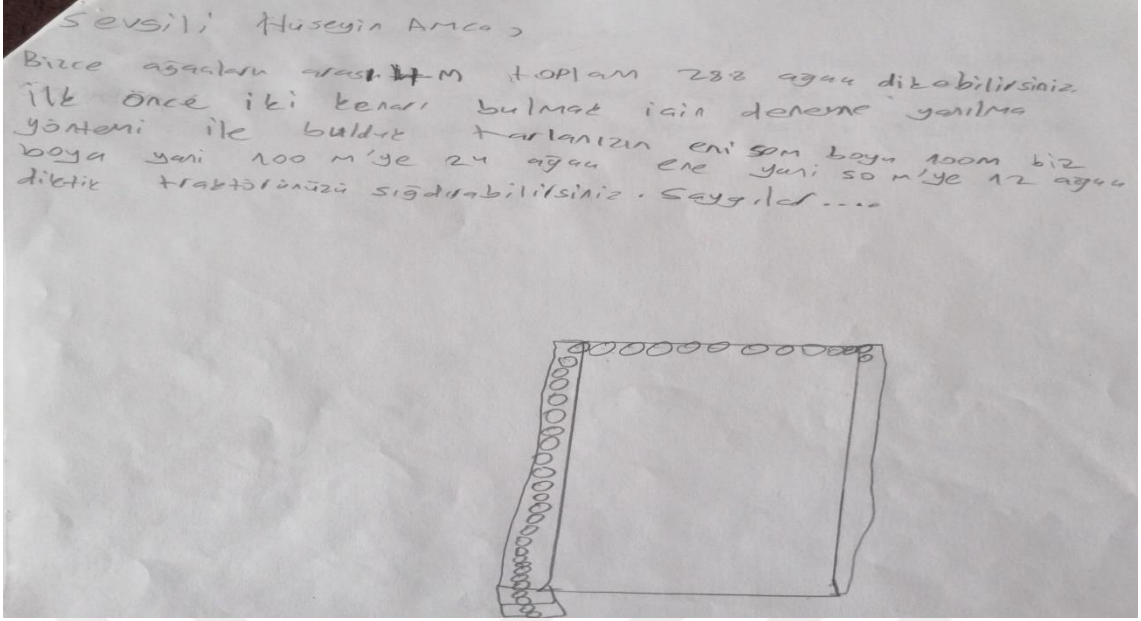
Deren: Uzayacak mı bilmiyorum ama biz şimdiki haline göre yaptık?

Eren: Ağaçlar uzarsa ne olur?

Deren: Biz bu soruya göre yaptık uzarsa ona göre de bir cevabımız olabilirdi?

Kaan: Tarlanın çevresini 5000 demiş, enini iki metreye boyunu 2500 metre yapsanız olmaz mıydı?

Deren: Olmazdı boyu eninin iki katı demiş.

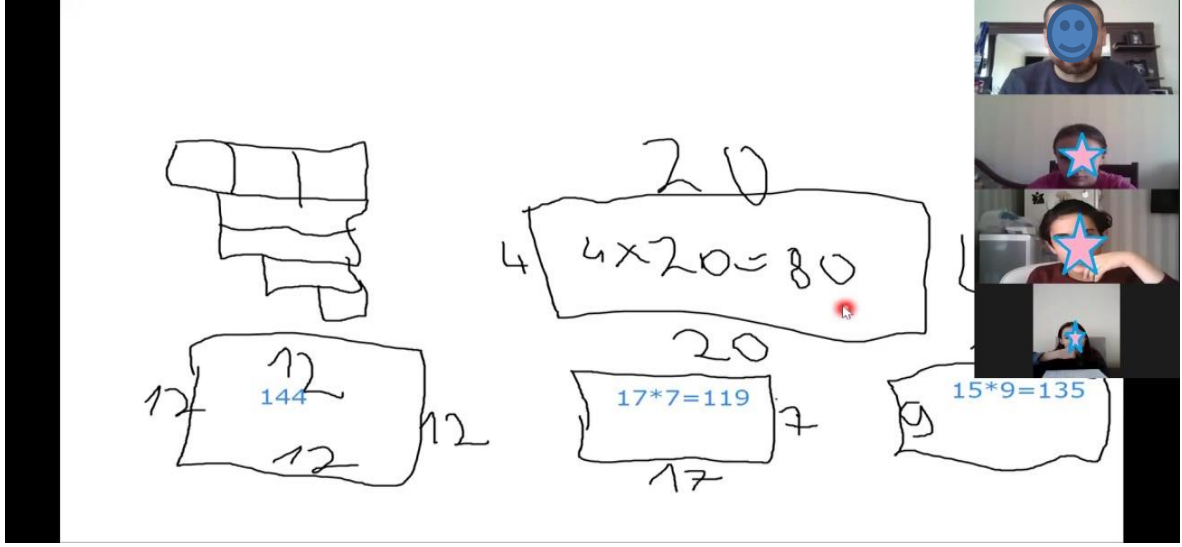


Görsel 4.38. Çiftçi Hüseyin Amca etkinliğine ait öğrenci çalışma kağıdı 2

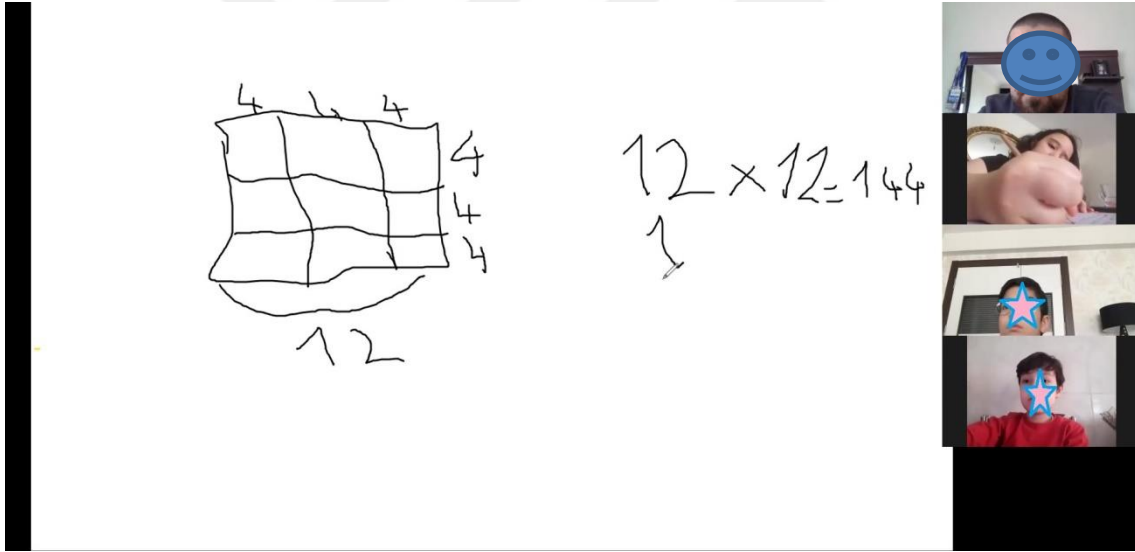
Grup üyeleri yaptıkları çözümü kontrol ederken “problemi çözerek sonucun farklı bir şekilde oluşturulup oluşturulamayacağını düşünme yeterliğini” gerçekleştirme adına bulunan çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlamışlardır. Ancak “ağaçların *şimdiki durumuna göre yaptık uzarlarsa ona göre de yapabiliriz*” ifadelerinden problem durumunu gerçek yaşam bağlamına yetersiz olarak ilişkilendirdikleri ifade edilebilir. Sınıf arkadaşlarından gelen soruları yanıtlayan grup üyeleri ağaçların ilerleyen yıllarda büyüme durumuna yönelik soruyu gerçek yaşam durumuna uymayan bir şekilde açıklamışlardır.

4.4.3. Dubayı nasıl oluştursak? modelleme etkinliğine ait bulgular

İlkokul matematik dersi öğretim programında yer alan dört işlem problemleri ve alan ve çevre ölçümü ile ilgili kazanımlar doğrultusunda hazırlanan “Dubayı Nasıl Oluştursak?” modelleme etkinliği Co-vid 19 salgını nedeniyle Zoom programı kullanılarak online olarak yapılmıştır. Bu süreçte öğrencilerin velilerine gerekli bilgilendirme yapılarak uygun fiziki ve teknik ortamın sağlanması konusunda iş birliği yapılmıştır. Uygulama esnasında yaşanabilecek olumsuzlukların giderilmesi adına alan yazında bulunan “Soğan Dikimi” etkinliği ön uygulama olarak aynı program üzerinden yapılmıştır. Yapılan bu etkinlik sonucunda öğrencilerin uygulamaya dair herhangi bir sorunla karşılaşmadıkları gözlemlenmiştir. Ancak “Dubayı Nasıl Oluştursak?” etkinliğinin yazıcıdan da çıktısı alınarak gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. Aşağıda etkinliğin gerçekleştirildiği Zoom programına ait ekran görüntüleri sunulmuştur.



Görsel 4.39. *Dubayı Nasıl Oluştursak?* etkinliğine ait Zoom programı ekran görüntüsü 1



Görsel 4.40. *Dubayı Nasıl Oluştursak?* etkinliğine ait Zoom programı ekran görüntüsü 2

“Profesyoneller” grubuna ait “Dubayı Nasıl Oluştursak?” modelleme etkinliği çözümü sırasında ortaya çıkan diyaloglar aktarılmıştır.

Araştırmacı: Muhsin bu problemi bana kendi cümlelerinle aktarabilir misin?

Muhsin: Ahmet amca bir tane sahil sitesinin yöneticisiymiş, denizden 20 metre uzaklıkta bir duba yaptıracakmış. Onun için bizden yardım istiyor.

Araştırmacı: Ayhan, bu soruyu sen aktarır mısın bize.

Ayhan: Ahmet amca sahil sitesinin yöneticisidir, kıyıya 20 metre uzaklıkta duba 1, 2, 3 ya da 4

metre çeşitlerden kullanmak istiyor ve güvenlik ipi 48 metre uzunluğunda. Bizden de ona uygun duba yapmamızı istiyor.

Yukarıdaki diyalogda öğrenciler problem durumunu kendi cümleleriyle aktararak problemi anladıklarını belirtmişlerdir ancak problemin çözümü için gerekli değişkenleri belirlemek için problemi tekrar okumak istemişlerdir.

Araştırmacı: Bu güvenlik iplerini nasıl kullanmayı düşünüyorsunuz?

Muhsin: Düz de koyabiliriz başka şekillerde de koyabiliriz.

Selen: Muhsin biz kare yapacağız etraftan çeviririz, bir de sıkıca bağlama payı olacak. Bir de etraftan bir kere daha geçirmiş olamazlar mı? (Güvenlik ipini, dubanın daha güvenilir olması amacıyla etraftan 2 kere çevirmeyi planlamaktadır.)

Selen: 4 metre olsa çevresini 12 defa sarar 3 olsa ona göre bölerdik. 5, 6 metrelik de olsa kullanırdık.

Araştırmacı: 6 metre yerine başka bir şekil kullanamaz mısın?

Selen: Biz bu çeşitlerden 2 tane alsak.

Araştırmacı: Olur, soruda engelleyen bir şartımız var mı?

Selen: İlla bir tane alacağız diye bir şart yok alabiliriz.

Ayhan: Herhangi birini diyor ama...

Grup üyeleri problem durumunu anlayıp kendilerinden istenen görevi yerine getirmek için veri tablosundaki dubayı oluşturacak karelere bakarak ilgili nicelikler arasında karar vermeye çalışmışlardır. Sorunun çözümü için gerekli olan bir bilgiyi (güvenlik ipinin dubanın etrafına sarmasını) nasıl kullanmaları gerektiğini kendi aralarında tartışmışlardır.

Araştırmacı: Ayhan dubanızın bir kenarı kaç metre olacak?

Ayhan: Bir kenarı 6 metre.

Araştırmacı: Bu şekil neye benzeyecek?

Ayhan: Dikdörtgene benzeyecek.

Araştırmacı: Diğer kenarları kaç metre olur?

Ayhan: Diğer kenarlarını da 4 ve 6 metre olarak düşündüm ben.

Selen: Dikdörtgen yapacaksak eğer uzun kenarlarını dörder metre dörder metre, kısa kenarı 2 metre yapsak...

Muhsin: Senin dediğin mantıklı 4 ve 2 metre olur.

Dubanın oluşumu ile ilgili sezgisel stratejiler kullanarak farklı varsayımlarda bulunmuşlardır. Muhsin dubanın 4 ve 2 metre plastik malzeme kullanılarak dikdörtgen şeklinde oluşturulmasına önermiştir.

Araştırmacı: Muhsin oluşturduğunuz dubanın uzun ve kısa kenarı kaç metre olacak?

Muhsin: Çevresi 48 metre olacakmış ona göre yapacağız. Uzun kenarlar 20 kısa kenarları 4

metre olabilir.

Araştırmacı: Bu şekli çizer misiniz?

Selen: Öğretmenim şöyle olabilir mi bu dikdörtgen... 4 kenarı var ya 1, 2, 3, 4 şeklimiz vardı. 4,3 daha 7; 2 daha 9; 9, 1 daha 10. 2'den bir tane daha alsak 12 olur. (Selen bir kenarı 12 metre olan kare bir şekil oluşturmaya çalışıyor.)

Araştırmacı: Şeklinizi oluşturabilir misiniz?

Ayhan: Dubayı kare de yapabiliyor muyuz?

Araştırmacı: Yaparsınız ya da yapamazsınız diye bir şey söylüyor mu Muhsin?

Muhsin: Okuyalım, yok yazmıyor.

Ayhan: Kare yapabiliriz karenin 4 kenarı var hepsi de eşit olduğu için 48'i 4'e böleriz, 12 bütün kenarları eşit yaparız.

Araştırmacı: Selen ne dersin bu duruma?

Selen: Olur yani benim dediğim gibi 2'den 1 tane daha mı alacağız?

Yukarıdaki diyaloglar incelendiğinde grup üyeleri problemin çözülmesine yönelik anahtar değişken olan 48 metrelik güvenlik ipini nasıl kullanmaları gerektiğini belirlemişlerdir. Problem durumunu sadeleştiren grup üyeleri dubayı oluşturmak için plastik malzemelerin hangisinden kullanacakları konusunda kendi aralarında tartışmışlardır. Grup üyelerinden Ayhan dubanın kare olması ile ilgili fikrini arkadaşlarına söylemiştir.

Araştırmacı: Muhsin sen ne dersin Ayhan'ın şekli hakkında?

Muhsin: Bu şekilde olabilir.

Selen: Kare mi yapıyoruz şimdi, ona ne karar verdik?

Muhsin: Kare iyi olur.

Ayhan: Kare daha mantıklı.

Selen: Güvenlik ipini 2 defa çevirsek daha mantıklı olmaz mı?

Araştırmacı: Ayhan güvenlik ipini 2 defa çevirsek nasıl olur?

Muhsin: Olabilir, Selen bir de bağlama demişti güvenlik ipine. (Bağlama payı ayırmak istiyorlar.) Bağlarsak eğer 1 metre 2 metre idi oradan götürebiliriz.

Selen: 1 metre bağlıyorum desek 23 metre olacak. 23 metrelik bir şekil yapacağız.

Muhsin: Bağlamayı 2 metre yapsak... (23'ün kare için uygun uzunlukta olmadığını söylüyor.)

Selen: Ayhan 2 kere mi saralım 1 kere mi saralım? (Güvenlik ipini dubanın etrafından kaç kere dolaştırılması gerektiğini soruyor.)

Ayhan: 2 daha mantıklı fazla dalga gelirse fırtınadan ipimiz koparsa... 2 halat olduğu için daha da iyi olur yani iki.

Selen: 1 metre ile bağlama payı diyoruz, dubamızı 23 metreden oluşturuyoruz.

Ayhan: 23 metreden nasıl olacak.

Araştırmacı: Oluşturmaya çalışın bakalım.

Muhsin: Biz içindekileri de bağlayacak mıyız?

Araştırmacı: Gerek var mı sence bağlamaya Muhsin?

Selen: Dışını çevrelemek için bir ip varmış, onunla da dışını bağlayacağız içini bağlamaya gerek yok.

Grup üyeleri oluşturacakları dubanın dikdörtgen olmasındansa kare şeklinde olması konusunda anlaşmışlardır. Problem durumunda verilen değişkenleri gerçek yaşam durumu ile ilişkilendirmeye çalışan öğrenciler problemde verilen 48 metrelik ipin bağlanmasıyla kısıllacağını varsaymışlardır. Güvenlik ipini dubanın etrafında 2 kez çevirme düşüncesini kendi aralarında tartışarak bu uygulamanın gerekli olmadığı sonucuna varmışlardır

Selen: Ben şunu hala anlamadım. Duba ile geziliyor mu yoksa denize atlanıyor mu?

Ayhan: Dubaya biniyorsun, istediğin kadar güneşleniyorsun, sonra istediğin zaman atlıyorsun, gezmiyor duba gezse zaten kaybolur.

Muhsin: Ben ikisi de değil diye biliyorum.

Araştırmacı: Sen nasıl biliyorsun Muhsin?

Muhsin: Uzak yerlerde hem sınır yapıyor, insanlar batmasın diye oraya tutunabiliyorlar.

Ayhan: Evet, Muhsin o senin dediğin sınır duvarı bizim binebileceğimiz değil onlar sınırları, teknenin sınırlarını onlar belirliyorlar tekneler oradan kalkış yapıyor.

Muhsin: Bu ne dubası?

Ayhan: Bu binilen duba, ben öyle bir duba görmüştüm.

Dubanın hangi amaçla kullanılacağı konusunda tartışma yaşayan grup üyeleri dubanın sabit durup durmayacağı konusunda farklı görüşler belirtmişlerdir. Ancak grup üyelerinden Ayhan daha önce duba gördüğünü belirterek dubanın sabit bir yerde kalacağını ve problem durumunda verilen bilgilere dayanarak soruyu çözmeleri gerektiğini ifade etmiştir.

Araştırmacı: Dubamızın şekli nasıldı?

Ayhan: Kare.

Araştırmacı: Çevresi 48 metre olan daha farklı bir şekil olabilir mi?

Ayhan: Dikdörtgen olabilirdi.

Araştırmacı: Nasıl olabilirdi, çizer misiniz?

Selen: Dikdörtgen olursa eğer hepsini 3×4 3×4 yapamıyoruz kısa kenarları düşünmemiz gerekir. 24'ü 2 kenara 12, 12 paylaştırmamız lazım kısa kenarlara.

Araştırmacı: Farklı oldu mu bu?

Selen: Hayır olmadı.

Araştırmacı: Farklı olarak nasıl bir dikdörtgen elde edebilirsiniz Ayhan?

Ayhan: Buldum dikdörtgen olacaksa, uzun kenarları 18, 18 toplamı 36. 48 den 36 çıkarırsak 12 ama iki tane kısa kenarı olduğu için ikiye bölüyoruz kısa kenarları altı.

Uygun matematik dili kullanarak buldukları çözümü doğrulamaya çalışan grup üyeleri farklı çözüm yolları olabileceğini belirtmişlerdir. Ancak dubanın kullanılacak plastik materyallerle dikdörtgen şeklinde oluşturulamayacağını belirten Selen problem durumu ile çelişen bir ifade kullanmıştır.

Araştırmacı: Ayhan karenin mi alanı daha geniş yoksa dikdörtgenin mi alanı daha geniş oluyor?

Ayhan: 18x6'daki dikdörtgenin alanı 104. (Ayhan işlem hatası yapıyor.)

Araştırmacı: 104 mü? İşlemi tekrar yapar mısın?

Selen: 108 çıkıyor Ayhan.

Araştırmacı: Ayhan karenin alanı kaçtı?

Ayhan: 144

Araştırmacı: Uzun kenarı 14 kısa kenarı 10 olan bir dikdörtgeniniz daha vardı, onun alanı ne kadar?

Selen: Onun alanı 140, karenin alanı 144.

Yukarıdaki diyalogda grup üyeleri oluşturulan farklı büyüklükteki dubaların hangisinin alanının daha büyük olduğuna yaptıkları matematiksel işlemler sonucunda karar vermişlerdir. Grup üyeleri bir kenar uzunluğu 12 metre olan dubanın Ahmet amca için en uygun duba olduğunu ifade etmişlerdir.

Araştırmacı: Dikdörtgenin ve karenin çevre uzunlukları ile alanları arasında nasıl bir bağlantı var.

Ayhan: Ben onu tam olarak anlayamadım.

Araştırmacı: Sizin çizdiğiniz şekillerin çevre uzunlukları kaç metre?

Selen: Hepsinin 48. Ama alanları farklı mı?

Ayhan: Farklı Selen, birinin 108, birinin 141, birinin 144.

Araştırmacı: Bu alanlar nasıl farklı oluyor.

Ayhan: Dubanın uzunluklarına göre değişiyor.

Araştırmacı: Ne uzunluklarına göre değişiyor?

Ayhan: Bizim karar verdiğimiz kare dubada 3 tane 4 metre yapmıştık alanı 144 oluyordu.

Araştırmacı: Dikdörtgenlerin alanı değişiyor muydu?

Ayhan: Evet değişiyordu.

Araştırmacı: Çevre uzunlukları aynı olmasına rağmen alanları neye göre değişiyor?

Selen: Kenar uzunluklarına göre değişiyor.

Araştırmacı: Kenar uzunlukları nasıl olunca değişiyor?

Selen: Birinin 18x6 diğerinin 14x10.

Araştırmacı: Neyi değişmiş bu kenar uzunluklarının?

Selen: Birinde uzun kenarı eksilmiş, diğerinde ise kısa kenarı çoğalmış.

Araştırmacı: O zaman nasıl bir değişim olmuş alanda?

Selen: Eksilip çoğalmış yani.

Araştırmacı: Kenar uzunlukları ile alan arasında nasıl bir ilişki var?

Selen: Uzun kenarı 4 azalıyor, kısa kenarı 4 artıyor.

Araştırmacı: Alana nasıl bir etkisi oluyor, kenar uzunlukları değişince neler değişiyor?

Selen: Kenarlar arasındaki fark azaldıkça alan genişliyor değişiyor.

Öğrenciler değişkenler arasındaki ilişkilerden yararlanarak dikdörtgen şeklinin uzun kenarı ve kısa kenarı arasındaki farkın en az olması şartıyla elde edilebilecek en geniş alana sahip dubayı oluşturabileceklerini ifade etmişlerdir. Problemin çözümünü gerçek yaşamla ilişkilendiren grup üyeleri oluşturulacak dubanın kare şeklinde ve bir kenarının 12 metre olmasına karar vererek çözümlerini sonlandırmışlardır. Dubayı Nasıl Oluştursak? modelleme etkinliğinde sürecin genel değerlendirilmesine yönelik tablo aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4.6. *Dubayı Nasıl Oluştursak? etkinliği ile ilgili süreç*

ÖĞRETİM BÖLÜMÜ GÜNCESİ/İZLENESİ

Tarih/Etkinlik Adı	27/04/2020 Dubayı Nasıl Oluştursak?
İlgili öğrenme alanı	Sayılar ve İşlemler, Uzunluk Ölçme, Çevre Ölçme (Doğal sayılarda toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemleri ve uzunluk-alan ölçme birimlerinin kullanıldığı problemlerin çözümü.)
Öğrenci yanlış anlamaları ve yaptığı hatalar	20 metrelik güvenlik ipinin hangi amaçla kullanılması gerektiğini tahmin edememişlerdir. Dubanın hangi amaçla kullanılması gerektiğini tahmin edememişlerdir. Oluşturulacak dubanın şeklinin nasıl olması gerektiğini belirlerken problem durumunun anlaşılmasından dolayı hata yapmışlardır.
Yanlış anlaşılmaya neden olan eylem	Önceki deneyimleri ile problem durumunu ilişkilendirememişlerdir. Güvenlik ipini dubayı kıyıya bağlamak için kullanmaları ya da dubanın etrafını iki kez çevirerek kullanmayı düşünmüşlerdir. Problem durumunu etkileyen niceliklerin isimlendirememişlerdir. Bu durumun sonucunda farklı değerlere dayalı çözüm önerileri getirmişlerdir. Gerçek yaşamla ilgili varsayımlarda bulunamamışlardır.
Odak grubun bulguları kavramları/bağlamları	Oluşturulacak dubanın farklı uzunluktaki plastiklerle aynı şekilde olabileceğini belirtmişlerdir. Bir sorunun birden fazla cevabının olabileceğini açıklamışlardır. Oluşturulacak dikdörtgen şeklindeki dubanın uzun ve kısa kenarındaki fark ne kadar az ise alanın o kadar geniş olacağını açıklanmışlardır.
Tüm grubun bulguları kavramları/bağlamları	

Tablo 4.6. (Devam) *Dubayı Nasıl Oluştursak?* etkinliği ile ilgili süreç

Öğrenci sunumlarındaki öğrenmeler	
Öğretmenin rolü	Öğretmen etkinlikler süresince öğrencilere modelleme yeterlik ve bu yeterliklere bağlı alt yeterlikleri anlamaya yönelik aşağıdaki sorular sormuştur. • Problem durumunu bana aktarır mısınız? • Soruyu kendi cümlelerinizle sadeleştirerek aktarır mısınız? • Bu sorudaki problem durumunun çözümüne yönelik önemli bilgiler nelerdir? • Bu soruda sorunun çözümü il ilgili olmayan gereksiz bilgi var mı? • Problem durumunu çözmek için nasıl bir strateji uygulayacaksınız? • Sizce en kullanışlı alan nasıl oluşturulur? • Dubanın kıyıya 20 metre uzakta olması neyi etkiler? • Dubanın şeklini, modelini çizer misiniz? • Farklı çözüm yolları olabilir mi? • Çözümünüz gerçek yaşamla ilişkili mi?
Sürecin genel değerlendirmesi	Zoom programı üzerinden uzaktan gerçekleştirilen <i>Dubayı Nasıl Oluştursak?</i> etkinliği 55-65 dakika sürmüştür. Etkinlik gerçekleştirilmeden önce öğrencilerle farklı bir modelleme etkinliği ön uygulama olarak gerçekleştirildi. Öğrencilerin modelleme etkinlikleri süresince problem durumunu kendi cümleleri ile aktarmış ve önemli değişkenler arasındaki ilişkileri uygulayarak problemin çözümüne ulaşmışlardır. Bulunan çözümler gerçek yaşam durumu ile ilişkilendirilerek yorumlanmış ve çözümle ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

4.5. Son klinik görüşmeye ait bulgular

Gruplarla yapılan üç etkinlik sonrasında odak katılımcılarla Hava durumu etkinliği yapılmıştır. Bu etkinliğe ait bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.5.1. Ayhan'ın son klinik görüşmesine (hava durumu) ait bulgular

Hava durumu modelleme etkinliğini iki kez okuyarak ve önemli gördüğü yerlerin altını çizerek çözmeye çalışan Ayhan; tatile çıkmak isteyen iki farklı müşteri mektubuna odaklanarak soruyu çözmeye başlamaktadır (A1).

Ayhan: Tatile çıkmak isteyen 2 farklı kişi var onlara 9 ilde en uygun olan birini seçmemizi istiyorlar.

Araştırmacı: Bu kişiler nasıl bir yer istiyorlarmış?

Ayhan: Birincisi sıcak ve güneşli bir şehir, ikincisi de spor yapılabilecek çok sıcak olmayan ve havası iyi olan bir şehir istiyormuş. (Görüşme kaydı, Ayhan, 04.05.2020)

Problem durumunu kendi cümleleri ile ifade eden Ayhan birinci ve ikinci mektupta yapılacak aktivitelere ve istenilen özelliklere göre şehirleri belirleyerek verilenleri ifade etmektedir.

Araştırmacı: Bu soruyu çözmek için nasıl bir yol izleyeceksin?

Ayhan: İlk önce birinci kişilerin nereye gideceğini bulacağım sonra ikinci gidenleri bulacağım ama soruda yazanlara dikkat etmem gerekiyor sıcak ve güneşli yerde tatil yapmak istiyor ama çok soğuk olmayacak ve yağmurun yağmasını önemsemiyorlar. (Görüşme kaydı, Ayhan, 04.05.2020)

Ayhan soruyu çözmek için mektup gönderen müşterilerin durumunun ayrı ayrı değerlendirerek problem durumunu basitleştirmiş ve önemli değişkenleri belirlemiştir (B2).

Araştırmacı: Fatih ve Meral Bulut çifti için en uygun şehirler hangileri?

Ayhan: Öğretmenim Londra olabilir.

Araştırmacı: Neden?

Ayhan: Güneşli ve sıcak bir şehirde tatil yapmak istiyorlar o yüzden. Londra 85 gün güneşli, 30 derecenin üstündeki gün sayısı da 15 ama Madrid de olabilir. (Ayhan elindeki bilgilerden hemen çözüme ulaşmak istiyor şehirlerin arasındaki kıyaslamayı yapamıyor.)

Araştırmacı: Sence bu çift için en uygun şehirler hangileri?

Ayhan: Şimdi şehirleri kıyaslamam lazım.

Araştırmacı: Nasıl kıyaslayacaksın?

Ayhan: Londra'da güneşli gün sayısı 85; 30 derece üstündeki gün sayısı 15, ama biraz az Madrid'e göre çünkü Madrid'de güneşli gün sayısı 195; 30 derecenin üstündeki gün sayısı 169. Ama Berlin olmaz Berlin'in güneşli gün sayısı 36 olsa bile 30 derecenin üstündeki gün sayısı 6 olduğu için Berlin mümkün değil. (Görüşme kaydı, Ayhan, 04.05.2020).

Ayhan soruda verilen şehirlere ait hava durumu özelliklerini tam olarak incelemeyen sorunun çözümüne yönelerek çözüme yönelik sezgisel stratejilerle çözüm önerilerinde bulunmaktadır (D1). Hangi şehrin daha uygun olduğu sorusu sorulduğunda şehirlere ait hava durumu özelliklerini inceleyerek problem durumu ile ilgili verileri matematiksel olarak değiştirmiştir (C1).

Araştırmacı: Puan verecek olsan bu şehirlere kaç puan verirsin?

Ayhan: Kaç üzerinden?

Araştırmacı: Sen bilirsın kaç üzerinden vermek istersin?

Ayhan: 10 üzerine vermek isterim.

Araştırmacı: Fatih ve Meral Çiftliği için en uygun şehre kaç puan veriyorsun?

Ayhan: 10 üzerinden 10 veririm. Bence 10 puan Milano'ya.

Araştırmacı: Bunları bize tablo şeklinde aktarabilir misin?

Ayhan: Tablo yapabilirim, tabloyu üçe ayırırım en uygun, uygun, uygun olmayan diye. Mesela en uygun Milano 1. sırada en uygun o, ikinciye de buldum. (Görüşme kaydı, Ayhan, 04.05.2020)

Ayhan'ın şehirleri puanlaması istendiğinde puanlamayı kaç üzerinden yapması gerektiği sorulmuştur. Şehirlerin arasında bulunan değişkenleri belirleyerek (B3) sorunun çözümüne devam eden Ayhan bir tablo çizerek şehirleri sıralamaya devam etmiştir (C3).

Ayhan: Hem güneşli gün sayısı fazla hem de 30 derecenin üstündeki güneşli gün sayısı fazla.

Araştırmacı: Ayhan senin için güneşli gün sayısı mı yoksa 30 derecenin üstündeki gün sayısı mı önemli?

Ayhan: Benim için ikisi de çok önemli?

Araştırmacı: En önemli hangisi derecelendirmende hangisini önemsiyorsun?

Ayhan: Güneşli gün sayısı önemli.

Araştırmacı: Neden güneşli gün sayısı önemli?

Ayhan: Öğretmenim güneşli olunca bazen havalar sıcak oluyor. O yoldan yaptım ben. (Görüşme kaydı, Ayhan, 04.05.2020)

Güneşli gün sayısının 30 derecenin üzerindeki gün sayısından daha önemli olduğunu belirten Ayhan değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyerek (B3) çözümüne devam etmektedir. Fatih ve Meral Bulut çifti için güneşli gün sayısı fazla olan şehirlere bakan Ayhan; güneşli günlerin aynı zamanda sıcak olacağını belirtmektedir (A4).

Ayhan: Pardon öğretmenim Prag olur.

Araştırmacı: Neden Prag olur?

Ayhan: Güneşli gün sayısı ve 30 derecenin üstündeki gün sayısı diğerlerinden az ama en çok (Ayhan sıralamayı 30 derecenin üstündeki gün sayısı ve güneşli gün sayısına göre yapıyor.) Önemli olan zaten sıcak yer olması sıcak istiyorlar.

Araştırmacı: Prag şehrinin sıcaklığı nasıl?

Ayhan: 5. en sıcak şehir.

Araştırmacı: Tamam 6. şehrimize bakar mısın?

Ayhan: Londra.

Araştırmacı: Ama Prag'daki güneşli gün sayısı ile Londra'daki güneşli gün sayısını kıyaslar mısın?

Ayhan: Londra daha fazla ama Londra'da 30 derecenin üstündeki gün sayısı 15 Prag'da 30.

Araştırmacı: Senin için önemli olan ölçüt ne?

Ayhan: 30 derecenin üstündeki gün sayısı. (Görüşme kaydı, Ayhan, 04.05.2020)

Ayhan şehirlerin arasında sıralama yaparken matematiksel bilgi kullanarak (D2) problemin çözümüne devam etmiştir. Ayrıca Ayhan, Fatih ve Meral Bulut çifti için 30 derecenin üstündeki gün sayısının önemini belirtmektedir.

Ayhan: Buldum Madrid?

Araştırmacı: Neden Madrid?

Ayhan: Öğretmenim sıcak gün sayısı ile güneşli gün sayısı fazla?

Araştırmacı: En sıcak Madrid olmuyor mu o zaman?

Ayhan: Ama öğretmenim Milano'da 30 derece üstündeki gün sayısı 328 Madrid de 169 sıcaklığa da baktım öğretmenim ben 8. Viyana 9. Berlin oluyor.

Araştırmacı: Ayhan bu şehirlerden en uygun olanları hangisi?

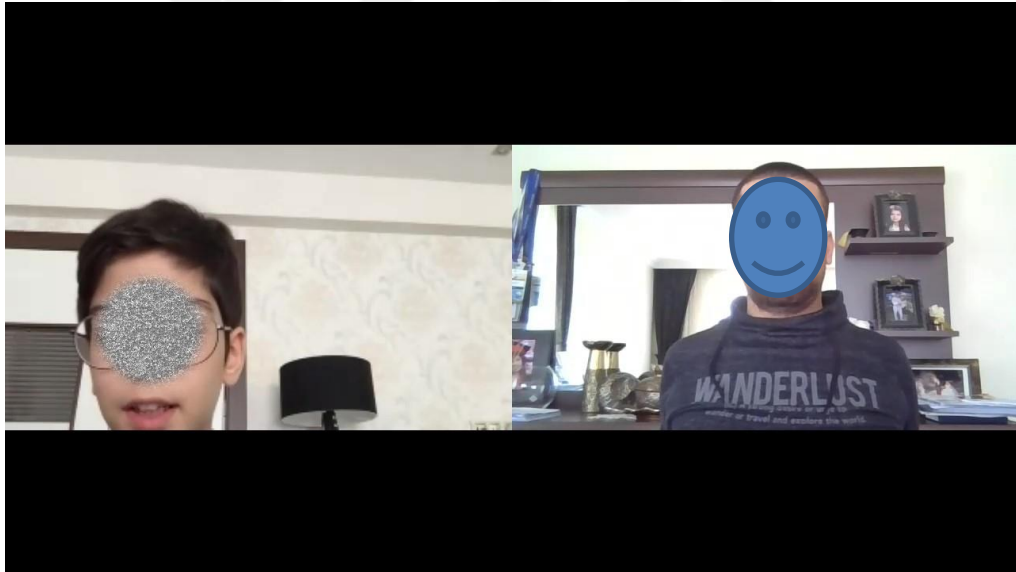
Ayhan: Öğretmenim ben şimdi düşünüyorum Madrid de çok uygun yani ilk 3'e girer.

Araştırmacı: Madrid'i hangi şehirle değiştirirsin?

Ayhan: Paris'le değiştiririm.

Araştırmacı: Paris kaçınıcı sıraya gelir?

Ayhan: 7. sıraya gelir, Madrid de 7'deydi 3'e çıktı. (Ayhan Paris'i bir alt sıraya düşüreceği yerde doğrudan 7. sıraya alıyor.) (Görüşme kaydı, Ayhan, 04.05.2020)



Görsel 4.41. Ayhan'ın son klinik görüşme ait Zoom programı ekran görüntüsü

Ayhan ilgili nicelikler arasında sadeleştirme yaparak (C2) şehirleri ilgili kriterlere göre sıralamıştır. Ayhan, Paris ve Madrid şehirleri arasındaki sıralamasının yer değiştireceğini belirterek çözüme yönelik sezgisel stratejiler kullanmıştır (D1).

Ayhan: Paris'i üçüncüye koyarım. (Ayhan sıralamanın aşağıya doğru kayarak devam ettiğinin farkında değil yeni bir sıralama yapma gereği duyuyor.) 3'e Madrid'i koyarım o zaman.

Araştırmacı: Ayhan sıralamanı bana tekrar okur musun?

Ayhan: 1. Milano, 2. Roma, 3. Madrid, 4. Paris, 5. Prag, 6. Atina, 7. Londra, 8. Viyana, 9.

Berlin.

Araştırmacı: Ayhan bu sıralamayı neye göre yaptın?

Ayhan: Güneşli gün sayılarına göre yaptım öğretmenim.

Araştırmacı: Sence bu oluşturduğun puanlama doğru bir puanlama mı?

Ayhan: Evet, sıcaklığa göre yaptım.

Araştırmacı: Şehirlere kaç puan verdiğini söyler misin?

Ayhan: Milano 10 puan, Roma 9 puan, Madrid 9 puan.

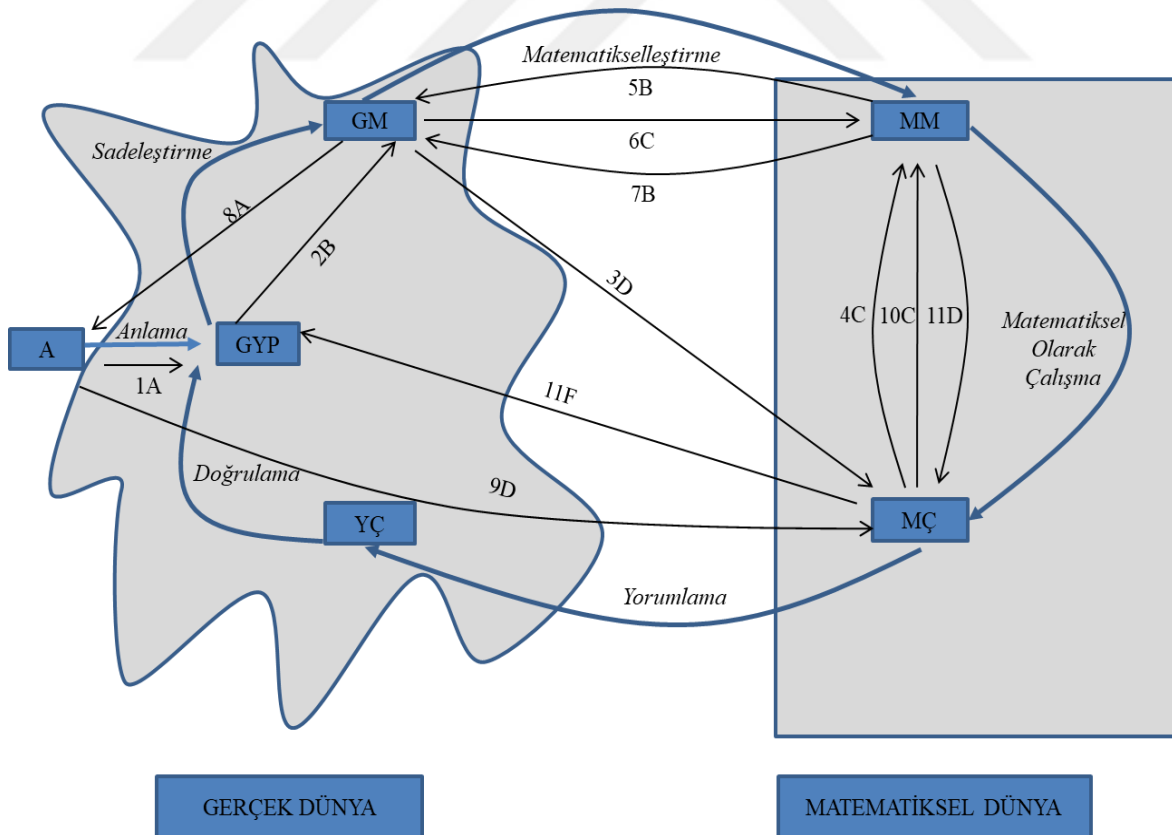
Araştırmacı: Neden Roma'yla Madrid'in puanını eşit yaptın?

Ayhan: Öğretmenim ikisi de güzel.

Araştırmacı: Neye göre güzel?

Ayhan: Hem sıcaklık hem de güneşli gün sayısına göre...Paris 8, Prag... (düşünüyor) o 7, Atina 6, Londra 5, Viyana da 3 puan. Berlin 2 puan. (Görüşme kaydı, Ayhan, 04.05.2020)

Bulduğu sonuç üzerinden eleştirel paradigma ile kontroller (F1) yapan Ayhan, oluşturmuş olduğu matematiksel model üzerinden tekrar geçmektedir (F2). Bulmuş olduğu çözümü doğrulayan Ayhan diğer tatil şirketine yazılan mektubu da yorumlayarak çözümünü sonlandırmıştır. Aşağıda Şekil 4.7.'de Ayhan'ın son klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü sunulmuştur.



Şekil 4.7. Ayhan'ın son klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü

Ayhan'ın son klinik görüşmesine ait modelleme süreç analizi yukarıdaki şekilde sunulmuştur. Etkinliğe okuyarak başlayan Ayhan sorunun karmaşık olduğunu belirterek soruyu ikinci kez okumuştur. Tatile gitmek isteyen kişiler için önemli olarak gördüğü yerlerin altını çizen Ayhan tatile gidilebilecek şehirlerin kriterlerini belirlemiştir. Hava durumu şirketine gönderilen mektupları içeriklerine göre ayrı tablolarda değerlendirmiştir. Ayhan problem durumunun çözümü için önemli gördüğü nicel verileri “iyi, uygun, mantıklı” gibi ifadelerle nitelleştirerek etkinliğe devam etmiştir. Tatile gidilebilecek şehirlerin hava durumu ile ilgili bilgilerini ayrıntılara girmeden okuyan Ayhan problem durumunun çözümüne yönelik sezgisel stratejilerde bulunmuştur Ayhan'ın şehirleri puanlaması istendiğinde ilgili nicelikler arasında ilişkilendirme yaparak şehirleri kendi geliştirdiği kriterlere göre sıralamıştır. Güneşli gün sayısı ile 30 derecenin üzerindeki gün sayısını kıyaslayan Ayhan güneşli günlerin aynı zamanda sıcak olduğu çıkarımında bulunmaktadır. Modelleme etkinliğinin durumuna uygun olarak çözümünü iki kez her bir tatilci için gerçekleştiren Ayhan yorumlama yeterliliği hariç diğer yeterlikleri uygun düzeyde gerçekleştirmiştir.

4.5.2. Eren'in son klinik görüşmesine (hava durumu) ait bulgular

Hava durumu modelleme etkinliğini okuyarak önemli gördüğü yerleri belirten ve bu bilgiler doğrultusunda modelleme etkinliğini çözmeye başlayan Eren verilenleri ifade ederken kendi cümlelerini kullanmıştır.

Araştırmacı: Bu soruyu kendi cümlelerinle bana aktarabilir misin Eren?

Eren: Fatih amca ve Meral teyze geçen ay emekli olmuşlar sıcak ve güneşli bir yerde tatil yapmak istiyorlarmış ve şirketten yardım istemişler. Ahmet Demir de doğa yürüyüşü ve spor yapılabilir bir yere gitmek istiyor. Biz de bu şirkete yardım edeceğiz.

Araştırmacı: Bu soruyu çözmek için bir stratejin var mı?

Eren: Öğretmenim önceden bu şehirlerle ilgili bildiğim bilgilerle buradaki bilgileri birleştirip bu soruyu çözmek istiyorum.

Araştırmacı: Bu şehirlerle ilgili önceden ne biliyorsun?

Eren: Öğretmenim benim babam önceden Londra'ya gitmişti, Londra'nın kapalı bir yer olduğunu biliyorum, sonra Atina çok sıcak bir yer onu biliyorum.

Araştırmacı: Atina'nın sıcak olduğunu nereden biliyorsun?

Eren: Haritadan bakmıştım önceden. Atina Yunanistan'ın çok uç bir bölümünde ve Ege Denizi'nin kıyısında. (Görüşme kaydı, Eren, 04.05.2020)

Problemi anlama ve kavrama yeterliğini (A1) gösteren Eren verilenleri ifade etmiştir. Babasının daha önce Atina'ya gittiğini belirten Eren problemi ön bilgileri ile ilişkilendirerek (A3) çözüme devam etmiştir.

Eren: Öğretmenim bilgilerini tabloda birleştirip hangisinin daha iyi olduğunu bulmaya çalışacağım. Şimdi Fatih amca ve Meral teyze sıcak bir yer istediği için güneşli gün sayısına bakacağım en uygun Madrid gözüküyor, Madrid'i öneriyorum.

Araştırmacı: Şehirleri neye göre sıralayacaksın?

Eren: İstedikleri özelliğe göre, yani sıcaklık soğukluk.

Araştırmacı: Neleri önemsiyorlarmış?

Eren: Öğretmenim Fatih amca ve Meral teyze güneşli sıcak bir şehir istiyorlarmış soğuk ve yağmurla ilgilenmiyorlar.

Araştırmacı: En sıcak ve güneşli Madrid mi?

Eren: Güneşli gün sayısı Madrid, 30 derecenin üstü de Milano iyi şehirler. Yıllık ortalama yağış miktarını ve diğer seçeneği önemsemiyorlar. Milano'nun güneşli gün sayısı 85, 30 derecenin üstündeki gün sayısı 328. Bizden de sıcak ve güneşli bir şehir istediğine göre şu an Madrid ve Milano'yu düşünüyorum.

Araştırmacı: Eren bu şehirleri kaç kategoriye ayırmayı düşünüyorsun?

Eren: Öğretmenim ben soğuklar ve sıcaklar diye ayırmayı düşünüyorum.

Araştırmacı: Görevimizde ne diyor bize? (Eren'in görevleri tekrar okumasını ve soruyu anlamasını istiyorum, Eren soruyu tekrar okuyor.) Derecelendirme ne demek oluyor Eren?

Eren: Öğretmenim derecelendirme karşılaştırma demek.

Araştırmacı: Nasıl derecelendirirsin bu şehirleri?

Eren: 9 şehrimiz var ya, iki grup yaparım birine 5 diğerine 4 şehir veririm. (Sıcak ve soğuk şehirler kategorisi olarak değerlendiriyor.) O şehirleri karşılaştırmam iki grup arasındaki en sıcak ve güneşli günü öne çıkarırım ve onlar arasında karşılaştırma yaparım. (Görüşme kaydı, Eren, 04.05.2020)

Eren problem durumunda verilen sıcak ve soğuk kavramını kendi ön bilgilerine göre yorumlayarak gerekli gereksiz bilgiyi ayırıp mevcut bilgiye ulaşmak istemektedir (B4). Problemin çözümüne yönelik bir tablo oluşturan Eren (C3) önemli değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyerek (B2) sorunun çözümüne devam etmektedir.

Araştırmacı: En uygun şehirler hangisi Eren?

Eren: En uygun şehirler Madrid ve Milano.

Araştırmacı: Başka en uygun şehir var mı?

Eren: Bakıyorum üçer üçer ayıracağım. Sonra en iyisi 237 olan 30 derecenin üstündeki gün sayısı Roma var Roma da iyi.

Araştırmacı: Neye göre Roma dedin Eren?

Eren: Öğretmenim 30 derecenin üstündeki gün sayısı Roma'da 237, güneşli gün sayısı 178. Bu bilgiler önemli en uygun şehirler bu kadar bunları tablo yapıyorum.

Araştırmacı: Devam edebilirsin.

Eren: Şimdi uygun olan şehirleri yapacağım öğretmenim uygun olan şehirler Paris; güneşli gün sayısı 114, 30 derecenin üstü gün sayısı 58. Bu benim en uygun seçtiğim şehirlerinden sonraki en iyi 4. şehir. (Görüşme kaydı, Eren, 04.05.2020)

İlgili nicelikler arasında sadeleştirme yapan (C2) Eren problemin çözümüne yönelik sezgisel stratejiler kullanarak (D1) Meral ve Fatih Bulut çifti için Roma'nın en uygun şehir olduğunu belirtmektedir .

Araştırmacı: Fatih ve Meral Bulut için en önemli kriterler hangileri?

Eren: Öğretmenim sıcak ve güneşli istiyorlar, bir de soğuk olmamasını istiyorlar sıcak olursa zaten soğuk olamaz. Soğuk olamayacağı için de Atina da güzeldir onlar için. Bu çift için uygun kriterler güneşliği sıcak ve soğuk olmayan ve yağmuru önemsemiyorlar.

Araştırmacı: Sence Londra mı daha uygundur Atina mı daha uygundur?

Eren: Öğretmenin bence Atina. 30 derecenin üstünde gün sayısı 185, ama Londra'da 15; Atina'da 15 derecenin altındaki gün sayısı 0, Londra'da 12; Atina'da güneşli gün sayısı 71, Londra'da 85. O yüzden Atina diyorum üçüncü olarak Viyana oluyor.

Araştırmacı: Neden Viyana'yı seçtin Eren?

Eren: Viyana Londra'dan güneşli gün sayısı ama... Hayır öğretmenim Viyana daha soğukmuş onu fark ettim.

Araştırmacı: Ne yaparsın o zaman Eren?

Eren: İlk başta soğuğa bakacağım ben hangisi daha soğuksa tersten gideceğim, çünkü sıcakta biraz takıldım. Roma'yı Paris'i Milano'yu yazdım, Atina'yı da yazdım, Berlin ve Viyana'yı zaten eledim çok soğuklar. Madrid ve Londra'yı da yazdım, o zaman öğretmenim en uygunu Londra gibi gözüküyor. (Görüşme kaydı, Eren, 04.05.2020)

30 derecenin üstündeki gün sayısının Londra'da Atina'ya göre daha az olduğunu belirten Eren Atina'yı daha üst sıralara yazmak eğilimindedir. Matematiksel olarak problem durumunu ifade eden (C1) Eren problemin çözümüne devam etmektedir. Soğuk ve sıcak kavramını sezgisel stratejileri kullanarak (D1) belirten Eren Londra'yı Fatih ve Meral Bulut çifti için uygun şehir olarak düşünmektedir.

Araştırmacı: Bunlara puan versen nasıl olur?

Eren: Birinciye Madrid derim.

Araştırmacı: Kaç puan alır Madrid?

Eren: Madrid 10 üzerinden 10 alır çünkü güzel. Hayır değiştiriyorum Milano'ya 10 veririm, çünkü hiç soğuk günü yok. Milano'ya 10 puan, Madrid'in 40 günü var, Roma'nın 4 günü var o yüzden Roma'ya 9 puan veririm, sonra Madrid'e de 7 vereceğim, pardon 8 veririm.

Araştırmacı: En yüksek puan verilirken hangi kriteri önemsedin Eren?

Eren: Ben soğuk günün en az olmasına baktım. Öğretmenim ben şeyi değiştirebilir miyim?

Araştırmacı: Neyi değiştirmek istiyorsun Eren?

Eren: Öğretmenim Atina'da 0 soğuk gün var. Ben Madrid ve Atina'yı değiştirmek istiyorum.

Araştırmacı: Neden değıştiriyorsun?

Eren: Çünkü şöyle düşündüm, 15 derecenin altında 0 gün var ama Madrid’de 40 gün var (Eren, Madrid ve Atina’yı 15 derecenin altındaki gün sayısına bakarak derecelendiriyor.) Demek ki Atina daha sıcak, Atina’ya 8 puan veriyorum. Uygun şehirlere de Paris, Madrid ve Londra yazdım. Paris’e bakıyorum 10 gün soğuk, Madrid de 40 gün soğuk, Londra da 12 gün soğuk. Paris’e ben 7 puan veriyorum, Madrid’e bakıyorum Londra’dan daha soğuk olduğu için Londra’ya 6, Madrid’e 5 puan veriyorum. Sonra uygun olmayan şehirler Prag olur ama belli en kötüsü o, o yüzden ona 2 vereceğim. Viyana ve Prag kaldı, Prag’da 15 derecenin altında 55 gün, Viyana’da 157 gün var, o yüzden Prag dördüncü. Viyana üçüncü olur. (Görüşme kaydı, Eren, 04.05.2020)

15 derecenin altında olan sıcaklıkları soğuk gün olarak; 30 derecenin üstündeki şehirleri ise sıcak şehir olarak değerlendiren Eren bulmuş olduğu çözümü irdeleyerek çözümler arasında iletişim kurmuştur (E3). Geliştirmiş olduğu puanlama ölçeğini şehirlere uyarlayarak problem durumunun çözümüne devam etmiştir.

Araştırmacı: Eren derecelendirmeyi daha farklı şekilde yapabilir misin?

Eren: Öğretmenim yağmuruna göre yapabilirdim ama yağmuru önemsemiyorlar. Şu anda benim sıralamam iyi gözüküyor. 30 derecenin üstündeki gün sayısına bakarak yapsam zaten 15 derecenin altındaki gün sayısı az olursa sıcak gün sayısı daha fazla olur. O yüzden aynıısı gibi güneşli gün sayısı da önemli değil, çünkü bulutlar olsa bile sıcaksa da eğer yine sıcaklığı alırlar. (Görüşme kaydı, Eren, 04.05.2020)

Eren bulmuş olduğu çözüm üzerine eleştirel kontroller yaparak (F1) çözümünü yağmura göre de yapabileceğini belirtmektedir. Ancak bulduğu çözümler arasında “sıcaklığa göre” bulduğu çözümün daha iyi olduğunu belirtmektedir.

Eren: Bence spor ve doğa yürüyüşü yapacağı için yağmurlu olmaması lazım.

Araştırmacı: Ahmet bey için en önemli kriter hangisi?

Eren: Öğretmenim yağmur ve soğuk hava. Yağmuru az olan bir şehir, o yüzden yağmura göre gideceğim. Ben az olacağı için yağışlarda birincisi Madrid, ikinci Roma, üçüncü Berlin yağışa göre gideceğim sonra soğuk gün sayısı az olanla kıyaslayacağım, dördüncü Viyana, beşinci Prag, altıncı Paris, yedinci Londra, sekizinci Milano, dokuzuncu da Atina oluyor.

Araştırmacı: Bu sıralamayı neye göre yaptın Eren?

Eren: Bu sıralamayı yağmura göre yaptım. Şimdi 15 derecenin altındaki gün sayısına göre yapacağım. En iyisi Atina ile Milano ama bunlar eşit olduğu için sıcaklıklarına gideceğim yani 30 derecenin üstüne bakacağım. Milano daha iyi güneşli gün sayısında bir gün daha iyi o yüzden birinci Milano. (Görüşme kaydı, Eren, 04.05.2020)

Ahmet Demir için de aynı yolları kullanacağını belirten Eren problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgi kullanarak (D2) modelleme etkinliğinin çözümüne devam etmektedir.

Eren: Öğretmenin Milano 15 derecenin altında birinci çıktı ama yıllık yağış ortalamasına bakıyorum, burada 8 çıktı. Burada onun puanını kıracağım. (Eren 15 derecenin altındaki gün sayısının ve yıllık ortalama yağış miktarının Ahmet Bey için önemli olduğunu belirtip yeni bir derecelendirme sistemi geliştiriyor.)

Araştırmacı: Devam et Eren.

Eren: İkinci Atina, üçüncü 15 derecenin altında gün sayısı 4 olan Roma, sonra 10 günle Paris geliyor, sonra 12 olan Londra, 40 olan Madrid altıncı, sonra 55 olan Prag yedinci, 157 gün olan Viyana sekizinci son olarak da 184 günle Berlin dokuzuncu oluyor. Öğretmenim şimdi Milano şey yaptığında birinci. Ama yıllık yağış miktarı olduğu için Milano şu anda kötü çünkü 8 kötü bir rakam, Atina'ya baktığımda Atina dokuzuncu olmuş Atina'da kötü. Atina ve Milano'yu eledim. Roma, 15 derece sıcaklık altında üçüncü Roma yağışta ikinci olmuş bu iyi. Şu anda Roma iyi, en uygun şehirlerin birincisine Roma yazdım. (Görüşme kaydı, Eren, 04.05.2020)

Eren, Ahmet Demir için yağış ve sıcaklık değerlerini farklı farklı inceleyerek ikisinin aritmetik ortalamasını alıp bir puanlama ölçeği geliştirmiştir. Bulduğu çözümü yorumlayarak çözümler hakkında iletişim kuran (E3) Eren problem durumunu çözmeye devam etmiştir.

Araştırmacı: Sence Ahmet Demir için en önemli kriter hangisi?

Eren: Çok sıcak olmayan bir yer istiyor kapalı hava daha iyi olur diye düşünüyorum ben ama yağış olmayacak yoksa spor yapamaz güneşli gün sayısı en aza bakarım.

Araştırmacı: Ahmet Bey için güneşli gün sayısı daha önemli bir kriter mi?

Eren: Öğretmenim güneşli gün sayısı ne kadar azsa o kadar az terler, öğretmenim şu an 12 olmayanların üstünü çiziyorum, karışmasın öğretmenim. Güneşli gün sayısı en az Berlin var Berlin'e bir diyeceğim, sonra 45 günle Prag var, ona 2 diyeceğim sonra Viyana var, çünkü Viyana'da 84, 4. Londra, Londra'da 85 bunları da sayılarına ekleyeceğim 16 oluyor. Londra 16, 13 Berlin, 14 Prag, 15 de Viyana. Bu yüzden en uygun üçüncü şehir 13 puanla Berlin. Uygun olmayan şehirler Londra, Prag ve Viyana.

Araştırmacı: Londra'nın puanı kaç?

Eren: Londra'nın puanı 16, Viyana'nın 15 puanı; düşük olan iyiydi öğretmenim. Ahmet Bey için de en uygun şehirler Roma, Madrid, Milano; uygun şehirler Paris, Atina, Berlin; uygun olmayan şehirler Londra, Viyana ve Prag. (Görüşme kaydı, Eren, 04.05.2020)

Problem durumunu gerçek yaşam durumu ile ilişkilendiren Eren (A4) Ahmet Bey'in güneşli günü fazla olan bir şehre gitmesi gerektiğini belirtmektedir. Ahmet Bey için bulduğu çözümü irdeleyen Eren (E3) çözümü hakkında yorumlama yapmaktadır.

Araştırmacı: En düşük puanlı Roma demiştin Eren?

Eren: Öğretmenim 15 derecenin altındaki günlere baktığım için böyle veriyorum sonra... Pardon öğretmenim ortadaki puanlarına göre yapayım ben. (Eren fikrini değiştirerek yıllık yağış miktarını da değerlendirerek sonuca varıyor.) O zaman birinci 7 puanla Madrid oluyor, Madrid 10 puan oluyor. Sonra 9 puanla Milano, Milano'ya 9 puan verdim. Öğretmenim ben yine bir değişiklik yapacağım bir hataya daha düştüm.

Araştırmacı: Nerede hata yaptın Eren?

Eren: Öğretmenim Madrid 7 puan, Roma 5 puan. O yüzden 10 puan Roma, 9 puan Madrid ve Milano da 8 puan.

Araştırmacı: Ahmet Bey için en uygun şehir hangisi?

Eren: Roma oluyor, Madrid 9 puanla, Milano da 8 puanla 3. oluyor. Uygun şehirlere baktığımda en iyisi Paris oluyor, Paris'e 7 puan verdim. Atina ve Berlin kaldı, Atina'ya 11 puan vermişim, Berlin'e 13 puan vermişim; o yüzden Atina'ya 6 puan, Berlin'e 5 puan veriyorum. Uygun olmayan şehirlere, Londra, Viyana ve Prag yazmışım. Londra'ya 16 puan vermişim, Viyana'ya 15 puan vermişim, Viyana daha iyi, Prag 14, o yüzden ben Prag'a 4 puan veriyorum, Viyana'ya 3 puan veriyorum, Londra'ya da 2 puan veriyorum. Fatih amca için en uygun şehir Milano, en uygun olmayan şehir de Berlin. (Görüşme kaydı, Eren, 04.05.2020)



Görsel 4.42. Eren'in son klinik görüşmesine ait Zoom programı ekran görüntüsü

Ahmet Bey için en uygun şehirlerin Roma, Madrid ve Milano olduğunu belirten Eren problemi çözmek için diğer yolları düşünerek (F3) çözümüne devam etmiştir. Daha sonra fikrini değiştiren Eren uygun şehrin Milano olduğunu belirtmiştir.

Araştırmacı: Eren bu derecelendirme sistemi yaşamın başka alanlarında kullanılabilir mi?

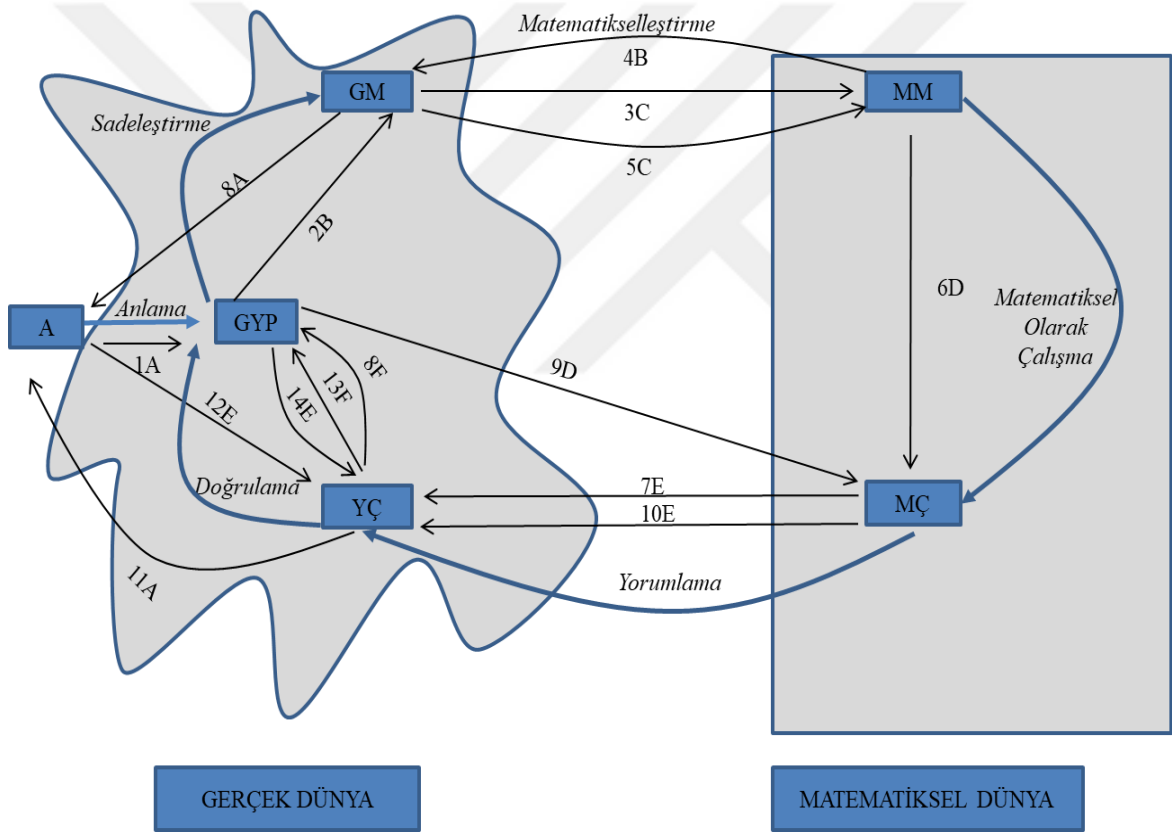
Eren: Öğretmenim ben Konya stadında görmüştüm, dünyanın en iyi 5. stadı diyor, o stadı

dünyadaki bütün statlarla karşılaştırmışlar.

Araştırmacı: Kriterlerini biliyor musun bu karşılaştırmanın?

Eren: Oraları bilmiyorum ama büyük ihtimal çok kuru olup olmadığı, iyi sulanmış, iyi biçilmiş olabilir. (Eren sahanın zemininden bahsediyor.) En iyi takım olabilir öğretmenim. Biz sınav yapıyoruz, sınav oluyor Türkiye genelinde bana bir kere Türkiye birincisi diye geldi. (Görüşme kaydı, Eren, 04.05.2020)

Eren geliştirdiği puanlama ölçeğinin yaşamın başka alanlarında da kullanılacağını belirterek bulduğu sonuçları gerçek yaşamla ilişkilendirerek yorumlamıştır (E1). Aşağıda Şekil 4.8.'de Eren'in son klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü sunulmuştur.



düşüncesine göre bir çıkarımda bulunarak puanlama ölçeği geliştirmiştir. Bu puanlama ölçeğine göre 15 derecenin altında olan değerleri soğuk ve 30 derecenin üzerinde olan değerleri sıcak olarak tanımlamıştır. Meral ve Fatih Bulut çifti için en uygun şehirleri bulan Eren, çözüm sırasında aynı döngüleri Ahmet Demir için de yaptığını söylemiştir. Eren bulmuş olduğu çözüm üzerinde eleştirel kontroller yaparak çözümünü yorumlamaya çalışmıştır. Eren tatile gidecek kişiler için tek bir değişkeni değil farklı değişkenleri dikkate almıştır. Yağmur ve güneşli gün sayısı gibi farklı iki değişkenler arasında aritmetik ortalamaya bağlı bir puanlama sistemi geliştirmiştir. Eren çözümünü gerçek yaşam bağlamında yorumlayarak sonlandırmıştır.

4.5.3. Serra'nın son klinik görüşmesine (hava durumu) ait bulgular

Hava durumu modelleme etkinliğini önemli gördüğü yerlerin altını çizerek okuyan Serra problem durumunu kendi cümleleri ile ifade etmektedir.

Araştırmacı: Bu soruyu kendi cümlelerinle aktarabilir misin Serra?

Serra: Yurtdışına gitmek isteyen bir çift varmış, bir de 1 kişi varmış. Bunlar hava durumu acentesine mektup yazmışlar kendilerine en uygun şehirleri merak ediyorlarmış bunlara gitmek istiyorlar.

Araştırmacı: Serra sence bu sorudaki önemli noktalar neresi?

Serra: Öğretmenim bence Meral ve Fatih Bulut güneşli ve çok soğuk olmayan bir şehir istiyor. Yağmur da çok önemli değil daha sonra Ahmet Demir kendine göre doğa yürüyüşü yapacakmış ve spor yapacakmış, ona göre şehir istiyor. Bir de biz bu dokuz şehri en uygun şehir, uygun şehir ve uygun olmayan şehir diye ayıracağız önemli noktalar bunlar.

Araştırmacı: Çözüm için ne yapmayı düşünüyorsun?

Serra: Öğretmenim öncelikle Meral ve Fatih Bulut için hangi şehirler uygun; güneşli gün sayısına yağmurlu gün sayısına soğuk ve sıcak günlere bakacağım. Aynı şeyleri Ahmet Demir için de yapacağım bunları bir tablo haline getirip çözeceğim. (Görüşme kaydı, Serra, 04.05.2020)

Önemli değişkenleri belirleyen (B2) Serra soruyu çözmek için şekil, tablo ve grafiklerden yararlanmak (C3) istemiştir. Ayrıca sorunun çözümü için önemli olan ifadelerin altını çizmiştir.

Araştırmacı: Puanlamayı neye göre yapacaksın Serra, derecelendirme demek ne demek?

Serra: Derecelendirme demek karşılaştırma sıralama demek, ben puanımı 100 üzerinden vereceğim.

Araştırmacı: Neden 100 üzerinden veriyorsun?

Serra: Onu pek bilemedim ama 10 da olabilir, çok fark eder mi bilmiyorum. Roma'ya bir 95 puan veriyorum. Roma'dan sonra güneşli gün sayısı Madrid'in iyi 195 gün güneşliymiş. 30 derecenin üstündeki gün sayısı da 169 ona kaç puan veririm, herhalde 80 verebilirim.

Araştırmacı: Neden Madrid’e 80 verdin?

Serra: Kriterleri Roma kadar iyi değil, en uygun şehirlerimden üçüncü şehir Milano. Çünkü 30 derecenin üstündeki gün sayısı yüksek. Ayrıca sıcak istedikleri için 15 derecenin altına bakıyorum o da 0, bu iyi olur. Geldim en uygun şehirlerden sonra uygun şehirlere; uygun şehrim Atina.

Araştırmacı: Neden Atina oluyor?

Serra: Bunun güneşli gün sayısı iyi ve 30 derecenin üstündeki gün sayısı da iyi. Ayrıca 15 derece altında hiçbir gün yok, bunları soğukluk olarak da değerlendirmeliyim. Soğuk gün sayısı önemli, uygun olan ikinci şehir Paris olur.

Araştırmacı: Paris’e puanın kaç olur Serra?

Serra: Paris’e bir 55 vereyim. Berlin’i yazacağım ama soğukluğu işte güzel ama o da çok soğuk, 30 derece üstündeki gün sayısı sadece 6. Puan verdiğim şehirleri bir daha yazmayacağım. Paris’i yazdık, Viyana’yı yazdık yazdıklarına “tik” atayım. Madrid...Madrid çok kötü değil, Madrid yazabilirim güneşli gün sayısının fazla oluşu güzel geldi fakat biraz sıcak orası. (Görüşme kaydı, Serra, 04.05.2020)

Belirlediği değişkenler arasındaki ilişkileri ifade eden (B3) Serra şehirlerin arasındaki puanlamayı “*derecelendirmeye göre*” yapacağını ve 100 üzerinden puan vereceğini belirtmektedir. Değerleri matematiksel olarak ifade eden (C1) Serra problemin çözümüne şehirlere uygun olduğunu düşündüğü puanları vererek devam etmektedir.

Araştırmacı: Neden?

Serra: Çünkü Berlin’in 15 derecenin altındaki gün sayısı çok fazla 184, 30 derecenin üstündeki gün sayısı sadece 6 ve Berlin’deki güneşli gün sayısı da öbür şehirlere göre en az 36, buna puanım benim 28 diyelim ya da 25 diyelim.

Araştırmacı: Bu puanları neye göre veriyorsun?

Serra: İyilik yani uygunluğuna göre, daha doğrusu biraz da uyduruyorum yani.

Araştırmacı: Neden beşer beşer ya da onar onar azaltıp çoğaltmıyorsun da farklı şekilde azaltıp çoğaltıyorsun?

Serra: Örüntü şeklinde olursa çok gerçekçi olmaz dedim yani gerçek yaşama uyusun dedim. Sonra kötü Prag diye düşünüyorum o da bayağı kötü puanı kaç olsun 35 olsun. (Görüşme kaydı, Serra, 04.05.2020)

Şehirlere verdiği puanları uygunluğuna göre verdiğini söyleyen Serra farklı puanları nasıl verdiği sorulduğunda uydurarak ifadesini söyleyerek buluşsal stratejiler kullanarak problemin çözümüne devam etmiştir (D1).

Araştırmacı: Londra uygun olmayan şehirlerin arasında mı?

Serra: Evet.

Araştırmacı: Meral ve Fatih Bulut için tablonu bu şekilde mi Serra?

Serra: Evet tablomu bu ama çok beğenmedim açıkçası.

Araştırmacı: Neyini beğenmedin?

Serra: Tam olarak bilmiyorum ama şey yapabiliriz örüntülü yapabilirim.

Araştırmacı: Sıralaman uygun mu sence Serracım, Meral ve Fatih için en uygun şehir hangisi?

Serra: Şu an Roma. (Görüşme kaydı, Serra, 04.05.2020)

Oluşturmuş olduğu tabloyu dolduran ve şehirleri en uygun, uygun ve uygun olmayan olarak ayıran Serra, eleştirel bir bakış açısıyla çözümünü doğrulamaya (F1) çalışarak daha iyi bir çözüm bulunabileceğini ifade etmektedir.

Araştırmacı: Ahmet Demir için böyle bir tablo oluşturabilir misin?

Serra: Ahmet Demir için de yapabilirim Ahmet Demir nasıl istiyordu... (Serra mektubu tekrar okuyor.) Bu sıcak istemiyor ama sanırım güneşli olacak, güneşli istiyor onu anladım ben.

Araştırmacı: Ne demek bu sıcak değil ama güneşli?

Serra: Güneş tam olarak bulunmuyor ama hava böyle gri değil ve hava çok sıcak olmayacak diyormuş. 30 derecenin üstünde değil ve aynı zamanda havası iyi olan bir yer istiyor. Açık olan bir şehir yani yağışla ilgili bir şey söylememiş ama yağışın üstünde zaten çok durmayacağım.

Araştırmacı: Sence Ahmet Bey için en uygun şehir hangisi?

Serra: Şuan mesela Viyana, güneşli gün sayısı 84, çok kötü değil uyguna yazdım fakat Viyana'nın da 15 gün altındaki gün sayısı çok fazla. Acaba çok da soğuk istemiyor olabilir mi hani kar istemiyor olabilir mi?

Araştırmacı: Ahmet Bey tatilde ne yapacaktı?

Serra: Doğa yürüyüşü yapacaktı ve açık havada spor istiyormuş. Doğa yürüyüşü yapmak için bence havanın açık olması lazım, açık hava olmasaydı mesela karda yapsa şey derdim kayak sporu yapar kar sporları yapar derdim. (Görüşme kaydı, Serra, 04.05.2020)

Ahmet Demir için hangi şehrin en uygun olduğunu verilenleri ve istenenleri ifade ederek (A1) açıklamaya çalışmıştır. Serra havanın gri olmasını istenmeyen bir özellik olarak belirterek Ahmet Bey için uygun şehirleri belirlemeye çalışmaktadır.

Araştırmacı: Ahmet Bey tatile ne zaman gidecekti?

Serra: Yaz tatilinde gidecekti, o yüzden zaten karda olmaz çok da soğuk olmaz o zaman hava. Aslında çok kötü değil Viyana şu an güzel, Londra'ya bakıyorum Londra'nın yağışı çok fazla

Araştırmacı: Ahmet Bey yağış ister mi?

Serra: Açık hava istiyor o yüzden yağış istemez. Paris çok kötü değil yani ama yağışı çok fazla değil. Biraz sıcak yani en azından soğuk günlerde fazla ama güneşli gün sayısı fazla; 114.

Araştırmacı: Sence Ahmet Bey için en uygun şehir hangisi?

Serra: Atina yapalım. Atina olmaz. (Serra mırıldanarak şehirlerin değerlerini karşılaştırıyor.) Bence Viyana öğretmenim Viyana'nın yağmurlu havası var yağmurun havayı temizleyeceğini düşünüyorum. Bu durum Ahmet Bey'e yardımcı olacaktır. İkinci olarak 30 derecenin üstündeki gün sayısı fazla değil, 15 derecenin altındaki gün sayısı biraz fazla. O da yaz olduğu için sonuçta çok bir fark etmeyecek, sanırım o günler kışın olur diye düşündüm ya da sonbaharda olur. Bir de güneşli gün sayısı da fena değil yani. (Görüşme kaydı, Serra, 04.05.2020)

Problemi ön bilgileri ile ilişkilendiren (A3) Serra değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyerek (B3) problem durumunu gerçek yaşamla ilişkilendirmiştir. Serra açık havanın Ahmet Bey için önemli bir unsur olduğunu ifade etmektedir.

Araştırmacı: İkinci en uygun şehrimiz hangisi oluyor?

Serra: İkinci şehrimiz şimdi yağmur havayı temizliyor mu o aklıma takıldı eğer öyleyse Londra'yı seçebilirim.

Araştırmacı: Bu sana kalmış bunu sen değerlendirebilirsin. Ahmet Bey için en uygun şehir hangisi?

Serra: Sanırım ikinci şehir Paris öğretmenim.

Araştırmacı: Neden Paris dedin?

Serra: Çünkü güneşli gün sayısı Viyana'dan bile fazla ama 15 derecenin altındaki gün sayısı az, 30 derecenin üstündeki gün sayısı da mantıklı, buradaki Ahmet Bey de çok sıcak olmayan diyor açıkçası Paris çok sıcak değil Paris yazacağım.

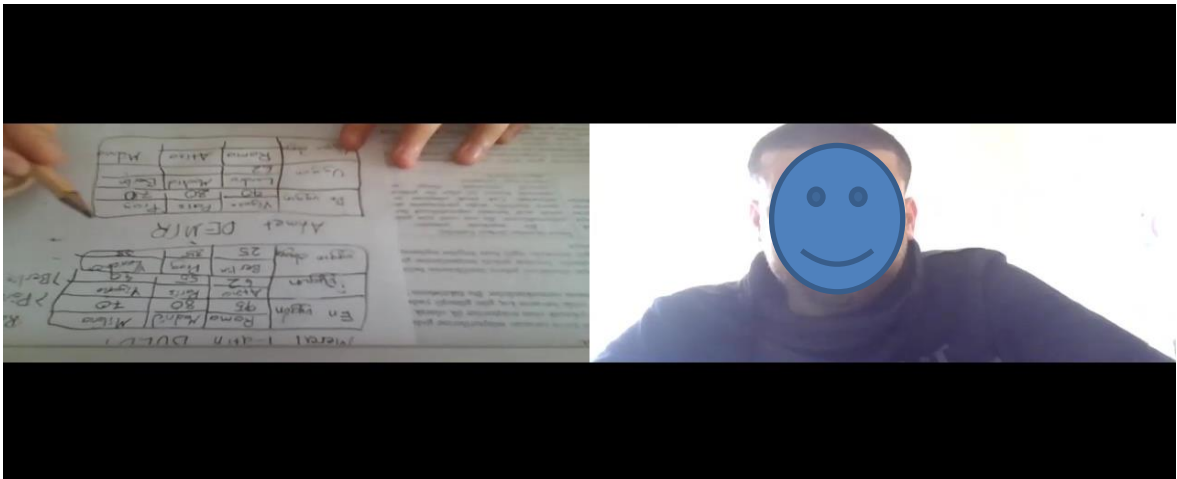
Araştırmacı: Diğer şehrimiz hangisi?

Serra: Güneşli gün sayısı fazla olsaydı Prag yazacaktım açıkçası ama güneşli gün sayısı 45, o yüzden bilmiyorum hangisini desem.

Araştırmacı: Hangisi uygun sence?

Serra: Meral Fatih çifti için birinci sırada yazdıklarımı demem. Londra belki olabilir. (Serra çözüm için diğer tablo ile kıyaslayarak pratik bir çözüm önerisi getiriyor.) (Görüşme kaydı, Serra, 04.05.2020)

Yağmurun havayı temizleme durumuyla ilgili bir çıkarım yapan Serra, Ahmet Bey için temiz havanın önemli olduğu varsayımıyla bulmuş olduğu çözümler hakkında iletişim kurmaktadır (E3).



Görsel 4.43. Serra'nın son klinik görüşmesine ait Zoom programı ekran görüntüsü

Serra: Prag olur bence, puanlamamı sonra mı yapsam acaba.

Araştırmacı: Sen bilirsin?

Serra: Sonra yapacağım, sonraki şehrim sanırım şey olacak: Berlin çok soğuk, güneşli gün sayısı fazla yok, o yüzden Berlin olacak. Yağmur olmasa Londra zaten birinci olurdu da yağmuru var.

Araştırmacı: Londra’da çok mu yağmur yağıyor?

Serra: Yağmur sırasında Londra ikinci, pardon üçüncü ama soğukluğu işte güzel ama o da çok soğuk. 30 derece üstündeki gün sayısı sadece 6 olduğu için o yüzden yazmayacağım. Bir daha yazmayacağım, Paris’i yazdık Viyana’yı yazdık, yazdıklarına “tik” atayım. Madrid çok kötü değil, Madrid yazabilirim güneşli gün sayısının fazla oluşu güzel geldi fakat biraz sıcak orası. (Görüşme kaydı, Serra, 04.05.2020)

Ahmet Bey için farklı değişkenleri inceleyen Serra, havanın soğuk ve yağmurlu olmasını puanlama ölçeğine katarak değerlendirmektedir. Problemin çözümü için farklı bir yol (F3) arayışına giren Serra güneşli gün sayısının hava sıcaklığı ile ilişkili olduğunu belirterek problem durumunun çözümüne devam etmektedir.

Araştırmacı: Hangi şehirleri seçersin?

Serra: Sıradaki şehrimiz sanırım Madrid olacak en uygun o.

Araştırmacı: Neden?

Serra: Soğukluk açısından değerlendirsem Berlin daha soğuk ancak Madrid güneşli gün sayısı çok fazla sadece biraz sıcak olabilir belki Ahmet Bey’in dediğinden sıcak olabilir.

Araştırmacı: Tamam devam edebilirsiniz.

Serra: Geriye 4 şehir kaldı. Milano’yu en sona koyacağım, çünkü gerçekten çok sıcak. Berlin de sondan ikinci olacak sanırım. Atina’ya bakayım, Atina da çok sıcak. Atina bir de çok yağmurlu, yağmurda birinci sırada sanırım. Roma en uygun ama Roma da çok sıcak, soğuk olsun daha iyi, adam soğuk olsun dememiş ben yazayım en iyisi. (Serra hava sıcaklığına göre değerlendiriyor.) Berlin’in havası soğuk değil güneşli gün sayısı da en az 36, bu bakımdan iyi fakat diğerleri de (Roma, Madrid ve Milano’yu kastediyor) çok sıcak o yüzden uygun olana Berlin yazacağım. Artık uygun olmayanlara geldik uygun olmayan birincisini söylüyorum. Birinci en iyi yani Roma’dır. Güneşli gün sayısı çok güzel ama sıcak bir şehir olduğu için onu başlara koymadım. Buraya (uygun olmayan şehirler grubuna) Roma’yı yazalım duruma uygun olmayanların içinden en güzeli, sonraki şehrim Milano bir de Atina var. Ama ikisi de çok sıcak ama Atina şu an daha güzel geldi bana çünkü Milano neredeyse bütün yıl sıcak. O yüzden önce Atina yazıyorum sonra Milano şimdi puanlamaya geldik. (Görüşme kaydı, Serra, 04.05.2020)

Serra problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgiyi kullanarak değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemiştir. En uygun, uygun ve uygun olmayan şehirleri de Ahmet Demir için belirleyen Serra problemin çözümüne devam etmektedir.

Araştırmacı: Serra soruyu tekrar okur musun? (Bera sorunun görevler kısmına yoğunlaşarak okuyor.)

Serra: Puanlamamı başka şehirler için de kullanacağım. Eğer sıcak ülkeye gitmek istiyorsa

başka bir adam yağmura da çok fazla önem vermiyorsa Fatih Bulut'un derecesini kullanılabilir.

Araştırmacı: Senin bu oluşturmuş olduğun tablo neden en iyi tablodur sence açıklar mısın?

Serra: Şehirlerin özelliklerine göre puanlama yaptım, Fatih ve Meral Bulut sıcak istemiş. En uygun şehri sıcaklığı 15 derecenin altındaki gün sayısına göre baktım.

Araştırmacı: Puanlama kriterlerini değiştirmeyi düşünüyor musun?

Serra: Puanlamamı değiştirmeyi aslında düşünmüyorum bence iyi bir puanlama.

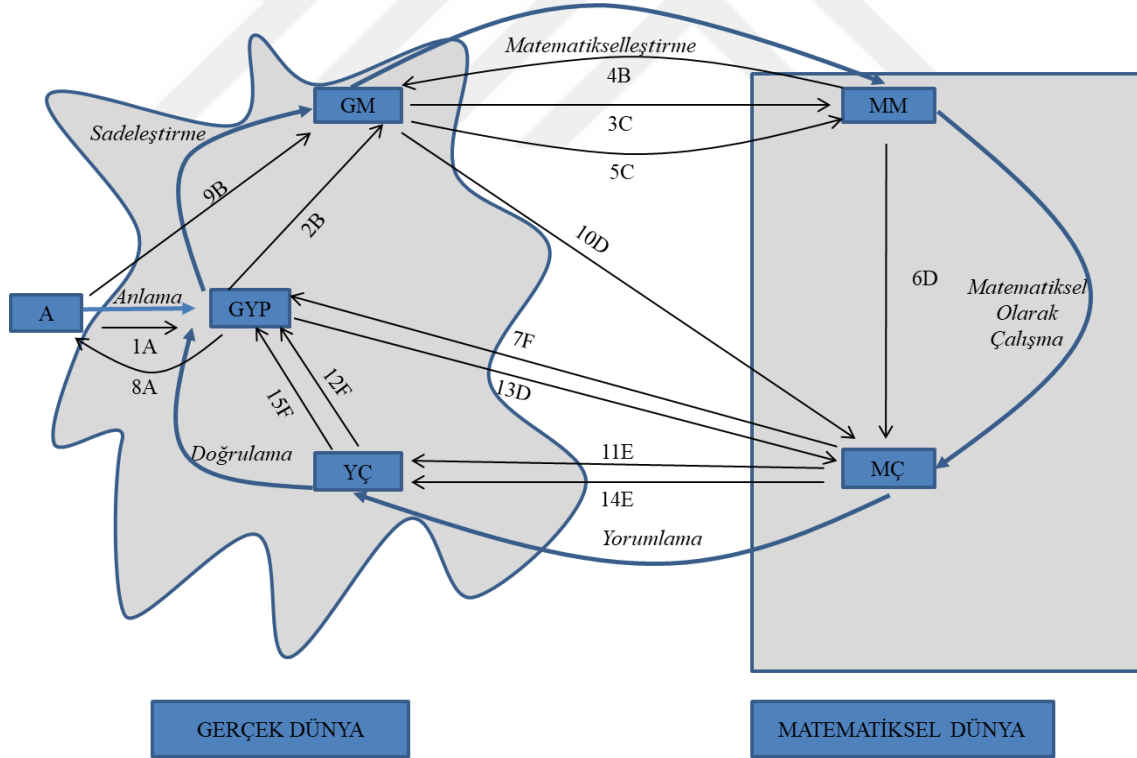
Araştırmacı: Neden düşünmüyorsun?

Serra: Aklıma yattı işin açıkçası çok kötü durmuyor.

Araştırmacı: Serra senin bu puanlamayı yaşamın başka alanlarında kullanılabilir miyiz?

Serra: Evet kullanılabilir mi, kazı istiyorlarsa kazılarda genelde yağmurlu olmaz kazı alanları güneşli olur bu alanda kullanılabilir. (Görüşme kaydı, Serra, 04.05.2020)

Hava durumu şirketine mektup gönderen tatilciler için bulduğu çözümü geliştirerek genelleyen (E2) Serra, bulmuş olduğu çözüm üzerine eleştirel kontroller yaparak (F1) bulduğu çözümün “iyi” olduğunu ifade etmektedir. Bulduğu çözümün yaşamın başka alanlarında da kullanılacağını belirten Serra çözümünü sonlandırmıştır. Aşağıda Şekil 4.9.'da Serra'nın son klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü sunulmuştur.



Şekil 41.9. Serra'nın son klinik görüşmesine ait modelleme döngüsü

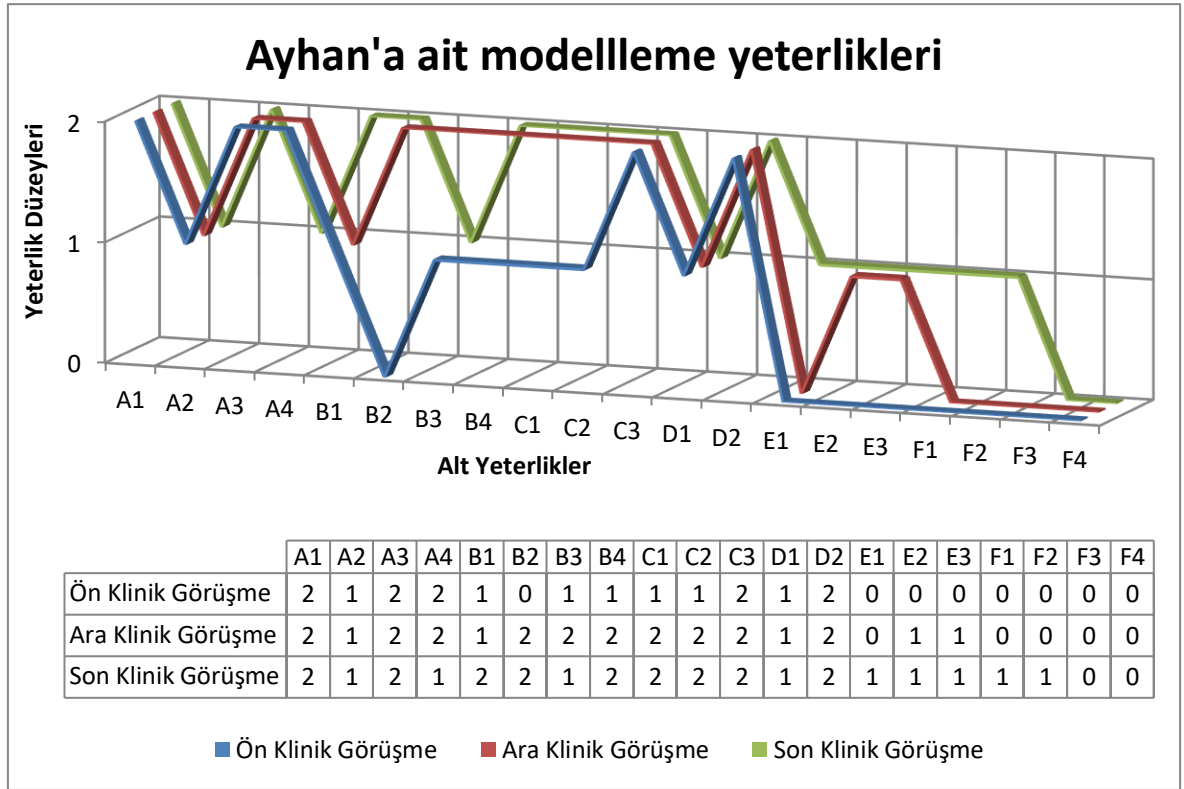
Serra'nın son klinik görüşmesine ait modelleme süreç analizi yukarıdaki şekilde sunulmuştur. Modelleme etkinliğini okuyan ve kendi cümleleri ile ifade eden Serra problem durumunun çözümüne yönelik önemli değişkenleri belirlemiştir. Soruyu çözmek

için tablo ve grafik kullanmanın kendisine yarar sağlayacağını belirtmiştir. Serra şehirleri belirlemek amacıyla geliştirdiği puanlama sistemini 100 üzerinden yapacağını ve kriterlerini *uydurarak* gerçekleştireceğini ifade etmiştir. Bu açıklamasıyla Serra sezgisel stratejiler kullanarak çözüme yönelik uygun olmayan bir ifade kullanmıştır. Oluşturduğu tabloda şehirleri “*en uygun, uygun ve uygun olmayan*” şeklinde sınıflandıran Serra ilgili değişkenler yardımıyla tatile gitmek isteyen kişilere en uygun şehirleri belirleyerek çözümünü sürdürmüştür. Yağmurun havayı temizleyeceğini ve temiz havanın açık alanlarda yapılacak etkinlikler için uygun olduğunu belirten Serra, sorunun çözümüne yönelik yeterli düzeyde yorumlama yeterliliğini gerçekleştirmiştir. Diğer modelleme etkinliklerinde öğrencilerin gerçekleştirmekte zorlandığı yorumlama ve doğrulama yeterliklerini Serra son klinik görüşmesinde diğer yeterliklerle beraber yeterli düzeyde gerçekleştirmiştir.

4.6. Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerindeki gelişim

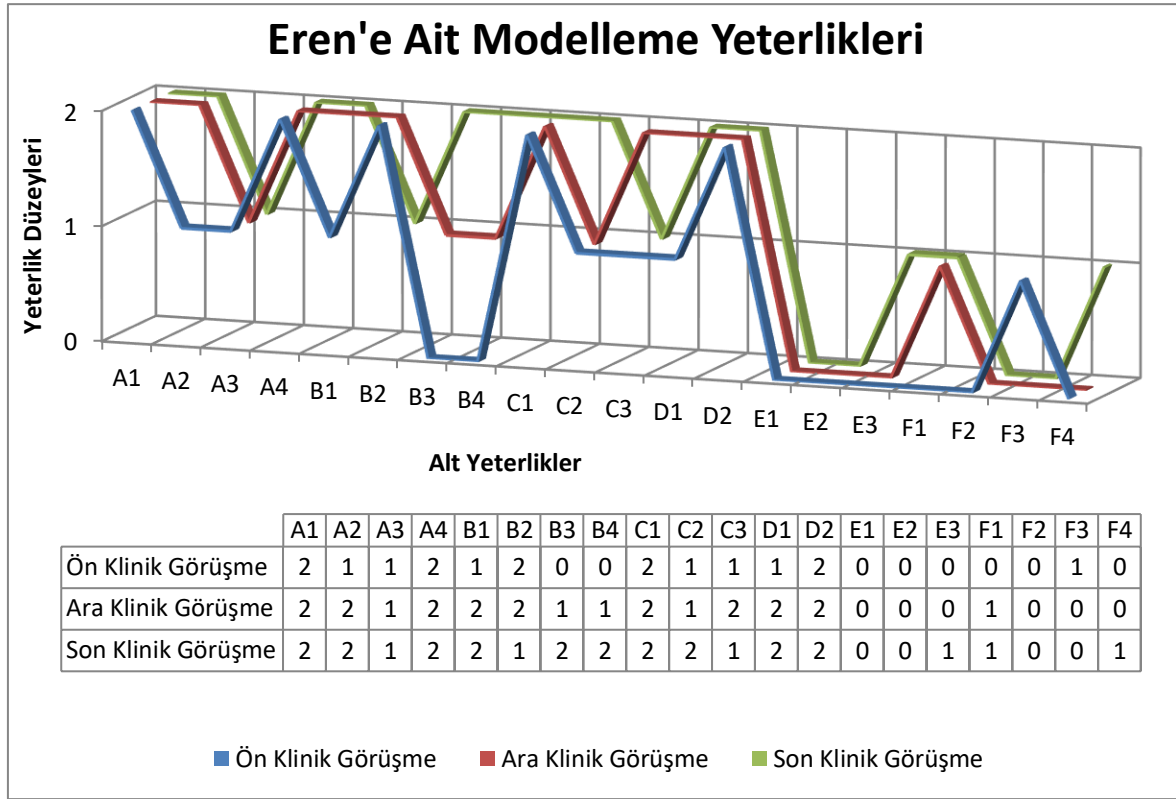
Araştırma süresince odak öğrencilerin klinik görüşmelerde sergilediği modelleme yeterlikleri ve bu yeterliklere bağlı alt yeterlikler aşağıda Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de sunulmuştur.

Aşağıdaki Şekil 4.10’da Ayhan’ın ön klinik görüşmesinde; anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma yeterliklerinde kısmen yeterli ya da yeterli düzeyde performans sergilediği görülmektedir. Ancak Ayhan yorumlama ve doğrulama yeterliklerinde istenilen düzeyde performans sergileyememiştir. Ayhan ara klinik görüşmesinde; anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma yeterliklerinde istenilen düzeyde performans sergilerken, yorumlama yeterliliğinde kısmen yeterli düzeyde ve doğrulama yeterliliğinde ise yetersiz düzeyde performans sergilemiştir. Ayhan son klinik görüşmesinde; anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma yeterliklerinde yeterli, yorumlama yeterliğinde ve buna bağlı alt yeterliklerde kısmen yeterli ve doğrulama yeterliklerinde kısmen yeterli ya da yetersiz düzeyde performans sergilemiştir.



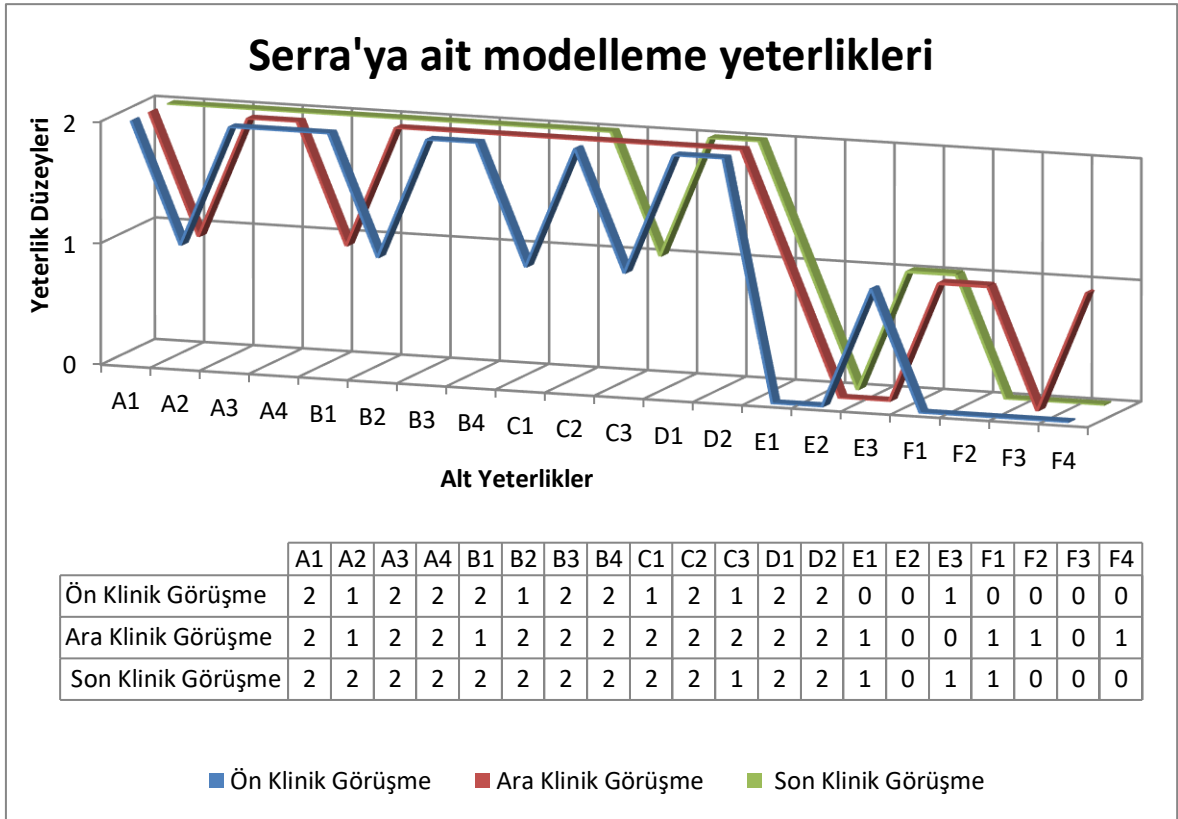
Şekil 420. Ayhan'ın klinik görüşmelerine ait modelleme yeterlikleri

Aşağıdaki Şekil 4.11'de sunulduğu gibi Eren ön klinik görüşmesinde; anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma yeterliklerinde yeterli ve kısmen yeterli düzeyde performans sergilemiştir. Ancak Eren yorumlama ve doğrulama yeterliklerinde yetersiz ya da kısmen yeterli düzeyde performans sergilemiştir. Eren ara klinik görüşmesinde; anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma yeterliklerinde istenilen düzeyde yeterlik sergilediği, ancak yorumlama yeterliliğinde ve buna bağlı alt yeterliklerde yetersiz düzeyde performans sergilediği ve doğrulama yeterliğinde ise kısmen yetersiz ve yetersiz düzeyde performans sergilediği görülmektedir. Eren son klinik görüşmesinde ise anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma yeterliklerinde istenilen düzeyde performans sergilerken yorumlama yeterliğine ait bir alt yeterlikten kısmen yeterli diğer iki alt yeterlikten yetersiz düzeyde performans sergilemiştir. Eren son klinik görüşmesinde doğrulama yeterliğine ait iki alt yeterlikte yetersiz performans sergilerken diğer iki alt yeterlikte ise kısmen yeterli olmuştur.



Şekil 43 Eren'in klinik görüşmelerine ait modelleme yeterlikleri

Aşağıdaki Şekil 4.12'de sunulduğu gibi Serra ön klinik görüşmesinde anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma yeterliliklerinde yeterli ve kısmen yeterli düzeyde performans sergilemiştir. Serra yorumlama yeterliliğinde ise bir alt yeterlikte kısmen yeterli olmuş diğer alt yeterliklerde ve yorumlama yeterliğinde istenilen düzeyde performans sergileyememiştir. Serra ara klinik görüşmesinde anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma yeterliliklerinde istenilen düzeyde performans sergilerken yorumlama yeterliliğinde kısmen yeterli ve doğrulama yeterliliğinde ise yetersiz düzeyde performans sergilemiştir. Serra son klinik görüşmesinde anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma yeterliliklerinde istenilen düzeyde performans sergilemiştir. Serra son klinik görüşmesinde yorumlama yeterliliğinde kısmen yeterli düzeyde performans sergilerken, doğrulama yeterliğine ait iki alt yeterlikten kısmen yeterli olurken diğer iki alt yeterlikten de yetersiz performans sergilemiştir.



Şekil 44 Serra'nın klinik görüşmelerine ait modelleme yeterlikleri

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinliklerinin çözümü ve bu çözüm doğrultusunda öğrenci sunumlarında ortaya çıkan modelleme yeterlikleri ile bu yeterliklere bağlı alt yeterlikler belirlenerek değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda öğrencilerin hangi yeterlik ve alt yeterlikleri sergilediği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin yeterlik durumları alan yazınla ve çalışmanın bulguları ile tartışılmıştır. Son olarak ulaşılan ve tartışılan sonuçlara göre alandaki uygulayıcılara ve ileride yapılacak çalışmalara yönelik öneriler sunulmuştur.

5.1. Sonuçlar

Bu çalışmada elde edilen bulgulardan yola çıkarak ulaşılan sonuçlar matematiksel modelleme yeterlikleri ve bu yeterliklere bağlı alt yeterlikler bağlamında sunulmuştur.

5.1.1. Gerçek yaşam problemini anlama yeterliği ile ilgili sonuçlar

Matematiksel modelleme yeterliklerinden *problem durumunu anlama* yeterliği dört alt yeterlikten oluşmaktadır. Gerçek yaşam problemini anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturma matematiksel modelleme sürecinin başlangıcı olması nedeni ile önemli olduğu görülmüştür. Bu süreç öğrencilerin modelleme etkinliğini okuma, verilenleri kendi cümleleri ile ifade etme, kendi deneyimlerinden örnekler sunma gibi kritik süreçleri içermektedir. Ayrıca diğer modelleme yeterliklerinin oluşabilmesi durumu bu yeterliğin gerçekleştirilmesiyle yakından ilişkilidir. Bu yeterliğe bağlı *problemde verilenleri istenenleri ifade etme* (A1) alt yeterliği incelendiğinde öğrencilerin klinik görüşmelerde ve grup çalışmalarında ilk haftalarda bu yeterliği gerçekleştirmekte zorlandıkları görülmüştür. Ancak modelleme etkinliklerinin uygulanmasıyla öğrencilerin rutin problemler dışında farklı etkinliklerle sürece devam etmeleri, bu alt yeterliği ilerleyen haftalarda istenilen düzeyde gerçekleştirebilmelerini sağlamıştır. Öğrencilerin daha önce böyle bir soru türü ile karşılaşmaması ve rutin matematik problemleri ile ders etkinliklerinin gerçekleştirilmesi A1 alt yeterliğini yeterli düzeyde gerçekleştirememesinin nedeni olarak gösterilebilir. Anlama yeterliği ve bu yeterliğe bağlı alt yeterlikler derinlemesine incelendiğinde öğrencilerin okuma ve anlama ile ilgili zorluklar yaşadıkları görülmüştür. İlgili alan yazın incelendiğinde dört temel dil becerisinin olduğu anlaşılmaktadır. Bunlar; okuma becerisi, yazma becerisi, konuşma becerisi ve dinleme becerisidir (Lüle-Mert, 2014). Okumanın anlamlı bir şekilde gerçekleşebilmesi için okuma becerisinin gelişmesi oldukça önemlidir.

Hem bireysel (sessiz okuma), hem de gruplarla (sesli okuma) yapılan etkinliklerde öğrencilerin okuduğunu anlama zorlukları yaşadığı görülmüştür. Katılımcılardan bazıları modelleme etkinliğine, daha önce çözdüğü rutin matematik problemleri gibi yaklaşmış ve problem durumunu üç kez farklı olmayan yollardan çözmeye çalıştıkları gözlemlenmiştir. Anlama yeterliğine bağlı problem durumunun temsili çizme (A2) alt yeterliğini gerçekleştirmekte öğrencilerin ilk haftalarda yetersiz oldukları fakat ilerleyen haftalarda özellikle grup etkinliklerinde kısmen yeterli performans sergiledikleri gözlemlenmiştir. Ancak modelleme etkinliği bağlamının uzunluk ve alan ölçme öğrenme alanları içeriğiyle örtüşmesi ve öğrencilerin önceki deneyimleri ile ilişkili olduğunda A2 alt yeterliğinin daha üst düzey bir performansla sergilendiği görülmüştür. Özellikle 7. haftada uygulanan “Çiftçi Hüseyin Amca” ve 8. haftada uygulanan “Dubayı Nasıl Oluştursak?” modelleme etkinliklerinin içeriğine ve bağlamına uygun olarak öğrencilerin problem durumunun temsili çizme (A2) alt yeterliğini gerçekleştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Dubanın oluşturulmasına ve nerede yer alacağına dair durumun temsili çizmeye yönelik yeterlik gerçekleştirmeleriyle öğrencilerin önceki deneyimlerinin MOE’lerin çözümüne yönelik etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Problem durumunun temsili oluşturma alt yeterliği, anlama yeterliğine ait diğer üç alt yeterliğe göre en az gözlemlenen ve öğrencilerin kendi sınıflarında çözdükleri rutin matematik problemlerinde olmayan bir yeterlik olduğu sonucuna varılmıştır. İkinci haftada uygulanan “Kermes” etkinliğinde öğrencilerin “*Matematiksel model diyor. Ne yapsak? ve o zaman yani şekil çizeceğiz. Hani kesirlerde Aysun öğretmen böyle çiziyor ya.*” ifadelerinden daha önce çözmüş oldukları rutin matematik problemlerindeki çözümlerini uyguladıkları görülmüştür. Anlama yeterliğine bağlı problemi ön bilgileri ile ilişkilendirme (A3) alt yeterliği öğrencilerle gerçekleştirilen klinik görüşmelerde kısmen yeterli düzeyde görülmesine karşın grup çalışmalarında yeterli düzeyde gözlenmiştir. Bu durumu etkileyen farklı sebepler olabilir. Örneğin grup çalışması öncesi öğrencilere araştırma görevi olarak ısındırma çalışması verilmesi ve grup çalışmaları ile yapılan “Kermes” ve Beyşehir Gölünde geçen “Göçmen Kuşlar” etkinliklerinin bağlamının A3 yeterliğini gerçekleştirmeye daha uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle “Kermes” ve “Büyük Ayak” gibi veri setinin hazır olarak verilmediği, öğrenciler tarafından oluşturulan veriler doğrultusunda çözümü gerçekleştirilen etkinliklerde ısındırma çalışmalarının etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin sorunun bağlamına göre geçmiş deneyimlerinin bulunmasının, grup etkinliklerinde deneyimi olan öğrencilerin çözüm için aktif rol almasına ve diğer öğrencilerin çözüme yönelik çalışmaları deneyimi olan öğrenciden beklemesine neden

olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda “Çiftçi Hüseyin Amca” etkinliğinde daha önce ağaç diken ve traktöre bindiğini söyleyen öğrenciden çözüm önerileri bekleyen grubun diğer üyelerinin bu etkinliğin çözümüne diğer etkinliklerde olduğu gibi aktif olarak katılmadıkları gözlenmiştir. Anlama yeterliğine bağlı problemi gerçek yaşam ile ilişkilendirme (A4) alt yeterliği A3 alt yeterliği ile çoğu durumlarda aynı etkinlik içinde yeterli bir düzeyde gerçekleştirilmiş ya da gerçekleştirilememiştir. Bu alt yeterliklerin aynı etkinlik uygulamasında gerçekleşmesinin; öğrencilerin gerçek yaşam durumunu kendi deneyimleri ile ilişkilendirip deneyimleri dışında gerçekleştirebilecek gerçek yaşam durumunu düşünememelerinden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca A4 alt yeterliğinin, çalışmanın ilk haftalarında farklı bağlamlarda oluşturulduğu görülmüştür. Ancak etkinlik sonunda yapılan çözüme dair sunularda öğrencilerin farklı çözüm önerilerini görmeleriyle problem durumunu gerçek yaşamla ilişkilendirme düzeylerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Etkinliğe katılan öğrencilerin anlama yeterliğini uygulamanın ilk haftalarında kısmen yeterli düzeyde gerçekleştirdikleri, ilerleyen haftalarda ise bu yeterliğin geliştiği görülmüştür. Öğrencilerin anlama yeterliğine ait yeterli düzeyde performans sergilemelerinin nedeni doğal öğrenme ortamlarında matematik problemleri çözerken “verilenler-istenilenler” başlığı altında problem durumunu anlamaya yönelik uygulamalar yaptıkları söylenebilir. Ancak yetersiz ve kısmen yeterli performans sergiledikleri özellikle ilk haftalarda MOE’lerin yapısına alışkın olmamaları, problemin metin kısmının alışılmışı uzun olması ve öğrencilerin okuma ve anlama beceri düzeyleri ile ilgili olduğu düşünülebilir. Anlama yeterliğine bağlı A1, A2, A3 ve A4 alt yeterliklerine ait yaşanan zorlukları aşmak için öğrencilerin kendi öğrenme durumlarına göre önemli yerlerin altını çizme, not alma, tekrar okuma gibi stratejiler kullandıkları ortaya çıkmıştır. Problem durumunun anlaşılması adına öğrenciler farklı etkinliklerde sesli ve sessiz okuma yapmışlardır. Bu durumda öğrencilerin farklı öğrenme stillerine sahip oldukları ve problem durumunu anlamaya yönelik farklı stratejiler kullandıkları sonucuna ulaşılabilir.

5.1.2. Problem durumunu sadeleştirmeye/yalınlaştırma ile ilgili sonuçlar

Matematiksel modelleme yeterliklerinden problem durumunu sadeleştirmeye/yalınlaştırmaya ait dört alt yeterlik bulunmaktadır. Problem durumu için varsayımlarda bulunma, durumu sadeleştirme, (B1) alt yeterliğine ait öğrencilerin etkinlik süresince yaptığı çalışmalar incelendiğinde ilk haftalarda yeterli performans sergileyemedikleri ancak ilerleyen haftalarda bu durumun değiştiği söylenebilir. İlk haftalarda yetersiz olan bu alt yeterliğin 6. hafta uygulanan “Büyük Ayak” ve 9. hafta

uygulanan “Hava Durumu” etkinliklerinde yeterli düzeyde sergilendiği görülmüştür. Ayrıca 2. haftada uygulanan “Kermes” etkinliğinde, B1 alt yeterliğinin yeterli düzeyde sergilendiği gözlenmiştir. Bu durumun sebebinin öğrencilerin modelleme etkinliklerine dokuz hafta süresince katıldıkları ve bu uygulama süresinin varsayım oluşturma gibi bazı alt yeterliklerin sergilenmesinde yetersiz olduğu söylenebilir. Modelleme etkinliklerinin ilkokullarda hatta uygun öğrenme ortamı oluşturularak okul öncesi dönemlerde uygulanmasının modelleme yeterliklerinde yetersiz ve kısmen yeterli olan alt yeterliklerin oluşmasında yararlı olacağı düşünülmektedir. İlkokuldan başlayan modelleme çalışmaları sonucunda küçük yaşlarda edinilen bu yeterliklerin yaşam boyu devam ettiği belirtilmiştir (Blum, 2015).

Öğrencilerin problem durumuna yönelik varsayımlarda bulunmaları sürecinde özellikle kendi yaşam deneyimlerini kullandıkları görülmüştür. Kermes modelleme etkinliğinde dondurmanın fiyatını belirlerken öğrenciler dondurmanın ilkbaharda çok yenmeyeceği varsayımında bulunmuştur.

Durumu etkileyen nicelikleri belirleme, isimlendirme ve anahtar değişkenleri belirlemeye (B2) yönelik öğrencilerin sergiledikleri yeterlikler incelendiğinde problem durumunu etkileyen nicelikleri etkinlikler esnasında gerçek yaşam deneyimleri ile ilişkilendirmişlerdir. Durumu etkileyen nicelikleri ilişkilendirip anahtar değişkenlere ulaşamadıklarında sezgisel stratejiler kullanarak modelleme sürecine devam ettikleri görülmüştür. Etkinlikler esnasında problem durumunun yeterli şekilde sadeleştirilmesinin, değişkenleri belirlemede ve isimlendirmede önemli rol aldığı söylenebilir. Ancak öğrenciler tarafından sadeleştirme yeterliğinin gerçekleştirilemediği durumlarda değişkenler önem sırasına göre belirlenememekte ve anahtar değişkenin diğer değişkenlerden farkı anlaşılamamaktadır. Bu durumun öğrencilerin modelleme etkinliğine yönelik doğru olmayan çözüm önerileri getirmelerine neden olduğu sonucuna ulaşılabilir. Öğrencilerin doğal öğrenme ortamlarında alışkın oldukları çoktan seçmeli sorularda, önemli değişkenler belirlenirken problem durumu üzerinde yeteri kadar durmadıkları ve modelleme etkinlikleri süresince anahtar değişkenleri belirlemede zorlandıkları gözlemlenmiştir. Bu araştırmada anahtar değişkenlerin öğrenciler tarafından genellikle sezgisel stratejilerle belirlendiği ancak bazı durumlarda bu durumu açıklamaya yönelik mantıklı açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Bu araştırmada öğrenciler tarafından belirlenen değişkenler ve anahtar değişken ilk hafta uygulanan etkinliklerde yetersiz ya da kısmen yeterli olarak gözlemlenirken 4. haftadan sonra yeterli düzeyde gözlemlenmeye başlamıştır. Ancak anlama yeterliğinde olduğu gibi sadeleştirme yeterliğine ait B2 alt

yeterliğinde de ilk haftalarda gözlemlenip ilerleyen haftalarda gözlemlenememiştir. Bu durum matematiksel modelleme etikliklerinin bağlamı ve matematiksel modelleme yeterliklerinin kazandırılması için 9 haftalık uygulamanın yetersiz olduğu; bu ve bunun gibi bilişsel yeterliklerin kazanılması için uzun süren boylamsal çalışmaların yapılmasının gerekli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin sadeleştirme yeterliğine ait 3. alt yeterlik olan değişkenler arasındaki ilişkileri belirleme yeterliğini (B3) diğer alt yeterlikleri gerçekleştirme durumuna göre daha yeterli düzeyde gerçekleştirdikleri gözlemlenmiştir. Problem durumunun sadeleştirilmesi yeterliğinin sergilenme derecesinin diğer yeterliklerin ortaya konulmasında önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer bir ifade ile bu yeterliğin sergilendiği etkinliklerde öğrenciler diğer modelleme yeterliklerini sergilemede zorlanmamışlardır. Bu alt yeterliğin ilk haftalardan itibaren öğrenciler tarafından grupça yapılan etkinliklerde tartışmalar sonucunda daha üst düzeyde sergilendiği görülmüştür. Bu alt yeterliğin ön klinik görüşmede yetersiz, ara klinik görüşmede kısmen yeterli düzeyde sergilendiği söylenebilir. Odak öğrencilerin son klinik görüşme olan Hava Durumu etkinliğinde *“Yaz tatilinde gidecekmiş, o yüzden zaten karda olmaz çok da soğuk olmaz o zaman hava. Aslında çok kötü değil Viyana şu an güzel, Londra’ya bakıyorum Londra’nın yağışı çok fazla”* problem durumunu sadeleştirme yeterliğine ait birden fazla alt yeterliği gerçekleştirdiği ve problem durumunda verilen anahtar değişkeni modelleme sürecinde oluşturduğu ifade edilebilir. Öğrencinin burada problem durumunu sadeleştirirken kendi temsil biçimlerine başvurduğu sonucuna ulaşılabilir. Ayrıca klinik görüşme olarak gerçekleştirilen etkinliklerdeki gerçek yaşam durumu ile modelleme etkinliği arasındaki değişkenleri ifade ederken ilgili değişkenler arasındaki ilişkileri matematiksel olarak ifade etmede ve ilişkilendirmede zorlandıkları sonucuna varılmıştır. Değişkenler arası ilişkilerin ortaya çıkmadığı durumlarda öğrencilerin sezgisel stratejiler kullanarak değişkenler arası ilişkileri belirlemeye çalıştıkları söylenebilir. Modelleme etkinliği bağlamının B3 alt yeterliğinin ortaya çıkmasında önemli bir değişken olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca ön klinik görüşmede öğrencilerin ilk defa modelleme etkinlikleri ile çalışmaları B3 alt yeterliğinde etkinlik süresince yetersiz düzeyde performans sergilemelerinin sebebi olarak düşünülebilir.

Etkinlikler süresince öğrenciler grup çalışmaları esnasında değişkenler arası ilişkileri belirlemeye çalışırken, grup üyeleri arasında zamanı etkili kullanma adına tartışmalar yaşanmıştır. Değişkenler arası ilişkileri belirlemeye çalışan öğrenciler tartışmalar biraz zaman alınca bu alt yeterliğe yönelik çalışmaktan vazgeçerek etkinliğin çözümüne devam

etmişlerdir. Modelleme etkinlikleri uygulama sürecinde daha çok zaman verilmesinin, öğrencilerin modelleme yeterliklerini daha üst düzeyde gerçekleştirmelerine olanak sağlayacağı düşünülmektedir. Gerçek yaşam durumu ile ilgili değişkenleri ilişkilendirmekte zorlanmayan öğrencilerin, matematiksel bağlamda bu değişkenleri ilişkilendirmekte başarılı olamadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin iki değişken arasındaki ilişkiyi belirlerken 3. değişkeni değerlendirmede zorluk yaşadığı gözlemlenmiştir. Ancak ikiden fazla değişkenin bir arada değerlendirilmesine olanak sağlayan son klinik görüşmede öğrencilerin B3 alt yeterliğine yönelik yeterli düzeyde performans sergilediği söylenebilir.

Sadeleştirme yeterliğine ait 4. alt yeterlik olan gerekli/gereksiz bilgiyi ayırarak mevcut bilgiye ulaşmada (B4) öğrencilerin genel olarak yeterli performans sergiledikleri görülmüştür. Grup çalışmalarından iki gün önce verilen ısıdırma çalışmalarında edindikleri bilgiler ışığında öğrencilerin, problem durumu için gerekli olmayan bilgilerin farkında oldukları ifade edilebilir. Problem durumunu anlama ve sadeleştirme yeterliği arasında gerçekleştirilme bağlamında bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Uygulama süresince anlama yeterliğini gerçekleştiren öğrencilerin sadeleştirme yeterliğinde de zorlanmadıkları bunun yanında sadeleştirme yeterliğinde kısmen yeterli ya da yetersiz olan öğrencilerin problem durumunu anlamada zorluk yaşadıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Ara klinik görüşme olan “Hangi Akülü Aracı Kiralacak?” modelleme etkinliğinde problem durumunun çözümüne yönelik verilerin tablo halinde sunulmasının öğrencilerin kullanışlı bilgiye daha kısa sürede ulaşmasına neden olduğu belirtilebilir. Etkinliklerin öğrencilere sunulmuş şeklinin bu alt yeterliğin oluşmasında önemli bir etken olduğu söylenebilir. Ayrıca bu yeterliğin gerçekleşme durumunun matematikselleştirme yeterliğine bağlı uygun matematiksel gösterimleri seçerek şekil, tablo ve grafiklerle ifade etme (C3) alt yeterliğinin gerçekleşme durumu ile ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.3. Problem durumunu matematikselleştirme yeterliği ile ilgili sonuçlar

Matematiksel modelleme yeterliklerinden problem durumunu matematikselleştirmeye ait üç alt yeterlik bulunmaktadır. Bu alt yeterliklerden ilki “problem durumunun çözümüne yönelik verileri matematiksel olarak ifade etme” (C1) alt yeterliğidir. Bu alt yeterliğe ilişkin öğrenci çalışmaları incelendiğinde yeterli ya da kısmen yeterli performans sergiledikleri ifade edilebilir. C1 alt yeterliğine yönelik öğrencilerin problem durumunda verilen nitel bilgiyi nicelleştirirken matematiksel ifadeler kullanma eğiliminde oldukları görülmüştür. Bu alt yeterliğe ait bulgular incelenirken problem

durumunu anlama yeterliğini yüksek düzeyde gerçekleştiren öğrencilerin C2 alt yeterliğini de aynı düzeyde gerçekleştirdiği belirlenmiştir. Ön klinik görüşme olan “Pikniğe Hangi Araçla Gitsek?” etkinliğinde öğrencilerin 1240 yolcuyu midibüsle götürmenin mümkün olmadığını bölme işleminin kalanlı çıktığını ve bu durumun olamayacağını belirttiği anlaşılmaktadır. Nicelleştirmenin yanında öğrencilerin verilen sayısal değerleri kendi ifadeleri ile niteledikleri de görülmüştür. Bu nitelemeyi yaparken “iyi, en iyi, uygun, mantıklı, güzel” gibi ifadeler kullanmışlardır. Bu durumda öğrencilerin kendi temsil ifadelerini doğru olarak kabul ettikleri sonucuna ulaşılabilir.

Öğrencilerin “en iyi” kavramını kullanarak niteleme ve 10 puan üzerinden sıralamayı oluşturdukları etkinliklerde nicelleştirme yaptığı ve problem durumunu matematiksel olarak ifade ettiği söylenebilir. Öğrencilerin bu karşılaştırmayı yaparken matematiksel olarak ifade ettiği durumlarda ulaştıkları matematiksel ilişkileri yazılı olarak ifade etmekte yetersiz kaldıkları gözlemlenmiştir. Bu durumun öğrencilerin daha önce bu tür etkinliklerle karşılaşmamaları sonucunda oluştuğu söylenebilir. Ancak çalışmanın ilerleyen haftalarında katılımcıların gerçek yaşam durumunu matematikselleştirmelerinin etkinlikler uygulandıkça bu yeterliği kazanmaları ile ilişkilendirilmektedir.

Gerçek yaşam durumunu anlama ve gerçeğe dayalı bir model oluşturmaya çalışan öğrenciler tartışmalar sonucunda çok zaman kaybetmiş ve diğer yeterliklerin zaman kaygısından dolayı gerçekleştiremedikleri söylenebilir. Modelleme etkinliklerinin gerçek durum içermesi ve karmaşık problemler olmasından dolayı, bu alt yeterliğin gerçekleşmesi için diğer problemlerin çözümünden daha fazla süreye ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır. Öğrencilerin problem durumuna çözüm getirmek amacıyla dereceli puanlama sistemi geliştirmeye çalıştıkları gözlemlenmiştir. Öğrenciler bu puanlama sistemini çözümlerine mantıklı bir açıklama getirmek için yaptıklarını belirtmişlerdir. Bu sistemlerin kullanılması durumu özellikle bu araştırmanın önemli bir bileşeni olan etkinlik sonrası sunumlarda gözlemlenmiştir.

Gruplarla yapılan 3. uygulama olan “Kim Koşsun?” etkinliğinde odak katılımcıların okulu temsil edecek sporcunun seçiminde “birinciliklerin” önemli olduğunu “zaman sıralamasının” önemli olmadığını belirterek durumu matematiksel olarak ifade ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Sınıf sunumlarında öğrencilerin birbirlerinden etkilendiği ve gerçekleşen tartışma ortamının öğrencilerin sosyomatematiksel normlarına katkıda bulunduğu söylenebilir. 7. haftada uygulanan “Çiftçi Hüseyin Amca” etkinliğinde, öğrencilerin arkadaşlarının sunumlarından etkilenerik, sunum yapan grubun ve kendi çözümlerin dışında problem durumuna farklı bir çözüm önerisi getirdikleri görülmüştür.

Etkinliklerin uygulandığı ilk haftalarda öğrenciler çözümlerini sunmak istememişlerdir. Ancak ilerleyen haftalarda öğrencilerin sunum yapma istekleri, öğrencilerin sosyal iletişim becerilerinin geliştiği sonucu ile açılanabilir.

Problem durumunu matematikselleştirmeye ait 2. alt yeterlik ilgili nicelikler arasında sadeleştirme yapmadır(C2). Öğrenci etkinliklerindeki modelleme süreçleri incelendiğinde ilk haftalarda gerçekleşmeyen bu alt yeterliğin ilerleyen haftalarda yeterli düzeyde gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Bu alt yeterliğe ait öğrenci çalışmaları değerlendirilirken problem durumunu anlama yeterliğini yüksek düzeyde gerçekleştiren öğrencilerin C2 alt yeterliğini de aynı düzeyde gerçekleştirdiği belirlenmiştir. “Kim Koşsun?” etkinliği çözümünde odak katılımcılar, ilgili nicelikler arasında sadeleştirme yaparak gerçek yaşam durumundan matematiksel model oluşturmaya yönelik çalışma yapmıştır. Problem durumunda verilen matematiksel ifadeler arasında sadeleştirme yapmak amacıyla katılımcıların problem durumunu dar bir çerçevede değerlendirdikleri gözlemlenmiştir. Bu durumun nicelikler arasında sadeleştirmenin yapılmasına engel olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İlgili nicelikler arasında sadeleşme yapma yeterliğine ait öğrenci performansları incelendiğinde öğrencilerin gerekçelendirilebilir kabullerde bulunmak yerine daha çok bazı sayıları tahmin ettikleri ve bu tahminler sonucunda işlemlerine devam ettikleri belirlenmiştir. Göçmen Kuşlar modelleme etkinliğinde öğrencilerin aralarında geçen diyalogdan sezgisel ön kabullerde bulunduğu ve öğrencilerin tahminler sonucu işlemlerine devam ettikleri söylenebilir. Bu bağlamda öğrencilerin genellikle durumu etkileyen değişkenlere sezgisel stratejilerle değer verdikleri görülmüştür. Bu nedenle matematiksel modele geçişte zorluk yaşadıkları gözlemlenmiştir.

Problem durumunu matematikselleştirmeye ait 3. alt yeterlik olan uygun matematiksel gösterimleri seçerek şekil, tablo ve grafiklerle ifade etme (C3) alt yeterliği ile ilgili çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin sorunun yapısına göre bu yeterliği gerçekleştirip gerçekleştirilmeme durumlarının olduğu gözlemlenmiştir. Ön klinik görüşmede uygulanan “Pikniğe Hangi Araçla Gitsek?” modelleme etkinliğinin yapısı C3 alt yeterliğini gerçekleştirmeye uygun olmasına rağmen yetersiz düzeyde gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Ancak çalışmanın ilerleyen sürecinde özellikle ara ve son klinik görüşmede, öğrencilerin modelleme etkinliğini gerçekleştirmeye yönelik yeterlikleri sergiledikleri ve problem durumunu uygun matematiksel gösterimlerle(C3) yansıttıkları gözlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin grup çalışmalarında kısmen yeterli ya da yetersiz düzeyde uygun matematiksel gösterimleri seçerek şekil, tablo ve grafiklerle ifade ettikleri

Ara klinik görüşmede öğrencilerin hangi akülü araçtan kaçar tane kiralanması gerektiğini tablo yardımı ile daha kolay çözeceğini belirterek bu alt yeterliğe ait yeterli performans sergilediği söylenebilir. Bu durum öğrencilerin problemin çözümüne yönelik şekil ve tablo oluşturmalarının çözüm için önemli bir faktör olduğunun ayırımına varmaları ile açıklanabilir. MOE'lerin uygulandığı dokuz haftalık süreçte öğrencilerin ilk haftalarda problemin çözümüne yönelik şekil, tablo ve grafiklerden yararlanma eğiliminde olmadıkları gözlemlenmiştir. Ancak etkinliklerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen öğrenci sunumlarında, problem durumunun çözümü için şekil, tablo ve grafik çiziminin “yararlı” olacağı öğrenciler tarafından ifade edilmiştir. Beşinci haftada uygulanan “Hangi Akülü Aracı Kiralasak?” etkinliğinde şekil, tablo ve grafik çiziminin çok gerekli olmadığı halde, öğrencilerin problem durumunu anladıktan hemen sonra sergiledikleri ve C3 alt yeterliğinin geliştiği sonucuna ulaşılabilir.

Matematiksel modelleme etkinlikleri doğası gereği farklı düşünme becerilerini içinde barındıran ve çözüme ulaşmak için tek bir yolun olmadığı hatta farklı çözümlerin doğru kabul edildiği uygulamalardır. Bu bağlamda öğrencilerin alışık oldukları rutin matematik problemlerini çözerken, uyguladıkları yaklaşımlar, tek bir sonuca ulaşmak için farklı olmayan çözüm yollarıdır. Şüphesiz öğrencilerin işlem becerisine dayalı matematiksel problemleri çözebilmeleri önemlidir. Maaß (2006) matematiksel yeterlik ile modelleme yeterlikleri arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu belirtmiştir. Matematiksel kapasitesi yüksek öğrencilerin modelleme yeterliklerinde de yüksek performans sergilediklerini belirtmiştir. Bu çalışmada ön klinik görüşmeden son klinik görüşmeye kadar dokuz hafta boyunca öğrencilerin modelleme süresince, alışkın oldukları rutin matematik problemlerinin çözümünden farklı çözüm yollarını içeren etkinlikler olması sebebiyle zorlandıklarını söylemek mümkündür.

246

öğrencilerin hem grup arkadaşlarına hem de grup çalışmalarına alışmaları sonucunda her üç odak öğrencinin de bu alt yeterliği sergilediği gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın bulguları incelendiğinde öğrencilerin çalışmanın ilk haftalarından itibaren grup içi tartışmalara katılmayarak yetersiz ya da kısmen yeterli performans sergilediği ancak modelleme etkinliklerinin uygulanma esaslarına alışmaları sonucunda ilerleyen haftalarda bu alt yeterliği kabul edilebilir düzeyde bir performansla sergiledikleri görülmüştür. Öğrenciler eğitim gördükleri doğal sınıf ortamında matematiksel çalışma yeterliğini kullanırken; çözüm süreci karmaşık olan matematiksel modelleme etkinliklerinde bu alt yeterliği gerçekleştirme adına sezgisel stratejiye dayalı performanslarını ilerleyen haftalarda gösterebilmişlerdir. Altıncı haftada uygulanan “Büyük Ayak” etkinliğinde öğrencilerin iki değişken arasında ilişki kurarak anahtar değişkene sezgisel stratejilere bağlı bir varsayım kurarak ulaşmaya çalıştıkları söylenebilir. Öğrenciler matematiksel model oluşturmaya yönelik çalıştıkları süreçte matematiksel açıklama getiremediği etkinlikler olmuştur. Bu etkinliklerdeki problem durumuna sezgisel yaklaşımla açıklama getirmeye çalışmışlardır. Bu durumun nedeni öğrencilerin ön öğrenmelerinde konu ile ilgili eksik bilgi olmamasına rağmen matematiksel kavramlarla ilişki kurmakta zorluk yaşamalarının sonucu olarak düşünülmektedir. İlk hafta uygulanan ön klinik görüşmede odak öğrencilerden biri otobüsün çok yolcu almasının kiralama için uygun bir ölçüt olacağını ve bu problemi çözmek için gerekli matematiksel ön bilgiye sahip olmasına karşılık problemin yapısından dolayı sezgisel bir strateji getirerek çözümüne devam etmiştir.

Matematiksel çalışma yeterliğine ait ikinci alt yeterlik problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgi kullanmadır (D2). Odak öğrencilerin bu alt yeterliği sergilerken zorlanmadıkları ve yeterli performans gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Modelleme etkinlikleri hazırlanma aşamasında İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı dikkate alınmış ve etkinlikler kazanımlar doğrultusunda oluşturulmuştur. Ancak bazı etkinliklerde öğrencilerin matematiksel ön bilgilerini kullanarak kazanımların ötesinde çıkarımlarda bulundukları gözlemlenmiştir. 6. haftada uygulanan “Büyük Ayak” probleminde İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında olmamasına rağmen öğrenciler aralarında tartışarak ondalık sayıları başarılı bir şekilde yuvarlayabilmişlerdir.

Altıncı haftada uygulanan “Büyük Ayak” probleminde öğrencilerin “6.5 diyelim biz buna ama yuvarladığımızda 7 oluyor.” ifadesinden gerekli matematiksel bilgiyi kullanarak problemin çözümüne yönelik modelleme sürecinde gerekli yeterliği sergilediği sonucuna ulaşılmıştır. Buna ek olarak 8. hafta etkinliği olan “Dubayı Nasıl Oluştursak?” modelleme etkinliğinde öğrenciler şekillerin kenar uzunluğu ile alanları arasında bir ilişkinin olduğunu

ve bu ilişkiyi gerekli matematiksel işlemler yaparak açıkladıkları gözlemlenmiştir. Bu duruma göre öğrencilerin programda yer almayan kazanımları günlük yaşam bağlamı ile ilişkilendirmesi sonucunda elde edebileceği sonucuna ulaşılabilir.

“Dubayı Nasıl Oluştursak?” modelleme etkinliğinde İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programında olmamasına rağmen öğrencilerin *“uzun kenar azalınca kısa kenar artınca, alan artıyor.”* sözleriyle alan ve çevre arasındaki ilişkiyi açıkladıkları görülmektedir. Bu durumun öğrencilerin matematiksel modelleme oluşturma sürecinde matematiksel bilgiyi kullanma yeterliklerinin problem durumunun bağlamı ile ilgili olduğunu ortaya çıkardığı düşünülebilir. Öğrencilerin yeterli performans sergileyemedikleri haftalarda matematiksel olmayan öznel temsiller kullanarak modellerini oluşturdukları sonucuna varılmıştır. Öğrenciler “Kim Koşsun?” modelleme etkinliğinde problem durumunun çözümüne yönelik saat ve dakika ile ilgili kavramları nasıl kullanacakları konusunda tereddüt yaşadığı durumlarda, çözümü daha basit hale getirerek aday sporcular arasında karşılaştırma yapabilecekleri şekilde çözüm sürecini kontrol etmişlerdir. Bu durumun, öğrencilerin matematiksel bilgilerinin yetersiz olduğu durumlarda oluştuğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.5. Yorumlama yeterliği ile ilgili sonuçlar

Matematiksel sonuçları gerçek yaşam durumu içerisinde yorumlama yeterliğine ait üç alt yeterlik modelleme süreci içerisinde değerlendirilmiştir. Bu alt yeterliklerden ilki matematiksel sonuçları gerçek yaşam bağlamında ilişkilendirerek yorumlamadır(E1). Her üç odak öğrenci E1 alt yeterliğini genel olarak kısmen yeterli ve yetersiz düzeyde sergilemişlerdir. Ancak uygulanan bazı modelleme etkinliklerinde bu alt yeterliği uygun düzeyde performans olarak sergiledikleri gözlemlenmiştir. İlk haftalarda uygulanan modelleme etkinliklerinde öğrencilerin bu alt yeterliği, yetersiz ya da kısmen yeterli düzeyde sergiledikleri görülürken ilerleyen haftalarda bu durum yeterli düzeyde gözlemlenmiştir. Bu farklılığın nedeni öğrencilerin okullarında çözdükleri rutin matematik problemlerinin ve çoktan seçmeli soruların aksine modelleme etkinliklerinde cevapların farklı yollardan bulunabileceği ve sonucun farklılık gösterebileceği durumunu kavramaları ile açıklanabilir. Ayrıca modelleme sürecinin sonlarına doğru etkinliklerin alışık oldukları sorulardan daha uzun sürmesi sebebiyle öğrencilerin motivasyonunda düşüşlerin olduğu ve etkinliklerin sonuna doğru öğrencilerin zamanın yetişmemesiyle ilgili kaygı duymalarının bu alt yeterliğin gerçekleşmeme nedenleri arasında olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin etkinlikler sonrasında sınıflarında yapılan sunumlarda etkileşim içinde

olmaları teşvik edilmiştir. Öğrencilerin diğer grupların sunularından etkilenmelerinin, matematiksel sonuçları gerçek yaşam durumu içerisinde yorumlama yeterliğine katkısı olduğu söylenebilir. İkinci haftada uygulanan “Kermes” etkinliğinde öğrencilerin matematiksel sonuçları gerçek yaşam bağlamında ilişkilendirerek yorumlama yeterliğinde uygun olmayan açıklamalarla yetersiz performans sergilediği gözlemlenmiştir. Bu durum öğrencilerin problemi bir an önce çözmek istemelerinden ve etkinlikte bulunan veri setinin doğal öğrenme ortamlarında çözdükleri sorulardan çok daha fazla bilgi içeriğine sahip olması ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca öğrenci sunularında belirtilen ve etkinlikler süresince gözlemlenen grup içinde iş birliği yapılması elde edilen sonucun gerçek yaşam durumu bağlamında farklı yaklaşımlarla yorumlanmasına neden olmuştur. Yine “Kermes” etkinliğinde grup içi tartışmalarda bir öğrenci 200-300 kişinin kermese katılacağını belirtirken diğer öğrenci 2000 kişinin kermese katılacağını söylemiştir. Bu durumun öğrencilerin matematiksel sonuçların gerçek yaşam bağlamında değerlendirme yeterliğinin farklılığından kaynaklandığı söylenebilir.

Modelleme etkinliğinin öğrenme alanı ile ilişkisi, bağlamı ve uygulanabilirlik düzeyi bu alt yeterliğin gerçekleşme düzeyinin belirleyicisi olarak öğrencilerin çalışmalarına yansımıştır. Elde edilen sonuçlar öğrencilerin günlük yaşamda karşılaşma durumlarına ya da problem durumuyla öğrencilerin ilgi alanlarının benzerlikler göstermesine göre gerçek yaşam durumu ile ilişkilendirildiği düşünülmektedir.

7. haftada uygulanan “Çiftçi Hüseyin Amca” etkinliğinde bir odak katılımcının matematiksel sonuçları gerçek yaşam bağlamında ilişkilendirerek yorumlama yeterliğinde sergilediği performansın kısmen yeterli düzeyde olduğu söylenebilir. Bu öğrencinin babası ile marketten aldığı domateslerin sayısının fazla olmasından ziyade kızarıklığının diğer bir ifadeyle niteliğinin önemli olduğunu belirtmektedir. Bu sonuçlar modelleme etkinliğinde elde edilen bulguların gerçek yaşam durumu ile ilişkilendirilmesinin, modelleme etkinliği bağlamının öğrencilerin günlük yaşamda karşılarına çıkma durumu ile ilgili olduğu düşüncesini desteklemektedir.

Matematiksel sonuçları gerçek yaşam durumu içerisinde yorumlama yeterliğine ait 2. alt yeterlik özel bir durum için geliştirilen çözümleri genellemedir(E2). Öğrencilerin çalışmaları ve sunularına ait dokümanlar incelendiğinde E2 alt yeterliğinin ya kısmen yetersiz düzeyde sergilendiği ya da hiç sergilenemediği gözlemlenmiştir. Bu alt yeterliğin gerçekleşme durumunun, modelleme yeterliklerine ait diğer alt yeterliklerin (E1, E3, E4) geliştirilebilmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Özellikle aynı yeterlik altında

gruplandırılan matematiksel sonuçları gerçek yaşam bağlamında ilişkilendirerek yorumlama (E1) alt yeterliği ile güçlü bağlantısının olduğu sonucuna varılabilir.

9. haftada uygulanan ve son klinik görüşme olan “Hava Durumu” etkinliğinde öğrencilerin tatile gitme kriterlerini yaşamın farklı bir alanına genellemesi istendiğinde, *“Öğretmenim ben Konya Stadında görmüştüm, dünyanın en iyi 5. stadı diyor, o stadı dünyadaki bütün statlarla karşılaştırmışlar.”* ve *“Oraları bilmiyorum ama büyük ihtimal çok kuru olup olmadığı, iyi sulanmış, iyi biçilmiş olabilir. (Ayhan sahanın zemininden bahsediyor.) En iyi takım olabilir öğretmenim. Biz sınav yapıyoruz, sınav oluyor Türkiye genelinde bana bir kere Türkiye 1. diye geldi.”* ifadelerinden yetersiz düzeyde bir ilişkilendirme yaparak bu alt yeterliği gerçekleştiremediği söylenebilir. Bu durumun yorumlama yeterliğinin üst bilişsel becerilerin kullanılması ile oluşturulabileceği ve öğrencilerin bu beceriyi sergilemekte zorlandıkları sonucu ile açıklanabilir. Öğrencilerin yetersiz performans sergiledikleri haftalarda sistematik olmayan önerilerle çözüme ulaştıkları ve uygulanabilir bir model geliştiremedikleri gözlemlenmiştir. Bu bağlamda model oluşturma yeterliğinin ulaşılan sonucun genellenebilmesi ile ilgili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Matematiksel sonuçları gerçek yaşam durum içerisinde yorumlama yeterliğine ait üçüncü alt yeterliği olan uygun matematiksel dil kullanılarak problemin çözümünü irdeleme ve/veya çözümler hakkında iletişim kurmaya (E3) ait bulgular incelendiğinde öğrencilerin bu alt yeterliği modelleme etkinliğinin çözümü için gerekli kontrolleri yapmadan yetersiz düzeyde gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu durumun sebebi, öğrencilerin doğal öğrenme ortamında çözdükleri çoktan seçmeli uygulamaların, bir doğru cevabının olması olarak düşünülebilir. Ayrıca öğrencilerin bulmuş olduğu çözümlere eleştirel kontroller yapmamaları ve buldukları cevabı doğru kabul etmeleri de bu durumun farklı bir sebebi olabilir. Öğrencilerin ilk haftalarda ulaştıkları sonucu sorgulamadan doğru olarak kabul etmeleri, bu alt yeterliğin sergilenebilmesi için daha uzun süreli çalışmaların yapılması gerektiğini düşündürmektedir.

5.1.6. Doğrulama yeterliği ile ilgili sonuçlar

Ulaşılan sonucun geçerliğini doğrulama yeterliğine ait dört alt yeterlik modelleme süreci içerisinde incelenmiştir. Bu alt yeterliklerden ilki bulduğu çözümler üzerine eleştirel paradigmayla kontroller yapma (F1) alt yeterliğidir. Her üç odak öğrenci F1 alt yeterliğinde genel olarak kısmen yeterli ve yetersiz düzeyde performans sergilemişlerdir. Öğrencilerin bu alt yeterlik performansında sistematik bir model ortaya koyamadıkları ve

bulunan çözümün doğruluğunu kontrol etmeden doğru olarak kabul ettikleri düşünülmektedir. 6. haftada uygulanan “Büyük Ayak” etkinliğinde öğrencilerin boy uzunluğunun kilo ile orantılı olması gerektiğini düşündüğü ve F1 alt yeterliğine yönelik kısmen yeterli bir performans sergilendiği görülmektedir.

Ulaşılan sonucun geçerliğini doğrulama yeterliğine ait 2. alt yeterlik çözümler durum ile tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme süreci üzerinden tekrar geçme (F2) alt yeterliğidir. Öğrencilerin çalışmaları incelendiğinde bu alt yeterliğin istenilen düzeyde gerçekleşmediği ifade edilebilir. Bu alt yeterliğin de yorumlama yeterliklerine ait alt yeterlikler gibi üst bilişsel süreçlerle ilgili olduğu ve bu nedenle yeterli düzeyde sergilenemediği sonucuna ulaşılabilir. Ancak 7. haftada uygulanan “Çiftçi Hüseyin Amca” etkinliğinde öğrencilerin problem durumunda verilen gerekli değişkenleri inceleyerek zeytin ağaçları arasındaki mesafeyi arttırmaları gerektiğini ifade ettiği görülmektedir. Öğrencilerin bu yeterliği kısmen de olsa göstermesinin nedeni; çözüm sürecini sorgulaması ve problem durumunu gerçek yaşam bağlamında değerlendirmesi olarak düşünülebilir.

Ulaşılan sonucun geçerliğini doğrulama yeterliğine ait 3. alt yeterlik olası çözüm yollarını düşünme veya farklı bir şekilde gelişip/gelişmeyen sonucun üzerine düşünmedir (F3). Odak öğrencilerin çalışmaları incelendiğinde bu alt yeterliğin istenilen düzeyde gerçekleşmediği ifade edilebilir. Ancak bir odak öğrencinin F3 alt yeterliğini kısmen yeterli düzeyde gerçekleştirdiği söylenebilir.

Son klinik görüşmede uygulanan “Hava Durumu” etkinliğinde bu öğrencinin problemin çözümüne yönelik geliştirdiği dereceli puanlama sistemi kullanırken mantıksal bir hata yaptığını ve hatasını düzelterek olası çözüm yollarını düşünme veya farklı bir şekilde gelişip/gelişmeyen sonucun üzerine düşünme alt yeterliğine yönelik kısmen yeterli bir performans sergilediği düşünülebilir.

Ulaşılan sonucun geçerliğini doğrulama yeterliğine ait 4. alt yeterlik genel olarak modeli değerlendirme/sorgulamadır(F4). Odak öğrencilerin çalışmaları incelendiğinde bu alt yeterliğin istenilen düzeyde gerçekleşmediği ifade edilebilir. Ancak bir odak öğrencinin F4 alt yeterliğini kısmen yeterli düzeyde gerçekleştirdiği ifade edilebilir.

Ara klinik görüşmede uygulanan “Hangi Akülü Aracı Kiralasak?” etkinliğinde bu öğrencinin elde edilen sonuçlar bağlamında kurduğu modelini genel olarak sorguladığı görülmüştür. Bu öğrenci uygulama esnasında arkadaşlarının daha uygun sonuç bulabileceğini belirterek kaygısını belirtmiştir. Ayrıca öğrencilerin modelleme sürecinin sonuna doğru, sürenin yetişmeyeceğini belirtmesi ve bulduğu sonucun doğruluğunu

sübjektif kriterlere göre değerlendirmesi F4 alt yeterliğini kısmen yeterli düzeyde gerçekleştirdiği şeklinde yorumlanabilir. Katılımcılara uygun zaman verilerek yapılan çalışmaların modelleme yeterliği bağlamında daha olumlu sonuçlar doğuracağı düşünülmektedir

5.2. Tartışma

Bu bölümde araştırmada ulaşılan sonuçlar doğrultusunda; alan yazında bulunan modelleme yeterliklerinin belirlenmesine ve değerlendirilmesine yönelik çalışmaların yanında bu araştırmanın bulguları değerlendirilerek tartışılmıştır.

5.2.1. Anlamaya yeterliğine ait tartışma

Modelleme sürecinin başlangıcı ve ilk yeterliği olan anlama yeterliğine ait öğrenci çalışmaları incelendiğinde bu yeterliğin ilk haftalarda yetersiz ya da kısmen yeterli düzeyde gerçekleştiği, ilerleyen haftalarda yeterlik düzeyinin geliştiği söylenebilir. Alan yazında bu alt yeterliğin deneyimler sonucunda gelişim gösterdiğine dair benzer sonuçlara ulaşmak mümkündür (Bukova-Güzel, 2011; Aydın-Güç, 2015). Bu yeterliğe bağlı problemde verilenleri istenenleri ifade etme (A1) alt yeterliğine ait öğrenci çalışmaları incelendiğinde yetersiz ya da kısmen yeterli performans sergilenen haftalarda öğrencilerin okuma ve anlama ile ilgili zorluklar yaşadıkları görülmüştür. Modern çağımızın en temel becerilerinden olan okuma, matematiksel modelleme etkinliklerinde de süreci yönlendiren ve anlama becerisi ile modelleme yeterliklerinin ön şartlarından biridir. Maaß, 2006; Aydın-Güç, (2015); Şahin (2019), de araştırmalarında benzer şekilde öğrencilerin problem durumu ile ilgili okuduklarını anlamadıklarında verilen durumu da anlayamadıklarını dolayısıyla modelleme sürecinde zorluk yaşadıklarını belirtmektedir.

Anlama yeterliğine bağlı problem durumunun temsili çizme (A2) alt yeterliğinde ilk haftalarda yetersiz oldukları fakat ilerleyen haftalarda özellikle grup etkinliklerinde kısmen yeterli performans sergiledikleri gözlenmiştir. Grup içinde yapılan tartışmalar sonucunda bu alt yeterliğin yüksek düzeyde olmasa da görüldüğü ve grupla yapılan çalışmaların tartışma ortamında olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu durum Maaß'ın (2007) çalışmasında grup içi tartışmaların modelleme yeterliklerini ortaya koymakta etkili olduğu görüşüyle örtüşmektedir. Ayrıca Tekin-Dede (2015) öğrencilerin ilgilerini çekecek ve kendi yaşamlarında deneyimleyebilecekleri durumları içeren bağlamların seçilmesinin modelleme yeterliklerinin ortaya çıkması açısından önemli olduğunu vurgulamıştır.

Araştırma süresince uygulanan etkinliklerin öğrencilerin günlük yaşamda karşılaşıp deneyimledikleri alanlardan oluşturulmasına önem verilmiştir.

İlerleyen haftalarda uygulanmasına rağmen Büyük Ayak ve Çiftçi Hüseyin Amca etkinliklerinde öğrencilerin problem durumunun temsilini çizmede zorlandıkları ve bu durumun problem durumunun bağlamı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Anlama yeterliğine bağlı problemi ön bilgileri ile ilişkilendirme (A3) alt yeterliği öğrencilerle gerçekleştirilen klinik görüşmelerde kısmen yeterli düzeyde görülmesine karşın grup çalışmalarında yeterli düzeyde gözlenmiştir. Bu durumun sebebinin grup çalışmaları ile yapılan “Kermes” ve Beyşehir Gölü’nde geçen “Göçmen Kuşlar” etkinliklerinin bağlamının A3 alt yeterliğini gerçekleştirmeye daha uygun olması olarak düşünülebilir. Çalışmanın bu sonucunu doğrular nitelikte olan alan yazındaki çalışmalar da (Galbraith ve Stillman 2001; Ji, 2012; Türker, Sağlam ve Umay, 2010) verilen modelleme durumlarının öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri üzerinde etkili olduğunu ifade etmektedir. Çalışma sonuçlarına göre etkinliğe katılan öğrencilerin problem durumunu ön bilgileri ile ilişkilendirme adına gerçek yaşam durumundan uzaklaştığı görülmüştür. Öğrencilerin geçen yıllarda düzenlenen kermes etkinliğine katılıp bu yıl da aynı içerikte düzenlenecek olan etkinliğin problem durumunu anlamaları daha kolay olmuştur. Bundan farklı olarak zeytin ağaçlarının taç yapraklarının ne kadar uzayacağını bilememeleri problemi ön bilgileri ile ilişkilendirmekte zorluk yaşadıklarını göstermektedir. Modelleme etkinliği bağlamının model oluşturmada önemli bir etmen olduğunu belirten birçok çalışma mevcuttur (Maaß, 2007; Blum, 2015; Ng, 2018; Tekin-Dede, 2015).

Anlama yeterliğine bağlı problemi gerçek yaşam ile ilişkilendirme (A4) alt yeterliğinin, çalışmanın ilk haftalarında farklı bağlamlarda oluşturulduğu görülmüştür. Ancak etkinlik sonunda yapılan çözüme dair sunularda öğrencilerin farklı çözüm önerilerini görmeleriyle problem durumunu gerçek yaşamla ilişkilendirme düzeylerinin arttığı görülmüştür. Leiss vd. (2010), çalışmalarında öğrencilerin gerçekleştirdiği modelleme yeterliklerinin ilk haftalara göre ilerleyen haftalarda daha yeterli olduğunu ve modelleme sürecinin uygulandıkça gelişeceğini belirtmişlerdir. Odak katılımcılar özellikle son klinik görüşme olan “Hava Durumu” etkinliğinde bu yeterliği uygun düzeyde gerçekleştirmişlerdir.

5.2.2. Sadeleştirme yeterliğine ait tartışma

Matematiksel modelleme yeterliklerinden problem durumunu sadeleştirme-yalınlaştırma yeterliğine ait problem durumu için varsayımlarda bulunma, durumu

sadeleştirme (B1) alt yeterliğine ilişkin öğrencilerin etkinlik süresince yaptığı çalışmalar incelendiğinde ilk haftalarda yeterli performans sergileyemedikleri söylenebilir. İlk haftalarda yetersiz olan bu alt yeterliğin 6. haftada uygulanan “Büyük Ayak” ve 9. haftada uygulanan “Hava Durumu” etkinliklerinde yeterli düzeyde sergilendiği görülmüştür. Öğrencilerin Hava Durumu etkinliğinde yaz tatili için 30 derecenin üzerindeki gün sayılarını ve soğuk gün değerlendirmesi için 15 derecenin altındaki gün sayılarını dikkate almaları sadeleştirme adına varsayımlardır. Alan yazın incelendiğinde modelleme döngüsünün anlama ile ilişkilendirilen varsayımda bulunma ve sadeleştirme yeterliğinin farklı çalışmalarda da (Blum, 2015; Chan vd., 2012; Maaß, 2007; Sekerak, 2010) katılımcılar tarafından sergilenmediği ifade edilmiştir. Modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi için uzun süreli çalışmaların yapılmasının olumlu sonuç doğuracağı belirtilmiştir (Biccard, 2010; Blomhoj ve Jensen, 2003; Blomhoj ve Jensen, 2007; Blum, 2015; Chan vd., 2012). Bu araştırmanın sonuçlarından biri olan modelleme yeterliklerinin öğrencilere kazandırılması için uzun süreli çalışmaların yapılması gerekliliği alan yazındaki bazı çalışmalarla örtüşmektedir. Öğrencilerin problem durumuna yönelik varsayımlarda bulunmaları sürecinde özellikle kendi yaşam deneyimlerini kullandıkları görülmüştür. Biccard ve Wessels (2011)’in çalışmasında bu durum gerçek yaşam probleminin sadeleştirilmesi sürecinde problem durumunu anlamamanın, öğrencinin deneyimleri ve problemin bağlamıyla ilişkili olacağı şeklinde belirtilmiştir.

Durumu etkileyen nicelikleri belirleme, isimlendirme ve anahtar değişkenleri belirlemeye (B2) yönelik öğrencilerin sergiledikleri yeterlikler incelediğinde modelleme etkinliğinin bağlamının bu yeterliğin gelişmesinde önemli rol aldığı söylenebilir. Aydın-Güç’ün (2015) çalışmasında bu alt yeterliği kısmen yeterli düzeyde sergilenmesinin nedeni etkinliğin bağlamının iyi yorumlanamaması olarak düşünülür. Öğrencilerin problem durumunu etkileyen nicelikleri belirlemelerine rağmen bu nicelikleri isimlendiremedikleri ya da isimlendirirken hatalar yaptıkları; problem durumunun çözümüne yönelik önemli bir ayrıntı olan anahtar değişkenleri seçmekte ve belirlemekte zorlandıkları belirlenmiştir. Ayrıca belirledikleri anahtar değişkenin önemli olduğunu belirttikleri ancak bu durumu çözümlerine yansıtamadıkları görülmüştür. Öğrencilerin yetersiz performans sergiledikleri haftalarda anahtar değişkenleri diğer değişkenlerden ayıramadıkları anlaşılmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin bağlamla ilgili bilgi ve deneyimleri, değişkenlere fazla yoğunlaşmaları ve okuduğunu anlamamanın neden olduğu sonucuyla benzerlikler gösterdiği söylenebilir. Öğrencilerin okuduğunu anlamada yaşadığı sorunlar ve okuma becerisindeki yetersizliklerin anahtar değişkenleri belirlemede ve diğer değişkenlerle

anahtar değişkenleri ayırmada belirleyici olduğu söylenbilir. Maaş (2007) da öğrencilerin yazılanları anlamadıklarında verilen problem durumunu da anlayamadıklarını ve bu durumun model oluşturmada zorluk yaşamalarına sebep olduğunu belirtmektedir.

Sadeleştirme yeterliğine ait 3. alt yeterlik olan değişkenler arasındaki ilişkileri belirleme yeterliğini (B3) ğrencilerin diğer alt yeterlikleri gerçekleştirme durumuna göre daha yeterli düzeyde gerçekleştirdikleri gözlemlenmiştir. Öğrencilerin problem durumuyla ilgili değişkenler arası ilişkileri belirledikleri ve bunları uygun bir şekilde ifade ettikleri fakat matematiksel bağlamda ilişki kurmakta zorlandıkları ifade edilebilir. Bu çalışmanın n klinik görüşmelerinde yetersiz, ara klinik görüşmede kısmen yeterli düzeyde performansın sergilendiği B3 alt yeterliğine ilişkin Aydın-G (2015)'n çalışmasında matematik ğretmen adaylarının çalışmanın ilerleyen sürecinde modelleme yeterliklerini uygulamada daha yeterli oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmacı bu durumu etkinlik yapısının bu alt yeterliğin ortaya çıkmasında etkili olduğu sonucu ile açıklamaktadır. Ancak ikiden fazla değişkenin bir arada değerlendirilmesine olanak sağlayan son klinik görüşmede odak ğrencilerin B3 alt yeterliğine yönelik olumlu performans sergilediği söylenbilir. Benzer şekilde Leong ve Tan'ın (2015) alışmasında değişkenlerin niceliklerini ilişkilendirmekte zorluk yaşayan öğrenciler, ilişkilendirdikleri iki niceliğe ait değişken üzerinde çalışmış ve bu bağlamda bir model ortaya koymaya çalışmışlardır. Katılımcıların ele aldığı üç değişkeni birlikte ilişkilendirmekte zorlandıkları grlmştir. Bu araştırmada öğrencilerin iki değişken arasındaki ilişkiyi belirlerken 3. değişkeni değerlendirmede zorluk yaşadığı gözlemlenmiştir. Öğrencilerin yetersiz olduğu haftalarda, ilgili değişkenleri ilişkilendirerek problem durumunun çözümüne yönelik bir model ortaya koyamadıkları bunun yerine buluşsal stratejiler aracılığıyla sistematik olmayan öneriler getirerek çözümlerine devam ettikleri grlmştir. Araştırmanın bu sonucuna benzer olarak Tekin-Dede (2015), ğrencilerin problem durumu ile ilgili değişkenler arasında sistematik olmayan bir ilişkilendirme yaparak problem durumuna çözüm getirmeye çalıştıkları sonucuna ulaşmıştır.

5.2.3. Matematikselleştirme yeterliğine ait tartışma

Matematikselleştirme yeterliğine ait problem durumunun çözümüne yönelik verileri matematiksel olarak ifade etme (C1) alt yeterliğini gerçekleştirme aşamasında öğrenciler nitel veriyi nicelleştirerek problem durumunu çözmeye çalışmışlardır. English (2007) alışmasında bu yaş grubunda bulunan öğrencilerin nitel veriyi nicelleştirebildiğini vurgulamıştır. Bu çalışmanın uygulama aşamasında etkinliklerin bağlamının, etkinliğin

grup çalışması ya da klinik görüşme olarak yapılmasının ve öğrencilerin önceki deneyimlerinin model geliştirme süreçlerine etkisi olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda buluşsal stratejilerle ya da sistematik olmayan yollarla matematiksel model geliştirmeye çalıştıkları söylenebilir. Bu çalışmaya benzer olarak Tekin-Dede (2015) çalışmasında katılımcıların problemde verilerin nicelikleri rastlantısal olarak problem bağlamına uygun olmayan modeller geliştirdiğini belirtmiştir. Modelleme etkinliğinin hemen sonrasında gerçekleştirilen sunumlar çalışmanın en önemli aşamalarından biridir. Sunum süreci boyunca öğrenciler birbirleri ile etkileşim halinde bulunmuşlardır. Bu etkileşimin yüksek düzeyde olduğu haftalarda öğrencilerin motivasyonlarının ve katılımlarının daha yüksek bir düzeyde olduğu gözlemlenmiştir. Zubi, Peled ve Yarden (2018) sınıf sunumlarının önemli olduğunu ve etkinlikler süresince öğrencilerin arkadaşlarından farklı bilgiler öğrendiğini belirtmiştir. Sınıftaki etkileşimin yüksek düzeyde olduğu grup sunumlarının öğrencilerin gelişiminde önemli bir unsur olduğu gözlemlenmiştir. Alan yazın incelendiğinde birçok çalışma öğrencilerin sosyal etkileşim düzeylerinin modelleme sürecinde önemli olduğunu vurgulamıştır. Modelleme etkinliklerinin bilişsel düşünme becerilerinin yanı sıra birçok becerinin gelişmesine yol açtığı, modellemeye yönelik olumlu tutum ve inanç geliştirmelerini sağladığı belirtilmiştir. (Lesh ve Doerr, 2003a; Biccadd, 2010; Biccadd ve Wessels, 2011; Doer ve English, 2003; English, 2006; English ve Watters, 2004; Maaß, 2007; Watters, English ve Mahoney, 2004; Zubi, Peled ve Yarden, 2018). Bu araştırmanın sonuçlarından biri de; öğrencilerin doğal öğrenme ortamlarında genellikle kullanılmayan grup çalışmalarının öğrencilerin öğrenmelerine olan katkısıdır. Özellikle gerçek yaşam durumunda karşılarına çıkabilecek problem durumlarının çözümüne yönelik grup çalışmalarında klinik görüşmelere göre daha fazla öneri sunulmuştur. Öğrencilerin grup etkileşimi içerisinde modelleme yeterliklerini gerçekleştirmede daha başarılı oldukları söylenebilir.

Matematikselleştirme yeterliğine bağlı 2. alt yeterlik, ilgili nicelikler arasında sadeleştirme yapma (C2) yeterliğidir. Bu alt yeterliğe ait öğrenci çalışmaları incelenirken problem durumunu anlama yeterliğini yüksek düzeyde gerçekleştiren öğrencilerin C2 alt yeterliğini de aynı düzeyde gerçekleştirdiği belirlenmiştir. Benzer şekilde Çakmak-Gürel (2018) çalışmasında basitleştirme ve yapılandırma yeterliği kapsamında B4 alt yeterliğini gerçekleştiren öğretmen adaylarından bir değer belirleyerek tahminde bulunan öğretmen adaylarının, matematikselleştirme yeterliğine sahip olmadığını belirlemiştir. Bu durumun aksine, basitleştirme ve yapılandırma yeterliği kapsamında B4 alt yeterliğini gerçekleştiren

öğretmen adaylarından bir değişken belirleyerek tahminde bulunan öğretmen adaylarının tamamının, matematikselleştirme yeterliğini gerçekleştirdiğini belirtmiştir.

Rutin problem çözme sürecinden farklı olarak öğrencilerin etkinlikler süresince geliştirdikleri modeller çeşitli matematikselleştirme süreçleri hakkında önemli anlayışlar sunmaktadır (English, 2006). Bu süreçler farklı matematik becerilerinin geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Matematiksel modelleme süreçlerine benzer süreçlerin diğer derslerin farklı öğrenme alanları ile ilişkilendirilerek işe koşulmasının öğrencilerin üst bilişsel düşünme becerilerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada da Kermes ve Büyük Ayak etkinliklerinde öğrencilere hazır veri seti verilmemiş öğrencilerin kendilerinin oluşturması istenmiştir. Bu süreçte öğrencilerin tahmin ve değerlendirme gibi üst bilişsel düşünme süreçlerini işe koştukları belirlenmiştir. Veri setinin oluşturulması ve yorumlanmasının modelleme sürecinde ve modelin matematikselleştirilmesi aşamasında önemli bir etken olduğunu vurgulayan çalışmalar mevcuttur (Doerr ve English, 2003; English, 2006a; English, 2006b; English ve Watters, 2004).

Matematikselleştirme yeterliğine bağlı 3. alt yeterlik olan uygun matematiksel gösterimleri seçerek şekil, tablo ve grafiklerle ifade etme (C3) alt yeterliğinin modelleme etkinliğinin bağlamına göre performans olarak sergilenme düzeyleri değişiklik göstermiştir. Alanda yapılan birçok çalışmada, modelleme etkinliklerinin gerçek yaşam durumunu içermesi ve rutin matematik problemlerinin aksine karmaşık problemler olmasından dolayı, etkinlikleri tamamlamak için diğer problemlerin çözümünden daha fazla süreye ihtiyaç duyulduğu vurgulanmıştır. (Biccard ve Wessels, 2011; Blomhaj ve Jensen, 2003; Chan ve diğerleri, 2012; Haines ve Crouch, 2007; Maaß, 2007;). Bu çalışmada öğrencilerin özellikle etkinliklerin ilk 30 dakikasından sonra zamanın yetmeyeceğine ilişkin kaygılarının olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda öğrenciler problem durumunun çözümüne yönelik ya yetersiz ya da kısmen yeterli düzeyde performans sergilediği haftalarda durumu temsil edecek şekil, tablo ve grafik çizmenin gereksiz olduğunu düşündükleri sonucuna varılmıştır. Ancak Büyük Ayak etkinliğinde öğrencilerin çizdikleri tablodan faydalanmaları ve çözüme yönelik tablo üzerinde işlem yapmaları bu durumun değişmesine yol açmıştır. Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanmasının zaman esasına göre değil yeterlik bağlamında değerlendirilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir. Biccard (2010) öğrencilerin hangi değişkenin değerli olduğuna karar vermek için değişkenler üzerinde uzun süre tartıştıklarını, model oluşturmak ve modelle matematiksel olarak çalışmak için öğrencilere yeterli zaman verildiğinde bunlara ait yeterlikleri daha iyi ortaya koyabileceklerini belirtmiştir. Ayrıca ilgili çalışmada

öğrencilerin modellerini temsil etmeleri, temsillerini sunmaları ve yazılı dokümanların tamamlanması için oldukça uzun bir zaman dilimine ihtiyaç duyduklarını vurgulamıştır.

5.2.4. Matematiksel çalışma yeterliğine ait tartışma

Matematiksel çalışma yeterliğine ait iki alt yeterlikten biri olan problemin çözümü için gerekli özümsemeyi yaparak, çözüme yönelik sezgisel stratejiler kullanma (D1) alt yeterliğine ait öğrenci çalışmaları gözlemlendiğinde, model oluşturma sürecinde öğrencilerin sorunun bağlamına uygun sezgisel stratejilerle problem durumuna çözüm getirdikleri gözlemlenmiştir. Çalışma süresince öğrencilerin zorlandıkları durumlardan biri de matematiksel modeli kurma yeterliğidir. Öğrencilerin bu zorluk durumunun üstesinden gelmek için sezgisel stratejileri kullanmanın yanında deneme yanılma ve değer verme gibi işlemsel becerileri sergiledikleri gözlemlenmiştir. English ve Watters (2004) çalışmalarında öğrencilerin verileri sezgisel olarak karşılaştırabildiklerini belirtirken, Doerr ve English (2003) öğrencilerin matematiksel işlem yaparak çalışmakta zorlandıkları durumlarda kendi bilişsel durumlarına göre düzenledikleri yöntemleri kullanarak model oluşturdıklarını ifade etmiştir. Bu duruma benzer olarak öğrencilerin çalışmalarında yeterli matematiksel bilgiye sahip olmalarına rağmen matematiksel çalışma yeterliğinde kavramsal bilgilerini oluşturup açıklamak yerine bir an önce sonuca ulaşmak için gerekli işlemleri yaptıkları belirlenmiştir. Çalışmanın ilk haftalarına göre ilerleyen haftalarda öğrencilerin bu yeterliği daha kabul edilebilir düzeylerde gerçekleştirdiği ve bu durumun modelleme deneyimleri arttıkça öğrencilerin yeterlikleri daha üst düzeyde gerçekleştirebileceği şeklinde açıklanabilir. Benzer olarak Aydın-Güç (2015) bu alt-yeterliğin arzulanan seviyede olmasa da matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının D1 alt yeterliğinin gelişiminde arzulanan seviyede olmasa da etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Matematiksel çalışma yeterliğine ait diğer alt yeterlik ise problemin çözümüne yönelik matematiksel bilgi kullanmadır(D2). Bu alt yeterlikle ilgili öğrenci çalışmaları incelendiğinde modelleme etkinliklerinin rutin matematik problemlerinin aksine karmaşık yapısını öğrenciler basit matematiksel işlemler yaparak çözmeye çalışmışlardır. Bu çalışmada öğrenciler hazırlanan modelleme etkinliklerinin tümünü çözebilecek ön bilgiye sahipken basit matematiksel bilgiyi kullanarak çözümlerine devam etmişlerdir. Alan yazında benzer sonuçların elde edildiği farklı çalışmalar bulunmaktadır. (Tekin-Dede, 2015; Aydın-Güç, 2015; Şen Zeytun, 2013; Biccadd, 2010; Biccadd ve Wessels, 2011; Blum, 2011; Chan ve diğerleri, 2012; Çiltaş, 2011). Öğrencilerin uygulama süresince

matematiksel kavramları sunumlarda ve grup çalışmalarında sözel olarak ifade edebildikleri ancak bunlarla ilgili matematiksel çalışmayı yaparken zorlandıkları gözlemlenmiştir. Bu durum öğrencilerin kavramları içeriğine girmeden yüzeysel bir bilgi ile kullandıklarını ve bu kavramları özümseyemedikleri durumunu ortaya çıkarmıştır.

Matematiksel çalışma ile ilgili yeterlikler genel olarak değerlendirildiğinde öğrencilerin doğal öğrenme ortamlarında sahip olduğu matematiksel bilgiyi kullanmada sorun yaşamadıkları ancak modelleme etkinliklerinin doğası gereği farklı düşünme becerilerini sergileyerek çözüme ulaşılması bağlamında öğrencilerin bu yeterliği daha üst düzeyde sergilemeleri beklenmiştir. Bu yeterliği sergileyemedikleri durumlarda öğrencilerin sezgisel stratejilerle örnekler vermeye çalıştıkları ve mantıklı açıklamalar getiremedikleri düşünülmektedir. Ayrıca öğrencilerin grup çalışmalarına alışkın olmamaları ve düşüncelerini ifade ederken arkadaşlarının eleştirilerinden çekinmeleri gibi durumlar bu yeterliğin sergilenmemesine neden olarak düşünülebilir.

5.2.5. Yorumlamaya yeterliğine ait tartışma

Elde edilen matematiksel sonuçları gerçek yaşam durumu içerisinde yorumlama yeterliğine ait üç alt yeterlikten ilki matematiksel sonuçları gerçek yaşamla ilişkilendirerek yorumlama (E1) alt yeterliğidir. Bu alt yeterliğe ilişkin üç odak öğrenci doğrusal olmayan ve farklı düzeylerde yeterlik sergilemişlerdir. İlk haftalarda sergilenen yeterlik ilerleyen haftalarda gözlemlenememiştir. Alan yazında matematiksel modelleme etkinliklerine daha önceki süreçte katılan öğrencilerin matematiksel sonuçları gerçek yaşam durumu bağlamında yorumlamakta zorlandıklarını gösteren çalışmalar bulunmaktadır. (BukovaGüzel, 2011; Çiltaş ve Işık, 2013; Maaß, 2007, Özer-Keskin, 2008; Sekerak, 2010; Şen-Zeytun, 2013).

Matematiksel sonuçları gerçek yaşamla ilişkilendirerek yorumlama alt yeterliğine ilişkin farklı haftalarda öğrencilerin kısmen yeterli performans sergiledikleri gözlemlenmiştir. Bu durumun öğrencilerin önceki deneyimleri, problem durumunun bağlamı ve grup içindeki tartışma ortamı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Alan yazında bu çalışmaya benzer olarak Aydın-Güç (2015) ve Çakmak(2018)'ın E1 alt yeterliğinin istenilen düzeyde olmasa da matematiksel modellemeye yönelik deneyime bağlı olarak gelişim gösterdiği, tasarlanan öğrenme ortamının E1 alt yeterliğinin gelişiminde etkili olduğunu gösteren örnek çalışmalardır. Öğrenciler doğal sınıf ortamlarında çözdükleri rutin matematik problemlerinde ve çoktan seçmeli test uygulamalarında sonuca yönelik herhangi bir yorumlama yapmamışlardır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre öğrencilerin bu

yeterliği sergilemekte kısmen yeterli ya da yetersiz oldukları haftalarda; önceki matematik problemi çözme deneyimlerinin ve ders işleme alışkanlıklarının bu duruma etki ettiği söylenebilir. Tekin-Dede'nin (2015) çalışmasında da belirtilen, öğrencilerin matematik derslerinde uyguladığı problemlerden elde edilen matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda tartışmadıklarından ve geçerliğini yorumlamadıklarından dolayı E1 alt yeterliğini gerçekleştirmekte zorlandıkları sonucuna ulaşmıştır.

Elde edilen matematiksel sonuçları gerçek yaşam durumu içerisinde yorumlama yeterliğine ait 2. alt yeterlik olan özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme(E2) ile ilgili öğrenci çalışmaları incelendiğinde (E2) alt yeterliğinin ya kısmen yetersiz düzeyde sergilendiği ya da hiç sergilenemediği gözlemlenmiştir. Alan yazın incelendiğinde Çakmak-Gürel (2018) ve Şahin (2019)'ın çalışmalarında E2 alt yeterliğinin katılımcılar tarafından istenilen düzeyde sergilenmediği vurgulanmıştır. Bu durum modelleme etkinliğinin bağlamıyla ve öğrencilerin modelleme deneyimleri ile açıklanabilir. Çalışmanın ilk haftasında öğrenciler bu alt yeterliği neredeyse hiç gerçekleştirememişlerdir. Bu durum öğrencilerin bu zamana kadar bulunan sonucu gerçek yaşam durumu bağlamında değerlendirmedikleri ve matematiksel dünyanın gerçek dünyada bir karşılığının olmayacağını düşünmeleri ile ilişkilendirilebilir. İlerleyen haftalarda istenilen düzeyde olmasa da öğrencilerin bu yeterliği sergiledikleri ve bu duruma modelleme uygulamalarında deneyim kazanmalarının yol açtığı söylenebilir. Aydın-Güç(2015) çalışmasında öğretmen adaylarının özel bir durum için geliştirilen çözümleri genelleme yeterliklerinin, etkinlik bağlamına uygun matematiksel model geliştiremediklerinden dolayı genelleme aşamasına geçememelerinden kaynaklandığını vurgulamıştır. Bu çalışmada benzer olarak öğrencilerin problem durumunun çözümüne yönelik geçerli bir model oluşturamadıkları durumlarda özel bir durum için geliştirilen çözümü genellemede zorlandıkları görülmüştür.

Elde edilen matematiksel sonuçları gerçek yaşam durumu içerisinde yorumlama yeterliğine ait 3. alt yeterlik olan uygun matematiksel dil kullanılarak problemin çözümünü irdeleme ve/veya çözümler hakkında iletişim kurma(E3) ile ilgili bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde öğrencilerin bu alt yeterlikle ilgili kısmen yetersiz performans sergilediği ancak genellikle yetersiz düzeyde performans sergiledikleri görülmüştür. Çiltaş (2011) tarafından yapılan çalışmada modelleme konusunda eğitim alan öğretmen adaylarının da E3 alt yeterliğinde başarısız oldukları ve söz konusu yeterlikte ön ve son test puanları arasında bir farklılık belirlenmediği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca bu araştırmada öğrencilerin kendilerini ifade etme becerilerinde yaşadığı zorlukların bu alt yeterliğe

yansıdığı ve öğrencilerin yetersiz performans sergilediği düşünülmektedir. Öğrenci sunumlarında ilk haftalarda çekingen tavır sergileyen öğrenciler ilerleyen haftalarda bu durumu istenilen düzeyde düzeltmişlerdir. Ancak yine de etkinlik süresince bu alt yeterliğe yönelik yeterli düzeyde bir performans sergileyememişlerdir. Bu durum öğrencilerin doğal öğrenme ortamlarında, çoktan seçmeli testlerin ve rutin matematik problemlerinin sonucunu bulunca çözümün tamamlanmasıyla ancak matematiksel modelleme etkinliklerinde çözümün yorumlanması ve doğrulanması gerektiği ile ilişkilendirilebilir. Çakmak-Gürel (2018) çalışmasında öğretmen adaylarının E1 ve E2 alt yeterliklerinde kısmen yeterli düzeyde performans sergilerken E3 düzeyinde yetersiz performans sergilediği sonucuna ulaşmıştır. Bu sonuçlar bu araştırmanın bulgularıyla tutarlılık göstermektedir.

5.2.6. Doğrulama yeterliğine ait tartışma

Ulaşılan sonucun geçerliğini doğrulama yeterliğine ait ilk alt yeterlik olan bulduğu çözümler üzerine eleştirel paradigmayla kontroller yapma (F1) alt yeterliğinin her üç odak öğrenci tarafından genel olarak kısmen yeterli ve yetersiz düzeyde performans olarak sergilendiği görülmüştür. Bu araştırmanın sonuçlarına benzer şekilde Ji (2012); Tekin-Dede ve Yılmaz (2013), hem modelleme deneyimi olmayan hem de modelleme deneyimi olan öğrencilerin modelin geçerliğini test etme aşamasında yetersiz olduklarını belirlemiştir. Bu araştırmanın sonuçlarından biri de öğrencilerin modelleme sürecinde zamanın yetiştirilmesi ile ilgili endişelerinin olması ve doğal sınıf(öğrenme) ortamlarında çözdükleri çoktan seçmeli soru yapısının modelleme etkinlikleri ile farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ulaşılan sonucun geçerliğini doğrulama yeterliğine ait ikinci alt yeterlik olan çözümler durum ile tutarlı değilse, modelin bazı kısımlarını gözden geçirme veya matematiksel modelleme süreci üzerinden tekrar geçme (F2) alt yeterliğini öğrencilerin istenilen düzeyde gerçekleştiremedikleri görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde Şen-Zeytun (2013), tarafından yapılan çalışmada F2 alt yeterliğinin üst düzeyde sergilenmediği ve bu durumun öğrencilerin çözümleri doğrulama işinden öğretmenin sorumlu olduğunu düşüncelerinden kaynaklandığı belirtilmektedir. Bu çalışmadan farklı olarak Aydın-Güç (2015), öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği çalışmada F2 alt yeterliği ile ilgili, geliştirilen öğrenme ortamına dahil olan öğretmen adaylarının süreç içindeki gelişimlerinin yeterli düzeyde olduğu sonucuna varmıştır. Ancak Çiftçi Hüseyin Amca ve

Hava Durumu etkinliklerinde öğrenciler buldukları çözümü gerçek yaşam durumu bağlamında değerlendirerek kısmen yeterli bir düzeyde yeterlik gerçekleştirmişlerdir. Çözüm sürecini gözden geçirerek traktörün ağaçların arasından geçme durumunu göz önünde bulundurarak iki ağaç arasındaki gerekli mesafenin ne kadar olacağı ve yaz mevsiminde havanın 30 derecenin üzerinde olacağı çıkarımında bulunmuşlardır. Bu yeterliğin gelişmesinde etkinliğin bağlamının ve öğrencilerin modelleme deneyimlerinin fazla olmasının önemli bir etken olduğu düşünülmektedir. Alan yazında modellemeye yönelik deneyim sağlanmasına karşın, öğrencilerin eleştirel değerlendirmeler yapmada yetersiz olduğuna ilişkin çalışmalar bulunmaktadır (Ji, 2012; Tekin-Dede ve Yılmaz, 2013).

Ulaşılan sonucun geçerliğini doğrulama yeterliğine ait üçüncü alt yeterlik olan olası çözüm yollarını düşünme veya farklı bir şekilde gelişip/gelişmeyen sonucun üzerine düşünme (F3) alt yeterliğine ilişkin öğrenci çalışmaları incelendiğinde öğrencilerin bu alt yeterliği kısmen yeterli düzeyde gerçekleştirdikleri ya da yetersiz performans sergiledikleri sonucuna ulaşılmıştır. Şahin (2019) de, yaptığı çalışmada benzer sonuçlar bulmuş ve öğrencilerin genel olarak tek bir çözüm yolu belirledikten sonra sonuca hızlı bir şekilde ulaşmaya çalıştıklarını vurgulamıştır. Aydın-Güç (2015) ise matematiksel modelleme etkinliklerinin zaman olarak uzun sürdüğünü ve öğretmen adaylarının bu nedenle tek bir çözüm yolunun problem durumunun açıklanması için yeterli olduğunu düşündüklerini belirtmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarından farklı olarak Tekin-Dede ve Yılmaz (2013), tarafından yapılan çalışmada matematiksel modellemeye yönelik deneyime sahip öğretmen adaylarının modeli sorgulayarak gerekirse matematiksel modelleme sürecinden tekrar geçtikleri vurgulanmıştır. Bu bağlamda matematiksel modelleme yeterliklerinin gerçekleştirilmesinde katılımcıların önceki süreçlerde matematiksel modelleme deneyimine sahip olmalarının önemli olduğu düşünülmektedir.

Ulaşılan sonucun geçerliğini doğrulama yeterliğine ait dördüncü alt yeterlik olan genel olarak modeli değerlendirme/sorgulama (F4) alt yeterliğine ilişkin öğrenci çalışmaları incelendiğinde öğrencilerin bu alt yeterliği kısmen yeterli düzeyde gerçekleştirdikleri ya da yetersiz performans sergiledikleri sonucuna ulaşılmıştır. Alan yazın incelendiğinde Ji (2012), modelleme deneyimi olmayan öğrencilerin yanında modelleme deneyimi olan öğrencilerin de modelin geçerliğini doğrulama aşamasında yetersiz olduklarını belirlemiştir. Ancak bu araştırmanın sonuçları modelleme deneyimleri olan katılımcıların F4 alt yeterliğinin geliştirilebileceği ve uygun zaman verilerek yapılan çalışmaların modelleme yeterliği bağlamında daha olumlu sonuçlar doğuracağı

düşünülmektedir. Öğrencilerin modelleme yeterliklerini gerçekleştirme durumunu inceleyen Tekin-Dede (2015) iki ders saati içerisinde öğrencilerin modelleme yeterliklerini ortaya koymasını zaman bağlamında değerlendirerek bu sürenin yetersiz olduğunu belirtmiştir. Bu durumun oluşmasında öğrencilerin doğal öğrenme ortamlarında çözdükleri rutin problemlerin ve çoktan seçmeli soruların belirlenen zaman dilimlerinde yapılmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada öğrencilerin modelleme yeterlikleri incelendiğinde anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel çalışma yeterliklerinde ve bunlara bağlı alt yeterliklerde istenilen düzeyde performans sergiledikleri, ancak yorumlama ve doğrulama yeterlikleri ve bunlara bağlı alt yeterliklerde kısmen yeterli ya da yetersiz düzeyde performans sergiledikleri görülmüştür. Öğrencilerin çalışmanın ilk üç haftası süresince modelleme etkinliklerinin yapısına ısınma aşamasında oldukları gözlemlenmiştir. Bu haftalarda öğrenciler problem durumunun çözümüne ulaşmak için yeterliklerde bulunan süreçleri gerçekleştirmeden sonuca ulaşma çabası içinde olmuşlardır. Özellikle etkinlikler sonunda yapılan sunumlarda, farklı çözüm yollarının olabileceği ve hangi modelin en iyi olduğunu tartışmaları süreç içinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişimine katkı sağladığı düşünülmektedir. Özellikle tüm sunumlar tamamlandıktan sonra araştırmacı ile sınıftaki öğrencilerin tamamı birlikte çözüm gerçekleştirmişlerdir. Çözüme yönelik öneriler getirmeleri ve öğrencilerin kendi düşüncelerinin önemli olduğunu hissetmeleri ilerleyen haftalarda model oluşturma çalışmalarına katılmakta daha istekli olmalarına neden olduğu söylenebilir. Buna rağmen bir an önce sonuca ulaşma isteği ve süre sınırı olmasının öğrencilerin modelleme yeterliklerini sergilemesinde engel olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin elde ettiği matematiksel model üzerinde matematiksel çalışmada ve gerçek yaşam durumunu matematiksel işlemlerle ifade etme yeterliğinde zorluk yaşamadıkları görülmüştür. Ancak elde edilen sonuçları gerçek yaşam bağlamında yorumlama ve yorumladıkları sonucu doğrulama yeterliğinde ilk haftalarda yetersiz, ilerleyen haftalarda kısmen yeterli düzeyde performans sergiledikleri belirlenmiştir.

5.3. Öneriler

Bu bölümde çalışmada ulaşılan sonuçlar doğrultusunda araştırmacının araştırma sürecindeki izlenim ve deneyimlerine bağlı olarak ileriki araştırmalara ve eğitim uygulayıcılarına öneriler sunulmuştur.

5.3.1. Uygulamaya yönelik öneriler

İlkokullarda öğrencilerin matematiksel modelleme uygulamalarını gerçekleştirebilmesi için öncelikle öğretmenlerin bu yeterliklere sahip olması gerekmektedir. Bu bağlamda sınıf öğretmenlerinin hizmet öncesi eğitimlerinde bu alanda yetiştirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Öğretmen adaylarının MOE'leri öğretmenlik yaptıkları sınıflarda uygulamaları için matematiksel modellemenin etkili öğretime yönelik eğitimlerin verilmesi ve deneyimlerin yaşatılması önerilmektedir.

Bu çalışma sonucunda ulaşılan verilerden yola çıkarak özellikle anlama ve sadeleştirme/yalınlaştırmaya ait alt yeterlikler ilk defa tanımlanmıştır. Diğer yeterliklere ait alt yeterlikler ise alan yazından revize edilmiştir. Bu alt yeterlikler ilkokulda öğrenim gören öğrencilerin gelişimsel özellikleri göz önünde bulundurularak tekrar gözden geçirilip geliştirilebilir.

Öğrenciler 1. sınıftan itibaren çoktan seçmeli test uygulamaları ve cevabı tek bir yolla bulunan matematik etkinlikleri ile öğrenim görmektedirler. Bu soruların çözümünde öğrencilere farklı çözüm yöntemleri, çözüm için gerekli kavramsal bilgiler, farklı düşünme becerileri ve bu düşünme becerilerinin nasıl geliştiğine dair açıklamalar yapılmadan program dahilinde öğretim yapılması yeterli olabilir. Bu soru türlerinin aksine ilkokulun erken dönemlerinden hatta okul öncesi dönemde uygun öğrenme ortamlarında MOE'ler gibi farklı çözüm yolları içeren, gruplar halinde gerçekleştirilen ve katılımcıların bilişsel ve üst bilişsel yapılarını ortaya çıkaran uygulamalar gerçekleştirilmelidir. Ayrıca uygulamanın yapılacağı okulun belirlenmesinde fiziki şartların önemli olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin MOE'leri uygulayabilecekleri ve modelleme yeterliklerinin gelişimine katkı sağlayacak çalışma ortamlarının okullarda olması önerilmektedir.

Öğrencilerin MOE'lerle gerçekleştirecekleri etkinlikler öncesinde öğrencileri etkinliklere ısındırma adına bu çalışmada gerçekleştirilenden daha fazla ders yapılması önerilmektedir. Zira öğrencilerle matematiğin günlük yaşamda kullanımı üzerine sohbet ortamında tartışmalar yapılmış ve 6 ders saati süresince farklı günlerde öğretmen eşliğinde rutin olmayan matematik problemleri çözülmüştür. Buna rağmen öğrenciler ilk MOE uygulamasında sorunun uzun olduğunu ve yapısının daha önce çözdükleri sorulara benzemediğini belirtmişlerdir. Uygulama öncesinde öğrencilerle MOE'lere benzer etkinlikler yapılması, matematiğin günlük yaşam içindeki yerini anlatan videolar izletilmesi ve web 2.0 araçları ile matematiği günlük yaşamla ilişkilendiren etkinliklerin yapılmasının öğrencilerin kaygısını azaltacağı düşüncesiyle bu çalışmaların olabildiğince çok sayıda yapılması önerilmektedir.

İlkokul düzeyinde matematiksel modelleme etkinlikleri ile gerçekleştirilen çalışmalar Türkiye’de istenilen düzeyde değildir. Bu bağlamda matematiksel modelleme etkinlikleri ile çalışan araştırmacılar program, proje ve okulların fiziki imkânlarının iyileştirilmesi konusunda desteklenmeli, yeni araştırmacıların konu ile ilgili çalışma yapmaları teşvik edilmelidir. Araştırmacı tez yazım aşamasında e-Twinning portalında 225021 ID numarası ile kayıtlı olan ve 300 öğrencinin katıldığı “Math Fundamentals” projesi kapsamında Türkiye, Romanya, Slovakya, Sırbistan ve Çek Cumhuriyetinden 16 okul öncesi öğretmenine matematiksel modelleme etkinliklerinin temel eğitimde uygulanabilirliğine ilişkin eğitim vermiştir. Bunun yanında 10 okul öncesi ve 15 sınıf öğretmenin katıldığı, matematiksel modelleme etkinliklerinin temel eğitimde uygulanması konulu beş gün, 30 ders saati süren 2020420241 numaralı hizmetiçi eğitim kursu vermiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği okuldaki öğretmenlerle, uygulamanın yapıldığı sınıfın öğretmeni ve eğitim verilen öğretmenlerle yapılan görüşmeler sonucunda öğretmenler sınıflarında matematiksel modelleme etkinlikleri yapmak istemektedirler. Bu uygulamaların gerçekleştirilebilmesi için öğretmenler cesaretlendirilmeli ve gerekli eğitimler verilmeli ve ulusal ve uluslararası alanda yaygınlaştırılması sağlanmalıdır. MOE’lerin nasıl hazırlanması gerektiği ve uygulanma esasları bu eğitimlerde öğretmenlere aktarılmalıdır.

MOE’ler sonrası öğrencilerin sorunun muhataplarına yazdıkları mektuplar incelendiğinde bu mektupların çok kısa olduğu, bazı durumlarda sorunun bağlamından uzaklaştığı görülmüştür. Yönlendirme olmaksızın öğrencilerin çalışmalarındaki süreçleri içeren mektup şablonu oluşturularak öğrencilere verilmelidir. Bu sayede öğrencilerin yazma becerilerinin de gelişebileceği düşünülmektedir. Ayrıca öğrencilerin sınıftaki çözüm sunularında bu mektupları okumak için isteksiz oldukları görülmüştür. Öğrencilerin mektuplarını okumaları için teşvik edilmeleri önerilmektedir. Öğrencilere önceden belirlenen kriterler doğrultusunda puanlama yapılarak, gruplar arasında rekabet olmayacak şekilde ancak her grup kendi içinde bir önceki hafta ile değerlendirilmelidir. Bu değerlendirme kriterlerinin arasına okunacak mektuba ait değerlendirme kriterleri de eklenerek öğrenci sunumlarının önemli bir parçası olan mektup yazımının geliştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Bu çalışma süresince öğrencilerin MOE’lere getirdiği matematiksel çalışma yeterliklerinin ve model oluşturma durumlarının; etkinliklerin bağlamına göre değiştiği gözlenmiştir. Özellikle “Pikniğe Hangi Araçla Gitsek?, Kermes ve Göçmen Kuşlar” etkinliklerinde öğrencilerin problem durumu ile ilgili fikir yürütmede daha etkin oldukları, modelleme durumu ile ilgili değişkenleri daha gerçekçi bir şekilde belirledikleri ve çözüm

önerilerini çeşitlendirebildikleri gözlemlenmiştir. “Büyük Ayak ve Dubai Nasıl Oluştursak?” gibi günlük yaşamda karşılaşma olasılığının az olduğu MOE’lerde ise matematiksel olarak işlemleri doğru yapmalarına rağmen problem durumunun çözümünde ve doğrulanmasında zorluk yaşadıkları gözlemlenmiştir. Bu durumun öğrencilerin günlük yaşamla ilişkilendirdikleri MOE’lerin yeterliklerinde daha başarılı oldukları ile açıklanabilir. Bu bağlamda uygulanacak MOE’lerin gerçek yaşam durumundan, mümkünse katılımcıların önceki deneyimleri ile ilgili olmasına özen gösterilmelidir.

5.3.2. İleriki araştırmalara yönelik öneriler

İlkokullarda modelleme etkinliklerinin uygulanmasında Geogebra ve web2.0 araçları işe koşularak teknoloji destekli öğrenme ortamlarının modelleme yeterliklerine olan etkisi araştırılmalıdır.

Bu çalışmanın ve alan yazında yapılan bazı çalışmaların sonuçları incelendiğinde MOE’lerde bulunan yorumlama ve doğrulama yeterliklerini gerçekleştirmede öğrencilerin zorlandıkları görülmüştür. Öğrencilerin bu yeterlik alanlarında zorlanma sebepleri araştırılarak belirlenmeli ve bu iki yeterliği geliştirecek öğrenme ortamlarında öğrencilere MOE’ler ile eğitim verilmelidir. Verilen bu eğitimin yeterli düzeyde sergilenmeyen yorumlama ve doğrulama yeterliklerine olan etkisi araştırılmalı ve bu eğitimin geliştirilmesi sağlanarak araştırmacılar tarafından uygulanması sağlanmalıdır.

Bu çalışma sonuçları MOE’lerin öğrencilerin matematiksel modelleme döngüsü içerisinde oluşturdukları yeterliklerini daha çok bilişsel süreçler bağlamında incelemiştir. İleride yapılacak olan çalışmalar öğrencilerin planlama, izleme, değerlendirme ve tahmin etme gibi üst bilişsel süreçlerin yanında duyuşsal süreçlere yönelik araştırmalar yapılabilir.

Bu araştırmada uygulanan öğretim deneyi, ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri süresince Maaß (2006) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme yeterlikleri işe koşularak gerçekleştirilmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda herhangi bir modelleme döngüsüne ve yeterlik sınıflamasına bağlı kalmadan, öğrencilerin modelleme çalışmaları çözümlenerek gömülü teori ile desenlenen çalışmalar yapılmalı ve ilkokul öğrencilerinin duyuşsal, sosyal, bilişsel ve üst bilişsel becerilerini inceleyen yeni bir modelleme döngüsü oluşturulmalıdır. Bu oluşturulan modelleme döngüsü kapsamında öğrencilerin yeterliklerini inceleyen çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

Bu araştırmada araştırmacı tarafından geliştirilen BDF uygulamasından 70 puan ve üzerinde alan 3 odak öğrencinin modelleme yeterlikleri derinlemesine incelenmiştir.

İlerleyen araştırmalarda oluşturulacak heterojen gruplarda bulunan öğrencilerin moelleme yeterlikleri incelenebilir.

MOE'lerin öğrencilerin ders başarısını arttıracığı düşünölerek, bu alanda ilkokul ğrencilerinin ders başarılarını değerlendirmeye yönelik ön-test, son-test uygulamalı nicel çalışmalarla araştırılabilir. Öğrencilerin ders başarısını arttıran olası çalışmalar örnek gösterilerek ğretmenlerin MOEleri sınıflarında uygulamaları teşvik edilmelidir.



KAYNAKÇA

- Altınsoy, B. (2007). *Takım-oyun turnuvaları tekniğinin ilköğretim dördüncü sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarısı, kalıcılık ve matematiğe ilişkin tutumları üzerindeki etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Altun, M. (2005). *Eğitim fakülteleri ve ilköğretim öğretmenleri için matematik eğitimi* (7. Baskı). Bursa: Aktüel Yayınevi.
- Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z., ve Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (12), 1-34.
- Anhalt, C. O., ve Cortez, R. (2016). Developing understanding of mathematical modeling in secondary teacher preparation. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(6), 523-545.
- Ang, K. C. (2001). Teaching Mathematical Modelling in Singapore Schools. *The Mathematics Educator*. 6(1), 63-75.
- Ang, K. C. (2010). Mathematical modelling in Singapore schools: A framework for instruction. In N.H. Lee ve K.E.D. Ng (Eds.), *Mathematical modelling: From theory to practice* (pp. 33-42). Yogyakarta, Indonesia: ATCM.
- Aydın-Güç, F. (2015). *Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Ankara: Harf Yayıncılık.
- Baltacı, A. (2017). Nitel veri analizinde Miles-Huberman modeli. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3 (1), 1-14.
- Berry, J., and Haouston, K. (1995). *Mathematical modelling*. Bistol: J. W. Arrowsmith Ltd.
- Berry, J. and Davies, A. (1996). Written Reports. In C.R. Haines and S. Dunthorne (Eds) *Mathematics learning and assessment: Sharing Innovative Practices*. London: Arnold, 3.3-3.11.

- Biccard, P. (2010). *An investigation into the development of mathematical modelling competencies of grade 7 learners*. Yayınlanmamış yüksek lisan tezi. Stellenbosch Üniversitesi, South Africa).
- <https://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/5301> (Erişim tarihi: 14.12.2019)
- Biccard, P. and Wessels, D. C. J. (2011). Documenting the Development of Modelling Competencies of Grade 7 Mathematics Students. *International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling*. 1(5), 375-383.
- Blomhøj, M. and Jensen, T.H. (2003). “Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification veeducational planning”, *Teaching mathematics and its applications*, (22-3) pp.123-139. <https://academic.oup.com/teamat/article-abstract/22/3/123/1632551> (Erişim tarihi: 14.12.2019)
- Blomhøj, M. and Kjeldsen, T. H. (2006). Teaching Mathematical Modelling through Project Work-Experiences from an in-Service Course for Upper Secondary Teachers, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*. 38(2), 163-177
- Blomhøj, M., and Jensen, T. H. (2007). What's all the fuss about competencies? In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), *Modeling and applications in mathematics education (ICMI 14)* (pp. 45–56). New York: Springer. <http://link.springer.com.nuncio.cofc.edu/book/10.1007%2F978-0-387-87458-6> (Erişim tarihi: 15.12.2019).
- Blomhøj, M. (2011). Modelling competency: Teaching, learning veassessing competencies–Overview. In *Trends in teaching velearning of mathematical modelling* (pp. 343-347). Springer, Dordrecht.
- Blum, W. (1985). Anwendungsorientierter Mathematikunterricht in der didaktischen Diskussion. *Mathematische Semesterberichte*. 32, 195-232.
- Blum, W. and Niss, M. (1989). Mathematical Problem Solving, Modelling, Applications, and Links to Other Subjects – State, Trends and Issues in Mathematics Instruction. M. Niss, W. Blum ve I. Huntley (Ed.). *Modelling Applications ve Applied Problem Solving*. (s.1-19). England: Halsted Pres.
- Blum, W. and Niss, M. (1991). Applied Mathematical Problem Solving, Modelling, Application and Links to Other Subjects-State, Trends and Issues in Mathematics Instruction. *Educational Studies in Mathematics*. 22(1), 37- 68.
- Blum, W. and Kaiser, G. (1997). Vergleichende empirische Untersuchen zu Mathematischen Anwendungsfähigkeiten von Englischen Deutschen Lernenden. Unpublished application to Deutsche Forschungsgesellschaft.

- Blum, W., and Leiß, D. (2007). How do students' and teachers deal with modelling problems? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum and S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling: Education, Engineering and Economics* (ss. 222-231). Chichester: Horwood Publishing.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781904275206500203> (Erişim tarihi: 15.10.2019).
- Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know? What can we do?. S. J. Cho (Ed.), *The proceedings of the 12th international congress on mathematical education—intellectual and attitudinal challenges* (s. 73–96). New York: Springer.
- Blum, W., and Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught velearnt? *Journal of Mathematical Modelling veApplication*, 1(1) 45-58.
- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)*, 38 (2), 86-95.
doi.org/10.1007/BF02655883 (Erişim tarihi: 09.12.2019).
- Borromeo Ferri, R. (2010). On the influence of mathematical thinking styles on learners' modeling behaviour. *Journal für Mathematik didaktik*. 31 (1), 99118.
- Borromeo-Ferri, R. and Blum, W. (2012). Barriers and motivations of primary teachers for implementing modeling in mathematics lesson. Paper presented at 8th Congress of European Research in Mathematics Education. Antalya, Türkiye. Retrieved January 05, 2013, from http://www.cerme8.metu.edu.tr/wgpapers/wg_papers.html. (Erişim tarihi: 15.10.2019).
- Bukova-Güzel, E. (2011). An examination of pre-service mathematics teachers' approaches to construct and solve mathematical modelling problems. *Teaching Modelling and Its Applications*, 39, 19-36.
- Bukova Güzel, E. (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme*. (1.Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Chacko, I. (2004). Solution of real-world vstandard problems by primary vesecondary school students: A Zimbabwean example. *African Journal of Research in SMT Education*, 8 (2), 91-103.
- Chamberlin, S. A., and Moon, S. (2005). Model-eliciting activities: An introduction to gifted education. *Journal of Secondary Gifted Education*, 17,37-47
doi.org/10.4219/jsge-2005-393 (Erişim tarihi: 09.10.2019).

- 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, C. M. E., Ng, K. E. D., Widjaja, W. ve Seto, C. (2012). Assessment of primary 5 students' mathematical modelling competencies. *Journal Of Science And Mathematics Education In Southeast Asia*, 23 (2), 146-178. <https://repository.nie.edu.sg/handle/10497/16257> (Erişim tarihi: 31.10.2019).
- Cobb, P. and Steffe, L. P. (1983). The constructivist researcher as teacher and model builder. *Journal for Research in Mathematics Education*, 14 (2), 83–94.
- Cobb, P., Confrey, J., di Sessa, A., Lehrer, R. and Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32 (1), 9–13.
- Confrey, J., Maloney, A., Nguyen, K. H., and Corley, A. K. (2012). A design study of a wireless interactive diagnostic system based on a mathematics learning trajectory. *In Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Vancouver, BC, Canada.
- Creswell, J.W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: choosing among five approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Çelikkol, Ö. (2016). *7. sınıf öğrencilerine cebirsel sözel problemlerde matematiksel modelleme uygulaması: Bir eylem araştırması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Çakmak-Gürel, Z. (2018). *Matematik öğretmen adayların matematiksel modelleme süreçlerinin bilişsel açıdan incelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Çavuş Erdem, Z., Doğan, M. F., Gürbüz, R., ve Şahin, S. (2017). Matematiksel modellemenin öğretim araçlarına yansımaları: Ders kitabı analizi.
- Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi*. Erzurum: Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Dede, A. T., ve Güzel, E. B. (2014). Model oluşturma etkinlikleri: Kuramsal yapısı ve bir örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 95-111.

- Deniz, Ş. (2020). *Ortaokul öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri (MOE) aracılığıyla stem eğitiminde matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Mersin: Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Dewey, J. (1936). How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process. In J. Boydson (Ed.). Carbondale: Southern Illinois University Press.
- 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 <https://doi.org/10.1080/0950069970190302> (Erişim tarihi: 21.10.2019).
- Doerr, H. M. and English, L. D. (2003). A modeling perspective on students' mathematical reasoning about data. *Journal of Research in Mathematics Education*, 34(2), 110–136.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Doruk, B. K. ve Umay, A. (2011). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(41)
- English, L. D. (2003) Mathematical Modelling With Young Learners. S. J. Lamon, W. A. Parker ve S. K. Houston (Ed.). *Mathematical Modelling: A Way of Life*. (s. 3-18), Chichester: Horwood Publishing
- English, L. and Doerr, H. (2004). Learning through interacting with students' ways of thinking. In I. Putt, R. Faragher and M. McLean (Eds.), *Mathematics Education For the Third Millennium: Towards 2010. Proceedings of the twenty-seventh annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*. (Vol. 1, pp. 215-222). Townsville: MERGA.
- English, L. D. and Watters, J.J. (2004). Mathematical modelling with young children. In M. J. Hoines ve A. B Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the 28th Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 335 342). Bergen, Norway: PME
- English, L. D. (2006a). Mathematical modeling in the primary school: Children's construction of a consumer guide. *Educational studies in mathematics*, 63(3), 303-323. doi.org/10.1007/s10649-005-9013-1 (Erişim tarihi: 11.10.2019).

- English, L. D. (2006b). Introducing young children to complex systems through modeling. Grootenboer, Peter, Zevenbergen, Robyn and Chinnappan, Mohan (Ed.), *29th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, 1-5 July 2006, CanSerra, Australia
- English, L. D. (2007) Interdisciplinary modelling in the primary mathematics curriculum. In Watson, Jane and Beswick, Kim, (Eds.) *Proceedings 30th Mathematics Education Research Group of Australasia Annual Conference* (pp. 275-284), Hobart.
- English, L. D. (2009). Promoting interdisciplinarity through mathematical modelling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 41(1-2), 161-181.
- English, L. D. (2015). Learning through modelling in the primary years. Lee, N. G. ve Ng, K.E.D. (Ed.), *Mathematical Modelling: From Theory To Practice* (s. 99-124) içinde. National Institute of Education, Nanyang Technological University: Singapore.
- Eraslan, A. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüşleri. *İlköğretim Online*, 10(1), 364-377.
- Erdem, Z. Ç., Doğan, M. F., Gürbüz, R., ve Şahin, S. (2017). The reflections of mathematical modeling in teaching tools: Textbook analysis. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 61-86.
- Fox, J. (2006). A justification for mathematical modelling experiences in the preparatory classroom. In P. Grootenboer, R. Zevenbergen, and M. Chinnappan (Eds.), *Proceedings 29th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp. 221-228). CanSerra, Australia: MERGA
- Frejd, P. (2012). Modes Of Modelling Assessment, A Literature Review. *Educational Studies In Mathematics*, 84(3), 413-438. [doi.Org/10.1007/S10649-013-9491-5](https://doi.org/10.1007/S10649-013-9491-5). (Erişim tarihi: 11.09.2019).
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Galbraith, P. and Stillman, G. (2001). Assumptions and context: Pursing their role in modelling activity. J. Matos, W. Blum, K. Houston ve S. Carreira (Ed.): *Modelling And Mathematics Education, Ictma 9: Application In Science And Technology* (s. 300- 310) içinde. Chichester: Horwood Publication.

- Galbraith, P. and Stillman, G. (2006) A framework for identifying student blockage during transitions in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 143-162.
- Gatabi, A. R., and Abdolapour, K. (2013). Investigating students' modeling competency through grade, gender, and location. In B. Ubuz, C. Haser ve M. A. Mariotti (Eds.), *Proceedings of the 8th congress of the european society for research in mathematics education CERME 8* (pp. 1070-1077). Turkey: Middle East Technical University.
- Glesne, C. (2013). *Nitel araştırmaya giriş* (2. Baskı). (Çev. A. Ersoy-P. Yalçınoglu). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Gravemeijer, K. (2002). Preamble: From models to modelling. In K. Gravemeijer, R. Lesrer, B. Oers, and L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, Modeling veTool Use in Mathematics Education* (pp. 7-22). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers
- Greefrath, G., and Siller, S. (2017). Modelling and simulation with the help of digital tools. In G. A. Stillman, W. Blum, and G. Kaiser (Eds.), *Mathematical modelling veapplications: Crossing veresearching boundaries in mathematics education* (pp. 529–539). Cham: Springer
- Greer, B. (1993). The mathematical modeling perspective on world problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 12(2), 239–250
- Grünwald, S. (2012). Acquirement of modelling competencies – First results of an empirical comparison of the effectiveness of o holistic respectively an atomistic approach to the development of (metacognition) modelling competencies of students. *12th International Congress on Mathematical Education Program*. COEX, Seoul, Korea. <http://icme12.org/upload/UpFile2/TSG/0629.pdf> (Erişim tarihi: 13.10.2019).
- Güç, F. A., ve Baki, A. (2016). Matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme ve değerlendirme yaklaşımlarının sınıflandırılması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(3), 621-645.
- 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), 35-48.

- Güler, A., Hacıoğlu ve M.B., Taşgın, S. (2015). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma*. (2. Baskı) Ankara: Seçkin
- Haines C. and Crouch R. (2007). Mathematical Modelling and Applications: Ability and Competence Frameworks. In Blum W., Galbraith P.L., Henn HW., Niss M. (Ed.) *Modelling and Applications in Mathematics Education* (417-424). New ICMI Study Series, vol 10. Springer, Boston, MA.
- Harrison, A. G., and Treagust, D. F. (2000). Typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011–1026.
- Henning, H., and Keune, M. (2007). Levels of modelling competencies. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, and M. Niss (Eds.), *Modelling ve Applications in Mathematics Education* (pp. 225-232). US: Springer.
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2012). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: Yaklaşım ve düşünme süreçleri üzerine bir açıklama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2015). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analizi: Bilişsel ve üstbilişsel yapılar üzerine bir açıklama*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Huang, C. H. (2011). Assessing the modelling competencies of engineering students. *World Transactions on Engineering veTechnology Education*, 9 (3), 172-177.
- Işık, N. (2016). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul 4. sınıfta sayılar öğrenme alanına ilişkin zorluk algısı ve başarıya etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- İnan, M. (2018). *7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Tokat: Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi,
- İncikabı, S. (2020). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine ve öğretim deneyimlerine yansımalarının araştırılması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Kastamonu: Kastamonu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Jensen, T. H. (2007). Assessing mathematical modelling competency. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, and S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling: Education*,

- Engineering and Economics* (pp. 141-148). Chichester: Horwood.
<http://pure.au.dk/portal/files/224/THJ07-> (Erişim tarihi: 13.09.2019).
- Ji, X. (2012). A quasi-experimental study of high school students' mathematics modelling competence. Paper presented at the meeting of the 12. International Congress on Mathematical Education. Korea: Seoul.
<http://www.icme12.org/upload/upfile2/tsg/0266>. (Erişim tarihi: 17.09.2019).
- Justi, S. R., and Gilbert, K. J. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling ve implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387
- Kaiser, G., and Brand, S. (2015). Modelling competencies: Past development ve further perspectives. In G. A. Stillman, W. Blum ve M. S. Biembengut (Eds.), *Mathematical modelling in education research ve practice* (pp. 129-149). Cham: Springer International Publishing
- Kaiser, G. and Schwarz, B. (2006). Mathematical Modelling as Bridge between School and University. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 196-208.
- Kaiser, G., and Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *The International Journal on Mathematics Education*, 38 (3), 302-310.
- Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, and S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling Education, Engineering And Economics* (pp. 110-119). Chichester: Horwood.
- Kaiser, G., Schwarz, B., and Tiedemann, S. (2010). Future teachers' Professional knowledge on modeling. In *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (pp. 433-444). Springer, Boston, MA.
- Kang, O., and Noh, J. (2012). Teaching mathematical modelling in school mathematics. *12th International Congress on Mathematical Education*. 8-15 July 2012, Seoul, Korea.
- Kapur, J. N. (1982). The Art of Teaching the Art of Mathematical Modeling. *International Journal of Mathematical Education in Science ve Technology*. 13(2), 185-192.
- Kartallioğlu, S. (2005). *İlköğretim 3 ve 4.sınıf öğrencilerinin sözel matematik problemlerini modellemesi: Çarpma ve bölme işlemi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Bolu: Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kaya, G. (2018). *Bütün-parça-bütün öğrenme modelinin farklı matematiksel inançlara sahip ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme*

yeterliklerine etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

- Kertil, M., Çetinkaya, B., Erbaş, A. K., ve Çakıroğlu, E. (2016). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme, E. Bingölbalı, S. Arslan ve İ. Ö. Zembat (Eds.), *Matematik Eğitiminde Teoriler içinde* (s.539-563). Ankara: Pegem.
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Keskin, Ö. Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Korkmaz, E. (2010). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Knott, A. (2014). The process of mathematisation in mathematical modelling of number patterns in secondary school mathematics (Doctoral dissertation). Stellenbosch: Stellenbosch University. Retrived from <http://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/96027> (Erişim tarihi: 17.12.2019).
- Leiss, D., Schukajlo, S., Blum, W., Messner, R. and Pekrun, R. (2010). The role of the situation model in mathematical model- Task analyses, student competencies, and interventions. *Journal Für Mathematik- Didaktik*, 31(1), 119-141. doi.org/10.1007/s13138-010-0006 (Erişim tarihi: 10.10.2019).
- Leong K. E. and Tan J. Y. (2015). Assessment of secondary students' mathematical competencies. *7th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education*, 11-15 May 2015 (s.337-345) içinde. Cebu City, Philippines.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., and Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students veteachers. In A.Kelly, and R. Lesh. (Eds.) *Handbook of Resarch Design in Mathematics and Science Education* (pp.591-645). Mahvan, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Lesh, R. A., and Doerr, H. M. (2003a). Foundations of models vemodeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models vemodeling perspectives on mathematics*

- problem solving, learning, and teaching* (pp. 3-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R. and Doerr, H.M. (2003b). Moving beyond constructivism. Lesh, R. and Doerr, H.M. (ed.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching*, (s. 519-556) Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R. and Zawojewski, J. S. (2007). Problem solving ve modeling. In F. Lester (Ed.), *The handbook of research on mathematics teaching ve learning* (2nd ed.). (pp. 763-804). Reston, VA/Charlotte, NC: National Council of Teachers of Mathematics.
- Lesh, R., and Caylor, B. (2007). Introduction to the special issue: Modeling as application versus modeling as a way to create mathematics. *International Journal of computers for mathematical Learning*, 12(3), 173-194.
- Lingefjård, T. (2000). *Mathematical modeling by prospective teachers using technology*. (Unpublished doctoral dissertation). University of Georgia.
- Lingefjård, T. and Holmquist, M. (2005). To assess students' attitudes, skills and competencies in mathematical modeling. *Teaching Mathematics and its Applications*, 24(2-3), 123-133.
- Ludwig, M., and Xu, B. (2010). A comparative study of modelling competencies among chinese and german students. *Journal for Didactics of Mathematics*, 31 (1), 77-97
- Ludwig, M., and Reit, X. R. (2012). A Cross-section Study about Modelling Task Solutions. In *ICME 12 Conference* (S. 3376-3387), Seoul, Korea: ICME.
- Mert, E. L. (2014). Türkçenin eğitimi ve öğretiminde dört temel dil becerisinin geliştirilmesi sürecinde kullanılabilecek etkinlik örnekleri. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 2(1), 23-48.
- Maaß, K. (2005). Barriers ve opportunities for the integration of modelling in mathematic classes- results of an empirical study. *Teaching Mathematics and its Applications*, 2 (3), 1-16. *Mathematik*, 38 (2), 113-142.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *The International Journal on Mathematics Education*, 38 (2), 113-142
- Maaß, K. (2007). Modelling tasks for low achieving students – first results of an empirical study. In D. Pitta-Pantazi, and G. Philippou (Eds.), *Proceedings of The Fifth Congress of The European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2120-2129). Larnaca: University of Cyprus.

- Magiera, M. T. and Zawojewski, J. (2011). Characterizations of social-based and self-based contexts associated with students' awareness, evaluation, veregulation of their thinking during small-group mathematical modeling. *Journal for Research in Mathematics Education*. 42(5), 486-520.
- Mason, J., (1988). Modelling: What Do We Really Want Pupils to Learn? In D. Pimm (Ed.), *Mathematics, Teachers and Children*. (pp. 201-215). London: Hodder and Stoughton.
- Maull, W. and Berry, J. (2001). An Investigation of Student Working Styles in a Mathematical Modelling Activity. *Teaching Mathematics veits Applications*. 20(2), 78-88.
- MEB, Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2011). <http://odsgm.meb.gov.tr/test/analizler/docs/timss/TIMSS-2011-4-Sinif%20Raporu.pdf> (Erişim tarihi: 14.11.2019)
- MEB, Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2011). https://odsgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_06/23161945_timss_2015_on_ra_poru.pdf (Erişim tarihi: 14.11.2019)
- MEB, (2015). İlkokul matematik dersi öğretim programı (1, 2, 3 ve 4. sınıflar). Ankara: MEB http://matematikogretimi.weebly.com/uploads/2/6/5/4/26548246/matematik1-4_prg.pdf (Erişim tarihi: 11.11.2019)
- MEB, Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2015). <https://odsgm.meb.gov.tr/www/2015-pisa-ulusal-raporu/icerik/204> (Erişim tarihi: 14.11.2019)
- MEB, Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2018). <http://pisa.meb.gov.tr/> (Erişim tarihi: 14.11.2019)
- MEB, (2018). İlkokul matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara: MEB <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201813017165445-MATEMAT%C4%B0K%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI%202018v.pdf> (Erişim tarihi: 11.11.2019)
- MEB, Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2020). http://odsgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_11/30114819_iY-web-v6.pdf (Erişim tarihi: 14.09.2020)

- MEB, Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2020). <https://odsgm.meb.gov.tr/www/timss-2019-turkiye-raporu-aciklandi/icerik/613> (Erişim tarihi: 19.12.2020)
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber*. (Çev: S. Turan). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Miles, H. B. and Huberman, A.M. (1994). *Qualitative Data Analysis*. 2. Baskı, Thousand Oaks, CA: Sage.
- Müller, G., and Wittmann, E. (1984). *Der Mathematikunterricht in der Primarstufe*. Braunschweig: Vieweg.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Ng, K. E. D. and Lee, N. H. (2015). Introduction: mathematical modelling outreach in Singapore. Lee, N. G. ve Ng, K.E.D. (Ed.), *Mathematical Modelling: From Theory To Practice* (s. 1-19) içinde. National Institute of Education, Nanyang Technological University, Singapore.
- Ng, K. E. D. (2018). Towards a professional development framework for mathematical modelling: the case of Singapore teachers. *ZDM Mathematics Education*, 50(1-2), 287-300. doi.org/10.1007/s11858-018-0910-z (Erişim tarihi: 19.10.2020)
- Niss, M. (1989). Aims and Scope of Applications and Modelling in Mathematics Curricula. In W. Blum, J. S. Berry, R. Biehler, I. Huntley, G. Kaiser-Messmer and L. Profke (Eds.), *Applications and modelling in learning and teaching mathematics*. (pp. 22-31). Chichester: Ellis Horwood.
- Niss, M. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. In A. Gagtsis ve A. Papastavridis (Eds.), *3rd Mediterranean Conference on mathematical education* (pp. 115-124). Athens: The Hellenic Mathematical Society.
- Niss, M., and Højgaard, T. (2011). Competencies and mathematical learning. Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark. Roskilde University: IMFUFA. <https://www.researchgate.net/publication/270585013> (Erişim tarihi: 19.10.2020)
- Nosegbe, I. C. (2001). Middle school students' sense making of their solutions to mathematical word problems. India: Indiana University Press.

- OECD, (2019). PISA 2018 Assessment and Analytical Framework, PISA, OECD Publishing: Paris. <http://www.oecd.org/education/pisa-2018-assessment-and-analytical-framework-b25efab8-en.htm> (Erişim tarihi: 14.12.2020)
- Özer Keskin, Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Özturan Sağırılı, M. (2010). *Türev konusunda matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarıları ve öz-düzenleme becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü,
- Patton, M. Q. (2015). Purposeful sampling and case selections: Overview of strategies and options. *Qualitative research and evaluation methods*, 264-315.
- Penrose, O. (1978). How can we teach mathematical modelling? *Journal of Mathematical Modelling for Teachers*. 1, 31.
- Pollak, H. (1969). How Can We Teach Applications of Mathematics? *Educational Studies in Mathematics* 2, 393- 404.
- Pollak, H. (1979) The Interaction between Mathematics veother School Subjects. UNESCO (Ed.). *New Trends in Mathematics Teaching IV*. Paris.
- Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton, USA, Princeton University Press.
- Sagirlı, M. Ö. (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.
- Schwarz, B., Wissmach, B., and Kaiser, G. (2008). “Last curves not quite correct”: diagnostic competences of future teachers with regard to modelling and graphical representations. *ZDM Mathematics Education*, 40(5), 777-790.
- Sekerak, J. (2010). Phases of mathematical modelling vecompetence of high school students. *The Teaching of Mathematics*, 13(2), 105-112.
- Simon, M. A. (2000). Research on the development of teachers: The teacher development experiment. In A. E. Kelly and R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education* (pp. 335–360). Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- Skovsmose, O. (1994). Towards a critical mathematics education. *Educational studies in mathematics*, 27(1), 35-57.

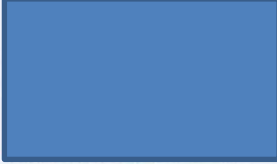
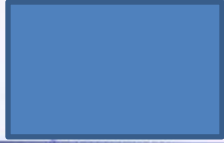
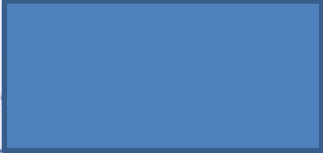
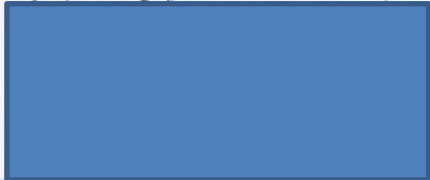
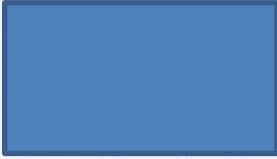
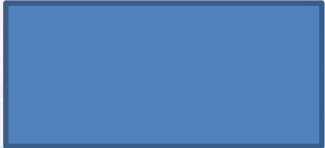
- Sriraman, B. (2005). "Conceptualizing the notion of model eliciting". *Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. Sant Feliu de Guíxols, Spain; 17-21 February 2005.
- Soylu, Y. ve Soylu, C. (2006). Matematik Derslerinde Başarıya Giden Yolda Problem Çözmenin Rolü. *İnönü Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(11), 97–111.
- Steffe, L. P. (1991). The constructivist teaching experiment: Implication and illustrations. E. von Glasersfeld (Ed.), *Radical constructivism in mathematics education* içinde (s. 177–194). Dordrecht, Netherlands: Kluwer.
- Steffe, L. P. and Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. R. Lesh and A. E. Kelly (Eds.). *Handbook of research design in mathematics and science education* içinde (s. 267– 307). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Stillman, G. (2012). Applications and modelling research in secondary classrooms: What have we learnt? *12th International Congress On Mathematical Education Program*. COEX, Seoul, Korea.
- http://www.icme12.org/upload/submission/1923_f.pdf (Erişim tarihi: 14.10.2020)
- Stillman, G. A., Blum, W., and Biembengut, M. S. (2015). Cultural, social, cognitive veresearch influences on mathematical modelling education. In G. A. Stillman, W. Blum and Biembengut, M. S. (Eds.). *Mathematical modelling in education research vepractice: Cultural, social and cognitive influences* (pp. 1-32). [doi: 10.1007/978-3-319-18272-8_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-18272-8_1) (Erişim tarihi: 14.10.2020)
- Şahin, N. ve Eraslan, A. (2016). İlkokul öğrencilerinin modelleme süreçleri: Suç problemi. *Eğitim ve Bilim*, 41(183), 47-67.
- Şahin, N. (2019). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Şen-Zeytun, A. (2013). *An investigation of prospective teachers' mathematical modeling processes vetheir views about factors affecting these processes*. Doctoral dissertation, Ankara: Middle East Tecnical University.
- Tatsis, K. (2010). Assessing in-service teachers' modeling activities: Issues of content vecomplexity. *The 17thAnnual Conference of ALM Adults Learning Mathematics – a Research Forum*. Oslo.

- Tekin Dede A., ve Yılmaz S. (2013), İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliliklerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*. 4 (3), 185-206.
- Tekin Dede, A. and Bukova Güzel, E. (2014). Matematiksel modelleme yeterliliklerini değerlendirmeye yönelik bir rubrik geliştirme çalışması. *XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Adana, 11-14 Eylül 2014.
- Tekin Dede, A. (2015). *Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: bir eylem araştırması*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- TDK, (2019). Türk Dil Kurumu. <https://www.tdk.gov.tr/tdk/kurumsal/yazim-kilavuzu/> (Erişim tarihi: 19.12.2019)
- The Consortium for Foundation Mathematics, (2008). Mathematical models with applications. Texas Edition, 67-70
- Thomas, G. B., Weir, M. D., Hass, J. and Giordano, F. R. (2010). *Thomas calculus 1* (2. Baskı) Çev: R. Korkmaz). İstanbul: Beta Basım AŞ.
- Türker, B., Sağlam, Y., and Umay, A. (2010). Preservice teachers' performances at mathematical modeling process and views on mathematical modeling. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 4622–4628. [doi:10.1016/j.sbspro.2010.03.740](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.740). (Erişim tarihi: 19.11.2019)
- Ulu, M. (2017). Examining the mathematical modeling processes of primary school 4th-grade students: Shopping problem. *Universal Journal of Educational Research*, 5(4), 561-580.
- Van Driel, H. J., and Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 114.
- Verschaffel, L., De Corte, E. and Borghart, I. (1997). Pre-service Teachers' Conceptions and Beliefs about the role of Real-World Knowledge in Mathematical Modeling of School Word Problems. *Learning and Instruction*. 7(4), 339-359.
- Verschaffel, L., Greer, B., and De Corte, E. (2002). Everyday knowledge and mathematical modeling of school word problems. In K. P. Gravemeijer, R. Lehrer, H. J. van Oers, and L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education* (pp. 171–195). Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- Voskoglou, M. G. (2006). The Use of Mathematical Modelling as a Tool for Learning Mathematics. *Quaderni di Ricerca in Didattica*. 16, 53-60.

- Watters, J. J., English, L. D., & Mahoney, S. (2004). Mathematical modeling in the elementary school. *Paper presented at the American Educational Research Association Annual meeting*. San Diego.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (9. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Zawojewski, J. S. and Lesh, R. (2003). A models and modelling perspective on problem solving. In R. A. Lesh & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: a models and modeling perspective on mathematics problem solving, learning and teaching* (s. 35–58). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- 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(1), 89-112.
- Zöttl, L., Ufer, S., and Reiss, K. (2011). Assessing modelling competencies using a multidimensional IRT approach. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching velearning of mathematical modelling* (ICTMA 14) (pp. 427-437). New York: Springer.
- Zubi,I., A., Peled, I. and Yarden, M. (2018). Children with mathematical difficulties cope with modelling tasks: what develops?. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. doi: [10.1080/0020739X.2018.1527404](https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1527404) (Erişim tarihi: 17.10.2019)

EKLER

Ek-1 Etik Kurul İzin Belgesi

Evrak Kayıt Tarihi: 24.10.2019		Protokol No: 83870		Tarih: 27.11.2019	
					
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ					
SOSYAL VE BEŞERÎ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU					
KARAR BELGESİ					
ÇALIŞMANIN TÜRÜ:		Doktora Tez Çalışması			
KONU:		Eğitim Bilimleri			
BAŞLIK:		İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi: Bir Öğretim Deneyi			
PROJE/TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ:		Dr. Öğr. Üyesi Emine Aysin ŞENEL			
TEZ YAZARI:		İsmail KAYGISIZ			
ALT KOMİSYON GÖRÜŞÜ:		-			
KARAR:		Olumlu			
					
					
					
					

Ek-2 Araştırma İzinleri



T.C.
KONYA VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 83688308-605.99-E.1651204
Konu: Araştırma İzni (İsmail KAYGISIZ)

22.01.2020

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Genel Sekreterlik)

İlgi : a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 22.08.2017 tarihli ve 2017/25 sayılı Genelgesi.
b) 09/01/2020 tarihli ve 63784619-605.01-E.1108 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Temel Eğitim Anabilim Dalı Sınıf Öğretmenliği Bilim Dalı Doktora Programı öğrencisi İsmail KAYGISIZ'ın "İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi: Öğretim Deneyi" konulu araştırmasını uygulama talebi incelenmiştir.

Araştırmanın; Selçuklu ilçesinde bulunan Cahit Zarifoğlu İlkokulu, Ahmet Acar İlkokulu ve Sıraç Aydıntaşbaş İlkokulunda görevli sınıf öğretmenlerine ve eğitim gören 4. sınıf öğrencilerine eğitim öğretimi aksatmamak, okul müdürlüklerinin uygun görmesi, gönüllülük esası gözönünde bulundurularak ve ilgi (a) Genelgede belirtilen açıklamalara uyulması kaydıyla uygulanmasında sakınca görülmemektedir. Müdürlüğümüze bağlı eğitim kurumlarındaki çalışmaların 2019-2020 eğitim öğretim yılı içerisinde tamamlanması zorunludur. Araştırma kapsamında yürütülecek çalışmaların 2019-2020 eğitim öğretim yılında tamamlanmaması durumunda Müdürlüğümüzden tekrar izin alınması gerekmektedir.

Araştırmada Müdürlüğümüz tarafından onaylanarak gönderilen veri toplama araçlarının kullanılması, elde edilecek kişisel verilerin gizliliği hususuna dikkat edilmesi ve araştırma sonucunun CD ortamında iki nüsha olarak Müdürlüğümüze gönderilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinizi ve adı geçene tebliğini arz ederim.

Seyit Ali BÜYÜK
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek:

- 1-Genelge (2 Sayfa)
- 2-Öğretmen Bilgilendirme ve İzin Formu (1 Sayfa)
- 3-Öğrenci Katılım Formu (1 Sayfa)
- 4-Veli Onam Formu (1 Sayfa)
- 5-Görüşme Soru Formu (1 Sayfa)

Akçeşme Mah.Garaj Cad. No: 4 Karatay/KONYA
Elektronik Ağı: <http://konya.meb.gov.tr>
e-posta: istatistik42@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için : Abdurrahman KAYNAK - Şef
Ali Naci İŞİK VHKİ-1210
Tel: (0 332) 353 30 50 - Faks : (0 332) 351 59 40

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evrakorgu.meb.gov.tr> adresinden eb21-02b0-31ca-8d60-9e71 kodu ile teyit edilebilir.

Ek-2 (Devam) Araştırma İzinleri

Gelen Evrak Tarih ve Sayısı: 29/01/2020-E.5900



T.C.
KONYA VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 83688308-605.99-E.1651204

Konu: Araştırma İzni (İsmail KAYGISIZ)



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Genel Sekreterlik)

ESKİŞEHİR

İlgi : a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 22.08.2017 tarihli ve 2017/25 sayılı Genelgesi.

b) 09/01/2020 tarihli ve 63784619-605.01-E.1108 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Temel Eğitim Anabilim Dalı Sınıf Öğretmenliği Bilim Dalı Doktora Programı öğrencisi İsmail KAYGISIZ'ın "İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi: Öğretim Deneyi" konulu araştırmasını uygulama talebi incelenmiştir.

Araştırmanın; Selçuklu ilçesinde bulunan Cahit Zarifoğlu İlkokulu, Ahmet Acar İlkokulu ve Sıraç Aydıntaşbaşı İlkokulunda görevli sınıf öğretmenlerine ve eğitim gören 4. sınıf öğrencilerine eğitim öğretimi aksatmamak, okul müdürlüklerinin uygun görmesi, gönüllülük esası gözönünde bulundurularak ve ilgi (a) Genelgede belirtilen açıklamalara uyulması kaydıyla uygulanmasında sakınca görülmemektedir. Müdürlüğümüze bağlı eğitim kurumlarındaki çalışmaların 2019-2020 eğitim öğretim yılı içerisinde tamamlanması zorunludur. Araştırma kapsamında yürütülecek çalışmaların 2019-2020 eğitim öğretim yılında tamamlanmaması durumunda Müdürlüğümüzden tekrar izin alınması gerekmektedir.

Araştırmada Müdürlüğümüz tarafından onaylanarak gönderilen veri toplama araçlarının kullanılması, elde edilecek kişisel verilerin gizliliği hususuna dikkat edilmesi ve araştırma sonucunun CD ortamında iki nüsha olarak Müdürlüğümüze gönderilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinizi ve adı geçene tebliğini arz ederim.

Seyit Ali BÜYÜK
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek:

- 1-Genelge (2 Sayfa)
- 2-Öğretmen Bilgilendirme ve İzin Formu (1 Sayfa)
- 3-Öğrenci Katılım Formu (1 Sayfa)
- 4-Veli Onam Formu (1 Sayfa)
- 5-Görüşme Soru Formu (1 Sayfa)

Güvenli Elektronik İmza
Aslı İne Ayar
23 Ocak 2020

Akçeşme Mah.Girajı Cad. No:4 Karatay-KONYA
Elektronik Ad: <http://konya.meb.gov.tr>
e-posta: istatistik42@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için : Abdurrahman KAYNAK - Şef
Ali Naci İŞİK VHKİ-1210
Tel: (0 332) 353 30 50 - Faks : (0 332) 351 39 40

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evrak.konya.meb.gov.tr> adresinden eb21-02b0-31ca-8d80-9e71 koda ile teyit edilebilir.

Ek-3 Öğretmen Bilgilendirme Formu

ÖĞRETMEN BİLGİLENDİRME ve İZİN FORMU

Sayın Öğretmenim;

Ben İsmail KAYGISIZ, Selçuklu ilçesinde sınıf öğretmeni olarak çalışıyorum. Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsünde, Dr. Öğretim Üyesi Emine Aysin ŞENEL Hocamın danışmanlığında doktora öğrencisi olarak tezimi hazırlıyorum. “*İLKOKUL 4.SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ: BİR ÖĞRETİM DENEYİ*” başlıklı tez araştırmamda, İlkokul 4. Matematik Öğretimi Programı kapsamında öğrencilerimizin matematiksel düşünme ve işbirlikli öğrenme süreçleri matematiksel modelleme etkinlikleri aracılığıyla incelenecektir. Adı geçen sekiz modelleme etkinliğinin biri alanyazından alınıp diğer yedisi tarafımdan geliştirilmiştir. Araştırma süresince araştırmacı ile sınıfınızda sizinle etkinlikler uygulanacaktır. Etkinlik sonrasında belirlenen öğrencilerle sürece dair görüşmeler yapılacaktır. Bu araştırmada sizden beklenen görev ve sorumluluklar, araştırma sürecinde sahip olduğunuz haklar, araştırmada bize düşen görev ve sorumluluklar hakkında ayrıntılı bilgi aşağıda sunulmuştur:

- Araştırma sürecinin okulunuzda yürütülmesi için okul idareniz bilgilendirilmiş ve gerekli izin alınmıştır.
- Araştırma sürecine katılım sağlarsanız, sınıfınızdaki öğrencilerin katılımı için veliler ve çocukların kendileri bilgilendirilecek ve yazılı izinleri alınacaktır.
- Araştırmaya katılım tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. İstedığınız zaman araştırmadan ayrılabilir, araştırmayı sonlandırabilirsiniz.
- Araştırma sürecinde sınıfınızda yapılan/yaptığınız uygulamalar kamera ile kayıt altına alınacaktır.
- Araştırma sürecinde sizle ve öğrencilerle görüşmeler yapılacaktır. Bu görüşmelerde ses kayıt cihazları kullanılacak ve görüşmeler kayıt altına alınacaktır.
- Araştırma sürecinde alınan görüntü ve ses kayıtları kesinlikle üçüncü şahıslarla paylaşılmayacaktır.
- Araştırma sürecinde elde edilen ham verilere, analizler sonucunda elde edilen işlenmiş verilere ve bulgulara, araştırma raporuna istediğiniz zaman erişim hakkına sahipsiniz.

İsmail KAYGISIZ tarafından yapılması planlanan araştırma süreci hakkında tarafıma bilgi verilmiştir. Bu çalışmanın sınıfımda yapılmasında hiçbir sakınca yoktur. Hiçbir baskı ve zorlama altında kalmadan bu çalışmaya katılmayı kabul ediyorum.

Tarih

.....

Araştırmacı

İsmail KAYGISIZ

Anadolu Üniversitesi

Temel Eğitim Bölümü

Katılımcı Öğretmen

Adı-soyadı:

İmza



Ek-4 Öğrenci Bilgilendirme Formu

Merhaba Sevgili Öğrencim;

Öncelikle yapacağım bu çalışmaya gösterdiğin ilgi ve bana ayırdığın zaman için teşekkür ederim. Bu form, araştırmanın amacını ve senin bir katılımcı olarak haklarını tanımlamayı amaçlamaktadır.

Seninle bu eğitim öğretim yılında "Matematiksel Modelleme" problemleri ile ilgili etkinlikler yapmayı planlıyorum. Araştırmaya gönüllü olarak katılmanın ve etkinlikler esnasında arkadaşlarınla ve benimle paylaşacağın düşüncelerinin bu araştırma için önemli olduğu inancındayım. Yapacağımız bu etkinlikler esnasında öğretmenin de bizimle beraber olacak. Yapacağımız etkinliklerin daha iyi anlaşılması için seninle görüşmeler yapıp sınıfta yapacağımız etkinlikleri video ile kayıt altına alacağım. Kayda alınacak etkinlikler, yalnızca bu araştırma için kullanılacak ve bunun dışında hiçbir amaçla kullanılmayacaktır. Senin isteğin doğrultusunda bu kayıtlar seninle de paylaşılabilir ya da silinebilecektir. İstedğin zaman gerekçe göstermeden çalışmadan ayrılabilir veya seni rahatsız eden bir durum olduğunda bana ya da öğretmene söyleyebilirsin.

Bu araştırmaya gönüllü olarak katılacağına ve araştırma süresince bu sözleşmede yazan güvenceye ilişkin olarak bu formu imzalamanı rica ediyorum.

İsmail KAYGISIZ

Sınıf Öğretmeni- Anadolu Üniversitesi

Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü

Doktora Öğrencisi

Bu çalışmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum ve istediğim zaman yarıda kesip çıkabileceğimi biliyorum. Verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlı yayımlarda kullanılmasını kabul ediyorum.

İmza

Öğrenci Adı Soyadı



Ek-5 Veli Bilgilendirme Formu

Sayın Öğrenci Velisi;

Her şeyden önce yapılacak bu çalışmaya göstereceğiniz ilgi, bana ve çocuklarınıza ayıracağınız zaman için teşekkür ederim. Bu form, yapacağımız araştırmanın amacını ve öğrencinizin bir katılımcı olarak haklarını ve sürecin nasıl ilerleyeceğini açıklamayı amaçlamaktadır.

Bu araştırmanın amacı, "İlkokul 4.Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi: Bir Öğretim Deneyi" başlığından yola çıkarak öğrencilerin matematik becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Araştırma 2019-2020 eğitim öğretim yılı içinde yaklaşık 4 aylık süreç içinde gerçekleştirilecektir. Bu zaman diliminde sınıf öğretmenimle beraber "4.sınıf Matematik Öğretim Programı" dahilinde bulunan kazanımlara yönelik matematiksel modelleme etkinlikleri gerçekleştirilerek öğrencilerin matematiksel bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi planlanmaktadır.

Araştırmaya katılan öğrencilerimizle sürecin başında, ortasında ve sonunda görüşmeler yapılacaktır. Bu görüşmeler öğrencilerdeki matematiksel bilgi ve becerilerin gelişiminin anlaşılmasına yönelik yapılacaktır. Ayrıca öğrenci öğrenmelerinin nasıl ilerlediğini daha iyi kavramak için öğrenciler sınıflarında ders esnasında video kamera ile kaydedileceklerdir. Bu kayıtlarda öğrencilerin yüzleri gizlenecek ve araştırma raporlarında öğrencilerin gerçek isimleri kullanılmayacaktır. İstemeniz durumunda bu kayıtlar sizinle paylaşılacaktır. Ayrıca bu kayıtlar araştırma kapsamı dışında hiçbir şekilde kullanılmayacaktır. Öğrencimizin istediği durumda gerekçe göstermeden araştırmadan çekilme hakkı bulunmaktadır.

Öğrencinizin bu araştırmaya katılmasını istiyorsanız lütfen aşağıda bulunan izin verdiğinizde dair belgeyi doldurunuz. İlginiz ve zaman ayırdığınız için teşekkür ederim.

İsmail KAYGISIZ

Sınıf Öğretmeni- Anadolu Üniversitesi

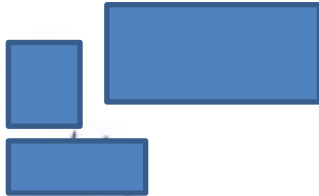
Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü

Doktora Öğrencisi

Velisi olduğum öğrencinin yukarıda belirtilen kapsam dahilinde araştırmaya katılmasına izin veriyorum. Çocuğumun araştırmacı ile yapacağı görüşmelerde ve derslerin video kamera ile kaydedilmesinde bir sakınca yoktur.

İmza

Veli Adı Soyadı



Ek-6 Pikniğe Hangi Araçla Gıtsek? Etkinliği

PİKNİĞE HANGİ ARAÇLA GİTSEK?

Okul müdürü Murat Bey, 1200 ğrenci ve 40 ğretmen ile Silile parkına sene sonunda pikniğe gitmek istiyor. Bunun için Murat Bey hangi araçlarla pikniğe gitmenin uygun olacağını araştırıyor. Bir taşma firmasından araçların kiralama bedeli, yakıt tüketimi ve yolcu kapasitesi ile ilgili bilgiler almaktadır. Bu bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Silile parkının okula uzaklığı 50 km'dir ve rehber olarak her araçta en az bir öğretmenin olması gerekmektedir. Murat bey araç kiralama konusunda sizlerin yardımlarını beklemektedir.

- Murat bey hangi araçlardan kaçar tane kiralamalldır?
- Öğrenci ve öğretmenlerin araçlardaki paylaşımı nasıl olmalıdır?
- Modelinizi grafiklerle destekleyerek Murat beye bir mektup yazınız.



ARAÇLAR	YOLCU KAPASİTESİ	GUNLUK KIRA BEDELİ	1 KM'DE TUKETİLEN YAKIT TUTARI
OTOBUS	45	475	2,00TL
MIDIBUS	25	200	1,50TL
MINIBUS	18	110	1,00TL



Ek-7 Kermes Etkinliği

KERMES ETKİNLİĞİ

Cahit Zarifoğlu İlkokulunda geleneksel 4. Kermes Őenliđi mayıs ayı içerisinde yapılması planlanmaktadır. Kermeste satılacak yiyecek ve içecekler okul aile birliği ve okul idaresi tarafından öğrencilere yapılacak anket sonrasında belirlenmiştir. Bir gün sürecek kermeste veliler tarafından temin edilecek ürünlerin listesi aşağıda belirtilmiştir. Ancak hangi ürünün kaç liraya satılacağının belirlenmesinde okul aile birliği üyelerinin ve okul idaresinin kafası karışmıştır. Sizden fiyatların belirlenmesi konusunda yardım istenmektedir. Fiyatların nasıl belirlenmesi gerektiğini ve kermes sonunda ne kadar gelir elde edileceğini matematiksel modellerle açıklayarak anlatınız.

YIYECEK(ADET)	FIYATI
DONDURMA	
CUP KEK	
PUDİNG	
BARDAK MISIR	
İÇLİ KOFTE	
SA BOREĞİ	

YIYECEK (PORSİYON)	FIYATI
MANTI	
SARMA	
KURABIYE	
YAş PASTA	
BAKLAVA	
MERCİMEK KOFTESİ	

İÇECEKLER	FIYATI
AYRAN (200ml)	
MEYVE SUYU (200ml)	
SU (500ml)	
ÇAY	



Ek-8 Göçmen Kuşlar Etkinliği

GÖÇMEN KUŞLAR

Okulumuzda göçmen kuşların gözlenmesi ile ilgili bir çalışma yürütülmektedir. Bu gözlemlerde kuşların yuva yaptıkları “Beyşehir Gölü” seçilmiştir. Öğrenciler son yıllarda kuş sayısında bir dalgalanma gözlemlemişlerdir. 2014 yılında 1000 leylek, 300 toy kuşu ve 800 ördek gelmiştir. 2015 yılında 900 leylek, 270 toy kuşu, 720 ördek gelmiştir. 2016 yılında 850 leylek, 320 toy kuşu, 820 ördek gelmiştir. 2017 yılında 900 leylek, 330 toy kuşu, 740 ördek gelmiştir. 2018 yılında 1000 leylek, 300 toy kuşu, 840 ördek gelmiştir. Beyşehir Gölündeki veteriner hekimler bu yıl kaç kuş geleceğini merak etmektedirler. Çözümünüzü tablo ve grafikler yardımı ile açıklayınız.

Sizce 2019 yılında Beyşehir Gölü’ne kaç tane leylek, ördek ve toy kuş gelecektir. Tahmininizi bir model geliştirerek bir mektupla veteriner hekimlere sununuz.



Ek-9 Kim Koşsun Etkinliği

KİM KOŞSUN?

Anadolu Atletizm Kulübü bu yıl düzenlenecek olan 4000 m. koşu yarışmasına sporcu seçecektir. Bunu için öğrencilerin performanslarını belirlemeye yönelik bir çalışma yapılmıştır. Takımın antrenörü Sercan Hoca 4 gün süresince biri öğleden önce diğeri öğleden sonra olmak üzere 8 kez öğrencilerin 4000 metreyi kaç dakikada koştuklarını ölçmüştür. Sercan Hoca ve takımın diğeri antrenörü Atakan Hoca 4000 metre yarışına hangi sporcunun katılması gerektiği konusunda anlaşamamışlardır.

Aşağıda sporcuların 4000 metreyi kaç dakika ve saniyede koştuklarını belirten tablo bulunmaktadır.

Sizce hangi sporcu yarışmaya katılmalıdır? Kulübümüz için en uygun sporcuyla nasıl seçtiğinizi Atakan ve Sercan Hoca'ya bir mektup yazarak açıklayınız.

	BADE	TALYA	DAMLA	AYBUKE
1.TUR.	34' 25 "	36' 50 "	37' 40"	34' 40"
2.TUR.	37' 45 "	34' 40 "	36' 40"	38' 50"
3.TUR.	36' 20 "	36' 10 "	37' 50"	34' 40"
4.TUR.	35' 55 "	35' 15 "	34' 50"	39' 40"
5.TUR.	36' 40 "	35' 10 "	34' 50"	34' 20"
6.TUR.	35' 55 "	36' 30"	36' 30"	35' 50"
7.TUR.	37' 55 "	34' 50"	37' 50"	38' 20"
8.TUR.	38' 50 "	36' 40"	35' 40"	34' 40"



Ek-10 Hangi Akülü Aracı Kiralasak? Etkinliği

HANGİ AKÜLÜ ARABAYI KİRALASAK?

Selçuklu’da açılan Trafik Eğitim Parkı her yaştan insanın özellikle çocukların trafik eğitimine katkı sağlamaktadır. İçinde bulunan yeşil alanlarla anne babalar güzel vakit geçirirken çocuklar da kiralanan akülü arabalarla trafik kurallarını ve işaretlerini öğrenmektedirler.

Enes’in dokuz kişiden oluşan bir arkadaş grubu bulunmaktadır. Akülü arabalardan 30 dakika kiralarak trafik kurallarını ve işaretlerini öğrenmek istiyorlar. Bir, iki ve dört kişilik olan akülü arabalar 15, 30 ve 45’er dakikalığına kiralanmaktadır.

Bu arkadaş grubundan Ahmet ve Ayça tek kişilik akülü arabaya binmek istemektedir ancak diğer 7 arkadaşları üç akülü araba türünden herhangi birine binebilirler. Akülü arabaların kiralama süreleri ve fiyatları aşağıda bulunan tablodaki gibidir.

SÜRE KİŞİ	15 DAKIKA	30 DAKIKA	45 DAKIKA
1 KİŞİLİK	12 LIRA	20 LIRA	25 LIRA
2 KİŞİLİK	20 LIRA	38 LIRA	45 LIRA
4 KİŞİLİK	35 LIRA	55 LIRA	75 LIRA

Trafik Parkında “Aynı arabadan üç tane kiralayanlara 20 lira indirim yapılacak...” promosyonu bulunmaktadır. Bu dokuz arkadaştan oluşan grup 30 dakikalık araba kiralayacaklardır. En az ücreti vermek için hangi arabalardan kiralamalılar?

Şekillerle ve modellerle Enes ve arkadaşlarına yardımcı olarak onlara hangi arabayı kiralamanın gerektiğini nedenleri ile belirten bir mektup yazar mısınız?



Ek-11 Büyük Ayak Etkinliği

BÜYÜK AYAK

Dün akşam, mahallede bulunan oyun parkında oynayan çocuklar salıncak zincirlerinin kopmuş olduğunu fark ettiler. Ancak bugün sabah parkın yanından okula doğru yürürken salıncak zincirlerinin onarıldığını gördüler. Çocuklar, bunu yapan kişiye teşekkür etmek istiyorlardı. Fakat hiç kimse bunu yapan kişiyi görmedi. Uzmanlar tarafından yapılan araştırmada, tek ipucu olarak parkta büyük bir ayak izine rastladılar. Ayak izinin 38 cm uzunluğunda ve 12 cm genişliğinde olduğu belirlendi. Sizce bu ayak izlerinden hareketle salıncakları tamir eden yardımseverin boyunun uzunluğunu ve kaç kilo olduğunu tahmin ediniz. Tahmininizi bir mektup halinde yardımsevere teşekkür etmek isteyen mahallenin çocuklarına gönderiniz.



Ek-12 Çiftçi Hüseyin Amca Etkinliği

ÇİFTÇİ HÜSEYİN AMCA

Çiftçi Hüseyin Amca'nın zeytin fidanı dikmeyi düşündüğü bir tarlası vardır. Eni boyunun iki katı uzunluğunda olan bu tarlanın alanı 5000 metrekaredir. Hüseyin Amca tarlasına en fazla sayıda zeytin dikmek istemektedir. Ancak zeytin bitkisinin gelişimi ve verimi göz önünde bulundurulduğunda zeytinleri belli aralarla dikmesi gerekmektedir.

İlçe Tarım Müdürlüğüne giden Hüseyin Amca şu bilgileri almıştır.

- *Yüksek verim elde etmek için zeytin fidanları birbirlerine mesafeli dikilmelidir.*
- *Yetişkin bir zeytinin kökleri kazık şeklinde değil saçak şeklinde ilerlemektedir. Bu kökler 2-5 metreye kadar ilerlemektedir.*
- *Ağaçların taç (yaprağın gövde ıııınlıkları) ıııınlıkları saçak kök kadar olmaktadır.*
- *Verimli ağaçlarımız olsun istiyorsak; tarlamız yılda iki kez traktörle sürülmelidir.*

Bu bilgiler doğrultusunda Hüseyin Amca'ya tarlasına kaç zeytin fidanı dikmesi gerektiği ve bu fidanların kaç metre arayla dikilmesinin uygun olacağı konusunda tarlanın kaç bakışı görünümünü çizerek yardımcı olunuz. Yapacağımız yardımı Hüseyin Amca'ya bir mektup yazarak açıklayınız.



Ek-13 Dubayı Nasıl Oluştursak? Etkinliği

DUBAYINASIL OLUŞTURSAK?

Ahmet Amca "Deniz Kızı Sahil Sitesi'nin" yöneticisidir. Bu yaz sezonu için bir duba oluşturmayı düşünmektedir. Kıyıya 20 m. uzaklıkta olacak olan bu duba farklı büyüklükteki kare şeklinde olan plastik malzemelerin birleşmesi ile oluşturulacaktır. Ahmet Amca yapı marketten kenar uzunluğu 1 metre, 2 metre, 3 metre ve 4 metre olan 4 farklı büyüklükteki karelerden herhangi birini YA DA FARKLI ÇEŞİTLERDEN İSTEDİĞİNİ alarak dubayı oluşturmak istiyor. Ahmet Amca'nın elinde dubanın çevresine takılması gereken 48 metre uzunluğunda güvenlik ipi bulunmaktadır ve dubanın çevresini buna göre ayarlamak istemektedir.

Dubanın kullanım alanının en geniş olmasını isteyen Ahmet Amca aynı zamanda şekil olarak dubanın kullanış olmasını istiyor. Ahmet Amca bu yaz sezon başlamadan site yönetim kurulu üyelerine bir sunum yapacaktır. Bu sunumda;

- ☐ Güvenlik ipine uygun en geniş alanlı ve
- ☐ Size göre kullanımı en uygun olan duba şeklini modelleyerek sunacaktır.

Ahmet Amca bu sunum için sizden yardım beklemektedir. Bir mektup yazarak Ahmet Amca'ya yardım ediniz.



Ek-14 Hava Durumu Etkinliği

HAVA DURUMU

Yurt dışına turlar düzenleyen bir seyahat şirketi tatile çıkacak müşterilerine gidecekleri yerin seçiminde danışmanlık yapmaktadır. Seyahate çıkacak olan müşteriler ilk olarak o yerin iklimini ile ilgilenip; ne kadar yağmur yağdığına, bir yılda havanın kaç gün güneşli yada kapalı olduğuna ve ne kadar sıcak yada soğuk olduğuna önem vermektedirler. Bu faktörlerin her biri seyahate çıkacaklar için farklı öneme sahiptir.

İki müşteri şirkete mail yollayarak tatil için istedikleri şehrin özelliklerini belirtmişler ve en uygun şehirleri tavsiye etmelerini istemişlerdir. Seyahat şirketi müşterilerine gitmeleri için dokuz şehir belirlemiş ve bu şehirlerle ilgili iklimiyle ilgili bazı bilgiler toplamıştır. Bu bilgiler ve müşterilerin mailleri aşağıda verilmiştir.

<i>Sayın Seyahat Şirketi Yetkilisi;</i> <i>Eğim ve ben geçen ay emekli olduk.</i> <i>Sıcak ve güneşli bir şehirde tatil yapmayı</i> <i>planlıyoruz. Çok soğuk bir şehir olmasın</i> <i>ama yağmurun yağmasını önemsemiyoruz.</i> <i>Eğim ve benim için uygun şehirler</i> <i>hangileridir önerilerinizi bekliyoruz.</i> <i>Meral Fatih BULUT...</i>	<i>Sayın Seyahat Şirketi Yetkilisi;</i> <i>Bir markette yönetici olarak</i> <i>çalışmaktayım. Bu yaz tatil için gideceğim</i> <i>yerde açık havada yapılabilecek her türlü</i> <i>sporü özellikle doğa yürüyüşünü denemek</i> <i>istiyorum. Çok sıcak olmayan ve aynı</i> <i>zamanda havası iyi olan bir şehirde tatil</i> <i>yapmak istiyorum. Hangi şehirleri</i> <i>önerirsiniz? Selamlar...</i> <i>Ahmet DEMİR...</i>

Sizin Göreviniz:

- 1- Tatile çıkacak kişilerin isteklerine göre dokuz şehri karşılaştırmak için model (derecelendirme sistemi) geliştiriniz. Geliştireceğiniz bu model sadece bu dokuz şehir için değil başka şehirleri karşılaştırmak için de kullanılmalıdır.
- 2- Her iki tatilci için şirkete tavsiye mektubu yazınız. Bu mektupta önerdiğiniz şehirleri “en uygun şehirler”, “uygun şehirler” ve “uygun olmayan şehirler” olarak ayırmalısınız. Bu sayede tatilciler hangi şehirleri dikkate alması gerektiğini ve hangilerini dikkate almamaları gerektiğini bileceklerdir.
- 3- Mektuplarınızda puanlama sisteminizin nasıl çalıştığını ve neden oluşturduğunuz sistemin iyi sistem olduğunu seyahat şirketine açıklamalısınız.

ŞEHİRLER	GÜNEŞLİ GÜN SAYISI	15°C’NİN ALTINDAKİ GÜN SAYISI	30°C’NİN ÜSTÜNDEKİ GÜN SAYISI	YILLIK ORTALAMA YAĞIŞ(MM/YIL)
LONDRA	85	12	15	1220
MADRİD	195	40	169	274
BERLİN	36	184	6	516
ATİNA	71	0	185	2222
PRAG	45	55	30	661
MİLANO	85	0	328	1534
ROMA	178	4	237	386
VİYANA	84	157	36	633
PARİS	114	10	58	863

Ek-15 Soğan Dikimi Etkinliği

Soğan Dikimi Etkinliği

Konya'da bir çiftçi soğan dikmek için uygun olan çeşitleri araştırmaktadır. Aşağıda yer alan ekim ve firmalardan fiyat bilgilerine ulaşmıştır. Bu fiyatlara ve ekim alanına göre soğanları alacaktır ancak kafası oldukça karışmıştır.

Yakut Cinsi Tohum	Alba Cinsi Tohum	Dora Cinsi Tohum
Dekara atılacak tohum miktarı toprak yapısı ve bölgelere göre 500-700 gr arasındır. Güçlü boyun ve kök yapısına sahip olduğundan birçok fungal hastalığa dayanıklıdır. Yetiştirme şartlarına ve iklim koşullarına göre 4-7 ton verim alınabilir. Ekim dönemi bölgelere göre Ocak-Şubat-Mart aylarıdır. Hasat dönemi Ağustos-Eylül aylarıdır	Yuvarlağa yakın şekilli, kabuk rengi beyaz, et rengi beyazdır. Ortalama yumru ağırlığı 200-300'dir. Dekara atılacak tohum miktarı toprak yapısı ve bölgelere göre 600-700 gr arasındır. Yüksek verimli çeşittir. Yetiştirme şartlarına ve iklim koşullarına göre 6-9 ton verim alınabilir. Ekim dönemi bölgelere göre Ocak-Şubat-Mart aylarıdır. Hasat dönemi Temmuz-Ağustos-Eylül aylarıdır. Bölgelere göre değişmektedir.	Yetiştirme şartlarına ve iklim koşullarına göre 7-10 ton verim alınabilir. Dekara atılacak tohum miktarı toprak yapısı ve bölgelere göre 500-700 gr arasındır. Ekim dönemi bölgelere göre Ocak-Şubat-Mart aylarıdır. Hasat dönemi Ağustos-Eylül aylarıdır.

Soğan tohumu fiyatları ise şekildeki gibi tablolastırılmıştır.

Soğan cinsi/Firma	Emek Tanım	Kardeşler Tanım	Bereket Tanım
Yakut	60 TL(250 gr)	130 TL(500 gr)	250 TL(1000 gr)
Dora	55 TL(250 gr)	560 TL(1000 gr)	125 TL(500 gr)
Alba	150 TL(500 gr)	75 TL (250 gr)	304 TL(1000 gr)

Çiftçiye yardımcı olarak ona ektiğinde en yüksek kârı getirecek soğan tohumunu bir model geliştirerek bulunuz.

I

Çelikkol, Ö. (2016). 7. sınıf öğrencilerine cebirsel sözel problemlerde matematiksel modelleme uygulaması: Bir eylem araştırması. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi'nden uyarlanmıştır.

Ek-16 MOElere ait ilkokul matematik dersi öğretim programında bulunan kazanımlar



UYGULANAN MOE	PROGRAMDA YER ALAN İLGİLİ KAZANIMLAR
1. Pekiştirme Hangi Anıya Gitseniz?	M.4.1.2. Doğal Sayılarla Toplama İşlemi M.4.1.2.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla toplama işlemini yapar, M.4.1.3. Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi M.4.1.3.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla çıkarma işlemini yapar, M.4.1.4. Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi M.4.1.4.1 Üç basamaklı doğal sayılarla iki basamaklı doğal sayıları çarpar M.4.1.5. Doğal Sayılarla Bölme İşlemi M.4.1.5.1. Üç basamaklı doğal sayıları en çok iki basamaklı doğal sayılara böler. M.4.3.1. Uzunluk Ölçme M.4.3.1.4. Uzunluk ölçme birimlerinin kullanıldığı en çok üç işlem gerektiren problemleri çözer. M.4.4.1. Veri Toplama ve Değerlendirme M.4.4.1.3. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır.
2. Kermes	M.4.1.2. Doğal Sayılarla Toplama İşlemi M.4.1.2.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla toplama işlemini yapar, M.4.1.3. Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi M.4.1.3.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla çıkarma işlemini yapar, M.4.1.4. Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi M.4.1.4.1 Üç basamaklı doğal sayılarla iki basamaklı doğal sayıları çarpar M.4.1.5. Doğal Sayılarla Bölme İşlemi M.4.1.5.1. Üç basamaklı doğal sayıları en çok iki basamaklı doğal sayılara böler. M.4.4.1. Veri Toplama ve Değerlendirme M.4.4.1.3. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır. M.4.1.1.6. Belli bir kurala göre artan veya azalan sayı örüntüleri oluşturur ve kuralını açıklar
3. Göçmen Kuşlar	M.4.1.2. Doğal Sayılarla Toplama İşlemi M.4.1.2.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla toplama işlemini yapar, M.4.1.3. Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi M.4.1.3.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla çıkarma işlemini yapar, M.4.1.4. Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi M.4.1.4.1 Üç basamaklı doğal sayılarla iki basamaklı doğal sayıları çarpar M.4.1.5. Doğal Sayılarla Bölme İşlemi M.4.1.5.1. Üç basamaklı doğal sayıları en çok iki basamaklı doğal sayılara böler.

Ek-16(Devam) MOElere ait ilkokul matematik dersi öğretim programında bulunan kazanımlar

4. Kim Koşsun?	M.4.1.2. Doğal Sayılarla Toplama İşlemi M.4.1.2.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla toplama işlemini yapar, M.4.1.3. Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi M.4.1.3.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla çıkarma işlemini yapar, M.4.1.4. Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi M.4.1.4.1 Üç basamaklı doğal sayılarla iki basamaklı doğal sayıları çarpır M.4.1.5. Doğal Sayılarla Bölme İşlemi M.4.1.5.1. Üç basamaklı doğal sayıları en çok iki basamaklı doğal sayılara böler. M.4.3.1. Uzunluk Ölçme M.4.3.4. Zaman Ölçme M.4.4.1. Veri Toplama ve Değerlendirme M.4.4.1.3. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır.
5. Hangi Aktifli Aracı Kiralısak?	M.4.1.2. Doğal Sayılarla Toplama İşlemi M.4.1.2.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla toplama işlemini yapar, M.4.1.3. Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi M.4.1.3.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla çıkarma işlemini yapar, M.4.1.4. Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi M.4.1.4.1 Üç basamaklı doğal sayılarla iki basamaklı doğal sayıları çarpır M.4.1.5. Doğal Sayılarla Bölme İşlemi M.4.1.5.1. Üç basamaklı doğal sayıları en çok iki basamaklı doğal sayılara böler. M.4.4.1. Veri Toplama ve Değerlendirme M.4.4.1.3. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır.
6. Büyük Ayak	M.4.1.2. Doğal Sayılarla Toplama İşlemi M.4.1.2.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla toplama işlemini yapar, M.4.1.3. Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi M.4.1.3.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla çıkarma işlemini yapar, M.4.1.4. Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi M.4.1.4.1 Üç basamaklı doğal sayılarla iki basamaklı doğal sayıları çarpır M.4.1.5. Doğal Sayılarla Bölme İşlemi M.4.1.5.1. Üç basamaklı doğal sayıları en çok iki basamaklı doğal sayılara böler. M.4.3.1. Uzunluk Ölçme M.4.3.1.4. Uzunluk ölçme birimlerinin kullanıldığı en çok üç işlem gerektiren problemleri çözer. M.4.4.1. Veri Toplama ve Değerlendirme M.4.4.1.3. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır.

Ek-16(Devam) MOElere ait ilkokul matematik dersi öğretim programında bulunan kazanımlar

7. Çiftçi Hüseyin Anca	M.4.1.2. Doğal Sayılarla Toplama İşlemi M.4.1.2.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla toplama işlemini yapar, M.4.1.3. Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi M.4.1.3.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla çıkarma işlemini yapar, M.4.1.4. Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi M.4.1.4.1 Üç basamaklı doğal sayılarla iki basamaklı doğal sayıları çarpar M.4.1.5. Doğal Sayılarla Bölme İşlemi M.4.1.5.1. Üç basamaklı doğal sayıları en çok iki basamaklı doğal sayılara böler. M.4.3.1. Uzunluk Ölçme M.4.3.2. Çevre Ölçme M.4.3.3. Alan Ölçme M.4.4.1. Veri Toplama ve Değerlendirme M.4.4.1.3. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır.
8. Dubay'ı Nasıl Oluştururak?	M.4.1.2. Doğal Sayılarla Toplama İşlemi M.4.1.2.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla toplama işlemini yapar, M.4.1.3. Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi M.4.1.3.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla çıkarma işlemini yapar, M.4.1.4. Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi M.4.1.4.1 Üç basamaklı doğal sayılarla iki basamaklı doğal sayıları çarpar M.4.1.5. Doğal Sayılarla Bölme İşlemi M.4.1.5.1. Üç basamaklı doğal sayıları en çok iki basamaklı doğal sayılara böler. M.4.3.1. Uzunluk Ölçme M.4.3.2. Çevre Ölçme M.4.3.3. Alan Ölçme M.4.3.3.1. Şekillerin alanlarının, bu alanı kaplayan birim karelerin sayısı olduğunu belirler M.4.3.3.2. Kare ve dikdörtgenin alanını toplama ve çarpma işlemleri ile ilişkilendirir. M.4.4.1. Veri Toplama ve Değerlendirme M.4.4.1.3. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır.
9. Hava Durumu	M.4.1.2. Doğal Sayılarla Toplama İşlemi M.4.1.2.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla toplama işlemini yapar, M.4.1.3. Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi M.4.1.3.1. En çok dört basamaklı doğal sayılarla çıkarma işlemini yapar, M.4.1.4. Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi M.4.1.4.1 Üç basamaklı doğal sayılarla iki basamaklı doğal sayıları çarpar M.4.1.5. Doğal Sayılarla Bölme İşlemi M.4.1.5.1. Üç basamaklı doğal sayıları en çok iki basamaklı doğal sayılara böler. M.4.4.1. Veri Toplama ve Değerlendirme M.4.4.1.3. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır.

□

Ek-17 Başarı Değerlendirme Formu

1- Aşağıdaki sayıların rakamla yazılışlarını ve okunuşlarını yazınız

a- Kırk sekiz bin yüz dokuz:.....

b- 8008:.....

2-“1078” sayısını çözümleyiniz, en yakın onluğa ve yüzlüğe yuvarlayınız

Çözümleme:.....
.....

En yakın onluk:.....

En yakın yüzlük:.....

3- “780201” sayısının onlar basamağı ile on binler basamağı yer değiştirdiğinde yeni sayı kaç olur?

Yeni sayı:

4-Aşağıdaki işlemleri yapınız. Verilmeyenleri bulunuz.

$$\begin{array}{r} 25467 \\ +74895 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 59634 \\ +\boxed{} \\ \hline 76013 \end{array} \quad \begin{array}{r} 9A3B \\ +C8D6 \\ \hline 14302 \end{array}$$

5-Ardışık beş doğal sayıdan ortanca olan 47 olduğuna göre bu sayıların toplamı kaçtır?

6- 242 eksiği 505 olan sayının 57 fazlası kaçtır?

7-Bade ile kardeşi Cemre arasında 5 yaş fark vardır. Bade 2009 doğumlu olduğuna göre cumhuriyetimizin 100. yılında ikisinin yaşları toplamı kaç olur?

Ek-17 (Devam) Başarı Değerlendirme Formu

8- 2965 ceviz, 5784 ceviz, sepet ve toplamak ifadelerini kullanarak bir problem yazınız.

Problemim:

9- Aşağıdaki işlemleri yapınız.

$$\begin{array}{r} 960284 \\ -782317 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 65420 \\ - \boxed{} \\ \hline 8347 \end{array} \quad \begin{array}{r} 7A43B \\ -39CD8 \\ \hline \end{array}$$

10-“78638 – 54947>” ifadesinde noktalı yere yazılabilecek en büyük doğal sayı kaçtır?

11-Tüm rakamları aynı olan dört basamaklı en büyük çift sayıya hangi sayıyı eklersek toplam 15723 sayısı olur?

|

12-Aşağıdaki işlemleri yapınız?

$$\begin{array}{r} 54 \\ \times 38 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 769 \\ \times 37 \\ \hline \end{array} \quad 825 \times \boxed{} = 13925$$

$$47 \times 65 \times 29 = 65 \times 29 \times \boxed{}$$

13- “24.35,5 arkadaş, kilo ve şeker” ifadelerini kullanarak çarpma işlemi gerektiren bir problem oluşturunuz.

Ek-17 (Devam) Başarı Değerlendirme Formu

14- Fazıl SAY'ın Konya'da vereceği konsere, 37 koltuk bulunan 24 sıra ve 48 koltuk bulunan 127 sıra bulunmaktadır. 6400 bilet satıldığına göre konseri kaç kişi ayakta izleyecektir?

15-Aşağıdaki bölme işlemlerini yapınız. Verilmeyenleri bulunuz.

$$84 \overline{) 4}$$

$$378 \overline{) 16}$$

$$6A6 \div 38 = 17$$

$$4128 \div \boxed{} = 96$$

16- Aşağıdaki işlemlerdeki bölümün kaç basamaklı olduğunu işlem yapmadan tahmin ediniz.

$$75 \overline{) 6}$$

$$87 \overline{) 9}$$

$$576 \overline{) 6}$$

... basamaklı ... basamaklı ... basamaklı

17- Ali, 597 sayfa olan kitabı dokuz günde okumaktadır. İlk gün 64 sayfa, ikinci gün 78 sayfa okumuştur. Kalan günlerde eşit sayıda sayfa okudu. Ali kalan günlerde kaç sayfa kitap okumuştur?

18-“450, 18, öğrenci ve otobüs” ifadelerini kullanarak bölme işlemi gerektiren bir problem kurunuz.

Problemim:

.....

.....?

13 ve 18. Sorular 10 puan diğer sorular 5puandır...

BAŞARILAR © ©

Ek-18 Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014). Uyarlaması

Problemi Anlama	Düzyerler Puanlar	Tanımlama
	Düzyer 1 0 puan	Problemi anlamadığını gösteren ifadelerere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleyememe ve aralarında ilişki kuramama/yanlış ilişki kurma.
	Düzyer 2 1 puan	Problemi bir ölçüde anladığını gösteren ifadelerere yer verme, verilenleri ve istenenleri bir ölçüde belirleme ancak aralarında ilişki kuramama/yanlış ilişki kurma.
	Düzyer 3 2 puan	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelerere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ancak aralarında ilişki kuramama/yanlış ilişki kurma.
	Düzyer 4 3 puan	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelerere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirlerken önemsiz hatalar yapma, buna rağmen aralarında ilişki kurma
	Düzyer 5 4 puan	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelerere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ve aralarında uygun bir ilişki kurma
Sadeleştirme	Düzyer 1 0 puan	Problemi sadeleştirmeme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlememe ve yanlış varsayımlarda bulunma.
	Düzyer 2 1 puan	Problemi bir ölçüde sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri bir ölçüde belirleme ancak yanlış varsayımlarda bulunma
	Düzyer 3 2 puan	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunma.
	Düzyer 4 3 puan	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve gerçekçi varsayımlarda bulunma
Matematikselleştirme	Düzyer 1 0 puan	Matematiksel model oluşturmama veya yanlış model/ler oluşturma
	Düzyer 2 1 puan	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel modeller oluşturma
	Düzyer 3 2 puan	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı doğru matematiksel model/ler oluşturma
	Düzyer 4 3 puan	Gerçekçi varsayımlar doğrultusunda eksik hatalı matematiksel model/ler oluşturma ve birbiriyle ilişkilendirme.
	Düzyer 5 4 puan	Gerçekçi varsayımlara göre gerekli matematiksel model/leri doğru bir şekilde oluşturma, model/modelleri açıklama ve birbiriyle ilişkilendirme.
Matematiksel Olarak Çalışma	Düzyer 1 0 puan	Matematiksel çözüm sunmama, oluşturulan matematiksel modelleri yanlış çözme veya yanlış matematiksel modeli çözmeye çalışma
	Düzyer 2 1 puan	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içirme.
	Düzyer 3 2 puan	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözme.
	Düzyer 4 3 puan	Doğru oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içirme.
	Düzyer 5 4 puan	Doğru oluşturulan matematiksel model/leri kullanarak doğru matematiksel çözüme ulaşma.
Yorumlama	Düzyer 1 0 puan	Elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yanlış yorumlama veya hiç yorumlamama.
	Düzyer 2 1 puan	Hatalar içeren/eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlama.
	Düzyer 3 2 puan	Hatalar içeren/Eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama
	Düzyer 4 3 puan	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlama.
	Düzyer 5 4 puan	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama.

Ek-18(Devam) Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014). Uyarlaması

Doğrulama	Düzey 1 0 puan	Doğrulama yaklaşımında bulunmama veya yanlış doğrulama yapma.
	Düzey 2 1 puan	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmeme.
	Düzey 3 2 puan	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme.
	Düzey 4 3 puan	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme.
	Düzey 5 4 puan	Doğrulama yaklaşımında bulunma, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltme.
	Düzey 6 5 puan	Doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme.
	Düzey 7 6 puan	Doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları düzeltme

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İsmail KAYGISIZ

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim ve Mesleki Geçmiş:

2003, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Sınıf Öğretmenliği Bölümü (Lisans)

2010, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Yönetimi Teftişi Planlaması ve Ekonomisi (Yüksek Lisans)

2004-2006, Öğretmen, Milli Eğitim Bakanlığı, Altınoluk İlkokulu, Bulanık/Muş,

2006-2008, Öğretmen, Milli Eğitim Bakanlığı, Çöğürlü İlkokulu, Merkez/Muş,

2008-2019, Öğretmen, Milli Eğitim Bakanlığı, 15 Temmuz Şehitleri İlkokulu Sarayönü/Konya

2019- ..., Öğretmen, Milli Eğitim Bakanlığı, Güvenç İlkokulu, Selçuklu/Konya

Yayınları ve/veya Bilimsel/Sanatsal Faaliyetleri

Ulusal ve Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Hoşgörü Algılarının Resimler Aracılığıyla İncelenmesi, Uluslararası Eğitim Araştırmacıları Dergisi, (2019)

Verdiği Seminer/Kurs/Eğitim Faaliyetleri:

2020420241 Numaralı “Matematik Öğretimi” Hizmetiçi Eğitim Kursu

225021 ID Numarası “Math Fundamentals” e-twinning projesi kapsamında “Uygulamalı Matematiksel Modelleme” Semineri

